

Pengaruh Penambahan Plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) dan *Low Density Polyethylene* (LDPE) Terhadap Karakteristik Campuran Aspal AC-WC Menggunakan Metode Kering

The Additional Plastic's Effect of High Density Polyethylene (HDPE) and Low Density Polyethylene (LDPE) on the Characteristics of Mixture Aspal AC-WC Using Dry Method

Abd Latif^{1*}, Arief Setiawan²

^{1,2}Universitas Tadulako, Kampus Bumi Tadulako

*corr_author: 17abdlatif@gmail.com

ABSTRAK

Perkerasan lentur memiliki beberapa kelemahan diantaranya mengalami deformasi permanen yang disebabkan adanya tekanan terlalu berat serta frekuensi lalu lintas berlebihan, sehingga dibutuhkan bahan tambahan dalam campuran aspal, salah satu bahan tambahan yang dapat digunakan adalah polimer. Penelitian ini menggunakan polimer bekas dari jenis plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) dan *Low Density Polyethylene* (LDPE) dengan metode pencampuran cara kering (*Dry Process*). Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui lebih lanjut dampak dari penggunaan limbah plastik pada campuran Laston AC-WC terhadap karakteristik campuran aspal, adapun manfaatnya yaitu untuk mengurangi beban limbah dengan memperluas pemakaian limbah plastik serta meningkatkan karakteristik campuran aspal.. Pembuatan benda uji aspal Modifikasi dibuat dengan mencampurkan agregat terselimuti 50% dan 100% plastik terhadap kadar aspal optimum yang telah ditentukan, adapun hasil hasil pengujian diperoleh Kadar Aspal Optimum sebesar 5,8%. Pada penyelimutan agregat menggunakan plastik, nilai Kepadatan, rongga antara agregat, Rongga Terisi Aspal dan kelelahan mengalami perubahan tetapi masih memenuhi spesifikasi. Pengaruh penyelimutan agregat menggunakan plastik pada nilai stabilitas, semakin meningkat seiring bertambahnya persentase penyelimutan, nilai maksimal peningkatan stabilitas terjadi pada penambahan 15 gram atau penyelimutan 100% agregat menggunakan plastik LDPE dengan nilai 1121,06 kg dari 947,44 kg tanpa penyelimutan plastik atau naik sebesar 18,325%, ini menunjukkan penambahan penyelimutan agregat menggunakan plastik dapat meningkatkan ketahanan terhadap deformasi permanen dengan meningkatkan nilai stabilitas pada campuran aspal.

Kata Kunci: Aspal, *High Density Polyethylene* (HDPE), *Low Density Polyethylene* (LDPE), Metode kering, Marshall

ABSTRACT

Flexible pavement has several weaknesses including experiencing permanent deformation caused by too much pressure and excessive traffic frequency, so that additional materials are needed in the asphalt mixture, one of the additional materials that can be used is polymer. This research uses used polymer from a type of plastic High Density Polyethylene (HDPE) and Low Density Polyethylene (LDPE) with the dry mixing method (Dry Process). The purpose of this research is to find out more about the impact of using plastic waste in the Laston AC-WC mixture on permanent deformation, while the benefits are to reduce the

waste load by expanding the use of plastic waste and improving the characteristics of the asphalt mixture. Manufacture of Modified asphalt test specimens was made by mixing 50% covered aggregate and 100% plastic against the optimum asphalt content that had been determined, while the test results obtained Optimum Asphalt Content of 5.8%. In covering aggregates using plastic, the Density values, voids between aggregates, Cavities Filled with Asphalt and melting have changed but still meet specifications. The effect of covering aggregate using plastic on the stability value increases with increasing percentage of covering, the maximum value of increasing stability occurs at the addition of 15 grams or covering 100% of the aggregate using LDPE plastic with a value of 1121.06 kg from 947.44 kg without plastic covering or an increase of 18.325%, this shows that the addition of aggregate coating using plastic can increase the resistance to permanent deformation by increasing the stability value of the asphalt mixture.

Keywords: *Asphalt, High Density Polyethylene (HDPE), Low Density Polyethylene (LDPE), Dry Method, Marshall*

PENDAHULUAN

Perkerasan lentur tentu memiliki beberapa kelemahan di antaranya mengalami deformasi permanen yang disebabkan adanya tekanan terlalu berat serta frekuensi lalu lintas berlebih yang diakibatkan kendaraan atau beban yang berada di atasnya. Keretakan maupun kerusakan dapat juga disebabkan karena tererosi akibat kikisan air (Brown, 1990). Kerusakan dan penurunan kekuatan perkerasan lentur juga dapat diakibatkan rendahnya keawetan di dalam lapisan Aus dan bahan pengikat aspal itu sendiri, sehingga dibutuhkan bahan tambahan dalam campuran aspal. Salah satu bahan tambahan yang dapat digunakan adalah polimer (Rizqa, 2018). Saat ini pemanfaatan bahan limbah dalam konstruksi perkerasan jalan banyak mendapat perhatian untuk mengkonsumsi bahan limbah tersebut tanpa mengurangi kualitas perkerasan jalan. (Ma & Huang, 2022; Ma *et al.*, 2022)

Polimer merupakan suatu rantai berulang dari atom yang panjang, terbentuk dari pengikat yang berupa molekul identik yang disebut monomer. Polimer lebih dikenal dalam bentuk plastik (Rizqa, 2018). Sampah plastik merupakan bahan yang tidak dapat terurai secara hayati dan para peneliti menemukan bahwa bahan tersebut dapat bertahan di bumi selama 4500 tahun tanpa mengalami degradasi (Gawande, 2013). Saat Indonesia merupakan penghasil sampah plastik terbesar kedua setelah Cina. Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), Indonesia menghasilkan sampah sebanyak 68,5 juta ton pada tahun 2021. Dari total tersebut, sebanyak 17% atau sekitar 11,6 juta ton merupakan sampah plastik. Di Sulawesi Tengah jumlah timbulan sampah plastik tahunan tercatat sebanyak 27 ribu ton, khusus Kota Palu menyumbang timbulan sampah plastik tahunan sebanyak 8.8 ribu ton.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dilakukan penelitian dengan memodifikasi aspal dengan polimer. Aspal polimer adalah sesuatu material yang dihasilkan dari modifikasi aspal dengan polimer. Nilai stabilitas aspal modifikasi polimer semakin meningkat seiring bertambahnya persentase substitusi kombinasi limbah plastik dengan metode pencampuran basah (A priliyani, 2016). Dalam proses pencampuran plastik metode basah (*Wet Process*), polimer dicampur dengan aspal pada suhu tinggi untuk menghasilkan pengikat aspal sebelum dicampur dengan agregat (Ghuzlan *et al.*, 2013), dapat menyebabkan aspal lebih getas dan tidak memenuhi persyaratan lagi. Ini didukung dengan penelitian yang di lakukan A priliyani (2016) nilai daktalitas semakin menurun seiring bertambahnya persentase limbah plastik ke dalam aspal. Dalam proses pencampuran metode kering (*Dry process*), plastik daur ulang ditambahkan langsung ke dalam campuran baik sebagai pengganti agregat atau pengubah campuran (Movilla-Quesada *et al.*, 2019). Ini menunjukkan bahwa agregat yang telah terselimuti kuat dan tahan

untuk tidak mengalami keausan atau kehancuran selama proses pencampuran, penghamparan, dan pemadatan. Ini dikarenakan agregat terbungkus oleh plastik sehingga mengurangi terjadinya pemecahan pada partikel agregat. (Thanaya *et al.*, 2019). Proses kering berlaku untuk semua jenis plastik untuk mengurangi *rutting* (tingkat kerusakan alur) dan ketahanan kelembaban perkerasan aspal. Plastik dengan titik leleh tinggi biasanya digunakan sebagai substitusi agregat, sedangkan plastik dengan titik leleh rendah dapat membentuk lapisan tipis untuk meningkatkan daya rekat antara aspal, plastik, dan agregat (Ma *et al.*, 2021). Agregat berlapis plastik dengan karakteristik fisik dan permukaan yang berpotensi ditingkatkan (Modarres & Hamed, 2014)

Sehingga dalam penelitian ini, digunakan plastik dari bahan polimer bekas dari jenis plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) berupa botol sampo dan *Low Density Polyethylene* (LDPE) berupa plastik pembungkus dengan metode pencampuran cara kering (*Dry Process*).

METODE PENELITIAN

1. Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji untuk menentukan PKAO dilakukan dengan membuat sampel pengujian aspal konvensional, pada pengujian ini dibuat dengan 5 variasi, yaitu kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, dan 6,5% masing-masing 3 buah benda uji, sehingga terdapat 15 buah benda uji.

Pembuatan benda uji untuk menentukan KAO dilakukan dengan membuat sampel pengujian aspal konvensional, berdasarkan kadar aspal yang telah diperoleh pada pengujian PKAO, pada pengujian ini kadar aspal yang diperoleh adalah 5,8%, dibuat sebanyak 3 buah benda uji untuk pengujian Marshall, serta 3 buah benda uji untuk pengujian Marshall sisa, sehingga terdapat 6 buah benda uji.

Proses penyelimutan agregat dilakukan dengan menambahkan hasil pecahan plastik ke dalam agregat panas. Untuk pencampuran, hanya agregat kasar saja yang terlebih dahulu dipanaskan (tertahan No.4), ini bertujuan untuk menghindari gumpalan antara agregat halus dengan plastik, kemudian agregat kasar dipanaskan hingga mencapai suhu pencampuran yang didapat dari pengujian titik lembek, dalam proses penambahan plastik dimasukkan secara bertahap, pada proses ini plastik dibagi menjadi beberapa bagian untuk mengurangi gumpalan antar plastik, setelah plastik ditaburkan, tutup dan diamankan selama kurang lebih 30 detik agar plastik meleleh merata, untuk proses pencampuran, agregat diaduk dan ditekan-tekan agar plastik dapat melekat pada permukaan agregat.

Pembuatan benda uji aspal Modifikasi dibuat dengan mencampurkan agregat terselimuti 50% dan 100% plastik terhadap kadar aspal optimum yang telah didapatkan, untuk masing-masing plastik HDPE dan plastik LDPE. Benda uji dibuat sebanyak 6 buah tiap variasi sampel pengujian. Sehingga total sampel sampai tahap ini sebanyak 45 buah benda uji.

Semua benda uji dilakukan pemadatan standar dengan alat Marshall Otomatis Compactor dengan jumlah 2 x 75 kali tumbukan.

2. Bahan

a. Plastik

Proses pencampuran dilakukan dengan menyiapkan potongan plastik tipis berukuran < 10 mm. Sebelum digunakan plastik terlebih dahulu melalui proses pencacahan menggunakan mesin pencacah plastik dengan saringan 9,5 mm. Adapun hasil pecahan plastik dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2 dan hasil pengujian titik lembek dapat dilihat pada Tabel 3, Gambar 1 menunjukkan lokasi pengambilan plastik.

Tabel 1. Hasil Pecahan Plastik HDPE

No	Ukuran saringan	Ukuran (mm)	Berat tertahan (gr)	Kumulatif tertahan (gr)	% lolos	Spesifikasi (% lolos)	Keterangan
1	3/8"	9,50	5,76	5,76	99,16	Min. 100	Tidak memenuhi
2	No. 4	4,75	208,6	214,36	68,66	Min. 90	Tidak memenuhi
3	Pan	-	469,6	683,96	0,00	-	

Pada tabel 1 Jumlah lolos saringan plastik HDPE 3/8" dan No. 4 tidak memenuhi, yaitu berturut-turut 99,16% dan 68,66% dengan minimal spesifikasi >100% dan >90%.

Tabel 2. Hasil Pecahan Plastik LDPE

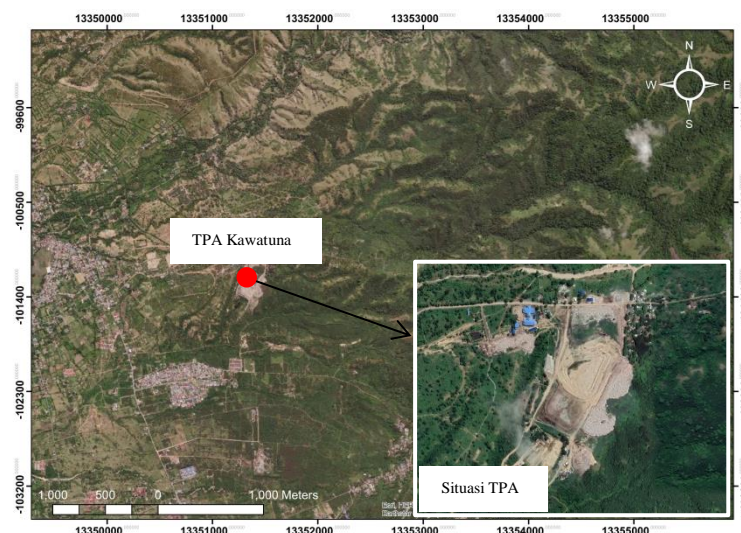
No	Ukuran saringan	Ukuran (mm)	Berat tertahan (gr)	Kumulatif tertahan (gr)	% lolos	Spesifikasi (% lolos)	Keterangan
1	3/8"	9,50	5,79	5,79	97,79	Min. 100	Tidak memenuhi
2	No. 4	4,75	23,96	29,75	88,64	Min. 90	Tidak memenuhi
3	Pan	-	232,24	261,99	0,00	-	

Pada tabel 2 jumlah lolos saringan plastik LDPE 3/8" dan No. 4 tidak memenuhi, yaitu berturut-turut 97,79% dan 88,64% dengan minimal spesifikasi >100% dan >90%. Sehingga kedua plastik perlu melalui penyaringan.

Tabel 3. Titik Leleh Plastik

No	Plastik	Suhu (°C)
1	High Density Polyethylene	200
2	Low Density Polyethylene	180

Pada percobaan pengujian titik leleh, didapatkan titik leleh untuk plastik HDPE $\geq 200^{\circ}\text{C}$ dan plastik LDPE $\geq 180^{\circ}\text{C}$ sehingga kedua suhu tersebut akan digunakan dalam pencampuran penyelimutan agregat menggunakan plastik

**Gambar 1. Tempat Pembuangan Akhir Kawatuna**

Gambar 1 merupakan lokasi pengambilan sampah plastik dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Kawatuna, yang terletak di Kelurahan Kawatuna, Kecamatan Mantikulore, Kota Palu, Provinsi Sulawesi Tengah.

b. Agregat

Sebelum digunakan agregat terlebih dahulu melalui proses pengujian, Tabel 4, Tabel 5 dan Tabel 6 menunjukkan sifat fisik agregat dalam berbagai jenis fraksi, Tabel 4 dan Gambar 2 menunjukkan gradasi gabungan agregat, Gambar 3 menunjukkan lokasi pengambilan agregat.

Tabel 4. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat

Fraksi	Standar	Berat Jenis (gr/cm ³)	Penyerapan(%)	Spesifikasi	
				Berat Jenis (gr/cm ³)	Penyerapan(%)
3/4"	(SNI1969:2016)	2,707	1,341	>2,5	< 2
3/8"	(SNI1969:2016)	2,695	0,838	>2,5	< 2
Abu batu	(SNI1970:2016)	2,547	1,340	>2,5	< 2

Tabel 5. Pemeriksaan Bahan Lolos Saringan No.200

Fraksi	Standar	Satuan	Hasil	Spesifikasi
3/4"	ASTM C117-2004,IDT	%	0,506	> 1
3/8"	ASTM C117-2004,IDT	%	0,958	> 1
Abu Batu	ASTM C117-2004,IDT	%	9,656	> 10

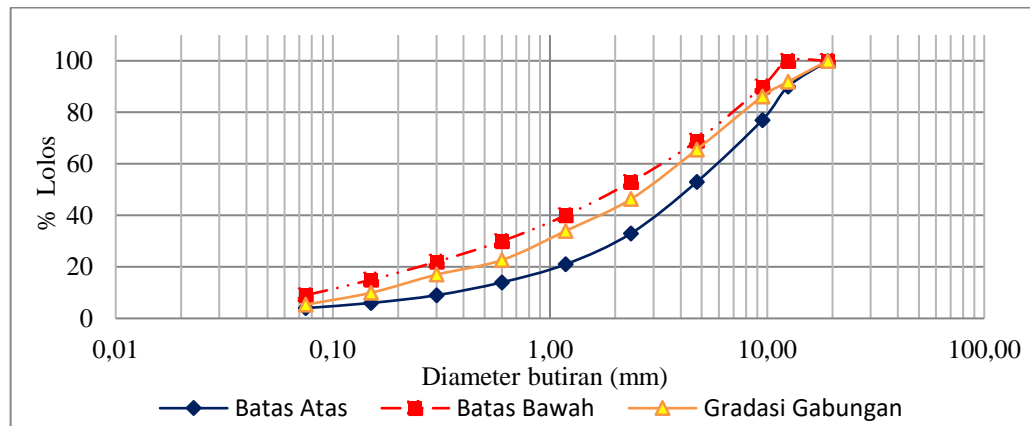
Tabel 6. Pemeriksaan Abrasi

Fraksi	Standar	Satuan	Hasil	Spesifikasi
3/4"	SNI 2417:2008	%	22,004	< 30
3/8"	SNI 2417:2008	%	24,128	< 30

Pada Tabel 4, 5, dan 6 dapat dilihat bahwa Hasil pengujian berat jenis agregat, pemeriksaan bahan lolos saingan no.200 dan pemeriksaan abrasi telah memenuhi syarat dan ketentuan Spesifikasi Umum Bina Marga Revisi II Tahun 2018 (Tabel 7).

Tabel 7. Gradasi Gabungan

Ukuran Saringan	Ukuran (mm)	Fraksi 3/4 "		Fraksi 3/8 "		Abu batu		Gradasi Gabungan	Spesifikasi Bina Marga 2018
		% lolos	17%	% lolos	33%	% lolos	50%		
3/4 "	19,00	100,00	17,00	100,00	33,00	100,00	50,00	100,00	100,00
1/2 "	12,50	52,68	8,96	99,77	32,92	100,00	50,00	91,88	90 - 100
3/8 "	9,50	20,01	3,40	99,26	32,76	100,00	50,00	86,16	77 - 90
#4	4,75	0,98	0,17	46,70	15,41	100,00	50,00	65,58	53 - 69
#8	2,36	0,86	0,15	0,91	0,30	91,76	45,88	46,33	33 - 53
#16	1,18	0,84	0,14	0,76	0,25	67,12	33,56	33,95	21 - 40
#30	0,60	0,82	0,14	0,74	0,25	44,54	22,27	22,65	14 - 30
#50	0,30	0,79	0,14	0,72	0,24	33,23	16,62	16,99	9 - 22
#100	0,15	0,71	0,12	0,68	0,22	19,24	9,62	9,96	6 - 15
#200	0,08	0,07	0,01	0,47	0,16	10,37	5,19	5,35	4 - 9
PAN	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-



Gambar 2. Gradasi gabungan agregat

Gambar 3 merupakan lokasi pengambilan material agregat yang berada di pabrik pengolahan batu PT. Hasal Logam Utama yang terletak di Kelurahan Watusampu, Kecamatan Ulujadi, Kota Palu, Provinsi Sulawesi Tengah.

c. Aspal

Sebelum digunakan aspal terlebih dahulu melalui pengujian, Tabel 8 menunjukkan sifat fisik aspal yang digunakan.

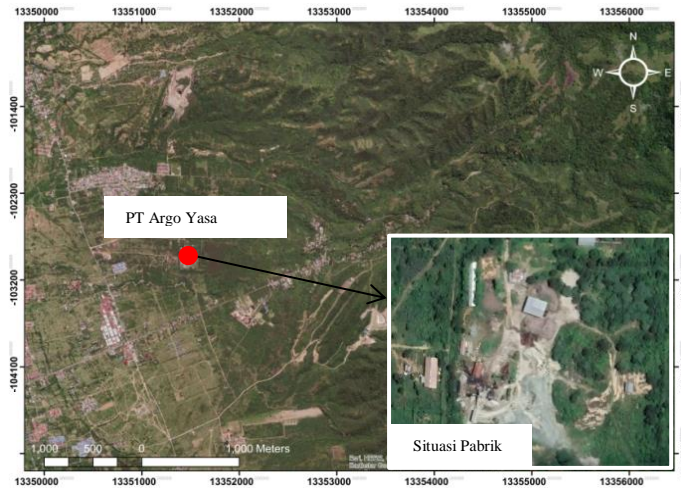


Gambar 3. Tambang Batu Pecah PT Hasal Logam Utama

Tabel 8. Hasil Pengujian Sifat Fisik Aspal

Pemeriksaan	Standar	Satuan	Hasil	Spesifikasi Pen. 60-70
Penetrasi pada 25°C	SNI 2456:2011	0,1 mm	65,33	60-70
Titik Lembek	SNI 2434:2011	gr/cm ³	49,75	>48
Daktalitas pada 25°C	SNI 2432 :2011	°C	152	>100
Berat Jenis	SNI 2441: 2011	gr/cm ³	1,039	>1,0
Viskositas 135°C		cSt	587,1	>385

Pada tabel 8 dapat dilihat bahwa Hasil pengujian penetrasi, titik lembek, daktalitas, berat jenis dan viskositas telah memenuhi syarat dan ketentuan Spesifikasi Umum Bina Marga Revisi II Tahun 2018.



Gambar 4. AMP PT Argo Yasa Mandiri

Gambar 4 merupakan lokasi pengambilan Aspal PEN 60/70 dari PT. Agro Yasa Mandiri yang terletak di Kelurahan Ngatabaru, Kecamatan Sigi Biromaru, Kabupaten Sigi, Provinsi Sulawesi Tengah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Penyelimutan Agregat dengan Plastik

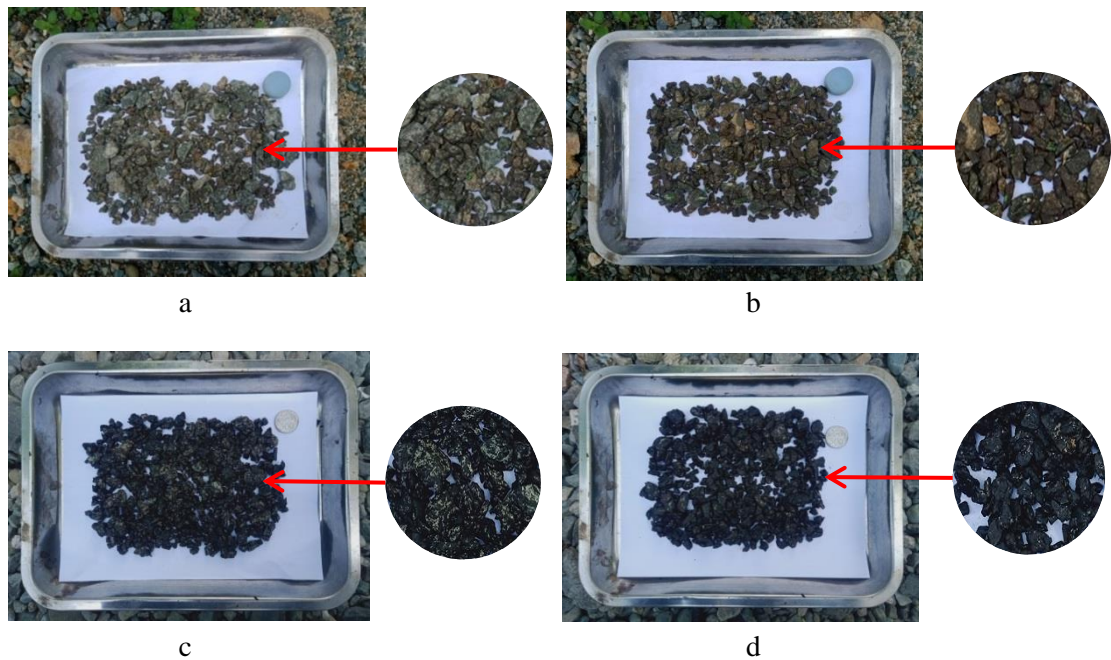
Pada gradasi campuran AC-WC, untuk penyelimutan 100% agregat kasar menggunakan plastik HDPE dan plastik LDPE, setelah diobservasi secara visual diperlukan sebanyak 15 gram yaitu 3,63% cacahan plastik dari berat total agregat kasar. Untuk penyelimutan 50% dapat digunakan setengah bagian dari berat plastik pada penyelimutan 100% yaitu sebanyak 7,5 gram atau 1,81% dari berat total agregat kasar (Gambar 5).

2. Perkiraan Kadar Aspal Optimum

Sebelum menentukan PKAO, terlebih dahulu ditentukan nilai tengah (Pb) sebagai batas penentuan kadar aspal yang akan digunakan dengan rumus:

$$\begin{aligned} Pb &= 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%FF) + K \\ &= 0,035 (53,67) + 0,045 (40,97) + 0,18 (5,35) + 0,5 \\ &= 5,186\% \approx 5,5\% \end{aligned}$$

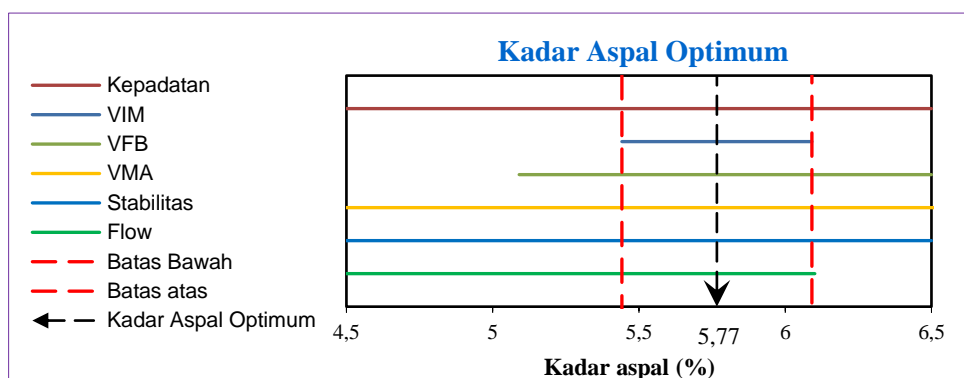
Kadar aspal optimum diperoleh dengan membuat benda uji sebanyak 15 benda uji dengan variasi kadar aspal yang digunakan adalah 4,5%, 5,0%, 5,5%, 6,0% dan 6,5%, masing-masing variasi dibuat sebanyak 3 buah benda uji. Benda uji tersebut dipadatkan dengan menggunakan alat pemadat *Marshall Hammer* dan diuji menggunakan alat uji *Marshall Test* sehingga diperoleh nilai karakteristik campuran aspal, nilai hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 9 serta grafik hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 5. (a) Penyelimutan agregat 50% plastik HDPE, (b) Penyelimutan agregat 100% plastik HDPE (c) Penyelimutan agregat 50% plastik LDPE (d) Penyelimutan agregat 100% plastik LDPE.

Tabel 9. Hasil Pengujian PKAO

Sifat Marshall	Kadar Aspal (%)					Spesifikasi
	4,50	5,00	5,50	6,00	6,50	AC-WC
Density (gr/cc)	2,28	2,32	2,33	2,35	2,37	Min. 2,0
VMA (%)	17,88	16,96	16,92	16,59	16,30	Min. 15
VIM (%)	8,16	6,00	4,82	3,30	1,81	3,0 – 5,0
VFB (%)	54,40	64,64	71,53	80,11	88,90	Min. 65
Stabilitas (kg)	982,44	1037,12	962,44	972,44	927,44	Min. 800
Flow (mm)	3,17	3,47	3,57	4,07	4,17	2,0 – 4,0



Gambar 6. Grafik penentuan kadar aspal optimum

Dari Gambar 6 diperoleh kadar aspal optimum sebesar 5,77 % dan dibulatkan menjadi 5,8% untuk campuran aspal yang digunakan untuk penelitian dalam pembuatan *Asphalt Concrete* (AC).

3. Pemeriksaan Kadar Aspal Optimum dan Aspal Dengan Agregat Terselimuti Plastik

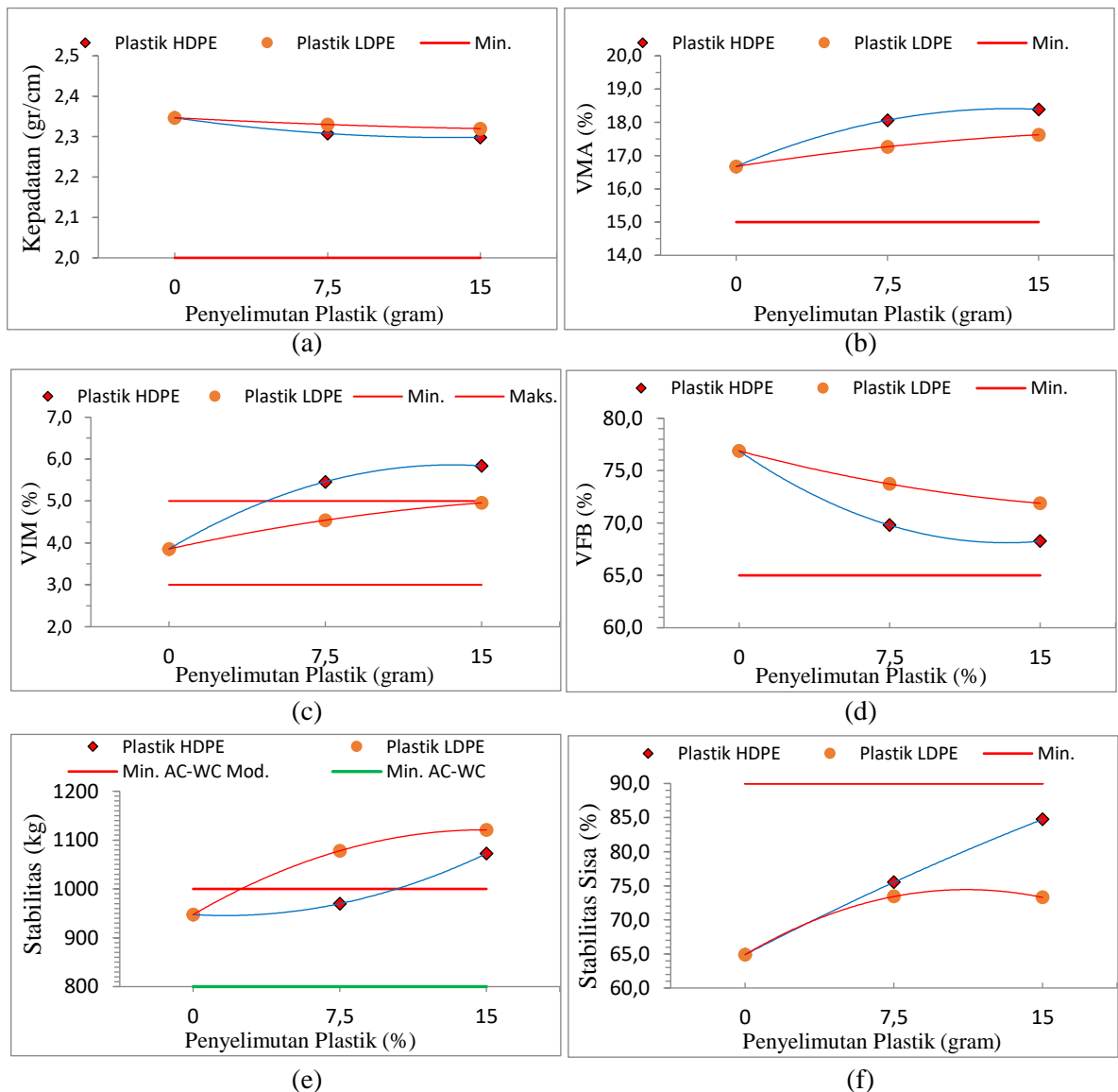
Setelah ditentukan kadar aspal optimum yang digunakan, Selanjutnya dilakukan pengujian dengan menggunakan kadar aspal optimum yang ditambahkan dengan penyelimutan 50% dan 100% plastik, untuk masing-masing plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) dan *Low Density Polyethylene* (LDPE) terhadap karakteristik campuran Laston AC-WC, ketentuan sifat-sifat *Marshall* pada penelitian ini, mengacu pada Spesifikasi Umum Bina Marga Revisi II tahun 2018. Adapun hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 10, Tabel 11, dan Gambar 7.

Tabel 10. Hasil Pengujian Aspal Konvensional dan Aspal Modifikasi HDPE

Sifat <i>Marshall</i>	Penyelimutan Plastik (gram)			Spesifikasi	
	0	7,5	15,0	AC-WC	AC-WC Mod.
<i>Density</i> (gr/cc)	2,35	2,31	2,30	Min. 2,0	
<i>VMA</i> (%)	16,67	18,06	18,39	Min. 15	
<i>VIM</i> (%)	3,86	5,46	5,84	3,0 – 5,0	
<i>VFB</i> (%)	76,88	69,78	68,25	Min. 65	
<i>Stabilitas</i> (kg)	947,44	969,85	1072,27	Min. 800	Min. 1000
<i>Flow</i> (mm)	3,85	3,54	3,94	2,0 – 4,0	
<i>Stabilitas sisa</i> (kg)	66,95	71,60	84,72	Min. 90	

Tabel 11. Hasil Pengujian Aspal Konvensional dan Aspal Modifikasi LDPE

Sifat <i>Marshall</i>	Penyelimutan Plastik (gram)			Spesifikasi	
	0	7,5	15,0	AC-WC	AC-WC Mod.
<i>Density</i> (gr/cc)	2,32	2,33	2,32	Min. 2,0	
<i>VMA</i> (%)	16,67	17,27	17,63	Min. 15	
<i>VIM</i> (%)	3,86	4,54	4,96	3,0 – 5,0	
<i>VFB</i> (%)	76,88	73,72	71,89	Min. 65	
<i>Stabilitas</i> (kg)	947,44	1078,07	1121,07	Min. 800	Min. 1000
<i>Flow</i> (mm)	3,85	3,34	3,61	2,0 – 4,0	
<i>Stabilitas sisa</i> (%)	66,95	73,47	72,82	Min. 90	



Gambar 7. Hasil pengujian terhadap penyelimutan plastik pada: (a) kepadatan, (b) VMA, (c) VIM, (d) VFB, (e) stabilitas, (f) stabilitas sisa

a. Kepadatan

Nilai kepadatan campuran mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya persentase penyelimutan agregat menggunakan plastik, tetapi masih memenuhi spesifikasi, dengan maksimal penurunan kepadatan terjadi pada plastik HDPE dengan penurunan sebesar 0,05 gr/cc terhadap Aspal tanpa Penyelimutan Plastik.

b. Rongga antar Agregat (VMA)

Nilai rongga antara agregat mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya persentase penyelimutan agregat menggunakan plastik. Nilai maksimal rongga udara terjadi pada plastik HDPE dengan peningkatan sebesar 1,72% terhadap Aspal tanpa Penyelimutan Plastik

c. Rongga Udara (VIM)

Nilai Rongga Udara dalam campuran mengalami peningkatan seiring bertambahnya persentase penyelimutan agregat menggunakan plastik. Pada penyelimutan 7,5 gram dan 15 gram menggunakan plastik HDPE, nilai rongga udara (VIM) tidak memenuhi spesifikasi lagi. Sedangkan pada penyelimutan 7,5 gram dan 15 gram menggunakan plastik LDPE, nilai Rongga Udara mengalami peningkatan mendekati nilai maksimal yang ditetapkan, tetapi masih memenuhi spesifikasi.

d. Rongga Terisi Aspal (VFB)

Nilai rongga terisi aspal mengalami penurunan seiring bertambahnya persentase penyelimutan agregat menggunakan plastik. Nilai maksimal penurunan Rongga Terisi Aspal terjadi pada plastik HDPE dengan penurunan sebesar 8,62% terhadap Aspal tanpa Penyelimutan Plastik, tetapi masih memenuhi spesifikasi.

Nilai kelelahan atau *flow* mengalami penurunan pada penyelimutan 7,5 gram dari aspal tanpa penyelimutan plastik, dan kemudian meningkat pada penambahan 15 gram plastik, secara garis besar dapat disimpulkan bahwa, penyelimutan agregat menggunakan plastik tidak terlalu berdampak pada nilai kelelahan atau *flow* Aspal AC-WC, dengan maksimum penurunan *flow* yang terjadi pada jenis plastik LDPE sebesar 0,51 mm dari aspal tanpa penyelimutan plastik.

e. Stabilitas

Nilai stabilitas mengalami peningkatan seiring bertambahnya persentase penyelimutan agregat menggunakan plastik. Pada penyelimutan 7,5 gram dan 15 gram menggunakan plastik HDPE, nilai stabilitas cenderung naik, tetapi tidak signifikan, sehingga pada penyelimutan 7,5 gram plastik HDPE nilai stabilitasnya tidak memenuhi spesifikasi, peningkatan Stabilitasnya hanya sekitar 2,37% untuk penyelimutan 7,5 gram dan 13,18% untuk penyelimutan 15 gram. Pada penyelimutan 7,5 gram dan 15 gram menggunakan plastik LDPE, kenaikan nilai stabilitasnya cukup signifikan, dengan peningkatan sekitar 13,79% untuk penyelimutan 7,5 gram dan 18,33% pada penyelimutan 15 gram menggunakan plastik LDPE.

f. Stabilitas Sisa

Nilai stabilitas sisa untuk campuran tanpa penyelimutan plastik atau aspal konvensional tidak memenuhi spesifikasi yaitu minimal 90%, namun secara garis besar dapat dilihat nilai stabilitas sisa mengalami peningkatan seiring bertambahnya persentase penyelimutan agregat menggunakan plastik. Hasil maksimal nilai Stabilitas Sisa terjadi pada penyelimutan menggunakan plastik HDPE dengan peningkatan sebesar 17,78% dari aspal tanpa penyelimutan plastik. Namun pada penyelimutan menggunakan plastik LDPE, nilai maksimal stabilitas sisa terjadi pada penyelimutan 7,5 gram sebesar 6,52% dan tidak meningkat lagi pada Penyelimutan 15 gram.

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan analisis secara garis besar dapat disimpulkan bahwa pengaruh Penyelimutan Agregat menggunakan Plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) dan *Low Density Polyethylene* (LDPE) terhadap nilai Kepadatan (*Density*), Rongga Antara Agregat (VMA), Rongga Terisi Aspal (VFB) dan *Flow* mengalami perubahan tetapi masih memenuhi spesifikasi atau mengalami perubahan yang tidak signifikan. Pengaruh penyelimutan agregat menggunakan plastik pada nilai rongga udara (VIM) meningkat seiring bertambahnya persentase jumlah plastik yang ditambahkan, terutama pada

penyelimutan agregat menggunakan plastik HDPE di mana nilai rongga udara (VIM) tidak memenuhi persyaratan lagi. Pengaruh penyelimutan Agregat menggunakan plastik pada nilai stabilitas, semakin meningkat seiring bertambahnya persentase penyelimutan. Nilai stabilitas sisa pada aspal tanpa penyelimutan plastik atau konvensional tidak memenuhi spesifikasi, namun dapat disimpulkan bahwa nilai stabilitas sisa meningkat seiring bertambahnya persentase penyelimutan, kecuali pada penyelimutan agregat menggunakan plastik *Low Density Polyethylene* (LDPE) nilai stabilitas sisa mengalami peningkatan pada penyelimutan 7,5 gram dan tidak meningkat lagi pada penyelimutan 15 gram.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprilyani. (2016). *Pengaruh Substitusi Kombinasi Limbah Plastik Pada Aspal Pen. 60/70 Terhadap Kinerja Campuran Laston Lapis Aus (AC-WC)*. Banda Aceh: Universitas Syiah Kuala
- Brown, E.R., Rowlet, R.D., dan Boucher, J.L. 1990. *Highway Research: Shearing The Benefits*. Proceeding of The United States Strategic Highway Research Program Conference. London. UK.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. 1998. *Spesifikasi Khusus Interim Seksi 6.3 Campuran Beraspal Panas Dengan Aspal Asbuton Lawele (SKh – 3.6.3.1)*
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2010. *Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan Divisi 6 Perkerasan Beraspal*. Pusat Litbang Jalan dan Jembatan Badan Penelitian dan Pengembangan. Bandung.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 2017. *Teknologi Campuran Beraspal Menggunakan Limbah Plastik*. Pusat Litbang Jalan dan Jembatan Badan Penelitian dan Pengembangan. Bandung.
- Farattannur, (2014). *Tinjauan Parameter Marshall Terhadap Beton Aspal Dengan Variasi Suhu Pencampuran 150°C, 160°C dan 170°C Menggunakan Aspal Retona Blend 5*. Banda Aceh: Universitas Syiah Kuala.
- Gawande, A. P. (2013). Economics and viability of plastic road: A review. *J. Curr. Chem. Pharm. Sc*, 3(4), 231-242.
- Ghuzlan, K. A., Al-Khateeb, G. G., & Qasem, Y. (2013). Rheological properties of polyethylene-modified asphalt binder. *Athens Journal of Technology and Engineering*, 10(2013), 1-14.
- Habibi, M. Farauq I. (2018). *Penggunaan Limbah Botol Plastik Terhadap Karakteristik Lapisan Aspal Beton (LASTON)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- KLHK. SIPSN - Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (<https://sipsn.menlhk.go.id/>). Diakses 10 Februari 2023.
- Ma, Y. Zhou, H. Jiang, X. Polaczyk, P. Xiao, R. Zhang, M. & Huang, B. (2021). The utilization of waste plastics in asphalt pavements: A review. *Cleaner Materials*, 2, 100031.
- Ma, Y., & Huang, B. (2020). Discussion of “Optimum mixing ratio and shear strength of granulated rubber–fly ash mixtures” by Bhargav Kumar Karnam Prabhakara, Prashant Vyankatesh Guda, and Umashankar Balunaini. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 32(7), 07020004.
- Ma, Y., Nie, Q., Xiao, R., Hu, W., Han, B., Polaczyk, P. A., & Huang, B. (2020). Experimental investigation of utilizing waste flue gas desulfurized gypsum as backfill materials. *Construction and Building Materials*, 245, 118393.

- Movilla-Quesada, D., Raposeiras, A. C., Silva-Klein, L. T., Lastra-González, P., & Castro-Fresno, D. (2019). Use of plastic scrap in asphalt mixtures added by dry method as a partial substitute for bitumen. *Waste Management*, 87, 751-760.
- Rahman, D. (2014). *Karakteristik Campuran Beton Aspal AC-BC Pada Variasi Suhu Pencampuran Menggunakan Plastik PVC 0,5% dan 1% Sebagai Substitusi Aspal*. Banda Aceh: Universitas Syiah Kuala.
- Rizqa, N. (2018). *Krasteristik Campuran Aspal Beton Substitusi Kombinasi Limbah Plastik Pada Aspal Pen 60/70 Dengan Metode Pencampuran Cara Kering*. Banda Aceh: Universitas Syiah Kuala.
- Saodang, H. (2005). *Kontruksi jalan rata*. Bandung: Nova
- Siregar, N.A. (2019). *Pengaruh Penambahan Pelastik Jenis Low Density Polyethylene (LDPE) Terhadap Karakteristik Campuran Aspal AC-WC*. Medan: Universitas Sumatra Utara:
- Sitorus, F.H. (2018). *Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Bahan Tambah Campuran Aspal Pada Perkerasan Jalan AC-WC Terhadap Nilai Marshall*. Medan: Universitas Medan Area.
- Soehartono. (2015). *Teknologi Aspal Dan Penggunaannya Dalam Konstruksi Perkerasan Jalan*. Andi Yogyakarta.
- Sukiman, S. (2003). *Campuran Beraspal Panas*. Bandung: Penerbit Granit
- Sukirman, S. (1999). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova
- Tahir, A. (2009). *Karakteristik Campuran Beton Aspal (AC-WC) Dengan Menggunakan Variasi Kadar Filler Abu Terbang Batu Bara*. Palu: Universitas Tadulako.
- Tahtayusmar, N. R. (2017). *Pemanfaatan Abu Serabut Kelapa Sebagai Filler Terhadap Krasteristik Campuran Aspal Beton Kombinasi Limbah Plastik Pada Aspal PEN. 60/70*. Banda Aceh: Universitas Syiah Kuala.
- Thanaya, I. N. A. A., Ariawan I. M., & Primaswari, A. I. M. (2019). *Studi Karakteristik Campuran Hrs-Wc Dengan Agregat Dilapisi Plastik Tipis Bekas*. Denpasar: Universitas Udayana,
- Yildirim, Y. (2005). Polymer modified asphalt binders. *Journal of Construction and Building Materials* 21. University of Texas. Texas. USA. p.p. 66.
- Zoorob, S.E., & Suparma, L.B. (2000). Laboratory desain and investigation of proportion of bituminous composite containing waste recycled plastic agregat replacement (plastiphalt). *CIB Symposiumon 66 Construction and Enviroment Theory into Practice. Sao Paulo, Brazil*.
- Modarres, A., & Hamedi, H. (2014). Effect of waste plastic bottles on the stiffness and fatigue properties of modified asphalt mixes. *Materials & Design*, 61, 8-15.