

PENGARUH PENGGUNAAN PLASTIK *POLYETHYLENE* (PE) DAN *HIGH DENSITY POLYETHYLENE* (HDPE) PADA CAMPURAN LATASTON-WC TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL

(The Effect of utilizing Polyethylene (PE) and High Density Polyethylen (HDPE)
Plastic on Lataston_WC at Marshall Characteristic)

ANITA RAHMAWATI

ABSTRACT

The increase in road traffic during the last two decades in combination with an insufficient degree of maintenance due to shortage in funds has caused an accelerated and continuous deterioration of the road network. To alleviate this process, several types of measures may be effective, e.g., securing funds for maintenance, improved roadway design, use of better quality of materials and the use of more effective construction methods. Asphalt can also be modified by adding different types of additive. One of these additives is the polymers such as Polyethylene (PE) and High Density Polyethylene (HDPE). The addition of polymers typically increases the stiffness of the asphalt and improves its temperature susceptibility. Increased stiffness improves the rutting resistance of the mixture in hot climates and allows the use of relatively softer base asphalt, which in turn, provides better low temperature performance. This study was conducted to determine the effect of utilizing Polyethylene (PE) and High Density Polyethylene (HDPE) as a mixture of thin layer of asphalt concrete in wearing course (Lataston_WC) using Marshall design parameters. The parameters assessed are the stability, flow, the percentage of air void in the mixture (VIM), the percentage of void in the mineral aggregate (VMA), the percentage of void filled with asphalt (VFA), and Marshall Quotient (MQ). Marshall samplers prepared with the PE and HDPE modified asphalt binder provide the specification limits. The percentage of PE and HDPE as asphalt mixture is 0%, 2%, 4% and 6% by weight of the asphalt. The result of Marshall test showed that the value of stability, flow and VFA have tendency to increase with increasing of percentage of PE and HDPE. But, the value of VIM, VMA and MQ have tendency to decrease with increasing of percentage of PE and HDPE. It can be seen that effect of addition HDPE on asphalt mixture provide the value of Marshall characteristics are better than asphalt mixture with PE.

Keywords: Polyethylene, High Density Polyethylene, Marshall Characteristic, Lataston_WC

PENDAHULUAN

Meningkatnya lalu lintas jalan selama dua dekade belakangan ini ditambah dengan kurang mencukupinya dana pemeliharaan perkerasan jalan mempercepat tingkat kerusakan jalan. Untuk mengurangi proses kerusakan tersebut diperlukan beberapa tindakan antara lain dengan peningkatan pemeliharaan jalan, perbaikan desain perkerasan jalan dan juga meningkatkan kualitas dari perkerasan jalan. Salah satu cara mencegah terjadinya kerusakan dini pada perkerasan jalan akibat beban muatan

dan pengaruh air adalah dengan meningkatkan mutu aspal sebagai bahan pengikat dari agregat. Cara yang sering digunakan untuk menaikkan mutu aspal adalah dengan menambah bahan aditif, salah satunya seperti polimer, plastik, arang atau dikenal dengan aspal modifikasi (Saez-alvan, L.D.P, et al., 2003).

Penambahan polimer bisa meningkatkan kekakuan dari aspal. Peningkatan kekakuan akan meningkatkan kualitas perkerasan terhadap rutting terutama pada musim panas dengan temperatur yang cukup tinggi. (Catt, O.V., 2004, . Coplantz, J.S. et al., 1993).

Pemberian bahan tambah polimer diharapkan memberikan penambahan pada sifat-sifat fisik aspal seperti kepekaan terhadap temperatur dengan meningkatkan nilai titik leleh, dan kinerja terhadap stabilitas yang lebih besar dari aspal konvensional atau aspal dengan penetrasi 80/100.

Selain dapat dilaksanakan dengan biaya yang murah, penggunaan limbah plastik ini dapat mengurangi masalah lingkungan yang timbul akibat meningkatnya limbah plastik tiap tahunnya. Melalui aspal modifikasi ini diharapkan dapat menghasilkan suatu alternatif baru dalam meningkatkan kinerja dari perkerasan jalan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sifat-sifat fisik plastik PE dan HDPE yang digunakan sebagai campuran aspal pada perkerasan jalan, mengevaluasi kinerja campuran *lataston_WC* dengan aspal modifikasi plastik PE dan HDPE.

LANDASAN TEORI

Polyethylene

Polyethylene adalah bahan termoplastik yang transparan, berwarna putih yang mempunyai titik leleh bervariasi antara 110-137°C. Umumnya *Polyethylene* tahan terhadap zat kimia. Monomernya, yaitu etana, diperoleh dari hasil perengkahan (*cracking*) minyak atau gas bumi. (Billmeyer, 1994).

Penggunaan *Polyethylene* sekitar 6-18% dari berat kadar aspal optimum bisa mengurangi deformasi pada perkerasan jalan dan bisa meningkatkan *fatigue resistance* sekaligus bisa memberikan peningkatan daya adhesi antara aspal dan agregat. (Mohammad T. A. & Lina.S, 2007)

Al-Hadidy dan Qiu (2008) melakukan penelitian mengenai pengaruh penggunaan Low Density *Polyethylene* (LDPE) terhadap perkerasan lentur. Dari hasil penelitian didapatkan hasil bahwa komposisi LDPE optimum yang digunakan sebesar 6% dan menghasilkan stabilitas sebesar 11,7 KN meningkat sebesar 57,89% dibandingkan dengan benda uji yang tidak menggunakan LDPE (7,41 KN).

Penggunaan HDPE dalam Chip Sealing bisa meningkatkan skid resistance dari perkerasan jalan sehingga bisa menurunkan rasio kecelakaan sekitar 47.32 % yang diakibatkan oleh kondisi permukaan jalan yang licin pada saat hujan (Anita, 2010).

METODE PENELITIAN

Limbah plastik yang digunakan dalam penelitian ini berfungsi sebagai pengganti sebagian aspal yang digunakan. Pengujian aspal dan agregat yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan pedoman dari Bina Marga 1995 dan Bina Marga 1996. Tahapan penelitian mengikuti langkah sebagai berikut:

1. Tahapan persiapan

Persiapan bahan meliputi kegiatan pengadaan bahan yang akan digunakan dalam penelitian. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain agregat kasar, agregat halus, aspal dan plastik *HDPE dan PE*. Agregat kasar dan halus didapatkan dari toko material PD. Soruso Jaya Abadi Yogyakarta, sedangkan untuk plastik HDPE dan PE didapatkan dari pabrik plastik Yu Ping di Solo, Jawa Tengah. Alat-alat yang digunakan untuk pengujian agregat kasar, agregat halus, aspal dan biji plastik, serta benda uji *Marshall* harus dalam kondisi bersih, baik dan terkalibrasi.

2. Pengujian bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari agregat kasar, agregat halus, aspal dan plastik HDPE dan PE yang terlebih dahulu dilakukan pengujian sesuai dengan metode pengujian yang digunakan. Adapun untuk pengujian plastik HDPE dan PE, meliputi berat jenis, suhu, dan kehilangan berat.

3. Perencanaan campuran

Kadar aspal optimum yang digunakan sebesar 7,5% dari total berat agregat (1200 gram) atau sebanyak 780 gram. Kadar plastik yang direncanakan sebesar 0%, 2%, 4% dan 6%. Sebagai contoh, untuk kadar aspal 6% di dapat dari berat total aspal (780 gram) atau sebesar 47 gram. Kemudian plastik yang sudah ditimbang dilelehkan dalam wadah yang berbeda dengan wadah aspal. Setelah plastik meleleh, kemudian dicampurkan kedalam aspal yang sedang dipanaskan dan diaduk sampai plastik dan aspal tercampur merata.

4. Pembuatan benda uji

Pada tahapan ini, agregat ditimbang sesuai dengan perencanaan gradasi setiap nomor saringan atau fraksinya. Misalnya jumlah agregat yang tertahan saringan No. 4 sebanyak 25% dari total berat agregat (1200 gram) atau sebanyak 300 gram. Setelah dilakukan penimbangan, lalu agregat dipanaskan hingga suhu 160°C, lalu dicampur dengan aspal yang telah ditambahkan plastik sesuai kadar yang direncanakan, yakni 0%, 2%, 4% dan 6% dari total berat aspal. Kemudian campuran tersebut dimasukkan ke dalam cetakan untuk ditumbuk sebanyak 2×75 kali. Benda uji dibuat sebanyak dua (2) buah untuk setiap kadar aspal.

5. Pengujian benda uji

Pengujian benda uji dengan menggunakan Alat Uji Marshall. Alat Marshall merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan *proving ring* yang digunakan untuk mengukur nilai stabilitas dan *flow meter* yang digunakan untuk mengukur kelelahan (*flow*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Agregat

Hasil pengujian sifat-sifat fisik agregat dan aspal ditunjukkan dalam Tabel 1 dan Tabel 2. Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa agregat yang digunakan pada penelitian ini, memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh SNI 03-1969-1990 dan SNI 03-2417-1991, sehingga agregat tersebut dapat digunakan sebagai bahan dasar campuran aspal dari penelitian ini.

Hasil Pengujian Aspal

Aspal yang digunakan merupakan aspal dengan penetrasi tinggi 80/100 murni. Pemeriksaan aspal penetrasi sebagai dasar dari penelitian aspal campuran plastik harus memenuhi standar yang telah ditetapkan. Standar menurut Departemen Pekerjaan Umum (DPU, 2006) yang telah ditetapkan dapat dilihat dalam Tabel.2.

TABEL 1. Hasil pengujian agregat kasar dan agregat halus

No	Jenis Pengujian	Satuan	Hasil	Spesifikasi Pengujian		Standar
				Minimal	Maksimal	
I. Agregat Kasar						
1	Berat Jenis <i>Bulk</i>	-	2,59	-	-	SNI 03-1969-1990
2	Berat jenis <i>Apparent</i>	-	2,614	2,5	-	SNI 03-1969-1990
3	Berat jenis efektif	-	2,59	-	-	SNI 03-1969-1990
4	Penyerapan	%	0,39	-	3	SNI 03-1969-1990
5	Penyerapan Abrasi	%	27,38	-	40	SNI 03-2417-1991
II. Agregat Halus						
1	Berat Jenis <i>Bulk</i>	-	2,354	-	-	SNI 03-1979-1990
2	Berat jenis <i>Apparent</i>	-	2,779	2,5	-	SNI 03-1979-1990
3	Berat jenis efektif	-	2,507	-	-	SNI 03-1979-1990
4	Penyerapan	%	6,553	-	3	SNI 03-1979-1990

TABEL 2. Hasil pengujian aspal 80/100

No	Jenis Pengujian	Hasil	Metode	Persyaratan
1	Penetrasi, 25 ⁰ C, 100 gr, 5 detik; 0,1 mm	85	SNI 06-2456-1991	80 – 99
2	Titik lembek; ⁰ C	53	SNI 06-2434-1991	46 – 54
3	Titik Nyala; ⁰ C	255	SNI 06-2434-1991	Min. 200
4	Daktalitas, 25 ⁰ C; cm	103	SNI 06-2432-1991	Min. 100
5	Berat jenis	1,10	SNI 06-2488-1991	Min. 1,0
6	Kehilangan berat; berat	0,1	SNI 06-2441-1991	Max 1

Berdasarkan hasil pada Tabel 2, menunjukkan bahwa pengujian penetrasi rata-rata adalah 85 mm. Hasil ini masih berada dalam batas untuk aspal penetrasi 80/100 yaitu antara 80-99. Pemeriksaan lainnya adalah pemeriksaan daktilitas yang bertujuan untuk mengukur fleksibilitas aspal yang digunakan. Menurut persyaratan dari SNI 06-2432-1991, nilai minimal untuk daktilitas adalah 100 cm dan hasil pemeriksaan daktilitas didapat sebesar 103 cm, sehingga aspal yang digunakan memenuhi syarat.

Hasil Pengujian PE dan HDPE

Pemeriksaan terhadap sifat fisik plastik PE dan HDPE ditunjukkan dalam Tabel 3. Dari hasil pengujian diatas bisa dilihat bahwa hasil pengujian berat jenis dari plastik PE dan HDPE

sebesar $0,9424 \text{ gr/cm}^3$ dan $0,965 \text{ gr/cm}^3$, sedangkan standar yang ada sebesar $0,941-0,965 \text{ gr/cm}^3$ sehingga bisa disimpulkan bahwa berat jenis PE dan HDPE sudah memenuhi kriteria sesuai dengan standar yang disyaratkan. Selain itu nilai titik leleh pada pengujian juga menunjukkan nilai yang memenuhi standar yaitu 130°C untuk plastik PE dan 134°C untuk plastik HDPE.

Hasil Pengujian Aspal-PE dan Aspal-HDPE

1. Penetrasi

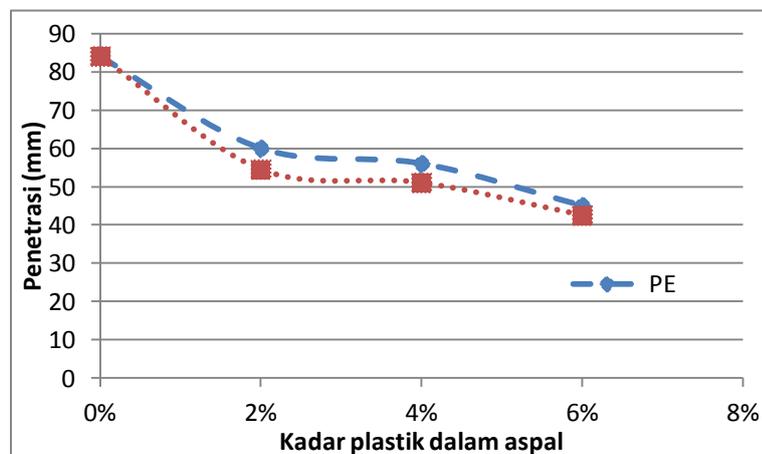
Pemeriksaan terhadap penetrasi pada campuran aspal plastik PE dan HDPE dengan kadar plastik 0%, 2%, 4%, dan 6% ditunjukkan dalam Tabel 4 dan Gambar 1.

TABEL 3. Hasil pengujian PE dan HDPE

No	Jenis pengujian	Spesifikasi	Hasil	Satuan
1	Titik leleh PE	130 - 137	130	($^{\circ}\text{C}$)
	Titik leleh HDPE	130 - 137	134	($^{\circ}\text{C}$)
2	Berat jenis PE	0,941 – 0,965	0,942	gr/cm^3
	Berat jenis HDPE	0,941 – 0,965	0,965	gr/cm^3

TABEL 4. Hasil pengujian penetrasi

Kadar Plastik	0%	2%	4%	6%
Aspal-PE	84	60	56	45
Aspal- HDPE	84	55	51	43



GAMBAR 1. Grafik hubungan penetrasi aspal-plastik terhadap kadar plastik dalam aspal

Dari grafik pengujian penetrasi di atas terlihat bahwa setelah menambahkan kadar plastik PE 2%, 4%, 6% dan HDPE 2%, 4%, dan 6% pada campuran aspal, nilai penetrasi yang dihasilkan cenderung menurun. Hal ini terjadi karena plastik PE dan HDPE termasuk ke dalam jenis polimer yang memiliki sifat yang mampu menahan beban namun tetap elastis. Semakin banyak kadar plastik yang ditambahkan, semakin rendah penetrasi yang dihasilkan hal ini dikarenakan dengan semakin banyaknya kadar plastik yang ditambahkan, akan mengakibatkan campuran aspal-plastik menjadi lebih keras.

Apabila dibandingkan dari kedua jenis campuran plastik yang ditambahkan, nilai penetrasi campuran aspal-PE mempunyai nilai penetrasi lebih tinggi dari pada Aspal-HDPE, hal ini dikarenakan plastik PE mempunyai titik leleh yang lebih rendah sehingga lebih lunak bila dicampur dengan aspal. Hal inilah yang

mengakibatkan aspal-PE mempunyai nilai penetrasi yang lebih tinggi.

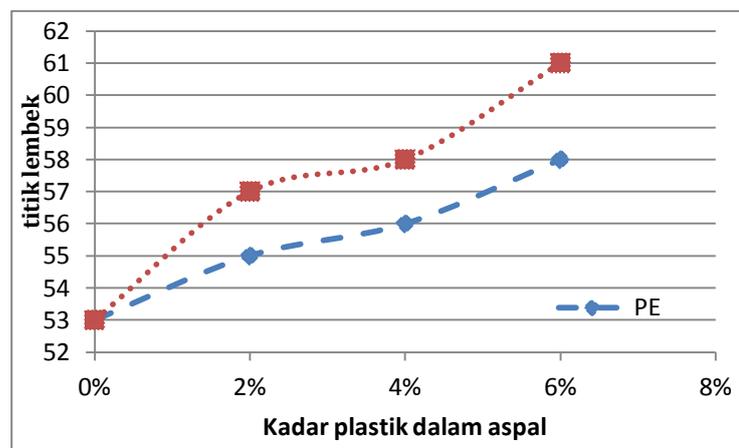
Standar nilai penetrasi untuk aspal modifikasi antara 50-80 mm, sehingga dari nilai penetrasi yang didapat baik untuk aspal modifikasi PE dan HDPE memenuhi standar yang disyaratkan.

2. Titik Lembek

Pada pengujian titik leleh aspal tanpa campuran dan dengan campuran PE dan HDPE menghasilkan nilai seperti yang terdapat pada Tabel 5. Pengujian ini berdasarkan SNI-06-2434-1991. Nilai titik leleh yang dihasilkan ini telah memenuhi spesifikasi Departemen Pekerjaan Umum 2007 yang menetapkan persyaratan titik leleh untuk material aspal campuran sebesar $48^{\circ}\text{C} - 58^{\circ}\text{C}$. Tabel 5 dan Gambar 2 menunjukkan hasil pengujian titik leleh aspal plastik PE dan HDPE.

TABEL 5. Hasil pengujian titik leleh

Kadar plastik	0%	2%	4%	6%
Aspal-PE	53	55	56	58
Aspal- HDPE	53	57	58	61



GAMBAR 2. Grafik hubungan titik leleh aspal plastik terhadap kadar plastik dalam aspal

Dari tabel 5 dapat dilihat bahwa hasil pengujian titik lembek yang diperoleh dari pengujian meningkat seiring dengan penambahan plastik dalam campuran aspal. Hal ini terjadi karena plastik mempunyai sifat *high temperature resistance*, daya tahan panas sampai suhu 120°C. Dari gambar 2 dapat dilihat bahwa titik lembek untuk aspal-PE lebih rendah daripada titik lembek aspal-HDPE, hal ini dikarenakan material plastik HDPE mempunyai nilai titik leleh lebih tinggi daripada material plastik PE.

3. Berat Jenis

Dari hasil pemeriksaan, berat jenis diperoleh nilai seperti yang terdapat pada Tabel 6 untuk masing-masing variasi kadar plastik 0%, 2%, 4% dan 6%. Nilai ini telah memenuhi spesifikasi SNI-03-1737-1989 yang menetapkan persyaratan berat jenis minimum sebesar 1.

Dari grafik yang ada di Gambar 3 dapat dilihat bahwa hasil pengujian berat jenis yang diperoleh menunjukkan peningkatan seiring dengan penambahan plastik dalam campuran aspal. Hal ini terjadi karena semakin mengecilnya rongga dalam campuran maka penyerapan aspal ke dalam pori akan semakin mengecil.

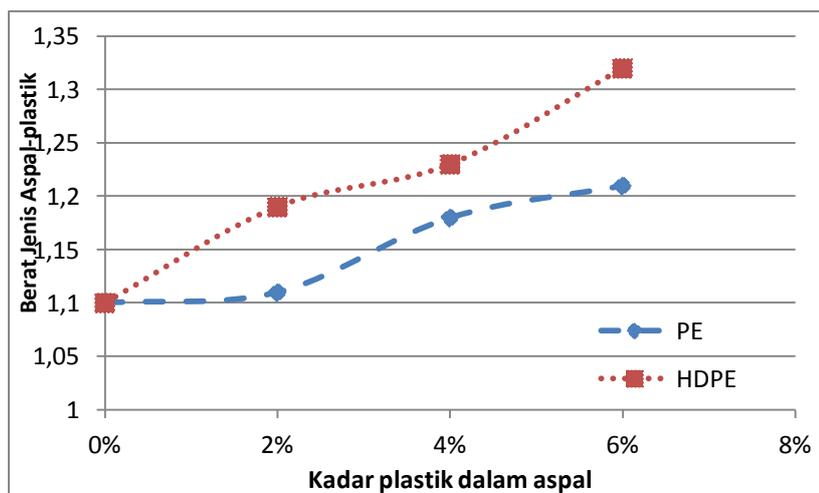
Hasil Pengujian Marshall

1. Stabilitas

Nilai stabilitas digunakan sebagai parameter untuk mengukur ketahanan terhadap kelelahan plastis dari suatu campuran aspal atau kemampuan campuran untuk menahan deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas. Nilai stabilitas untuk masing-masing campuran dapat dilihat pada Tabel 7 dan Gambar 4.

TABEL 6. Hasil pengujian berat jenis

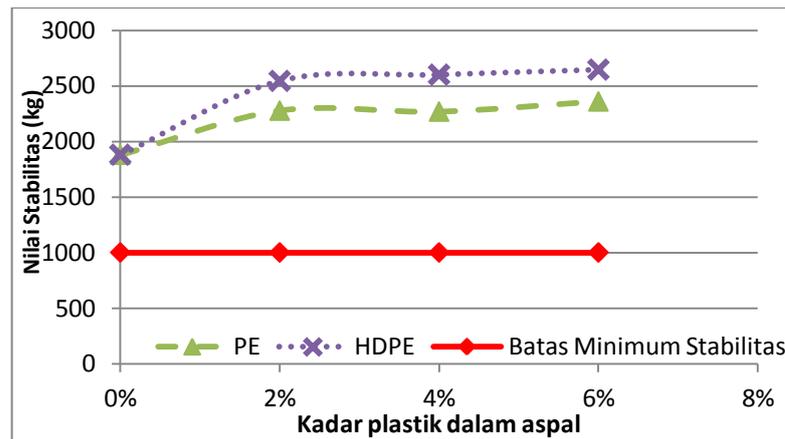
Kadar Plastik	0%	2%	4%	6%
Aspal-PE	1,1	1,11	1,18	1,21
Aspal- HDPE	1,1	1,19	1,23	1,32



GAMBAR 3. Grafik hubungan berat jenis aspal-plastik terhadap kadar plastik dalam aspal

TABEL 7. Nilai Stabilitas

Kadar Plastik (%)	Nilai Stabilitas Campuran (kg)			
	0%	2%	4%	6%
Campuran aspal-PE	1879	2275	2266	2358
Campuran aspal-HDPE	1879	2543	2599	2644



GAMBAR 4. Grafik hubungan stabilitas campuran terhadap variasi kadar plastik dalam aspal

Dari grafik terlihat bahwa penambahan plastik PE dan HDPE pada campuran beraspal dapat meningkatkan nilai stabilitas campuran untuk campuran laston. Campuran aspal dengan plastik PE mempunyai nilai stabilitas yang lebih rendah daripada nilai stabilitas pada campuran aspal dengan HDPE, hal ini disebabkan karena nilai penetrasi dari aspal dengan HDPE lebih rendah bila dibandingkan dengan nilai penetrasi aspal dengan PE. Pada campuran laston nilai stabilitas tertinggi dicapai pada campuran HDPE dan PE sebanyak 6% yakni sebesar 2644 kg dan 2358 kg. Berdasarkan Bina Marga (RSNI-03-1737-1989), persyaratan untuk nilai stabilitas yaitu minimal 1000 kg, sehingga dari campuran-campuran tersebut memenuhi syarat minimal untuk stabilitas.

Semakin bertambahnya kadar plastik yang digunakan, maka akan semakin rendah

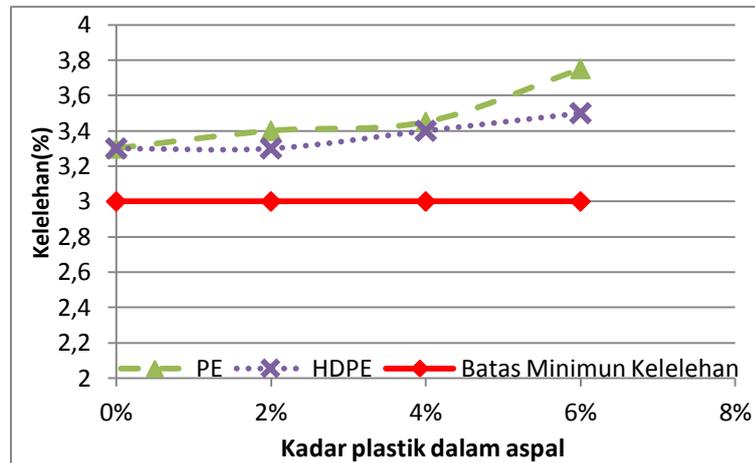
penetrasi yang dihasilkan. Nilai penetrasi yang rendah mengakibatkan nilai stabilitas yang didapat tinggi, sehingga akan menyebabkan perkerasan akan menjadi kaku dan mudah retak akibat beban lalu lintas. Demikian pula sebaliknya, jika nilai stabilitas yang dihasilkan terlalu rendah kan menyebabkan mudahnya terjadi deformasi.

2. Kelelahan

Kelelahan menunjukkan deformasi benda uji akibat pembebanan. Nilai kelelahan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain gradasi, kadar aspal, bentuk dan permukaan agregat. Nilai ini langsung dapat dibaca dari pembacaan arloji kelelahan (*flow*) saat pengujian *Marshall*. Nilai *flow* pada arloji dalam satuan *inch*, maka harus dikonversikan dalam satuan millimeter. Hasil kelelahan ditunjukkan dalam Tabel 8 dan Gambar 5.

TABEL 8. Nilai kelelehan

Kadar Plastik (%)	Nilai <i>Flow</i> (mm)			
	0%	2%	4%	6%
Campuran aspal-PE	3,3	3,4	3,45	3,75
Campuran aspal-HDPE	3,3	3,3	3,4	3,5



GAMBAR 5. Grafik hubungan kelelehan campuran terhadap variasi kadar plastik dalam aspal

Penggunaan PE dan HDPE dalam campuran laston cenderung menaikkan nilai kelelehan. Nilai kelelehan tertinggi dihasilkan pada campuran aspal-plastik dengan prosentase plastik PE maupun HDPE sebesar 6%. Semakin banyak kadar plastik yang digunakan dalam campuran aspal akan mengakibatkan mengentalnya campuran aspal-plastik, hal ini lah yang menjadi penyebab mengapa hasil kelelehan (flow) meningkat dengan bertambahnya kadar plastik yang dicampurkan.

Nilai kelelehan campuran aspal-PE kecenderungannya lebih tinggi bila dibandingkan dengan campuran aspal-HDPE, hal ini dikarenakan HDPE mempunyai nilai penetrasi yang lebih rendah dari pada plastik PE sehingga plastik HDPE mempunyai karakteristik fisik yang lebih keras dari plastik

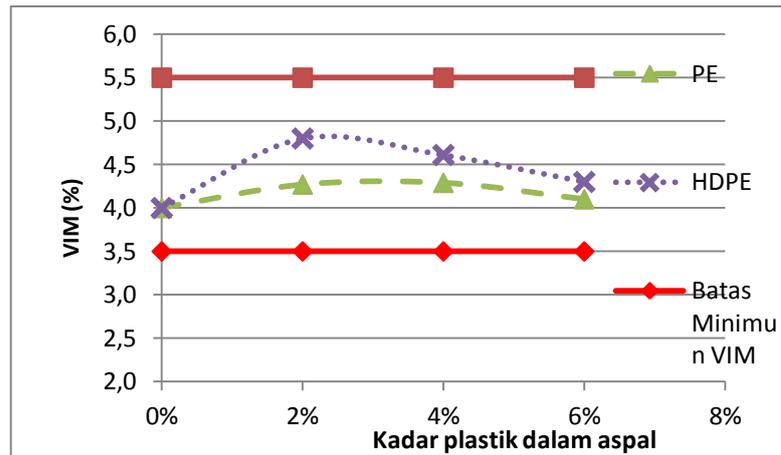
PE. Nilai kelelehan yang disyaratkan tidak boleh lebih kecil dari 3 mm, sehingga dari pengujian kelelehan baik untuk campuran aspal-PE dan aspal HDPE memberikan hasil yang memenuhi standar.

3. Void in the mix (VIM)

Nilai VIM menunjukkan nilai persentase rongga dalam suatu campuran aspal. Nilai VIM berpengaruh terhadap nilai dari durabilitas, semakin besar nilai VIM menunjukkan campuran bersifat keropos (*porous*). Proses ini mengakibatkan udara dan air mudah masuk ke dalam lapis perkerasan sehingga berakibat meningkatkan proses oksidasi yang dapat mempercepat penuaan aspal. Spesifikasi dari VIM berkisar antara 3%-6%. Hasil nilai VIM ditunjukkan pada Tabel 9 dan Gambar 6.

TABEL 9. Nilai VIM

Kadar Plastik (%)	Nilai VIM (%)			
	0%	2%	4%	6%
Campuran aspal-PE	4,0	4,3	4,3	4,1
Campuran aspal-HDPE	4,0	4,8	4,6	4,3



GAMBAR 6. Grafik hubungan VIM terhadap variasi kadar plastik dalam aspal

Dari grafik terlihat bahwa penambahan plastik PE dan HDPE pada campuran laston dapat menurunkan nilai VIM. Hal ini disebabkan karena semakin bertambahnya kadar plastik yang digunakan, maka akan semakin kental campuran aspal plastik saat dipanaskan. Hal ini menyebabkan sulitnya campuran aspal-plastik tersebut masuk ke rongga dalam campuran. Sehingga nilai VIM yang dihasilkan akan semakin rendah. Nilai VIM yang sangat kecil mengakibatkan lapisan kedap air dan udara tidak masuk ke dalam campuran. Penggunaan aspal yang cukup banyak mempengaruhi nilai VIM yang kecil. Jika nilai VIM kecil serta kadar aspal yang digunakan cukup tinggi, maka kemungkinan terjadinya *bleeding* besar. Dari hasil yang didapat dalam Tabel 9, dapat dilihat bahwa campuran aspal dengan plastik PE lebih cenderung memberikan hasil VIM lebih rendah dari pada campuran aspal dengan HDPE, hal

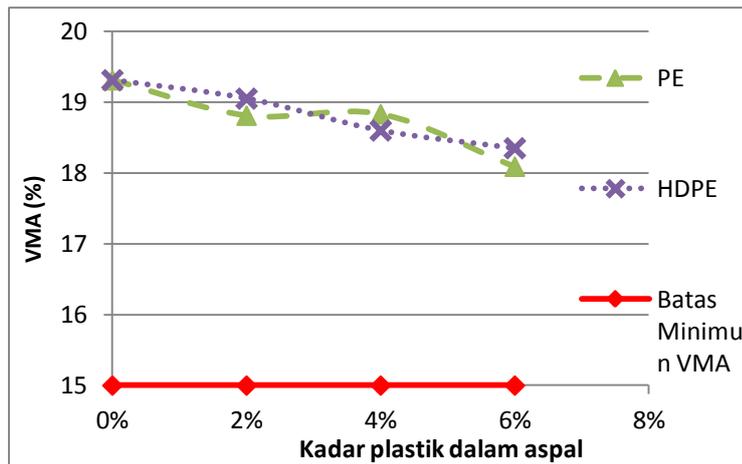
ini dikarenakan plastik PE lebih rendah titik lelehnya dibanding plastik HDPE, sehingga aspal yang dicampur dengan plastik PE akan lebih encer pada saat dicampur dengan suhu tertentu sehingga lebih mudah masuk ke rongga-rongga dalam campuran.

4. Void in mineral aggregate (VMA)

VMA adalah volume rongga yang terdapat di antara partikel agregat suatu campuran beraspal yang telah dipadatkan. VMA atau yang lebih dikenal dengan rongga dalam agregat merupakan salah satu parameter penting dalam rancangan campuran aspal, karena pengaruhnya terhadap ketahanan dari campuran aspal. VMA menunjukkan banyaknya % aspal dari rongga yang terisi aspal. Nilai hasil pengujian VMA ditunjukkan pada Tabel 10 dan Gambar 7.

TABEL 10. Nilai VMA

Kadar Plastik (%)	Nilai VMA (%)			
	0%	2%	4%	6%
Campuran aspal-PE	19,31	18,81	18,83	18,09
Campuran aspal-HDPE	19,31	19,05	18,60	18,35



GAMBAR 7. Grafik hubungan VMA terhadap variasi kadar plastik dalam aspal

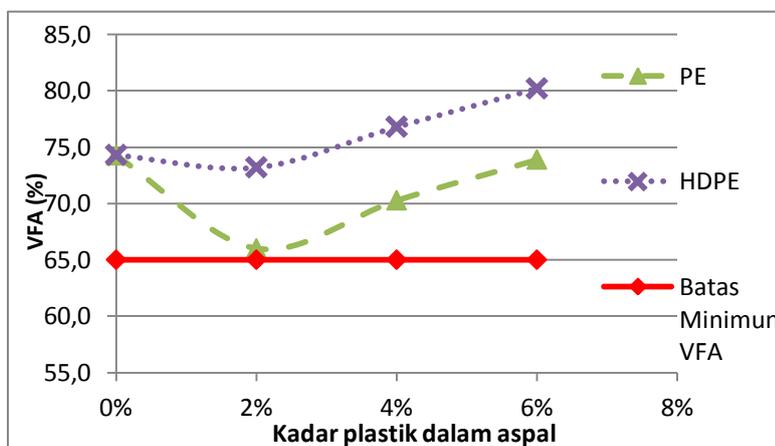
Dari hasil analisis, semakin bertambahnya kadar plastik PE dan HDPE yang digunakan dalam campuran akan memberikan nilai VMA yang semakin menurun, hal ini menunjukkan bahwa bertambahnya kadar plastik sebagai bahan campuran aspal ke dalam campuran laston, memberikan pengaruh terhadap berat isi campuran yang nilainya cenderung bertambah dan mengakibatkan penurunan nilai VMA. Nilai VMA yang disyaratkan sebesar 15%, dari hasil pengujian menunjukkan bahwa semua data masuk spesifikasi yang disyaratkan.

5. Void fill with asphalt (VFA)

Rongga dalam campuran terjadi akibat adanya ruang sisa antar butiran penyusun campuran. Rongga ini dalam kondisi kering akan diisi oleh udara dan dalam kondisi basah akan diisi oleh air. Kriteria VFA bertujuan untuk menjaga keawetan campuran beraspal dengan memberi batasan yang cukup. Hasil nilai VFA dapat dilihat pada tabel 11 dan gambar 8.

TABEL 11. Nilai VFA

Kadar Plastik (%)	Nilai VFA (%)			
	0%	2%	4%	6%
Campuran aspal-PE	74,3	66,0	70,3	73,9
Campuran aspal-HDPE	74,3	73,2	76,8	80,2



GAMBAR 8. Grafik hubungan VFA terhadap variasi kadar plastik dalam aspal

Penggunaan plastik PE dan HDPE sebagai bahan campuran pada aspal cenderung meningkatkan nilai VFA seperti yang terlihat di grafik di atas. Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa dengan bertambahnya kadar plastik sebagai bahan campuran aspal pada campuran laston, akan mengakibatkan semakin mengecilnya rongga dalam campuran akibat berat jenis aspal semakin meningkat. Bertambahnya nilai VFA pada penelitian ini diakibatkan oleh mengecilnya rongga dalam campuran (VIM) yang merupakan bagian dari pembagi dalam menentukan nilai VFA. Nilai minimal VFA sesuai dengan spesifikasi yang ada sebesar 65%, sehingga dari hasil pengujian yang didapatkan menunjukkan bahwa nilai VFA memenuhi standar.

Perbandingan nilai VFA untuk campuran dengan plastik PE dan plastik HDPE menunjukkan bahwa campuran dengan plastik

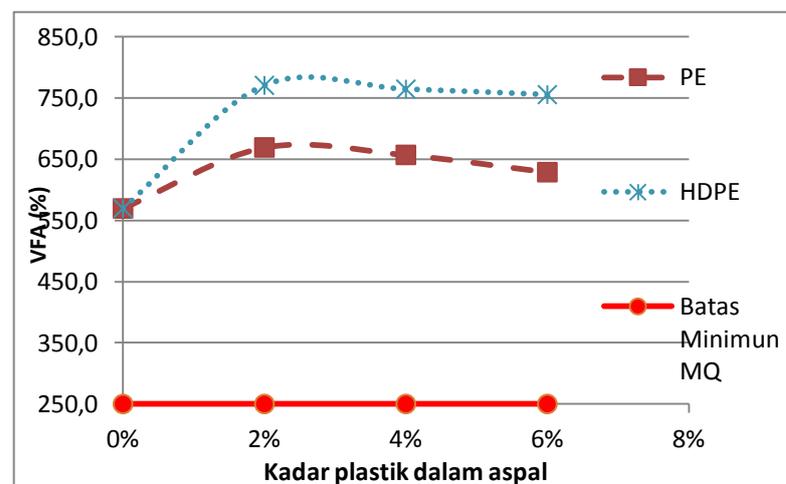
HDPE memberikan nilai VFA lebih besar dari pada campuran dengan plastik PE, hal ini dikarenakan nilai VIM untuk campuran aspal dengan plastik HDPE lebih tinggi daripada nilai VIM dengan campuran aspal plastik PE sehingga rongga yang terisi aspal juga lebih tinggi campuran aspal-PE dibandingkan campuran aspal-HDPE.

6. Marshall Quotient

MQ dihitung sebagai rasio dari stabilitas terhadap kelelahan yang digunakan sebagai indikator kekakuan campuran. Semakin tinggi nilai MQ suatu campuran, maka semakin kaku campuran tersebut. Semakin rendah nilai MQ suatu campuran, maka resiko yang memungkinkan adalah retak permukaan dan pergerakan horizontal pada arah perjalanan. Hasil untuk pengujian MQ tersebut dapat dilihat pada Tabel 12 dan Gambar 9.

TABEL 12. Nilai VFA

Kadar Plastik (%)	Nilai MQ (kg/mm)			
	0%	2%	4%	6% PE
Campuran aspal-PE	569,39	669,12	656,88	628,67
Campuran aspal-HDPE	569,39	770,45	764,34	755,36



GAMBAR 9. Grafik hubungan VFA terhadap variasi kadar plastik dalam aspal

Dari grafik di atas terlihat bahwa penambahan PE dan HDPE pada campuran lataston cenderung menurunkan nilai MQ. Nilai MQ tertinggi terjadi pada campuran lataston dengan menggunakan kadar plastik PE maupun HDPE sebesar 2% yaitu sebesar 669,12 kg/mm dan 770,45 kg/mm. Pada grafik di atas menunjukkan bahwa semua campuran Lataston untuk berbagai variasi penggunaan PE dan HDPE memenuhi syarat yang ditetapkan untuk nilai MQ yaitu lebih dari 250 kg/mm.

Hasil bagi *Marshall* atau *Marshall Quotient* (MQ) adalah perbandingan antara nilai stabilitas dan nilai kelelahan (flow) yang juga merupakan indikator terhadap kekakuan campuran secara empiris. Jika stabilitas naik dengan nilai *flow* menurun maka MQ menjadi lebih baik. Tidak ada pembatas spesifikasi sampai dimana besar angka MQ, sehingga dapat dikatakan dengan bertambahnya kadar plastik ke dalam campuran akan memperbaiki konstruksi tersebut dari segi MQ. Perbandingan nilai MQ untuk campuran aspal-PE dan aspal-HDPE menunjukkan bahwa campuran aspal-HDPE memberikan nilai MQ yang lebih tinggi, hal ini dikarenakan nilai stabilitas dari campuran aspal-HDPE lebih tinggi dari campuran aspal-PE.

KESIMPULAN

Pertumbuhan pesat jumlah penduduk yang diiringi dengan peningkatan jumlah konsumsi berbagai hal, seperti penggunaan agregat alam dalam bidang konstruksi sudah seharusnya dicarikan solusi untuk mendapatkan agregat alternatif. Selain itu, konsumsi plastik yang menghasilkan limbah plastik dalam jumlah besar tidak berbanding lurus dengan pemanfaatan limbah plastik. Penelitian ini mencoba menggunakan limbah plastik jenis *Polyethylene (PE)* dan *High Density Polyethylene (HDPE)* sebagai pengganti sebagian aspal untuk campuran lataston dalam kadar 0%, 2%, 4% dan 6%.

Penggunaan PE dan HDPE pada jenis ini memberikan pengaruh pada campuran lataston terhadap berbagai karakteristik Marshall yakni untuk nilai stabilitas, kelelahan dan VFA yang cenderung mengalami peningkatan, sedangkan nilai Flow, VIM, VMA dan MQ yang cenderung mengalami penurunan. Pengaruh campuran aspal-HDPE memberikan nilai atau

hasil karakteristik Marshall yang lebih bagus dibandingkan campuran aspal-PE.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih penulis ucapkan sebesar-besarnya kepada Nina oftiana dan Pepi Nega Akmus yang telah memberikan kontribusi dalam penyelesaian jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Hadidy, A.I dan Qiu, T.Y. (2008), *Effect of Polyethylene on Life Flexible Pavements, Construction and Building Materials*.
- Anita R. (2010), *Utilizing High Density Polyethylene (HDPE) Synthetic Aggregate as a Chip Sealing Material in Improving Skid Resistance, Semesta Teknik*, Vol. 13, No. 2, 1-11, November 2010
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 03-1737-1989. *Tata Cara Pelaksanaan Lapis Aspal Beton untuk Jalan Raya*
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 03-1969-1990, *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat kasar*
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 03-2417 19991, *Metode Pengujian Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles*
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 06-2432-1991, *Metode Pengujian Daktilitas Bahan-bahan aspal*
- Billmeyer, W. F. (1994). *Textbook of Polymer Science*. 3rd Edition, Jhon Wiley & Son, New York
- Bina Marga (1995), *Syarat Gradasi Bahan pengisi Campuran Aspal*, Jakarta.
- Bina Marga, (1999), *Pedoman Campuran Beraspal dengan Pendekatan Kepadatan Mutlak*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum
- Catt, O.V., 2004. Investigation of polymer modified asphalt by shear and tensile compliances. Material Characterization for Inputs into AASHTO 2002 Guide Session of the 2004 Annual Conf. Transportation Assoc. Canada, Québec City, Québec.

- Coplantz, J.S. et al., 1993. Review of relationships between modified asphalt properties and pavement performance. SHRP-A-631, Strategic Highway Res. Program, National Res. Council Washington, USA.
- Departemen Pekerjaan Umum (2006), *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) untuk Jalan Raya*, Jakarta.
- Mohammad T.A. & Lina S. (2007), *The Use of Polyethylene in Hot Asphalt Mixtures*, *American Journal of Applied Sciences* 4 (6): 390-396.
- Saez-alvan, L.D.P, et al., 2003. Mechanical behavior of asphalt mixtures in regions of low temperature and altitude above 3800 meters, 2003 Int. Conf. Airports: Planning, Infrastructure & Environ. Rio De Janeiro – RJ-Brazil - June 8 – 11

PENULIS:

Anita Rahmawati

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik,
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Jalan
Lingkar Selatan, Tamantirto, Kasihan, Bantul
55183.

Email: anita_ygy@yahoo.com