

BAB VI

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

6.1. Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Bahan

6.1.1. Hasil Pengujian Agregat.

Agregat yang digunakan adalah hasil *stone crusher* dari PT. Perwita Karya, Jogjakarta. Dari hasil pemeriksaan di laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia diperoleh data-data pemeriksaan terhadap agregat kasar dan agregat halus yang telah memenuhi persyaratan Bina Marga 1983 seperti tercantum pada Tabel 6.1 dan Tabel 6.2. Adapun hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 1.

Tabel 6.1. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Syarat
1	Keausan dengan mesin <i>Los Angeles</i>	29,59 %	$\leq 40\%$
2	Kelekatan agregat terhadap aspal	98 %	$\geq 95\%$
3	Peresapan agregat terhadap air.	2,9 %	$\leq 3,0\%$
4	Berat jenis agregat kasar	2,64	$\geq 2,5$

Sumber: Hasil pemeriksaan Lab. Jalan Raya, 2003

Tabel 6.2. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Syarat
1	Nilai <i>Sand Equivalent</i>	71.1 %	$\geq 50\%$
2	Peresapan agregat terhadap air	2,04 %	$\leq 3,0\%$
3	Berat jenis agregat halus	2.92	$\geq 2,5$

Sumber: Hasil pemeriksaan Lab. Jalan Raya, 2003

6.1.2. Hasil Pengujian Aspal

Aspal yang digunakan adalah aspal keras AC 60/70 yang diproduksi oleh Pertamina – Cilacap. Dari hasil pemeriksaan di laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia diperoleh data – data pemeriksaan yang telah memenuhi persyaratan Bina Marga 1983 seperti tercantum dalam Tabel 6.3. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 2.

Tabel 6.3. Hasil Pemeriksaan AC 60/70

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Syarat		Satuan
			Min	Mak	
1.	Penetrasi (25°C, 5 detik)	78	60	79	0,1 mm
2.	Titik Lembek	50	48	58	°C
3.	Titik Nyala	334	200	-	°C
4.	Kelarutan CCL ₄	99.34	99	-	% Berat
5.	Daktilitas (25°C, 5cm / menit)	155	100	-	Cm
6.	Berat Jenis	1.042	1	-	-
7.	Kelekatatan aspal terhadap agregat	98	95	-	%

Sumber: Hasil pemeriksaan Lab. Jalan Raya, 2003

6.1.3. Hasil Pengujian Marshall

Dari hasil pemeriksaan yang dilakukan di laboratorium diperoleh nilai stabilitas dan *flow* (kelelahan), dan dengan analisa data yang ada dapat diperoleh nilai-nilai VITM (*Void in Total Mix*), VFWA (*Void Filled With Asphalt*), VMA (*Void in Mineral Aggregate*) dan MQ (*Marshall Quotient*). Tabel 6.4 dan tabel 6.5 menyajikan secara ringkas hasil perhitungan *Marshall Test*.

6.1.3.1. Campuran HRS-B Dengan Variasi Kadar Aspal

Hasil pengujian *Marshall* secara ringkas pada HRS-B dengan menggunakan aspal AC 60/70 untuk berbagai variasi kadar aspal tercantum pada Tabel 6.4. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 4.

Tabel 6.4. Hasil Pengujian *Marshall* Benda Uji Dengan Kadar Aspal Bervariasi

Karakteristik	Syarat	Kadar Aspal (%) Terhadap Campuran				
		6	6.5	7	7.5	8
Densitas(gr/cc)	-	2.362	2.371	2.374	2.384	2.387
VMA(%)	-	20.54	20.65	20.99	21.06	21.4
VITM (%)	3 – 5	6.943	5.862	5.043	3.903	3.071
VFWA (%)	75 – 82	66.51	71.630	76.01	81.654	85.77
Stabilitas (kg)	≥750	1410.24	1481.06	2150.04	1266.05	924.75
Flow (mm)	2 – 4	2.13	2.20	3.25	5	8.4
MQ (kg/mm)	-	670.505	680.091	680.535	305.725	123.61

Sumber: Hasil pemeriksaan Lab. Jalan Raya, 2003

Dari data pada Tabel 6.4 maka didapat Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 7.125 % Terhadap Campuran.

6.1.3.2. Campuran HRS-B Dengan Variasi Kadar *Poly Ethylene* Pada KAO

Dari hasil yang diperoleh di laboratorium diperoleh nilai stabilitas dan *flow* (kelelehan), dan dengan analisa data yang ada diperoleh nilai VFWA, VITM, dan MQ. Dari nilai – nilai tersebut maka diperoleh Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 7.125%. Selanjutnya dilakukan pembuatan benda uji pada kadar aspal optimum untuk masing-masing variasi kadar *Poly Ethylene*. Tabel 6.5 menyajikan secara ringkas hasil perhitungan *Marshall Test* pada Kadar Aspal Optimum untuk masing-masing variasi *Poly Ethylene* dan secara rinci hasil perhitungan selengkapnya bisa dilihat pada lampiran 6.

Tabel 6.5. Hasil Pengujian *Marshall* Benda Uji Pada Kadar Aspal Optimum Dengan Variasi Kadar *Poly Ethylene*.

Karakteristik	Syarat	Kadar <i>Poly Ethylene</i> (%) Terhadap Kadar Aspal Optimum					
		0	1	2	3	4	5
Densitas(gr/cc)	-	2.325	2.348	2.369	2.377	2.379	2.390
VMA(%)	-	22.712	21.943	21.21	20.97	20.891	20.527
VITM (%)	3 – 5	6.813	5.887	5.014	4.725	4.617	4.179
VFWA (%)	75 – 82	70.478	75.238	76.329	77.788	78.421	79.74
Stabilitas (kg)	≥ 750	1687.67	2099.44	2439.03	2609.59	2855.17	3029.88
<i>Flow</i> (mm)	2 – 4	2.00	2.53	2.8	2.9	3.15	3.3
MQ (kg/mm)	-	878.65	883.86	889.78	900.29	906.89	921.71

Sumber: Hasil pemeriksaan Lab. Jalan Raya, 2003

Dari data pada Tabel 6.5 maka didapat Kadar *Polly Ethylene* Optimum sebesar 3.5 % Terhadap Kadar Aspal Optimum.

6.1.3.3. Hasil Uji Sifat Fisik Aspal Dengan Kadar *Poly Ethylene* Optimum

Dari hasil penelitian di laboratorium maka didapat kadar *Poly Ethylene* optimum sebesar 3.5 %. Selanjutnya dilakukan pengujian fisik aspal dengan *Poly Ethylene* optimum seperti tercantum secara ringkas pada Tabel 6.6. Pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 7.

Tabel 6.6. Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Aspal Dengan *Poly Ethylene*

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil
1.	Penetrasi (25°C,5 detik)	70
2.	Titik Lembek	55

Sumber: Hasil pemeriksaan Lab. Jalan Raya, 2003

6.1.3.4. Hasil Pengujian Rendaman *Marshall* (*Immersion Test*)

Hasil pengujian *Marshall* dengan rendaman 24 jam pada Kadar Aspal Optimum menggunakan aspal AC 60/70 dengan Kadar *Poly Ethylene* Optimum dan

tanpa *Poly Ethylene* tercantum dalam Tabel 6.7 berikut. Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 8.

Tabel 6.7. Hasil Pengujian *Immersion* Campuran HRS-B Pada Kadar Aspal Optimum Dengan Dan Tanpa *Poly Ethylene*

Karakteristik	Syarat	Kadar <i>Poly Ethylene</i> (%)			
		0		3.5	
		Lama Perendaman (jam)			
		0.5	24	0.5	24
Densitas (gr/cc)	-	2.337	2.322	2.392	2.415
VMA (%)	-	22.3	22.816	20.49	19.713
VITM (%)	3 – 5	6.318	6.9422	4.137	3.2
VFWA (%)	75 – 82	72.01	70.26	79.91	84.11
Stabilitas (kg)	≥750	1907.30	1444.92	2702.07	2168.20
Flow (mm)	2 – 4	2.6	2.7	2.9	3.37
MQ (kg/mm)	-	756.9	577.7	953.6	683.8
IP (%)	-	75.75		80.24	

Sumber: Hasil pemeriksaan Lab. Jalan Raya, 2003

6.1.3.5. Hasil Pengujian Permeabilitas

Dari hasil penelitian dilaboratorium Teknik Transportasi Jurusan Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada diperoleh nilai koefisien permeabilitas. Tabel 6.8 berikut menyajikan secara ringkas perhitungan permeabilitas dari campuran HRS-B pada kadar aspal optimum dengan dan tanpa *Poly Ethylene* optimum. Perhitungan secara rinci dapat dilihat pada lampiran 9

Tabel 6.8. Hasil Uji Koefisien Permeabilitas Campuran HRS-B Dengan Dan Tanpa *Poly Ethylene*

Kadar <i>Poly Ethylene</i> (%)	Kadar Aspal (%)	Klasifikasi (10^{-4} cm/detik)	Koefisien Permeabilitas (10^{-4} cm/detik)	Kategori
0	7.125	1 – 100	2.86	Drainasi jelek (<i>Poor Drainage</i>)
3.5	7.125	1 – 100	1.48	Drainasi jelek (<i>Poor Drainage</i>)

Sumber: Hasil pemeriksaan Lab. Jalan Raya, 2003

6.2. Pembahasan

6.2.1. Sifat Fisik Bahan

6.2.1.1. Agregat

Agregat yang digunakan dalam campuran beton aspal adalah hasil *stone crusher* dari PT. Perwita Karya, Jogjakarta. Hasil pemeriksaan laboratorium untuk agregat kasar dan agregat halus menunjukkan bahwa karakteristik agregat dapat memenuhi persyaratan sebagai bahan penyusun campuran beton aspal. Hasil pemeriksaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 6.1 dan Tabel 6.2.

Pengujian terhadap tingkat keausan agregat dengan menggunakan mesin *Los Angeles* dimaksudkan untuk menentukan ketahanan agregat terhadap keausan. Agregat yang akan digunakan dalam campuran merupakan komponen yang mendukung beban sehingga diperlukan agregat yang tahan terhadap keausan oleh gesekan dari roda kendaraan di jalan. Hasil pemeriksaan menunjukkan nilai keausan sebesar 29.59 %, jauh lebih rendah dibandingkan dengan persyaratan ($\leq 40\%$).

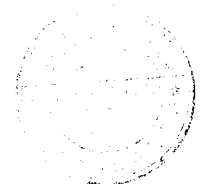
Pengujian kelekatan agregat terhadap aspal bertujuan untuk mengetahui besarnya kemampuan agregat untuk dapat dilekati oleh aspal. Daya lekat ini akan

mempengaruhi *internal friction* campuran. Semakin besar daya lekat agregat terhadap aspal maka *internal friction* akan semakin meningkat, sehingga stabilitas campuran akan semakin baik. Hasil pemeriksaan daya lekat agregat terhadap aspal menunjukkan nilai lekatan sebesar 98% lebih besar dari yang disyaratkan ($> 95\%$).

Pengujian penyerapan terhadap air bertujuan untuk mengetahui besarnya porositas dari agregat. Semakin besar nilai penyerapan mengindikasikan agregat makin bersifat porus. Hasil pemeriksaan menunjukkan nilai penyerapan terhadap air oleh agregat sebesar 2.9 % untuk agregat kasar dan sebesar 2,04 % untuk agregat halus. Nilai ini sesuai dengan spesifikasi yang disarankan ($\leq 3\%$).

Berat jenis dan penyerapan adalah dua parameter yang saling berkaitan erat. Berat jenis yang tinggi menunjukkan batuan yang padat dan kuat serta menunjukkan porositas yang rendah. Sebaliknya batuan dengan nilai berat jenis kecil menunjukkan tingkat kekuatan yang rendah dan porositas yang tinggi. Hasil pemeriksaan berat jenis curah menunjukkan nilai berat jenis agregat kasar sebesar 2,64 dan untuk agregat halus sebesar 2,92. Nilai ini lebih besar dari spesifikasi yang disyaratkan ($> 2,5$).

Nilai *Sand Equivalent* agregat halus menunjukkan tingkat kebersihan agregat dari debu, lumpur atau kotoran lainnya. Hasil pemeriksaan diperoleh nilai *Sand Equivalent* agregat halus sebesar 71,1 %. Nilai ini lebih besar daripada spesifikasi yang disyaratkan ($> 50\%$), ini berarti mengindikasikan bahwa agregat dalam keadaan bersih dan terbebas dari kandungan lumpur, debu, maupun kotoran lain yang dapat mengganggu lekatan agregat dengan aspal.



6.2.1.2. Aspal

Pemeriksaan penetrasi aspal bertujuan untuk mengetahui tingkat kekerasan aspal. Semakin keras aspal ditunjukkan oleh semakin kecilnya angka penetrasi aspal. Semakin keras aspal menunjukkan semakin pekatnya aspal dan semakin besar kohesinya. Hasil pemeriksaan menunjukkan nilai penetrasi aspal sebesar 78 mm. Nilai ini sesuai untuk aspal AC 60/70 yang harus memiliki angka penetrasi antara 60 mm sampai 79 mm.

Pemeriksaan titik lembek aspal bertujuan untuk mengetahui kepekaan aspal terhadap temperatur dimana aspal akan lembek apabila mendapat temperatur tinggi. Hasil pemeriksaan menunjukkan nilai titik lembek aspal sebesar 50° C, nilai ini masih sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan (48° C – 58° C).

Aspal merupakan bahan yang bersifat termoplastik, yaitu kekentalannya dipengaruhi oleh temperatur. Semakin tinggi temperatur aspal semakin lunak atau cair. Apabila pemanasan aspal terlalu besar maka aspal akan rusak. Pemeriksaan titik nyala aspal bertujuan untuk mengetahui batas temperatur dimana aspal masih cukup aman untuk dipanaskan. Hasil pemeriksaan menunjukkan titik nyala aspal pada temperatur 334°C, nilai ini jauh lebih besar dari spesifikasi yang disyaratkan ($\geq 200^{\circ}\text{C}$).

Pemeriksaan kelarutan dalam CCL₄ bertujuan untuk menentukan jumlah aspal yang larut dalam CCL₄. Jumlah aspal yang larut menunjukkan tingkat kemurnian aspal. Makin besar aspal yang larut kemurnian aspal makin tinggi artinya makin kecil kandungan bahan lain yang dapat mengganggu ikatan aspal

dan batuan. Hasil pemeriksaan menunjukkan kelarutan aspal dalam CCL₄ sebesar 99,34 %, nilai ini masih sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan (≥ 99 %).

Pengujian daktilitas bertujuan untuk mengetahui keliatan atau kohesi dalam aspal itu sendiri yang dapat menggambarkan fleksibilitas campuran. Fleksibilitas campuran menunjukkan kemampuan campuran untuk menahan lendutan tanpa mengalami kerusakan. Hasil pemeriksaan daktilitas menunjukkan nilai 155 cm, lebih besar dari spesifikasi yang disyaratkan (>100 cm).

Berat jenis aspal perlu diketahui untuk merancang campuran antara agregat dan aspal. Hasil pengujian berat jenis menunjukkan nilai sebesar 1,042 sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan yaitu sebesar $>1,00$

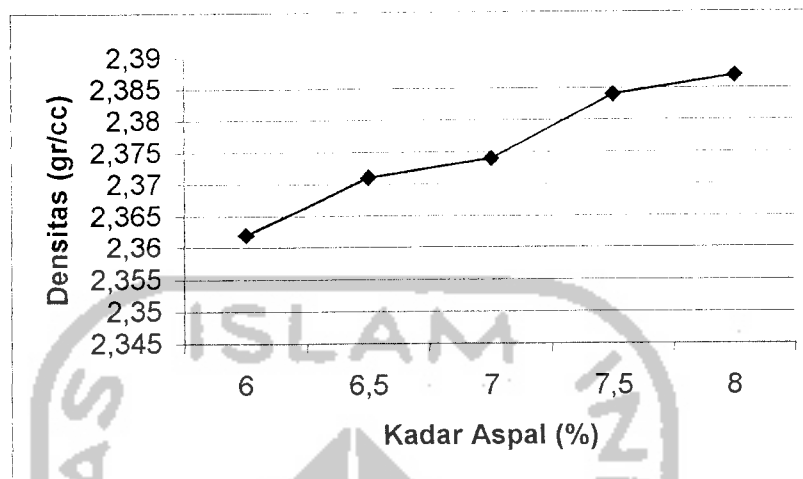
6.2.2. Karakteristik Marshall Campuran HRS-B

6.2.2.1 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 ditunjukkan pada gambar 6.1 berikut :



Gambar 6.1. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Nilai Densitas

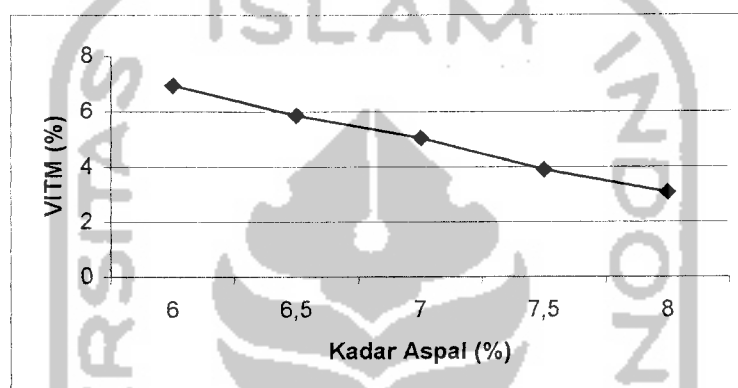
Dari gambar 6.1 terlihat bahwa semakin tinggi kadar aspal maka nilai *density* suatu campuran akan semakin meningkat. Hal ini dikarenakan dengan naiknya kadar aspal menyebabkan aspal dalam campuran lebih banyak mengisi rongga dalam campuran sehingga campuran cenderung lebih padat yang berarti nilai *density* semakin meningkat.

6.2.2.2. Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai VITM (*Voids in the Mix*)

Campuran HRS-B

VITM (*Voids in the Mix*) menyatakan prosentase rongga dalam campuran total. Nilai VITM dapat mengindikasikan tingkat kedapupan campuran. Semakin besar rongga dalam campuran menunjukkan campuran makin kurang kedap terhadap udara dan air, sehingga campuran akan lebih mudah teroksidasi dan diresapi oleh air. Hal ini dapat mengakibatkan kerusakan pada perkerasan. Besarnya nilai VITM sangat dipengaruhi oleh kadar aspal, gradasi batuan dan cara pemadatan.

Hubungan antara kadar aspal dengan nilai VITM dapat dilihat pada Gambar 6.2. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa penambahan kadar aspal akan menurunkan nilai VITM. Hal ini disebabkan karena rongga antar butiran masih cukup besar sehingga pada setiap penambahan kadar aspal, aspal masih cukup mudah untuk masuk kedalam rongga – rongga campuran sehingga campuran menjadi semakin rapat dan nilai VITM menjadi semakin kecil.



Gambar 6.2. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Nilai VITM

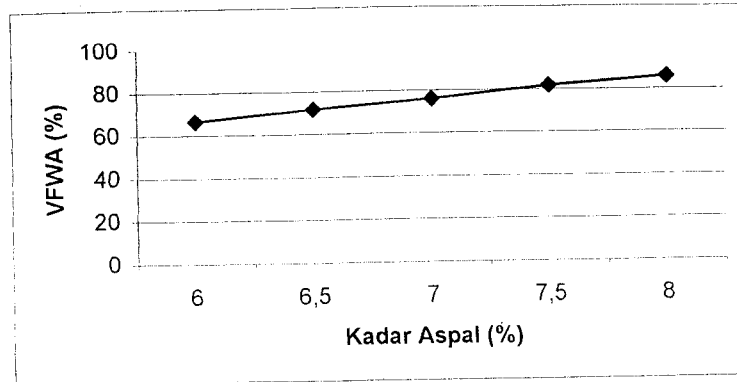
Nilai VITM yang disyaratkan oleh Bina Marga (1983) adalah 3–5%. Perkerasan yang memiliki VITM terlalu rendah ($< 3\%$) akan mudah mengalami bleeding. Hal ini terjadi pada saat temperatur perkerasan tinggi, aspal yang mencair bila menerima beban akan mencari tempat yang kosong dan mudah ditembus. Dengan nilai VITM yang rendah berarti rongga yang ada dalam campuran kecil, sehingga tidak tersedia ruang yang cukup dan mengakibatkan aspal naik ke permukaan. Sebaliknya nilai VITM yang terlalu besar ($> 5\%$) akan mengurangi kedekatan campuran, sehingga keawetan perkerasan menjadi menurun. Dengan demikian nilai VITM yang didapat dari hasil pengujian yang sesuai dengan peraturan Bina Marga (1983) adalah pada kadar aspal 7,0 % - 8,0 %

6.2.2.3 Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai VFWA (*Void Filled With Asphalt*) Campuran HRS-B

Nilai VFWA menunjukkan besarnya rongga yang dapat terisi aspal. Besarnya nilai VFWA menentukan tingkat keawetan campuran. Semakin besar nilai VFWA berarti rongga yang terisi aspal semakin besar sehingga kekedapan campuran makin besar. Nilai VFWA yang terlalu besar akan menyebabkan terjadinya bleeding pada saat temperatur tinggi, yang disebabkan VITM yang terlalu kecil, sehingga apabila perkerasan menerima beban, maka aspal akan naik kepermukaan. Sebaliknya nilai VFWA yang terlalu kecil akan menyebabkan kekedapan perkerasan semakin kecil sehingga air dan udara akan dapat mengoksidasi aspal dalam campuran dan keawetan campuran menjadi berkurang.

Hubungan antara variasi kadar aspal dengan nilai VFWA dapat dilihat pada Gambar 6.3. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa semakin besar kadar aspal nilai VFWA campuran HRS-B semakin besar. Hal ini disebabkan karena rongga antar butiran masih cukup besar sehingga pada setiap penambahan kadar aspal, aspal masih cukup mudah untuk masuk kedalam rongga – rongga campuran sehingga campuran menjadi semakin rapat dan nilai VFWA menjadi semakin besar.

Nilai VFWA yang disyaratkan oleh Bina Marga (1983) adalah 75-82. Dengan demikian campuran HRS-B dengan kadar 6,85% - 7,6% memenuhi spesifikasi yang disyaratkan.



Gambar 6.3. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Nilai VFA

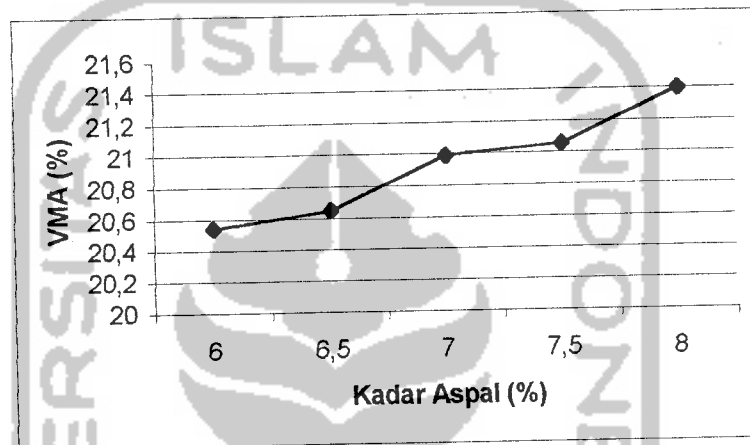
6.2.2.4. Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai VMA (*Void In Mineral Aggregate*) Campuran HRS-B

Nilai VMA adalah rongga udara antar butiran agregat dalam campuran agregat aspal padat, termasuk rongga udara dan kadar aspal efektif dinyatakan dalam prosen terhadap total.

Faktor – faktor yang mempengaruhi VMA antara lain adalah jumlah tumbukan, gradasi agregat dan kadar aspal. Nilai VMA ini berpengaruh pada sifat kedekatan dan keawetan campuran terhadap air dan udara bebas serta elastis campuran. Semakin tinggi nilai VMA berarti semakin banyak rongga dalam campuran yang terisi aspal sehingga kedekatan campuran terhadap air dan udara semakin tinggi, namun nilai VMA yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan potensi terjadinya *bleeding* pada perkerasan lebih tinggi pada saat menerima beban pada temperatur tinggi. Nilai VMA yang terlalu rendah menunjukkan kecilnya jumlah aspal, sehingga akan menyebabkan lapisan kurang dapat mengikat agregat sehingga pada perkerasan mudah terjadi *ravelling*, *striping* dan lain – lain.

Bina marga 1983 tidak mensyaratkan nilai VMA yang berarti tidak adanya batasan minimum rongga dari agregat yang diperbolehkan pada suatu perkerasan untuk diisi aspal.

Dari gambar 6.4 dapat dilihat bahwa pada kadar aspal 6% sampai 8% nilai VMA Semakin tinggi. Kenaikan nilai VMA disebabkan karena semakin banyak rongga dalam campuran yang terisi aspal seiring dengan penambahan kadar aspal.



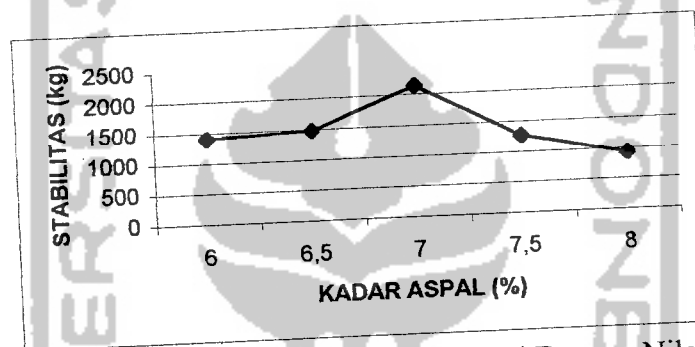
Gambar 6.4 Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Nilai VMA

6.2.2.5. Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai Stabilitas Campuran HRS-B

Nilai stabilitas menunjukkan besarnya kemampuan perkerasan menahan beban tanpa terjadinya deformasi. Perkerasan yang memiliki nilai stabilitas yang tinggi akan mampu menahan beban lalu lintas yang besar. Stabilitas yang terlalu tinggi menyebabkan campuran terlalu kaku sehingga akan mudah terjadi retak – retak pada waktu menerima beban. Sebaliknya dengan stabilitas yang rendah maka perkerasan akan mudah mengalami *rutting* oleh beban lalu lintas atau oleh perubahan bentuk *subgrade*. Besarnya nilai stabilitas dipengaruhi oleh *frictional resistance* dan *interlocking* yang terjadi antara partikel agregat dan kohesi campurannya. Kekuatan kohesi bertambah seiring dengan bertambahnya jumlah

aspal yang menyelimuti agregat, tetapi apabila telah tercapai nilai optimum maka penambahan kadar aspal akan menyebabkan penurunan stabilitas.

Hubungan antara kadar aspal dengan nilai stabilitas dapat dilihat pada Gambar 6.5. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa nilai stabilitas naik pada kadar aspal 6,5% sampai dengan 7,0%, selanjutnya pada kadar aspal 7,5% nilai stabilitas mulai turun. stabilitas optimum terjadi pada kadar aspal 7% dengan stabilitas optimum sebesar 2150,04 kg.



Gambar 6.5 Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Nilai Stabilitas

Naiknya nilai stabilitas disebabkan oleh bertambahnya jumlah aspal yang menyelimuti agregat sehingga kohesi campuran bertambah, kerapatan campuran meningkat sehingga meningkatkan bidang kontak antar agregat dan meningkatkan *interlocking* antar agregat yang selanjutnya akan meningkatkan nilai stabilitas campuran. Penurunan nilai stabilitas disebabkan karena aspal yang awalnya berfungsi sebagai pengikat agregat, berubah fungsinya menjadi pelicin setelah melewati nilai optimum sehingga film aspal menjadi tebal dan mengakibatkan turunnya lekatan dan gesekan antar agregat dan bermuara pada turunnya nilai stabilitas campuran.

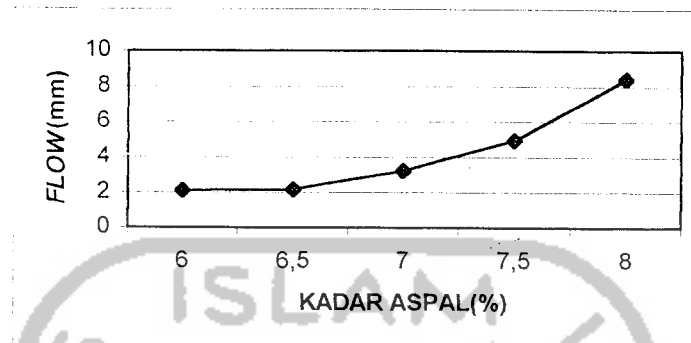
Nilai stabilitas yang disyaratkan oleh Bina Marga (1983) untuk campuran beton aspal adalah > 750 kg. Dengan demikian campuran dengan kadar aspal 6 % sampai dengan 8 % memenuhi spesifikasi yang disyaratkan. Nilai stabilitas minimum dari semua kadar aspal dicapai pada kadar aspal 8% dengan nilai stabilitas sebesar 924,75 kg.

6.2.2.6. Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai *Flow* (kelelehan) Campuran

HRS-B

Flow atau kelelehan adalah besarnya deformasi yang terjadi pada awal pembebanan sampai stabilitas menurun yang menunjukkan besarnya deformasi dari campuran perkerasan akibat beban yang bekerja padanya. Nilai *flow* campuran dipengaruhi oleh viskositas dan kadar aspal, gradasi agregat serta jumlah dan temperatur pemadatan. Campuran yang memiliki nilai kelelehan tinggi dengan nilai stabilitas rendah cenderung bersifat plastis dan mudah mengalami perubahan bentuk apabila mengalami pembebanan lalu lintas, sedangkan campuran dengan kelelehan rendah dan stabilitas yang tinggi cenderung bersifat getas.

Hubungan antara kadar aspal dengan nilai *flow* dapat dilihat pada Gambar 6.6. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa dengan penambahan kadar aspal nilai *flow* cenderung meningkat. Kenaikan nilai *flow* ini disebabkan karena dengan penambahan kadar aspal maka campuran menjadi semakin plastis, sehingga besarnya deformasi pada saat menerima beban meningkat.



Gambar 6.6. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Nilai *flow*

Nilai *flow* yang disyaratkan oleh Bina Marga (1983) untuk campuran beton aspal adalah diantara 2 – 4 mm. Campuran dengan nilai *flow* lebih kecil dari 2 mm mengakibatkan campuran menjadi kaku sehingga perkerasan mudah mengalami retak. Sebaliknya campuran dengan nilai *flow* yang terlalu tinggi (> 4 mm) mengakibatkan perkerasan memiliki deformasi yang semakin tinggi. Dari hasil penelitian nilai *flow* yang memenuhi spesifikasi yang disyaratkan pada kadar aspal 6 % - 7.25 %.

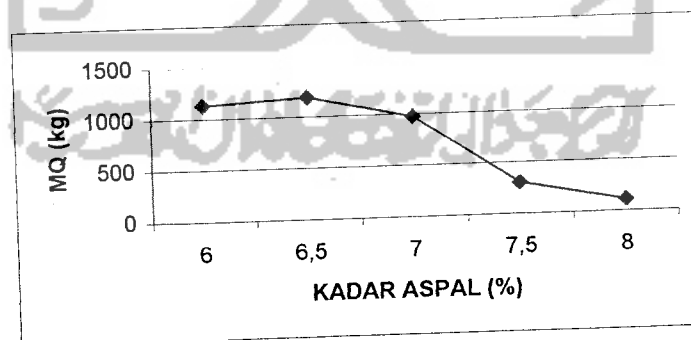
6.2.2.7. Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai MQ (*Marshall Quotient*)

Campuran HRS-B

Marshall Quotient merupakan hasil bagi antara stabilitas dengan *flow*. Nilai *Marshall Quotient* ini dapat mengindikasikan pendekatan terhadap kekakuan dan fleksibilitas dari suatu campuran. Campuran yang memiliki nilai *Marshall Quotient* terlalu tinggi berarti campuran kaku dan fleksibilitasnya rendah sehingga campuran akan lebih mudah mengalami retak – retak (*cracking*). Sebaliknya

campuran yang memiliki nilai *Marshall Quotient* yang terlalu rendah campuran akan bersifat fleksibel, lentur dan cenderung menjadi plastis sehingga mudah mengalami deformasi pada saat menerima beban lalu lintas. Besarnya nilai *Marshall Quotient* tergantung dari besarnya nilai stabilitas yang dipengaruhi *frictional resistance* dan *interlocking* yang terjadi antara partikel agregat dan kohesi campurannya serta nilai *flow* yang dipengaruhi oleh kadar aspal, gradasi agregat dan jumlah dari temperatur pemadatan.

Hubungan antara kadar aspal dengan nilai *Marshall Quotient* dapat dilihat pada Gambar 6.7. Dapat dilihat penambahan kadar aspal dari 6 % sampai 6,5 % nilai *Marshall Quotient* meningkat sedangkan untuk penambahan kadar aspal diatas 6,5 % nilai *Marshall Quotient* cenderung menurun. Kenaikan nilai MQ pada campuran HRS-B disebabkan oleh bertambahnya kadar aspal sehingga kohesi antar agregat meningkat dan mengakibatkan campuran menjadi semakin kaku. Sedangkan penurunan nilai MQ pada campuran HRS-B disebabkan campuran menjadi bersifat plastis dengan penambahan kadar aspal.



Gambar 6.7. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Nilai *Marshall Quotient*

6.2.3. Penentuan Kadar Aspal Optimum Campuran HRS-B

Spesifikasi yang digunakan untuk menentukan kadar aspal optimum adalah spesifikasi Bina Marga 1983. Kadar aspal Optimum campuran HRS-B ditentukan dengan cara grafis yang dapat dilihat pada Tabel 6.9. Dari Tabel 6.9 dapat diketahui kadar aspal optimum sebesar 7.125 % .

Tabel 6.9 Kadar Aspal Optimum Campuran HRS-B

SPESIFIKASI	KADAR ASPAL (%)					SYARAT
	6	6.5	7	7.5	8	
DENSITAS	—————					-
VITM	—————					3 - 5 (%)
VFWA	—————					75 - 82 (%)
VMA	—————					-
STABILITAS	—————					≥ 750
FLOW	—————					2 - 4 (mm)
MQ	—————					-

Sumber: Bina Marga, 1983

KAO=7.125%

6.2.4. Karakteristik Marshall Campuran HRS-B Dengan *Poly Ethylene* Pada Kadar Aspal Optimum

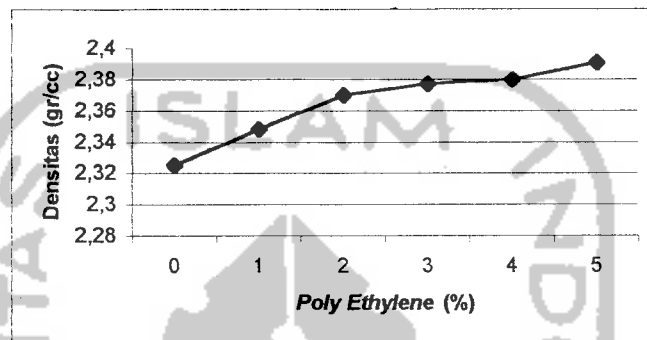
6.2.4.1. Pengaruh *Poly Ethylene* Terhadap Nilai *Density* Campuran HRS-B Pada Kadar Aspal Optimum

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 6.8 berikut:



Gambar 6.8. Grafik Hubungan Antara Kadar *Poly Ethylene* Dengan Nilai Densitas

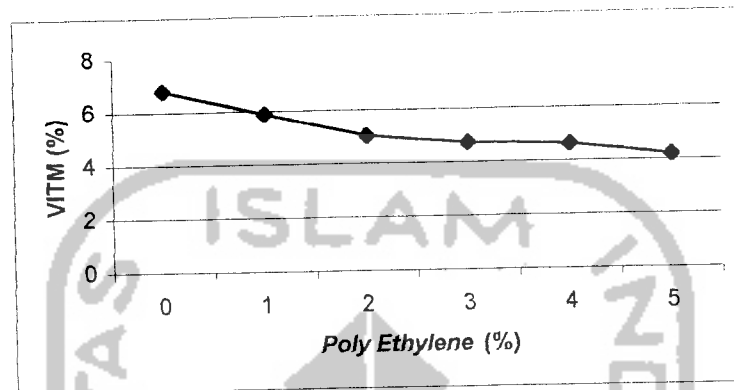
Nilai *density* campuran HRS-B Semakin meningkat seiring penambahan kadar *Poly Ethylene*. Hal ini disebabkan karena Aspal dan *additive* bersama – sama mengisi rongga antar agregat yang mengakibatkan kerapatan campuran menjadi semakin tinggi, sehingga nilai densitas cenderung mengalami kenaikan.

6.2.4.2. Pengaruh *Poly Ethylene* Terhadap Nilai VITM (*Void in The Mix*)

Campuran HRS-B Pada Kadar Aspal Optimum

VITM menyatakan prosentase rongga dalam campuran total. Nilai VITM dapat mengindikasikan tingkat kekedapan campuran. Hubungan antara kadar *Poly Ethylene* dengan nilai VITM dapat dilihat pada Gambar 6.9. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa penambahan kadar *Poly Ethylene* dari 0% sampai 5% nilai VITM semakin rendah. Penurunan nilai VITM disebabkan oleh penambahan *Poly Ethylene* yang mempengaruhi volume aspal, sehingga semakin besar volume aspal

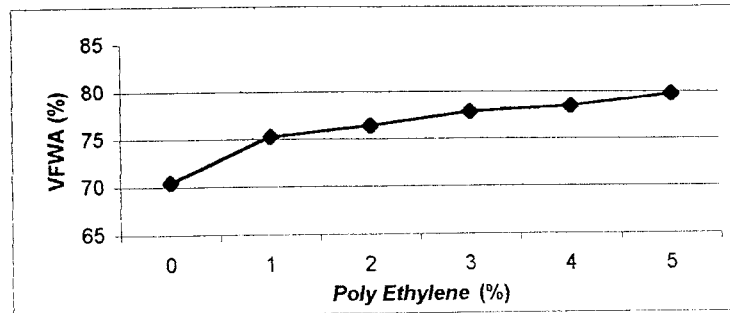
menyebabkan nilai VITM semakin menurun akibat diisi oleh aspal dan *Poly Ethylene*. Hal ini berarti campuran tersebut semakin rapat, karena semakin banyak aspal dan *Poly Ethylene* yang mengisi rongga antar butiran agregat, sehingga film aspal semakin tebal dan sekaligus mengurangi rongga dalam campuran.



Gambar 6.9. Grafik Hubungan Antara Kadar *Poly Ethylene* Pada Kadar Aspal Optimum Terhadap Nilai VITM

6.2.4.3. Pengaruh *Poly Ethylene* Terhadap Nilai VFWA (*Void Filled With Asphalt*) Campuran HRS-B Pada Kadar Aspal Optimum

Nilai VFWA menunjukkan besarnya rongga campuran yang terisi aspal. Hubungan antara kadar *Poly Ethylene* dengan VFWA pada kadar aspal optimum dapat dilihat pada Gambar 6.10. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa nilai VFWA semakin meningkat seiring penambahan kadar *Poly Ethylene* 0% sampai 5%. Hal ini disebabkan karena aspal dan *Poly Ethylene* bersama sama mengisi rongga antar agregat pada saat pencampuran dan pemadatan, sehingga dengan semakin banyak bertambahnya kadar additive dan kadar aspal akan menyebabkan film aspal semakin tebal dan rongga yang terisi aspal semakin banyak.



Gambar 6.10. Grafik Hubungan Antara Kadar *Poly Ethylene* Pada Kadar Aspal Optimum Terhadap Nilai VFWA

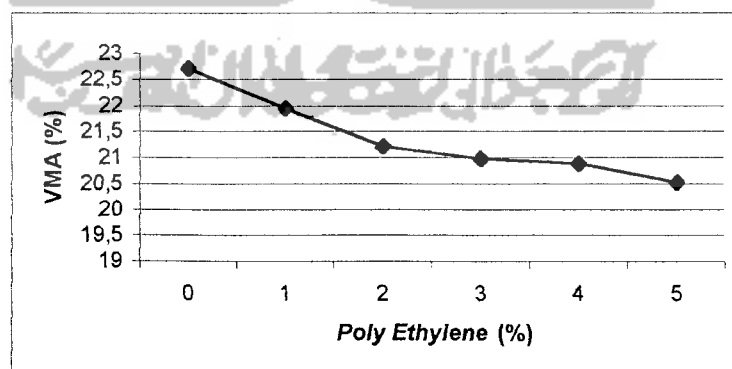
6.2.4.4. Pengaruh *Poly Ethylene* Terhadap Nilai VMA (*Void in Mineral Aggregate*) Campuran HRS-B Pada Kadar Aspal Optimum

Nilai VMA adalah rongga udara antar butiran agregat dalam campuran agregat aspal padat, termasuk rongga udara dan kadar aspal efektif dinyatakan dalam prosen terhadap total.

Faktor – faktor yang mempengaruhi VMA antara lain adalah jumlah tumbukan, gradasi agregat dan kadar aspal. Nilai VMA ini berpengaruh pada sifat kedap dan keawetan campuran terhadap air dan udara bebas serta elastisitas campuran. Semakin tinggi nilai VMA berarti semakin banyak rongga dalam campuran yang terisi aspal sehingga kedap campuran terhadap air dan udara semakin tinggi, namun nilai VMA yang terlalu tinggi dapat berakibat potensi terjadinya *bleeding* pada perkerasan lebih tinggi pada saat menerima beban pada temperatur tinggi. Nilai VMA yang terlalu rendah akan menyebabkan lapisan kurang dapat mengikat aspal sehingga pada perkerasan mudah terjadi *ravelling*, *stripping* dan lain – lain.

Bina marga 1983 tidak mensyaratkan nilai VMA yang berarti tidak adanya batasan minimum rongga dari agregat yang diperbolehkan pada suatu perkerasan untuk diisi aspal.

Dari gambar 6.11. dapat dilihat bahwa semakin besar penambahan kadar *Poly Ethylene* 1% sampai 5% nilai VMA semakin rendah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan *Poly Ethylene* meningkatkan kekentalan aspal yang ditandai dengan penurunan nilai penetrasi. Secara teoritis hal ini akan berakibat aspal yang ditambah *Poly Ethylene* mempunyai viskositas yang lebih tinggi sehingga lebih sulit untuk mengisi rongga dalam campuran, sehingga rongga dalam butiran agregat semakin jauh yang menyebabkan nilai VMA semakin tinggi. Hasil penelitian hubungan antara kadar *Poly Ethylene* pada kadar aspal optimum terhadap nilai VMA menunjukkan hasil yang berlawanan. Kemungkinan hal ini disebabkan karena penambahan kadar *Poly Ethylene* mampu meningkatkan nilai kohesi aspal, sehingga ikatan antara aspal dan agregat semakin kuat yang mengakibatkan campuran semakin rapat seiring dengan penambahan kadar *Poly Ethylene*, sehingga nilai VMA semakin rendah.

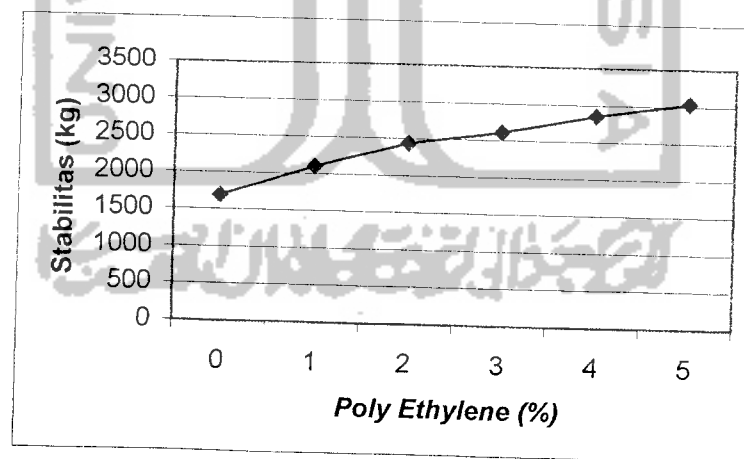


Gambar 6.11 Grafik Hubungan Antara Kadar *PolyEthylene* Pada Kadar Aspal Optimum Terhadap Nilai VMA

6.2.4.5. Pengaruh *Poly Ethylene* Terhadap Nilai Stabilitas Campuran HRS-B Pada Kadar Aspal Optimum

Nilai stabilitas menunjukkan besarnya kemampuan menahan beban tanpa terjadinya deformasi. Besarnya nilai stabilitas dipengaruhi oleh *frictional resistance* dan *interlocking* yang terjadi antara partikel agregat dan kohesi campurannya.

Hubungan antara kadar *Poly Ethylene* dengan nilai stabilitas diilustrasikan pada Gambar 6.12. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa pada rentang penambahan 0% sampai 5% nilai stabilitas campuran terus meningkat secara signifikan yang disebabkan oleh ikatan (*interlocking*) antar agregat meningkat yang dibuktikan dengan semakin kecilnya nilai VMA dan VITM. Penurunan nilai VMA dan VITM disebabkan karena kohesi aspal semakin meningkat yang diakibatkan oleh penambahan kadar *Poly Ethylene*.

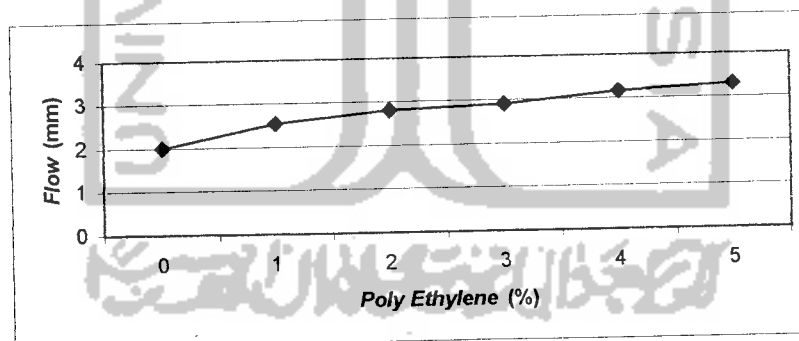


Gambar 6.12. Grafik Hubungan Antara Kadar *PolyEthylene* Pada Kadar Aspal Optimum Terhadap Nilai Stabilitas

6.2.4.6. Pengaruh *PolyEthylene* Terhadap Nilai *Flow* (Kelelahan) Campuran HRS-B Pada Kadar Aspal Optimum

Flow atau kelelahan adalah besarnya deformasi yang terjadi pada awal pembebanan sampai stabilitas menurun yang menunjukkan besarnya deformasi dari campuran perkerasan akibat beban yang bekerja padanya. Nilai *flow* campuran dipengaruhi oleh kadar dan viskositas aspal, gradasi agregat serta jumlah dan temperatur pematatan.

Hubungan antara kadar *Poly Ethylene* dengan nilai *flow* dapat dilihat pada Gambar 6.13. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa dengan penambahan kadar *Poly Ethylene* 0% sampai 5% berakibat nilai *Flow* mengalami kenaikan. Hal ini disebabkan karena bahan tambah *Poly Ethylene* bersifat plastis, sehingga menyebabkan campuran menjadi semakin plastis yang ditunjukkan dengan naiknya nilai kelelahan.



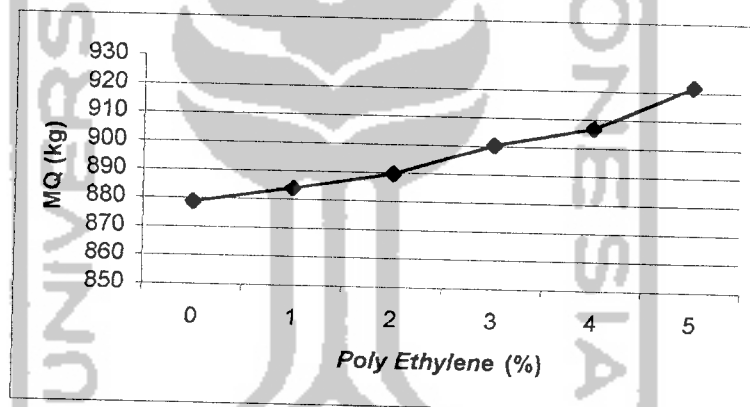
Gambar 6.13. Grafik Hubungan Antara Kadar *Poly Ethylene* Pada Kadar Aspal Optimum Terhadap Nilai *Flow*

6.2.4.7. Pengaruh *Poly Ethylene* Terhadap Nilai *Marshall Quotient* (MQ)

Campuran HRS-B Pada Kadar Aspal Optimum

Marshall Quotient merupakan hasil bagi antara stabilitas dengan *flow*. Nilai *Marshall Quotient* ini dapat mengindikasikan pendekatan terhadap kekakuan dan fleksibilitas dari suatu campuran.

Hubungan antara kadar *Poly Ethylene* dengan nilai *Marshall Quotient* dapat dilihat pada Gambar 6.14. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa semakin besar kadar *Poly Ethylene* nilai *Marshall Quotient* cenderung mengalami peningkatan yang menunjukkan bahwa kekakuan campuran meningkat seiring penambahan kadar *Poly Ethylene*.



Gambar 6.14. Grafik Hubungan Antara Kadar *Poly Ethylene* Pada Kadar Aspal Optimum Terhadap Nilai *Marshall Quotient*.

6.2.5. Penentuan Kadar *Poly Ethylene* Optimum Pada Kadar Aspal Optimum Campuran HRS-B

Spesifikasi yang digunakan untuk menentukan kadar *Poly Ethylene* optimum pada kadar aspal optimum untuk campuran HRS-B adalah spesifikasi Bina Marga 1983. Kadar *Poly Ethylene* optimum campuran beton aspal pada kadar aspal optimum ditentukan dengan cara grafis yang dapat dilihat pada Tabel

6.10. Dari tabel 6.10 dapat diketahui kadar *Poly Ethylene* optimum sebesar 3.5% dari kadar aspal optimum.

Tabel 6.10 Kadar *Poly Ethylene* Optimum Campuran HRS-B

SPESIFIKASI	KADAR <i>POLY ETHYLENE</i> (%)						SYARAT
	0	1	2	3	4	5	
DENSITAS	—————						-
VITM			—————				3 - 5 (%)
VFWA	—————						75 - 82 (%)
VMA	—————						-
STABILITAS	—————						≥ 750
<i>FLOW</i>	—————						2 - 4 (mm)
MQ	—————						-

Sumber: Bina Marga, 1983

Kadar *Poly Ethylene* = 3.5%

6.2.6. Durabilitas Campuran HRS-B Dengan Dan Tanpa *Poly Ethylene*

Untuk mengetahui nilai durabilitas HRS-B, dilakukan pengujian *Immersion* antara campuran HRS-B yang menggunakan *Poly Ethylene* dan tanpa *Poly Ethylene*

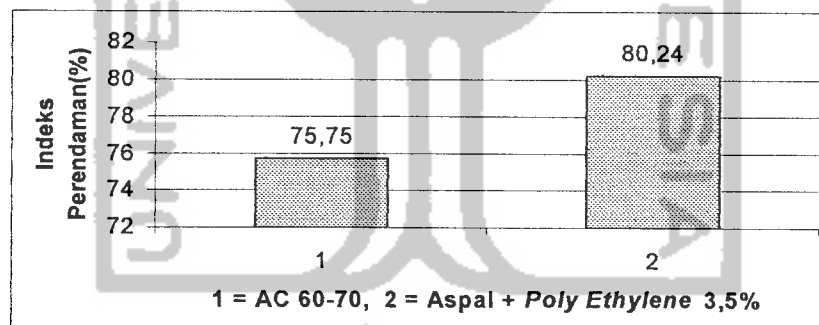
Durabilitas pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui sejauh mana ketahanan campuran HRS-B dengan dan tanpa *Poly Ethylene* terhadap nilai stabilitas bila direndam dalam air pada suhu 60° C dengan lama perendaman 0,5 jam dan 24 jam.

Hubungan antara kadar *Poly Ethylene* dengan nilai stabilitas pada rendaman 0,5 jam dan 24 jam dapat dilihat pada Tabel 6.11 dan pada Gambar 6.15

Tabel 6.11. Hubungan Antara Kadar *Poly Ethylene* Dengan Nilai Stabilitas Pada Perendaman Selama 0,5 Jam Dan 24 Jam

Kadar <i>PolyEthylene</i> (%)	Stabilitas (Kg)		Indeks Perendaman (%)
	0,5 jam	24 jam	
0	1907,30	1444.92	75.75
3.5	2702,07	2168.2	80.24

Tabel 6.11 dan Gambar 6.15 mengilustrasikan bahwa nilai stabilitas campuran beton aspal tanpa *Poly Ethylene* (0 %) dan dengan *Poly Ethylene* (3.5 %) yang direndam pada suhu 60°C selama 24 jam dibandingkan dengan perendaman 0.5 jam mengalami penurunan nilai stabilitas. Hal ini disebabkan karena selama proses perendaman air masuk kedalam pori-pori campuran sehingga mengurangi kohesi dan penguncian antar agregat (*interlocking*).



Gambar 6.15. Grafik Nilai Indeks Perendaman (IP) Dengan Dan Tanpa *Poly Ethylene*

Durabilitas campuran juga dapat ditunjukkan dari nilai Indeks Perendaman (IP). Pada Tabel 6.11 dan Gambar 6.15. dapat dilihat bahwa campuran dengan *Poly Ethylene* memiliki IP yang lebih tinggi dibandingkan dengan campuran aspal tanpa *Poly Ethylene* sehingga merupakan indikasi bahwa penambahan *Poly Ethylene* membuat campuran lebih awet. Hal ini disebabkan karena campuran dengan bahan tambah *Poly Ethylene* memiliki VITM yang lebih rendah dan nilai

VFWA yang lebih tinggi sehingga film aspal semakin tebal, disamping nilai permeabilitas yang lebih rendah sehingga lebih sulit dilewati air (kedap).

Hal ini menunjukkan bahwa durabilitas campuran HRS-B dengan *Poly Ethylene* lebih baik jika dibandingkan dengan campuran HRS-B tanpa *Poly Ethylene*.

6.2.7. Pengaruh Kadar *Poly Ethylene* terhadap Sifat Fisik Aspal (Penetrasi Dan Titik Lembek)

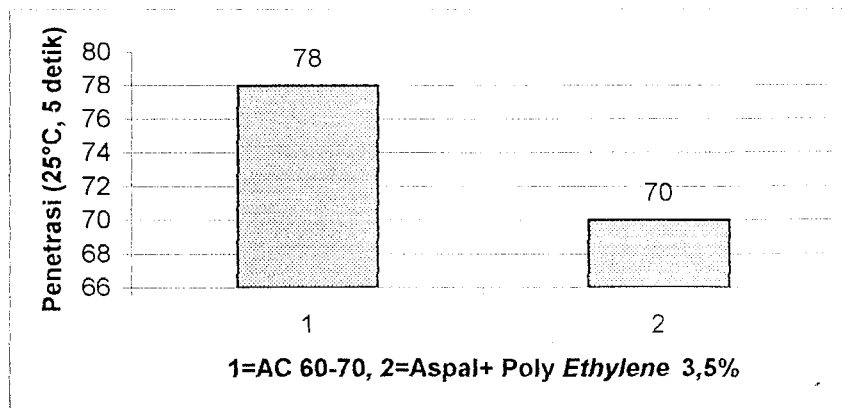
Pemeriksaan sifat fisik aspal dengan *Poly ethylene* dilakukan setelah memperoleh kadar *Poly ethylene* optimum. Perbandingan sifat fisik aspal dengan dan tanpa *Poly ethylene* dapat dilihat pada Tabel 6.12 serta pada Gambar 6.16 dan Gambar 6.15.

Tabel 6.12 Perbandingan Sifat Fisik Aspal Dengan Dan Tanpa *Poly Ethylene*.

No.	Jenis Pemeriksaan	<i>Poly Ethylene</i>		Syarat *)		Satuan
		0%	3.5%	Min	Mak	
1.	Penetrasi (25°C, 5 detik)	78	70	60	79	0,1 mm
2.	Titik Lembek	50	55	48	58	°C
3.	Indek Penetrasi (PI)	0.08	0.85	-	-	-

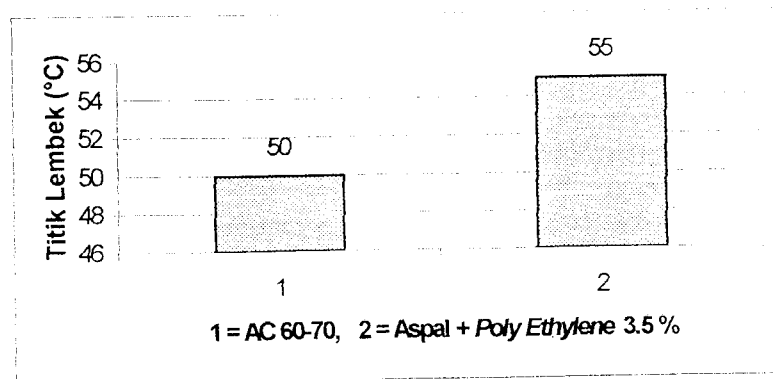
*) Bina Marga, 1987

Tabel 6.12. dan Gambar 6.16. menggambarkan kekerasan aspal meningkat dengan penambahan *Poly Ethylene*. Hal ini ditunjukkan dengan nilai penetrasi aspal dengan *Poly Ethylene* lebih rendah dibandingkan aspal tanpa *Poly Ethylene*. Nilai penetrasi yang lebih rendah ini dapat mengindikasikan bahwa viskositas atau kekentalannya lebih tinggi. Penambahan *Poly Ethylene* kemungkinan juga menyebabkan naiknya kohesi aspal yang ditandai dengan nilai stabilitas yang semakin meningkat.

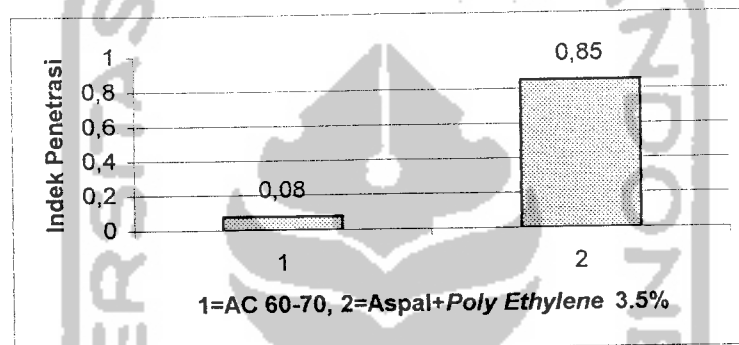


Gambar 6.16. Grafik Hubungan Antara Kadar *Poly Ethylene* Dengan Nilai Penetrasi Aspal

Hasil titik lembek dan Indeks Penetrasi seperti pada Tabel 6.12, Gambar 6.17 dan Gambar 6.18 menunjukkan aspal dengan *Poly ethylene* memiliki nilai titik lembek yang lebih tinggi dibandingkan aspal tanpa *Poly ethylene*. Dilihat dari nilai Indeks Penetrasi, aspal dengan *Poly Ethylene* memiliki Indeks Penetrasi lebih tinggi dibandingkan dengan aspal tanpa *Poly Ethylene*. Hal ini mengindikasikan bahwa aspal dengan *Poly ethylene* memiliki kepekaan temperatur yang lebih rendah dibandingkan dengan aspal tanpa *Poly Ethylene*, sehingga apabila dipergunakan dalam campuran HRS-B akan berakibat lebih tahan terhadap temperatur, sehingga sesuai untuk daerah dengan temperatur yang relatif lebih tinggi.



Gambar 6.17. Grafik Hubungan Antara Kadar *Poly Ethylene* Dengan Nilai Titik Lembek Aspal

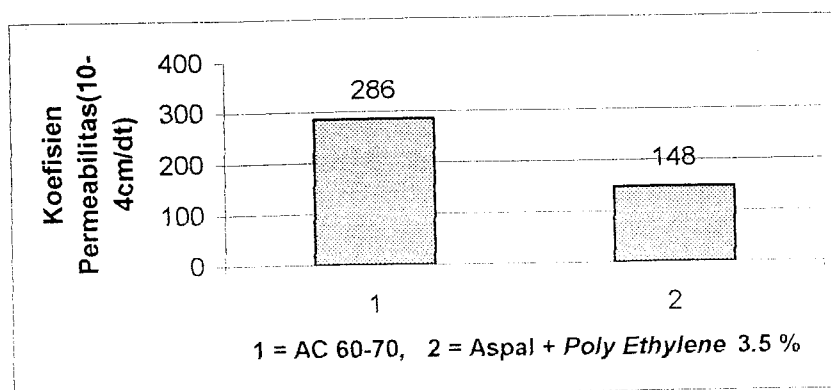


gambar 6.18 Grafik Hubungan Antara Kadar *Poly Ethylene* Dengan Nilai Indek Penetrasi

6.2.8. Pengaruh Kadar *Poly Ethylene* Terhadap Permeabilitas Campuran HRS-B

Dari hasil pemeriksaan dan analisis uji permeabilitas diperoleh nilai koefisien permeabilitas campuran, yaitu suatu koefisien yang menyatakan jumlah air yang dapat merembes atau melewati bahan dalam satu satuan waktu. Faktor – faktor yang mempengaruhi permeabilitas campuran adalah kadar aspal, porositas yang diwujudkan dalam nilai VITM, gradasi agregat dan komposisi bahan penyusun campuran (Fauziah, M, 2001).

Hubungan antara koefisien permeabilitas campuran HRS-B dengan dan tanpa *Poly Ethylene* dapat dilihat pada Tabel 6.8 serta pada Gambar 6.19.



Gambar 6.19. Grafik Hubungan Antara Kadar *Poly Ethylene* Dengan Koefisien Permeabilitas

Dari gambar 6.19. tersebut dapat dilihat bahwa koefisien permeabilitas campuran HRS-B tanpa *Poly Ethylene* lebih tinggi dari campuran HRS-B yang menggunakan *Poly Ethylene*. Hal ini menunjukkan bahwa campuran HRS-B yang menggunakan *Poly Ethylene* lebih sulit dilewati air dibandingkan campuran HRS-B tanpa menggunakan *Poly Ethylene*. Hasil ini seiring dengan nilai VITM yang menurun karena penambahan kadar *Poly Ethylene*, disamping itu penambahan kadar *Poly Ethylene* menyebabkan aspal bersifat lebih kedap terhadap air.

Bina Marga (1983) tidak mensyaratkan spesifikasi koefisien permeabilitas. Namun jika melihat klasifikasi campuran aspal berdasarkan nilai koefisien permeabilitas yang telah disyaratkan oleh Mullen (1967), maka campuran aspal dengan dan tanpa menggunakan *Poly Ethylene* termasuk dalam klasifikasi Drainasi Jelek (*Poor Drainage*).