

BAB VI

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

6.1. Hasil Penelitian

6.1.1. Hasil Pengujian Material

Pengujian terhadap material komponen penyusun campuran beraspal dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat material yang akan digunakan pada campuran *Hot Rolled Asphalt*. Material-material yang akan diuji adalah termasuk aspal, agregat kasar, agregat halus dan bahan pengisi.

Jenis pengujian laboratorium yang dikerjakan untuk mengevaluasi material dan spesifikasi dapat dilihat pada tabel 6.1 sampai tabel 6.3 berikut ini :

Tabel 6.1. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

No.	Jenis Pengujian	Syarat	Hasil
1.	Keausan dengan mesin <i>Los Angeles</i>	$\leq 40 \%$	16,88 %
2.	Kelekatan terhadap aspal	$\geq 95,5 \%$	97,5 %
3.	Penyerapan agregat	$\leq 3 \%$	2,431 %
4.	Berat jenis agregat	$\geq 2,5$	2,530

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium Jalan Raya UII – Yogyakarta.

Tabel 6.2. Hasil Pengujian Agregat Halus

No.	Jenis Pemeriksaan	Syarat	Hasil
1.	Nilai <i>Sand Equivalent</i>	$\geq 50 \%$	67,5 %
2.	Penyerapan agregat	$\leq 3 \%$	1,616 %
3.	Berat Jenis	$\geq 2,5$	3,145

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium Jalan Raya UII – Yogyakarta.

Tabel 6.3. Hasil Pengujian Aspal Penetrasi 60–70

No.	Sifat-sifat Teknis	Satuan	Nilai	Spesifikasi	
				Min.	Maks.
1.	Penetrasi (25° C, 5 det, 100 gr)	0,1 mm	64,2	60	70
2.	Titik Lembek (Ring and Ball)	° C	57,5	48	58
3.	Daktalitas (25° C, 5 cm/mnt)	cm	154,5	100	-
4.	Titik Nyala (COC)	° C	335	200	-
5.	Berat Jenis (25° C)	-	1,036	1	-
6.	Kelarutan dalam CCl_4	% berat	99,75	99,5	-

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium Jalan Raya UII – Yogyakarta.

Dari hasil pengujian material yang digunakan didapat bahwa material yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, dan aspal penetrasi 60–70 memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 1983 sehingga dapat digunakan.

6.1.2. Hasil Pengujian Campuran Aspal

6.1.2.1. Pengujian Marshall

Tabel 6.4. Hasil Pengujian *Marshall* Campuran HRA Tanpa Bahan Tambah

Temperatur Pematatan	Sampel	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	VITM (%)	VFWA (%)	Density (gr/cc)	MQ (kg/mm)
139° C	1.	1541.68	4.10	3.666	79.313	2.284	376.019
	2.	1912.27	2.80	3.362	80.748	2.291	682.955
	3.	1314.56	4.90	2.599	84.538	2.309	268.278
	Rata-Rata	1589.51	3.93	3.209	81.533	2.295	442.417
134° C	1.	1274.85	2.50	4.431	75.883	2.266	509.940
	2.	996.16	3.90	3.863	78.408	2.279	255.426
	3.	1621.88	2.10	2.952	82.748	2.301	772.322
	Rata-Rata	1297.63	2.83	3.749	79.013	2.282	512.563
129° C	1.	1095.86	1.75	3.899	78.244	2.279	626.207
	2.	1125.09	1.30	5.783	70.386	2.234	865.450
	3.	982.31	3.10	1.752	89.111	2.329	316.875
	Rata-Rata	1067.75	2.05	3.811	79.247	2.281	602.844

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium Jalan Raya UII – Yogyakarta.

Tabel 6.5. Hasil Pengujian *Marshall* Campuran HRA Dengan Bahan Tambah
Parutan Ban Karet

Temperatur Pematatan	Sampel	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	VITM (%)	VFWA (%)	Density (gr/cc)	MQ (kg/mm)
139° C	1.	1591.39	3.50	4.500	75.030	2.276	454.683
	2.	1506.73	4.30	3.351	80.326	2.303	350.401
	3.	1456.05	4.10	3.790	78.232	2.293	355.135
	Rata-Rata	1518.06	3.97	3.880	77.863	2.290	386.740
134° C	1.	1464.19	2.05	4.418	75.387	2.278	714.238
	2.	1390.10	3.00	3.780	78.278	2.293	463.368
	3.	1566.68	1.90	5.798	69.698	2.245	824.569
	Rata-Rata	1473.66	2.32	4.666	74.454	2.272	667.392
129° C	1.	1170.32	1.40	2.827	82.953	2.316	835.945
	2.	1141.88	1.85	7.787	62.639	2.197	617.233
	3.	1468.81	1.35	4.544	74.836	2.275	1088.008
	Rata-Rata	1260.34	1.53	5.053	73.476	2.263	847.062

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium Jalan Raya UII – Yogyakarta.

6.1.2.2. Pengujian Tarik Tak Langsung (*Indirect Tensile Test*)

Tabel 6.6. Hasil Pengujian Tarik Tak Langsung Campuran HRA Tanpa Bahan

Tambah

Temperatur Pematatan	Sampel	Load	Rerata	Dial Gauge (mm)				Angka Poisson	Rerata
				dh ki	dh ka	dh	Dv		
139° C	1.	2540.696	3225.513	0.38	0.61	0.495	3.302	0.268	0.277
	2.	3910.330		0.60	0.40	0.500	3.228	0.286	
134° C	1.	3604.835	3121.136	0.65	0.20	0.425	3.299	0.192	0.233
	2.	2637.436		0.40	0.48	0.440	2.906	0.274	
129° C	1.	3724.487	3259.881	0.60	0.44	0.520	3.568	0.253	0.283
	2.	2795.275		0.65	0.30	0.475	2.926	0.313	

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium PAU Teknik UGM.

Tabel 6.7. Hasil Pengujian Tarik Tak Langsung Campuran HRA Dengan Bahan

Tambah Parutan Ban Karet

Temperatur Pematatan	Sampel	Load	Rerata	Dial Gauge (mm)				Angka Poisson	Rerata
				dh ki	dh ka	dh	Dv		
139° C	1.	3284.066	3570.467	0.70	0.45	0.575	3.342	0.348	0.297
	2.	3856.868		0.68	0.30	0.490	3.409	0.246	
134° C	1.	4266.740	5432.711	0.80	0.19	0.495	3.148	0.295	0.209
	2.	6598.681		0.60	0.34	0.470	4.286	0.124	
129° C	1.	4437.308	3714.304	0.35	0.37	0.360	3.407	0.112	0.339
	2.	2991.300		0.15	1.27	0.710	3.049	0.566	

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium PAU Teknik UGM.

6.1.2.3. Pengujian *Hveem Stabilometer*

Tabel 6.8. Hasil Pengujian *Hveem Stabilometer* Campuran HRA Tanpa Bahan

Tambah

Suhu	Sampel	Pv	Ph	D	Angka koreksi	D Terkoreksi	Nilai <i>Stabilometer</i>	Rata-rata
139° C	1.	400	100	440	0.001	0.440	60.545	61.394
	2.	400	100	410	0.001	0.410	62.243	
134° C	1.	400	100	430	0.001	0.430	61.101	60.283
	2.	400	100	460	0.001	0.460	59.464	
129° C	1.	400	100	400	0.001	0.400	62.830	62.537
	2.	400	100	410	0.001	0.410	62.243	

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium Transportasi UGM.

Tabel 6.9. Hasil Pengujian *Hveem Stabilometer* Campuran HRA Dengan Bahan

Tambah Parutan Ban Karet

Suhu	Sampel	Pv	Ph	D	Angka Koreksi	D Terkoreksi	Nilai <i>Stabilometer</i>	Rata-rata
139° C	1.	400	100	435	0.001	0.435	60.822	61.547
	2.	400	100	445	0.001	0.445	60.271	
134° C	1.	400	100	465	0.001	0.465	59.200	60.011
	2.	400	100	435	0.001	0.435	60.822	
129° C	1.	400	100	410	0.001	0.410	62.243	61.672
	2.	400	100	430	0.001	0.430	61.101	

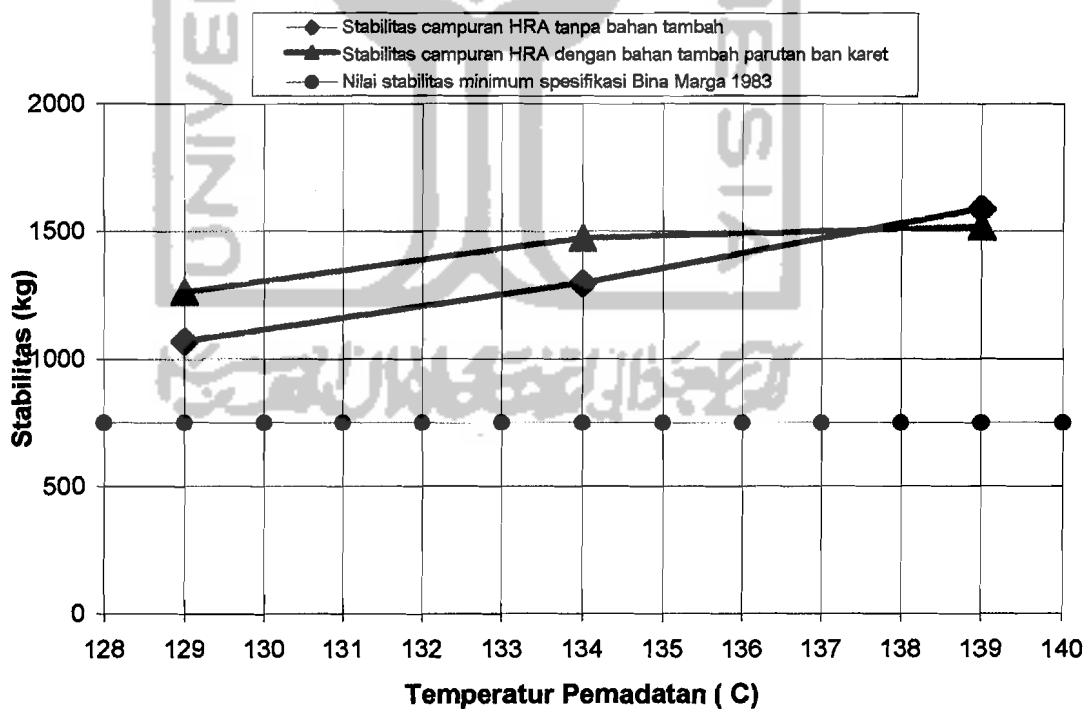
Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium Transportasi UGM.

6.2. Pembahasan

6.2.1. Marshall Properties

6.2.1.1. Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan perkerasan untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas tanpa terjadinya perubahan bentuk seperti gelombang dan alur. Nilai stabilitas yang tinggi menunjukkan bahwa perkerasan tersebut mampu menahan beban lalu lintas yang besar. Pada pengujian *Marshall* di laboratorium, stabilitas adalah kemampuan campuran aspal untuk menerima beban sampai terjadinya kelelahan plastis yang dinyatakan dalam kilogram atau *pounds*. Dari hasil pengujian di laboratorium diperoleh nilai grafik stabilitas seperti yang ditunjukkan pada gambar 6.1 berikut ini :



Gambar 6.1. Grafik Hubungan antara Stabilitas dengan Temperatur Pematatan.

Dari gambar 6.1, terlihat bahwa nilai stabilitas campuran HRA tanpa bahan tambah semakin meningkat seiring dengan naiknya temperatur pemadatan. Naiknya temperatur pemadatan membuat viskositas aspal menjadi rendah. Semakin rendah viskositas aspal, memungkinkan aspal untuk menyelimuti dan mengikat agregat serta mengisi rongga-rongga yang kosong dan menyebabkan meningkatnya kepadatan serta stabilitas.

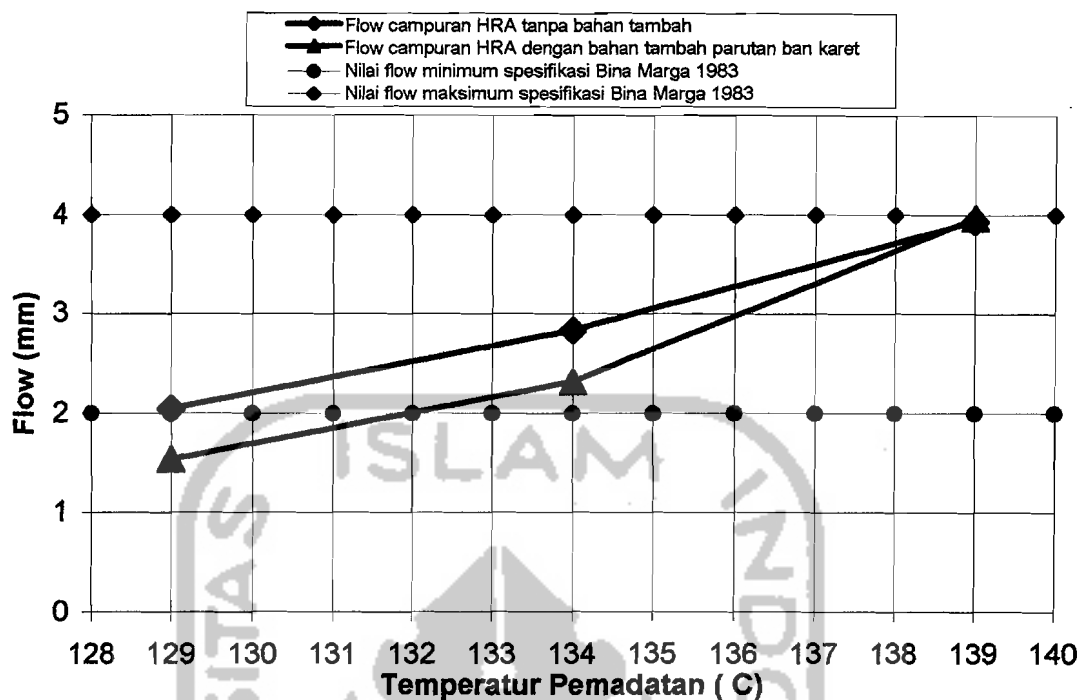
Pada campuran HRA dengan bahan tambah parutan ban karet, perubahan viskositas menjadi lebih lambat akibat pengaruh penambahan parutan ban karet pada aspal dalam menaikkan titik lembek aspal sehingga aspal karet kurang peka terhadap temperatur (M. Agus Hana Sikpri. S dan Emmie Fatkhunnajah, 2002). Pada temperatur 134°C , karena temperatur pemadatan rendah menyebabkan viskositas aspal karet meningkat sehingga aspal sulit untuk menyelimuti dan mengikat agregat. Pada temperatur 139°C dimana temperatur pemadatan cenderung tinggi, menyebabkan jumlah kadar aspal karet yang menyelimuti agregat menjadi berlebihan sehingga agregat menjadi licin dan gesekan antar agregat menjadi kecil dan mengakibatkan nilai stabilitas menurun. Pada temperatur pemadatan 129°C dan 134°C , nilai stabilitas campuran HRA dengan bahan tambah parutan ban karet lebih tinggi dibandingkan dengan stabilitas campuran HRA tanpa bahan tambah. Nilai stabilitas yang meningkat pada temperatur pemadatan 129°C dan 134°C disebabkan karena aspal yang diberi parutan ban karet atau yang disebut aspal karet menjadi lebih keras dari aspal biasa, sehingga stabilitasnya menjadi lebih tinggi. Pada temperatur pemadatan 139°C stabilitas campuran HRA dengan bahan tambah parutan ban karet lebih

rendah dibandingkan dengan stabilitas campuran HRA tanpa bahan tambah. Nilai stabilitas yang menurun pada temperatur pemadatan 139°C disebabkan karena sifat dari karet itu sendiri yang cenderung lebih mudah meleleh jika temperatur dinaikkan secara berlebihan dan kembali mengeras jika temperatur diturunkan, sehingga menyebabkan aspal karet semakin mudah mengisi rongga-rongga butiran dan mengakibatkan penurunan nilai stabilitas dibandingkan dengan campuran HRA tanpa bahan tambah.

Nilai stabilitas kedua campuran secara umum memenuhi semua persyaratan spesifikasi Bina Marga 1983 untuk lalu lintas berat yaitu mempunyai nilai stabilitas diatas 750 kg.

6.2.1.2. Flow

Kelelahan plastis (*Flow*) adalah keadaan perubahan bentuk suatu campuran yang terjadi akibat suatu beban sampai batas runtuh yang dinyatakan dalam satuan panjang (mm). *Flow* menunjukkan besarnya deformasi yang terjadi pada lapis konstruksi perkerasan. Campuran yang memiliki *flow* rendah dan stabilitas tinggi menunjukkan campuran tersebut bersifat kaku dan mudah retak (*Cracking*) jika menerima beban yang melebihi daya dukungnya. Sebaliknya nilai *flow* yang tinggi menunjukkan campuran bersifat plastis dan mudah mengalami perubahan bentuk (deformasi) akibat beban lalu lintas. Dari hasil pengujian di laboratorium diperoleh nilai grafik *flow* seperti yang ditunjukkan pada gambar 6.2 berikut ini :



Gambar 6.2. Grafik Hubungan antara *Flow* dengan Temperatur Pemadatan.

Berdasarkan gambar 6.2, nilai *flow* campuran HRA tanpa bahan tambah mengalami peningkatan seiring dengan penambahan temperatur pemadatan. Nilai *Flow* yang meningkat disebabkan karena temperatur pemadatan yang tinggi membuat viskositas aspal menjadi turun sehingga aspal semakin mudah mengisi rongga-rongga butiran dan menyebabkan naiknya nilai *flow*. Fungsi aspal seiring dengan meningkatnya temperatur pemadatan berubah menjadi pelicin sehingga ketika perkerasan menerima beban lalu lintas maka kemungkinan terjadinya deformasi sangat besar.

Nilai *flow* pada campuran HRA dengan bahan tambah parutan ban karet, pada temperatur pemadatan 129° C dan 134° C ternyata lebih rendah jika dibandingkan dengan nilai campuran HRA tanpa bahan tambah. Nilai *Flow* yang rendah dikarenakan viskositas aspal yang menggunakan parutan ban karet cenderung lebih tinggi sehingga kemampuan aspal karet untuk menyelimuti

agregat dan mengisi rongga antar agregat menjadi berkurang. Penurunan nilai *flow* menyebabkan campuran cenderung menjadi lebih kaku. Pada temperatur pemadatan 139° C, nilai *flow* campuran HRA dengan bahan tambah parutan ban karet lebih tinggi dibandingkan dengan nilai campuran HRA tanpa bahan tambah. Nilai *Flow* yang meningkat ini disebabkan karena viskositas aspal yang diberi parutan ban karet menjadi lebih rendah dibandingkan aspal biasa sehingga aspal karet semakin mudah mengisi rongga-rongga butiran.

Campuran HRA tanpa bahan tambah memenuhi persyaratan nilai *flow* spesifikasi Bina Marga 1983 untuk lalu lintas berat yaitu sebesar 2 mm – 4 mm pada temperatur pemadatan 129° C sampai dengan 139° C sedangkan campuran HRA dengan bahan tambah parutan ban karet hanya pada temperatur pemadatan 134° C dan 139° C yang memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 1983 untuk lalu lintas berat.

6.2.1.3. Void In Total Mix (VITM)

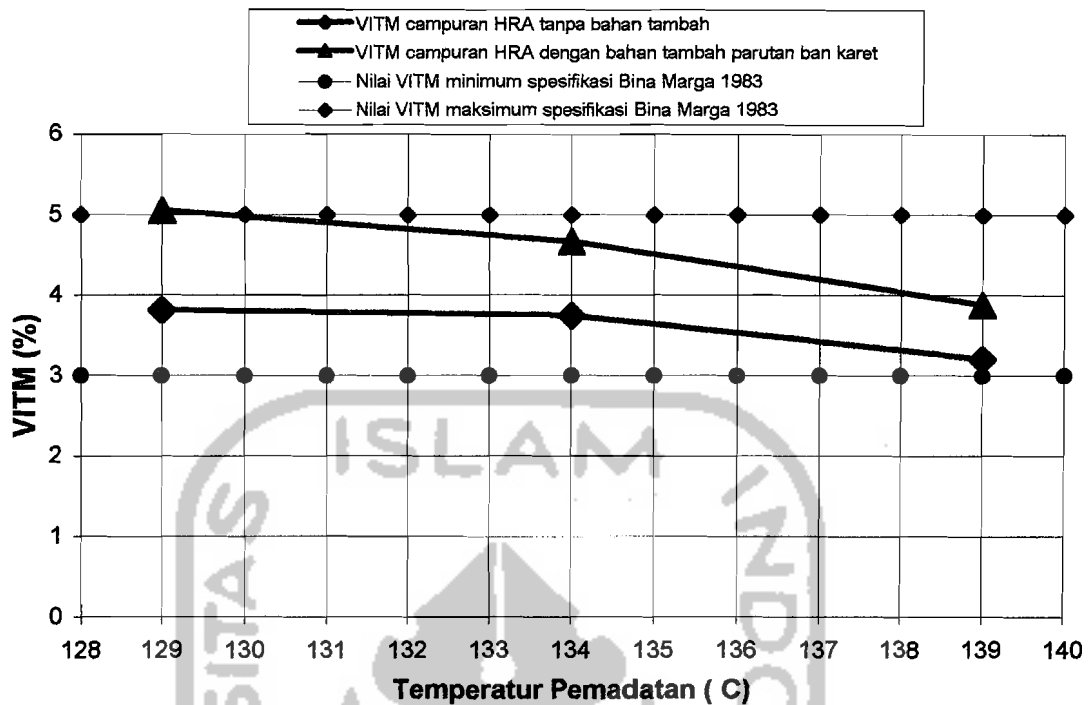
VITM adalah persentase rongga yang ada pada suatu campuran yang dipengaruhi oleh gradasi agregat, temperatur pemadatan, energi pemadatan, kadar dan jenis aspal. Nilai VITM juga berpengaruh terhadap kedekatan campuran yaitu kedekatan terhadap udara dan air.

Dari persyaratan Bina Marga 1983 untuk lalu lintas berat, nilai VITM yang diijinkan berkisar antara 3% sampai dengan 5%. Lapis perkerasan yang mempunyai nilai VITM yang kecil atau kurang dari 3% mengindikasikan bahwa campuran tersebut semakin padat dan rapat dengan nilai kekakuan yang tinggi.

Semakin tinggi temperatur perkerasan menyebabkan aspal menjadi lebih mudah mencair dan pada saat perkerasan menerima beban lalu lintas, maka aspal yang mencair akan mengalir diantara rongga agregat. Jika dalam campuran tidak tersedia rongga yang cukup maka aspal akan naik ke permukaan perkerasan sehingga terjadi *bleeding*. Campuran dengan nilai VITM yang rendah menyebabkan campuran semakin padat dan rapat dengan nilai kekakuan yang tinggi. Keadaan ini menyebabkan terjadinya retak-retak pada lapis perkerasan, karena campuran tidak cukup lentur untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas.

Nilai VITM yang besar atau lebih dari 5% menunjukkan bahwa rongga yang terjadi dalam campuran terlalu besar dan dapat menyebabkan aspal mudah teroksidasi yang berakibat melemahnya ikatan aspal terhadap agregat, sehingga dapat mengurangi sifat keawetan campuran terhadap pengaruh air dan udara.

Dalam campuran harus tersedia cukup rongga yang terisi udara yang berfungsi untuk menyediakan ruang gerak bagi unsur-unsur dalam campuran sesuai dengan ke-*elastis*-an bahan penyusunnya. Dari hasil pengujian di laboratorium diperoleh nilai grafik VITM seperti yang ditunjukkan pada gambar 6.3 berikut ini :



Gambar 6.3. Grafik Hubungan antara VITM dengan Temperatur Pematatan.

Berdasarkan gambar 6.3, terlihat bahwa semakin tinggi temperatur pematatan maka nilai VITM semakin turun. VITM yang turun, disebabkan karena rongga udara yang terbentuk sudah berkurang karena pada saat dilakukan pematatan pada temperatur yang tinggi, aspal akan semakin mudah mengisi celah-celah antara butiran agregat sehingga didapat kondisi yang rapat dan kompak.

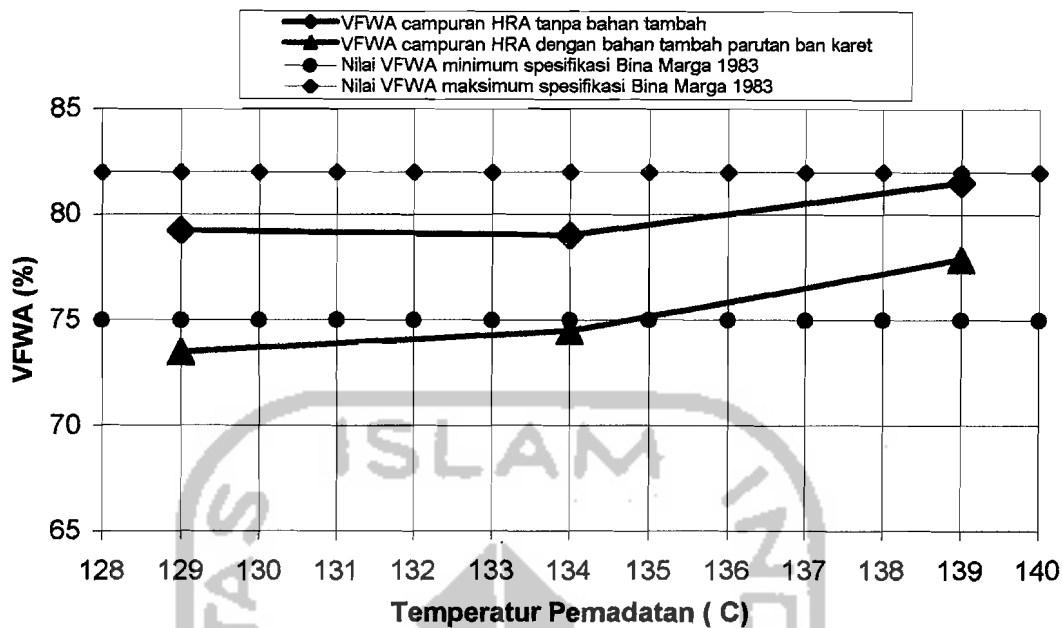
Nilai VITM campuran HRA dengan bahan tambah parutan ban karet lebih besar dari campuran HRA tanpa bahan tambah. Nilai VITM yang besar ini disebabkan karena pada campuran HRA dengan bahan tambah parutan ban karet cenderung mempunyai kekentalan yang tinggi sehingga menyebabkan bertambahnya rongga udara yang terbentuk dalam campuran dan menaikkan nilai VITM.

Campuran HRA tanpa bahan tambah memenuhi persyaratan nilai VITM spesifikasi Bina Marga 1983 untuk lalu lintas berat yaitu sebesar 3% – 5% pada temperatur pemadatan 129° C sampai dengan 139° C, sedangkan campuran HRA dengan bahan tambah parutan ban karet hanya pada temperatur pemadatan 134° C dan 139° C yang memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 1983 untuk lalu lintas berat.

6.2.1.4. *Void Filled With Asphalt (VFWA)*

Nilai VFWA memperlihatkan banyaknya persen dari rongga yang terisi oleh aspal. Nilai VFWA yang besar menunjukkan banyak rongga yang terisi oleh aspal sehingga kedekatan campuran terhadap udara dan air menjadi tinggi. Nilai VFWA yang terlalu besar akan menyebabkan terjadinya *bleeding*, karena rongga udara yang tersisa terlalu kecil sehingga ketika perkerasan menerima beban terutama pada saat temperatur tinggi dan viskositas menurun sebagian aspal akan mengisi rongga yang kosong dan jika rongga telah penuh, maka aspal akan naik ke permukaan perkerasan.

Nilai VFWA yang terlalu rendah menyebabkan kedekatan campuran menjadi berkurang karena banyaknya rongga yang kosong. Nilai VFWA yang rendah akan memudahkan masuknya air dan udara yang menyebabkan aspal mudah teroksidasi sehingga daya ikat dan keawetan campuran tersebut menjadi berkurang. Dari hasil pengujian di laboratorium diperoleh nilai grafik VFWA seperti yang ditunjukkan pada gambar 6.4 berikut ini :



Gambar 6.4. Grafik Hubungan antara VFWA dengan Temperatur Pematatan.

Pada gambar 6.4, terlihat bahwa semakin tinggi temperatur pematatan maka nilai VFWA semakin tinggi. Pada temperatur pematatan yang tinggi kondisi aspal akan mudah mengisi rongga-rongga dalam campuran, sebaliknya pada temperatur pematatan yang rendah aspal sulit untuk mengisi rongga-rongga dalam campuran karena pada temperatur rendah viskositas aspal menjadi tinggi.

Nilai VFWA campuran HRA dengan bahan tambah parutan ban karet lebih rendah dibandingkan dengan campuran HRA tanpa bahan tambah. Nilai VFWA yang rendah terjadi karena parutan ban karet menaikkan viskositas aspal pada campuran, sehingga rongga-rongga dalam campuran dengan menggunakan parutan ban karet cenderung kurang terisi oleh aspal karet dan menyebabkan menurunnya nilai VFWA.

Campuran HRA tanpa bahan tambah memenuhi persyaratan nilai VFWA spesifikasi Bina Marga 1983 untuk lalu lintas berat yaitu sebesar 75% – 82% pada temperatur pematatan 129° C sampai dengan 139° C, sedangkan campuran HRA

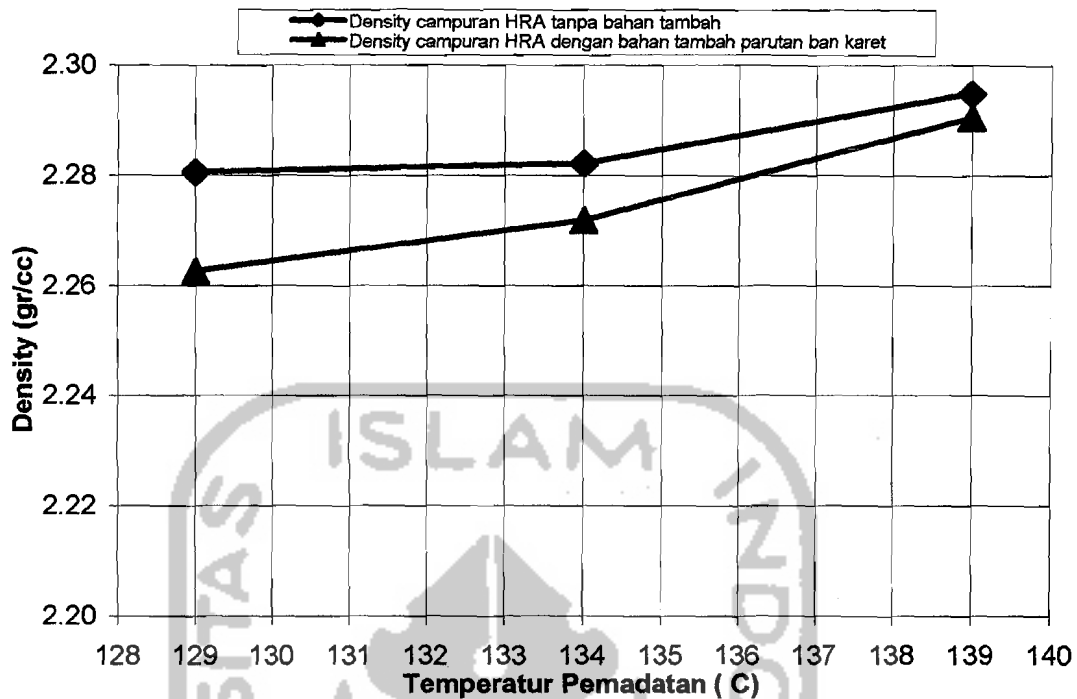
dengan bahan tambah parutan ban karet hanya pada temperatur pemadatan 139°C yang memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 1983 untuk lalu lintas berat.

6.2.1.5. *Density*

Nilai kepadatan campuran (*Density*) menunjukkan derajat kepadatan suatu campuran yang sudah dipadatkan. Campuran dengan *density* tinggi akan mampu menahan beban yang lebih besar dibandingkan dengan nilai *density* yang rendah. Nilai *density* dipengaruhi oleh kualitas bahan penyusunnya dan pelaksanaan pemadatan, baik temperatur pemadatan maupun jumlah tumbukkannya.

Campuran akan memiliki nilai *density* yang tinggi apabila memakai bahan yang memiliki porositas rendah, peningkatan pemakaian kadar aspal yang cukup serta campuran dengan rongga antar agregat yang rendah. Nilai *density* juga akan meningkat jika energi pemadatan tinggi serta pada temperatur pemadatan yang tepat. Dari hasil pengujian di laboratorium diperoleh nilai grafik *density* seperti yang ditunjukkan pada gambar 6.5.

Dari gambar 6.5, terlihat bahwa semakin tinggi temperatur pemadatan maka nilai *density* suatu campuran akan semakin meningkat. Nilai *density* yang meningkat dikarenakan naiknya temperatur pemadatan sehingga menyebabkan aspal dalam campuran lebih mudah untuk menyusup atau mengisi rongga dalam campuran sehingga campuran cenderung lebih padat yang berarti nilai *density* semakin meningkat.

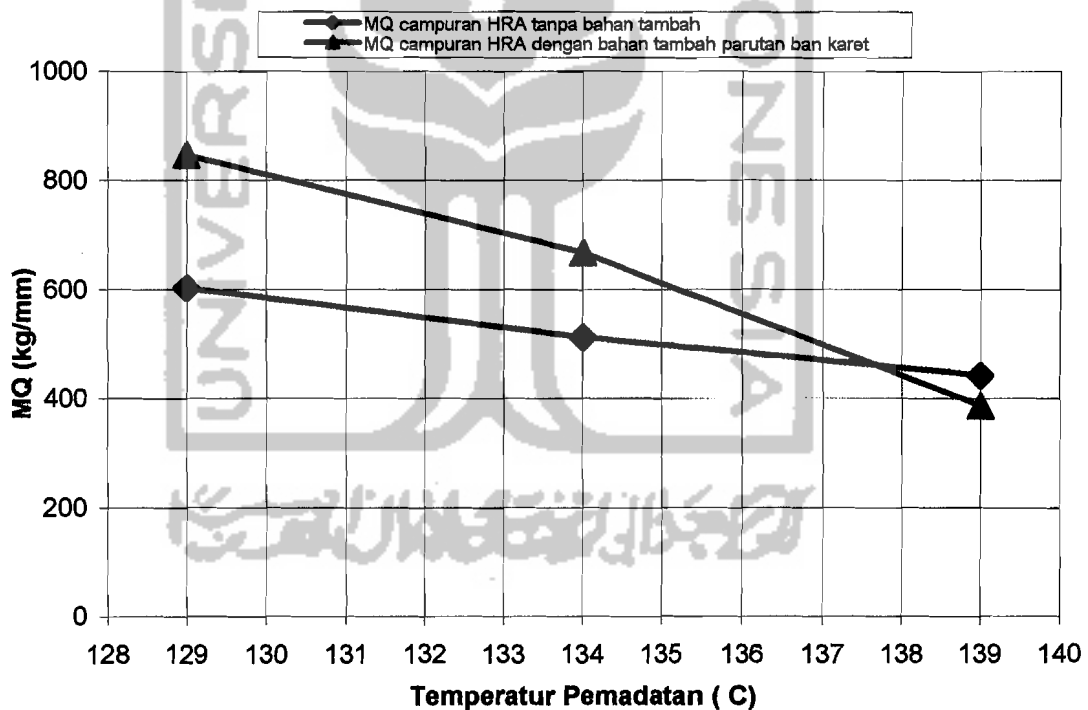


Gambar 6.5. Grafik Hubungan antara Density dengan Temperatur Pematatan.

Nilai *density* campuran HRA tanpa bahan tambah lebih besar jika dibandingkan dengan campuran HRA dengan bahan tambah parutan ban karet. Nilai *density* yang besar dikarenakan aspal yang ditambah dengan parutan ban karet mempunyai viskositas yang lebih tinggi dan cenderung lebih sulit untuk mengisi rongga-rongga dalam campuran. Viskositas aspal yang ditambah dengan parutan ban karet mengalami perubahan yang lebih lambat atau cenderung lebih tinggi jika dibandingkan dengan campuran yang menggunakan aspal biasa. Nilai *density* yang besar ini disebabkan rendahnya kemampuan aspal dalam mengisi rongga-rongga dalam campuran sehingga campuran menjadi kurang padat dan rapat yang berarti *density* menjadi lebih rendah.

6.2.1.6. Marshall Qoutient (MQ)

Nilai *Marshall Quotient* biasa dipakai sebagai pendekatan untuk mengukur tingkat fleksibilitas dari suatu lapis perkerasan. Nilai ini merupakan hasil bagi antara stabilitas dengan *flow* (kelelehan). Stabilitas yang tinggi disertai dengan *flow* yang rendah menyebabkan perkerasan menjadi kaku dan getas. Sebaliknya stabilitas yang rendah dengan *flow* yang tinggi menunjukkan campuran lebih bersifat plastis dan apabila menerima beban lalu lintas maka perkerasan akan mengalami deformasi. Dari hasil pengujian di laboratorium diperoleh nilai grafik *Marshall Quotient* seperti yang ditunjukkan pada gambar 6.6 berikut ini :



Gambar 6.6. Grafik Hubungan antara MQ dengan Temperatur Pematatan.

Dari gambar 6.6, terlihat bahwa variasi temperatur pematatan akan memberikan pengaruh terhadap lapis perkerasan. Dengan naiknya temperatur pematatan, akan memberikan nilai *Marshall Quotient* yang semakin besar. Tetapi

dengan penambahan temperatur pemadatan tidak berarti memberikan nilai yang baik pada karakteristik perkerasan, karena nilai *Marshall Qoutient* yang terlalu tinggi akan menyebabkan perkerasan menjadi kaku atau getas. Begitu pula sebaliknya apabila nilai *Marshall Qoutient* terlalu rendah, maka perkerasan akan menjadi lebih elastis sehingga kemungkinan terjadinya deformasi sangat besar.

Nilai *Marshall Qoutient* campuran HRA dengan bahan tambah parutan ban karet, pada temperatur pemadatan 129° C dan 134° C lebih tinggi dibandingkan dengan campuran HRA tanpa bahan tambah. Nilai *Marshall Qoutient* yang tinggi disebabkan aspal yang ditambah dengan parutan ban karet lebih keras dibandingkan dengan aspal biasa dan cenderung lebih kaku. Nilai *Marshall Qoutient* campuran HRA dengan bahan tambah parutan ban karet pada temperatur pemadatan 139° C lebih rendah jika dibandingkan dengan campuran HRA tanpa bahan tambah. Nilai *Marshall Qoutient* yang rendah ini disebabkan sifat dari karet itu sendiri yang cenderung lebih mudah meleleh jika temperatur dinaikkan secara berlebihan sehingga menjadi lebih plastis dibandingkan dengan campuran aspal biasa.

6.2.1.7. Evaluasi Hasil Laboratorium Terhadap Spesifikasi *Marshall*

Dari hasil penelitian penurunan temperatur pemadatan pada campuran HRA tanpa bahan tambah dan campuran HRA dengan bahan tambah parutan ban karet, kemudian disesuaikan dengan persyaratan spesifikasi Bina Marga 1983 terhadap persyaratan untuk campuran HRA (Hot Rolled Asphalt) yang meliputi nilai stabilitas, *flow*, VITM dan VFWA menunjukkan bahwa pengaruh penurunan temperatur pemadatan pada campuran HRA menyebabkan terjadinya perubahan

nilai pada karakteristik *Marshall*. Hal ini dapat dilihat pada tabel 6.10 dan 6.11 sebagai berikut :

Tabel 6.10. Hasil Pengujian Penurunan Temperatur Pematatan Campuran HRA Tanpa Bahan Tambah Terhadap Spesifikasi Bina Marga 1983 Untuk Lalu Lintas Berat

Persyaratan Bina Marga 1983	Variasi Temperatur Pematatan		
	129° C	134° C	139° C
Stabilitas (≥ 750 kg)			
Flow (2 – 4 mm)			
VITM (3 - 5%)			
VFWA (75 - 82%)			

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium Jalan Raya UII – Yogyakarta.

Dari tabel 6.10 diatas, terlihat bahwa campuran HRA tanpa bahan tambah ternyata masih memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 1983 untuk lalu lintas berat ketika dilakukan penurunan temperatur pematatannya hingga temperatur 129° C.

Tabel 6.11. Hasil Pengujian Penurunan Temperatur Pematatan Campuran HRA Dengan Bahan Tambah Parutan Ban Karet Terhadap Spesifikasi Bina Marga 1983 Untuk Lalu Lintas Berat

Persyaratan Bina Marga 1983	Variasi Temperatur Pematatan		
	129° C	134° C	139° C
Stabilitas (≥ 750 kg)			
Flow (2 – 4 mm)			
VITM (3 - 5%)			
VFWA (75 - 82%)			

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium Jalan Raya UII – Yogyakarta.

Dari tabel 6.11, terlihat bahwa campuran HRA dengan bahan tambah parutan ban karet masih memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 1983 untuk lalu lintas berat ketika dilakukan pemadatan pada temperatur 139° C dan mengalami penurunan terhadap karakteristik *Marshall* ketika dilakukan penurunan temperatur pemadatan pada temperatur 134° C dan 129° C, sehingga tidak memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 1983 untuk lalu lintas berat.

6.2.2. Pengujian Tarik Tak Langsung (*Indirect Tensile Test*)

6.2.2.1. Angka *Poisson*

Dengan menggunakan kadar aspal optimum dan kadar parutan ban karet yang diperoleh dari pengujian *Marshall*, dengan menggunakan alat uji UTM (*Universal Testing Machine*) untuk menentukan besarnya Angka *Poisson* dengan formula *ASTM D 4123 – 82, 1987* didapatkan hasil sesuai dengan tabel 6.12 dan 6.13 berikut ini :

Tabel 6.12. Angka *Poisson* Campuran HRA Tanpa Bahan Tambah

Temperatur Pemadatan	Angka <i>Poisson</i>	Load
139° C	0.277	3225.513
134° C	0.233	3121.136
129° C	0.283	3259.881

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium PAU Teknik UGM.

Tabel 6.13. Angka *Poisson* Aspal Campuran HRA Dengan Bahan Tambah

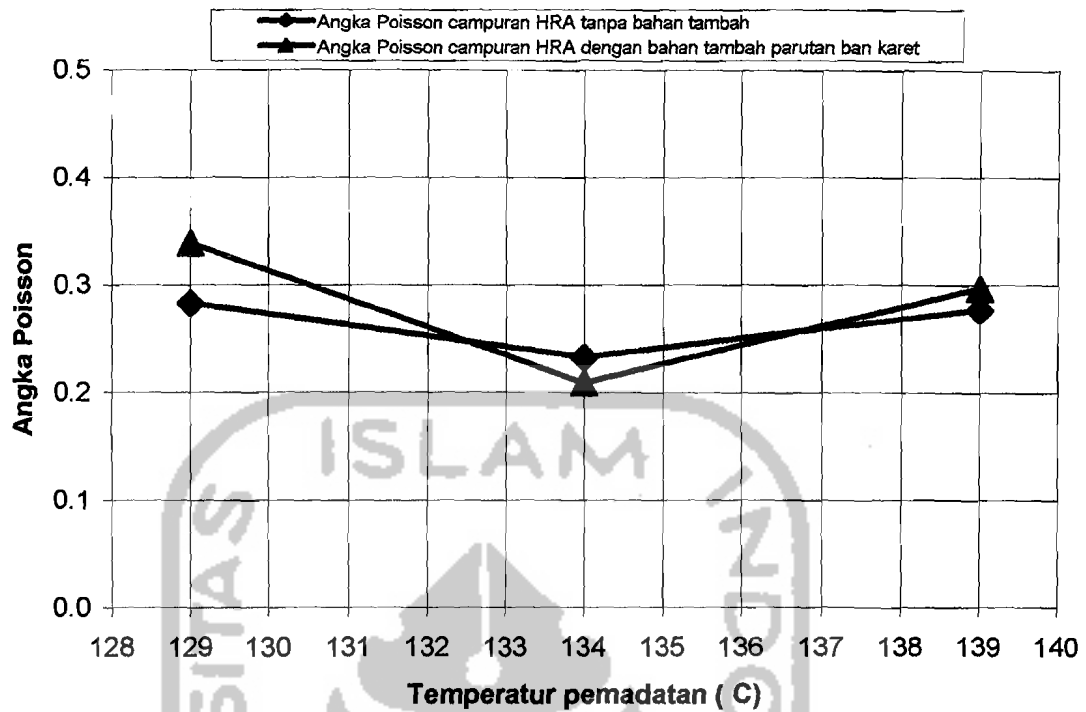
Parutan Ban Karet

Temperatur Pematatan	Angka <i>Poisson</i>	Load
139° C	0.297	3570.467
134° C	0.209	5432.711
129° C	0.339	3714.304

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium PAU Teknik UGM.

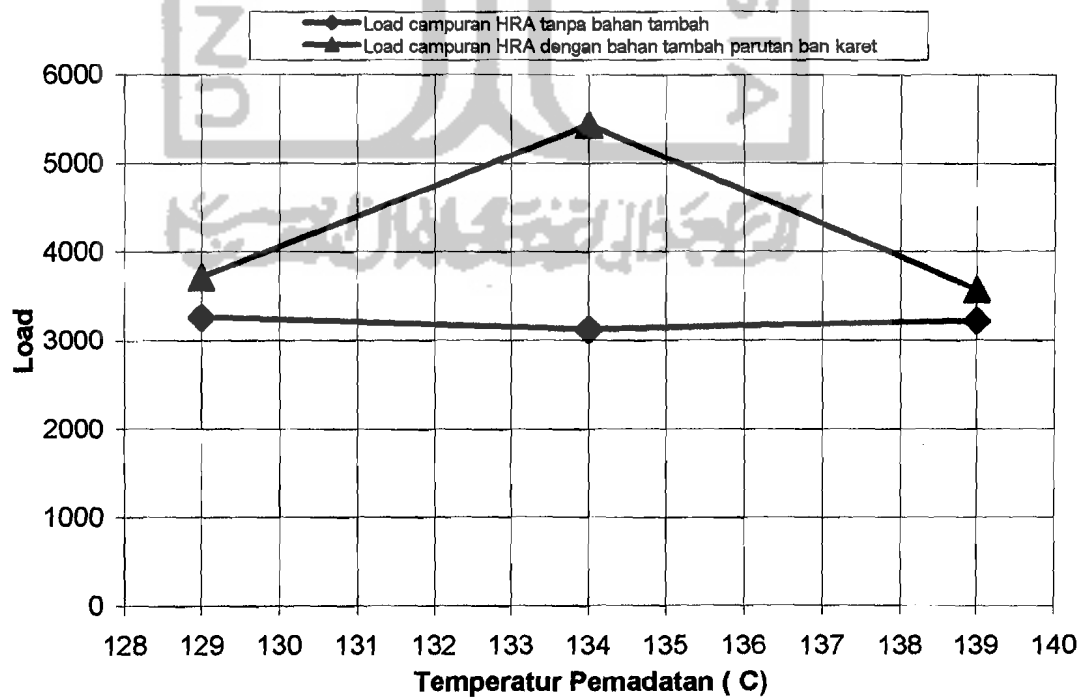
Dengan memperhatikan tabel 6.12 sampai dengan tabel 6.13, terlihat bahwa Angka *Poisson* terendah pada kedua jenis campuran HRA adalah pada temperatur pematatan 134° C yaitu sebesar 0,233 untuk campuran HRA tanpa bahan tambah dan 0,209 untuk campuran HRA dengan bahan tambah parutan ban karet. Campuran yang menghasilkan Angka *Poisson* terendah mengindikasikan kecilnya perbandingan antara regangan *lateral* dan regangan *aksial* campuran karena beban sejajar dengan sumbu sehingga campuran tersebut mempunyai stabilitas tinggi. Dari tabel yang sama, walaupun kedua jenis campuran memiliki Angka *Poisson* terendah pada temperatur pematatan 134° C, namun angka *Poisson* campuran HRA dengan bahan tambah parutan ban karet sedikit lebih rendah dibandingkan dengan campuran HRA tanpa bahan tambah. Hal ini menunjukkan bahwa pada temperatur pematatan 134° C stabilitas campuran HRA dengan bahan tambah parutan ban karet lebih tinggi daripada campuran HRA tanpa bahan tambah.

Untuk lebih jelasnya grafik hubungan antara Angka *Poisson* formula *ASTM D4123-82 (1987)* dengan penurunan temperatur pematatan dapat dilihat pada gambar 6.7 berikut ini :



Gambar 6.7. Grafik Hubungan Angka *Poisson* dengan Temperatur Pemadatan.

Sedangkan pengaruh penurunan temperatur pemadatan terhadap *Load* yang mampu diterima campuran dapat dilihat pada gambar 6.8 berikut ini :



Gambar 6.8. Grafik Hubungan antara *Load* dengan Temperatur Pemadatan.

Dari gambar 6.8, terlihat bahwa campuran HRA dengan bahan tambah parutan ban karet memiliki *Load* yang lebih besar jika dibandingkan dengan campuran HRA tanpa bahan tambah. *Load* yang lebih besar, menunjukkan bahwa kemampuan campuran HRA dengan bahan tambah parutan ban karet untuk menerima beban lalu lintas lebih besar jika dibandingkan dengan campuran HRA tanpa bahan tambah. Kemampuan campuran HRA dengan bahan tambah parutan ban karet untuk menerima beban lalu lintas tertinggi terjadi pada temperatur pemadatan 134° C, sedangkan untuk campuran HRA tanpa bahan tambah terjadi pada temperatur pemadatan 129° C.

6.2.3. Pengujian *Hveem Stabilometer*

6.2.3.1. Deformasi Plastis

Dengan menggunakan kadar aspal optimum 6,375% dan penambahan parutan ban karet sebesar 1% dan dengan menggunakan alat uji *Hveem Stabilometer* untuk mencari nilai S (*Stabilometer*) yang mengindikasikan ketahanan terhadap deformasi plastis, didapatkan hasil sesuai dengan tabel 6.14 dan 6.15 berikut ini :

Tabel 6.14. Nilai *Stabilometer* Campuran HRA Tanpa Bahan Tambah

Temperatur Pemadatan	Nilai <i>Stabilometer</i>
139° C	61.394
134° C	60.283
129° C	62.537

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium Transportasi UGM.

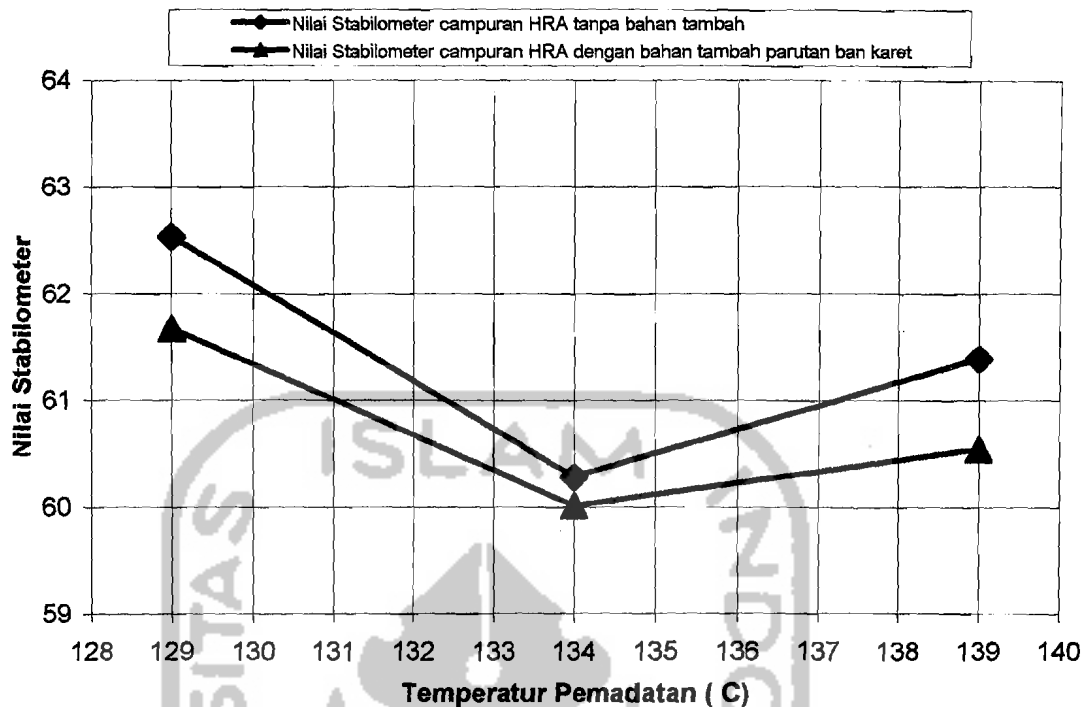
Tabel 6.15. Nilai *Stabilometer* Campuran HRA Dengan Bahan Tambah Parutan

Ban Karet

Temperatur Pemadatan	Nilai <i>Stabilometer</i>
139° C	60.547
134° C	60.011
129° C	61.672

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium Transportasi UGM.

Dengan memperhatikan tabel 6.14 dan tabel 6.15, terlihat bahwa nilai *Stabilometer* terbesar pada kedua jenis campuran adalah pada temperatur pemadatan 129° C yaitu sebesar 62,537 untuk campuran HRA tanpa bahan tambah dan 61,672 untuk campuran HRA dengan bahan tambah parutan ban karet. Campuran yang menghasilkan nilai *Stabilometer* terbesar mengindikasikan semakin kecilnya deformasi plastis yang terjadi. Dari tabel yang sama walaupun kedua jenis campuran memiliki nilai *Stabilometer* terbesar pada temperatur pemadatan 129° C, namun nilai *Stabilometer* campuran HRA tanpa bahan tambah sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan campuran HRA dengan bahan tambah parutan ban karet. Nilai *Stabilometer* yang tinggi pada temperatur pemadatan 134° C, menunjukkan bahwa ketahanan terhadap deformasi plastis campuran HRA tanpa bahan tambah lebih tinggi daripada campuran HRA dengan bahan tambah parutan ban karet. Untuk lebih jelasnya grafik hubungan nilai *Stabilometer* dengan penurunan temperatur pemadatan dapat dilihat pada gambar 6.9 berikut ini :



Gambar 6.9. Grafik Hubungan Nilai *Stabilometer* dengan Temperatur Pematatan.

6.2.4. Rekapitulasi Hasil Pengujian

Secara keseluruhan, hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 6.16 berikut ini :

Tabel 6.16. Hasil Pengujian *Marshall*, *Indirect Tensile Test* dan *Hveem Stabilometer* pada Campuran HRA

Properties	Temperatur Pematatan					
	129° C		134° C		139° C	
	Biasa	Parutan	Biasa	Parutan	Biasa	Parutan
Stabilitas	1067.750	1260.340	1297.630	1473.660	1589.510	1518.06
<i>Flow</i>	2.050	1.530	2.830	2.320	3.930	3.970
VITM	3.811	5.053	3.749	4.666	3.209	3.880
VFWA	79.247	43.476	79.013	74.454	81.533	77.863
<i>Density</i>	2.281	2.263	2.282	2.272	2.295	2.290
MQ	602.844	847.062	512.563	667.392	442.417	386.740

Sambungan Tabel 6.16

Properties	Temperatur Pematatan					
	129° C		134° C		139° C	
	Biasa	Parutan	Biasa	Parutan	Biasa	Parutan
<i>Angka Poisson</i>	0.283	0.339	0.233	0.209	0.277	0.287
<i>Load</i>	3259.881	3714.304	3121.136	5432.711	3225.513	3570.467
<i>Nilai Stabilometer</i>	62.537	61.672	60.283	60.011	61.394	60.547

