

Pengaruh Aspal Yang Disubstitusi Dengan Butiran Limbah Plastik LDPE Pada Campuran AC - WC Terhadap Kajian *Marshall*

MOCH NAUFAL HAJJAM ASNAN¹, BARKAH WAHYU WIDIANTO²

1. Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Bandung
 2. Dosen Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Bandung
- Email: mochnaufal1403@gmail.com

ABSTRAK

Permasalahan kerusakan jalan akibat peningkatan beban lalu lintas mendorong pengembangan material perkerasan yang memiliki daya dukung tinggi dan durabilitas baik. Salah satu pendekatan yang dilakukan adalah pemanfaatan limbah plastik Low Density Polyethylene (LDPE) sebagai substitusi pada campuran aspal beton jenis Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC). Penelitian ini mengkaji pengaruh substitusi butiran limbah plastik LDPE pada campuran aspal beton lapis aus (AC-WC) dengan kadar 0%, 3%, dan 6%. Pengujian Marshall menunjukkan bahwa penambahan LDPE 3% meningkatkan nilai stabilitas, flow, Marshall Quotient (MQ), serta parameter volumetrik (VIM, VFA, VMA) tanpa menurunkan stabilitas campuran, sedangkan kadar 6% menurunkan performa akibat kelebihan aditif. Nilai Kadar Aspal Optimum ditemukan sebesar 6,375% untuk 0% LDPE dan 6,7% untuk 3% LDPE. Parameter marshall yang diperoleh pada kadar 3% LDPE dengan stabilitas 1653 kg serta nilai flow 3,15. Oleh karena itu, penggunaan LDPE sebagai bahan aditif dalam campuran AC-WC mampu memperbaiki kekuatan dan ketahanan mekanis campuran.

Kata kunci: Butiran Limbah Plastik LDPE, Kadar Aspal Optimum, Karakteristik Marshall, Marshall Quotient.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan suatu negara sangat dipengaruhi oleh kualitas infrastruktur yang dimilikinya, khususnya jalan raya yang memiliki peranan krusial dalam mendukung mobilitas barang dan jasa serta mendorong pertumbuhan ekonomi (Kustiawan et al., 2023). Untuk mengakomodasi beban kendaraan yang semakin berat seiring peningkatan mobilitas, diperlukan penggunaan perkerasan lentur yang memiliki kapasitas daya dukung tinggi serta biaya konstruksi yang lebih ekonomis dibandingkan dengan perkerasan kaku (Suryanto, 2019).

Tingginya volume limbah plastik menjadi permasalahan lingkungan yang serius, sehingga pemanfaatan kembali limbah tersebut menjadi solusi yang layak. Salah satu jenis limbah plastik yang potensial untuk diaplikasikan dalam campuran aspal adalah *Low Density Polyethylene* (LDPE), yang umum digunakan sebagai plastik pembungkus, karena mampu meningkatkan daya dukung perkerasan jalan (Putra et al., 2022). Modifikasi aspal dengan penambahan plastik bertujuan untuk meningkatkan stabilitas, ketahanan, dan resistensi terhadap air, sehingga dapat mengatasi kelemahan yang dimiliki oleh aspal konvensional (Lestari et al., 2019).

Pengujian Marshall digunakan sebagai metode untuk mengevaluasi kekuatan tekan campuran aspal beton dan memprediksi kerusakan yang berpotensi terjadi. Dalam penelitian ini, campuran

AC-WC dimodifikasi dengan substitusi butiran limbah plastik LDPE pada kadar 0%, 3%, dan 6% terhadap berat total aspal.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Material Perkerasan Jalan Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Bandung, penelitian ini dilakukan melalui pendekatan eksperimental, melalui serangkaian tahapan sistematis untuk mengkaji performance AC-WC dengan aspal yang disubstitusi dengan plastik LDPE. Tahapan penelitian dimulai dengan pengumpulan dan analisis data mengenai karakteristik aspal Pen 60/70 dan aspal yang disubstitusi dengan plastik LDPE, serta gradasi agregat yang digunakan dalam campuran AC-WC. Setelah itu dilakukan pengujian awal terhadap material penyusun campuran, termasuk pengujian sifat fisik agregat seperti berat jenis, penyerapan air, abrasi *Los Angeles*, nilai setara pasir (*sand equivalent*), pengujian abrasi, dan pengujian pipih lonjong, pengujian Kelekatan Agregat terhadap Aspal, pengujian *Soundness*. Pengujian aspal mencakup viskositas, penetrasi, daktilitas, titik lembek, Kelarutan, titik nyala, kehilangan berat dan juga pengujian marshall sesuai standar ASTM dan SNI.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Agregat

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Material Perkerasan Jalan Institut Teknologi Nasional Bandung. Pengujian agregat yang dilakukan pemeriksaan pada agregat kasar, agregat halus dan *filler* adalah pengujian berat jenis, pengujian abrasi, dan pengujian pipih lonjong, pengujian nilai setara pasir, pengujian Kelekatan Agregat terhadap Aspal, pengujian *Soundness*.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat

Jenis Pengujian	Persyaratan		Satuan	Standar Pengujian	keterangan
	Min	Max			
Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	-	3	%	SNI 1969:2016	memenuhi
Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus dan <i>Filler</i>	-	3	%	SNI 1970:2016	memenuhi
Keausan Agregat	-	40	%	SNI 2417:2008	memenuhi
<i>Soundness</i>	-	18	%	SNI 3407:2008	memenuhi
Pipih dan Lonjong	-	10	%	SNI 8287:2016	memenuhi
Nilai Setara Pasir	60	-	%	SNI 03-4428-1997	memenuhi
Kelekatan Agregat terhadap Aspal	95	-	%	SNI 2439:2008	memenuhi

Berdasarkan **Tabel 1**. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada semua parameter memenuhi batas spesifikasi yang telah ditetapkan. Penyerapan agregat kasar dan halus maksimal 3%, menunjukkan tingkat serapan air yang rendah. Abrasi maksimum 40% menunjukkan ketahanan agregat terhadap keausan. Nilai *soundness* tidak lebih dari 18%, menandakan kekuatan agregat terhadap pelapukan. Bentuk pipih dan lonjong dibatasi maksimum 10% untuk kestabilan campuran. Nilai setara pasir minimal 60% memastikan kandungan bahan halus yang sesuai. Kelekatan agregat terhadap aspal minimal 95% menandakan ikatan yang kuat antara agregat dan aspal untuk kualitas campuran yang baik.

3.2 Hasil Pengujian Aspal

Berikut adalah data hasil pengujian aspal pen 60/70 dan Aspal dengan kadar plastik LDPE 3%,6% yang dicantumkan pada **Tabel 2**. Dan **Tabel 3**.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Pengujian Aspal Pen 60/70

Jenis Pengujian	Persyaratan		Standar Pengujian	Hasil		keterangan
	Min	Max		Aspal Pen 60/70	Satuan	
Penetrasi	60	70	SNI 06-2456-1991	64,8	0,1 mm	memenuhi
Viskositas 135°C	300	-	AASHTO T201-03	440	Cst	memenuhi
Titik Lembek	48	53	SNI 06-2434-1991	50,5	°C	memenuhi
Daktilitas	100	100	SNI 06-2432-1991	≥100	cm	memenuhi
Kelarutan	99	99	AASHTO T44-03	99,1	%	memenuhi
Berat Jenis	1	-	SNI 06-2441-1991	1,026	-	memenuhi
Titik Bakar dan Titik Nyala	232	232	SNI 06-2433-1991	301,5	°C	memenuhi
Kehilangan Berat	0,8	0,8	SNI 06-2441-1991	0,209	%	memenuhi

Karakteristik aspal Pen 60/70 pada campuran AC-WC telah diuji dan di cek sesuai dengan spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi 2 melalui berbagai rangkaian pengujian. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aspal Pen 60/70 memenuhi seluruh persyaratan yang ditetapkan dalam spesifikasi tersebut.

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Pengujian Aspal yang Disubstitusi Plastik LDPE 3%

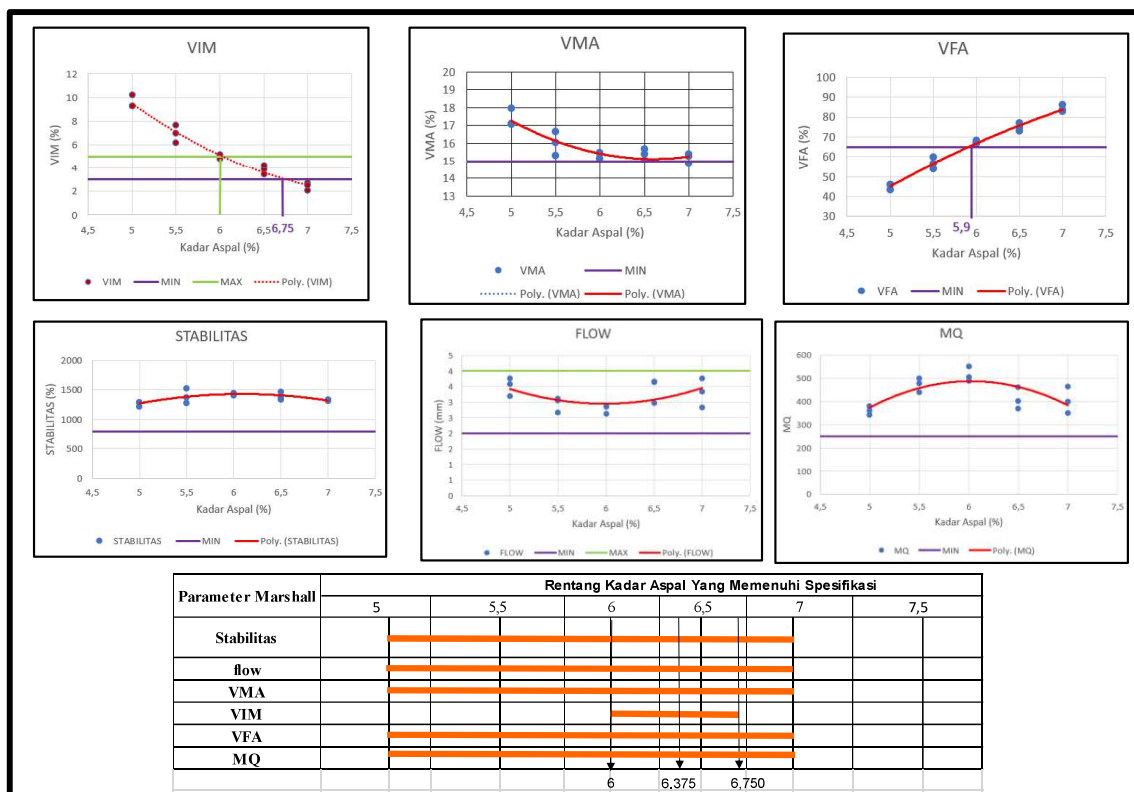
Jenis Pengujian	Persyaratan		Standar Pengujian	Hasil Aspal 3% LDPE	Satuan	keterangan Aspal 3% LDPE
	Min	Max				
Penetrasi	40	-	SNI 06-2456-1991	35,8	0,1 mm	-
Viskositas 135°C	-	3000	AASHTO T201-03	650	Cst	memenuhi
Titik Lembek	54	-	SNI 06-2434-1991	77,5	°C	memenuhi
Daktilitas	100	100	SNI 06-2432-1991	79,4	cm	-
Kelarutan	99	-	AASHTO T44-03	92,9	%	-

Jenis Pengujian	Persyaratan		Standar Pengujian	Hasil Aspal 3% LDPE	Satuan	keterangan Aspal 3% LDPE
	Min	Max				
Berat Jenis	1	-	SNI 06-2441-1991	1,075	-	memenuhi
Titik Bakar dan Titik Nyala	232	232	SNI 06-2433-1991	246	°C	memenuhi
Kehilangan Berat	0,8	0,8	SNI 06-2441-1991	0,221	%	memenuhi

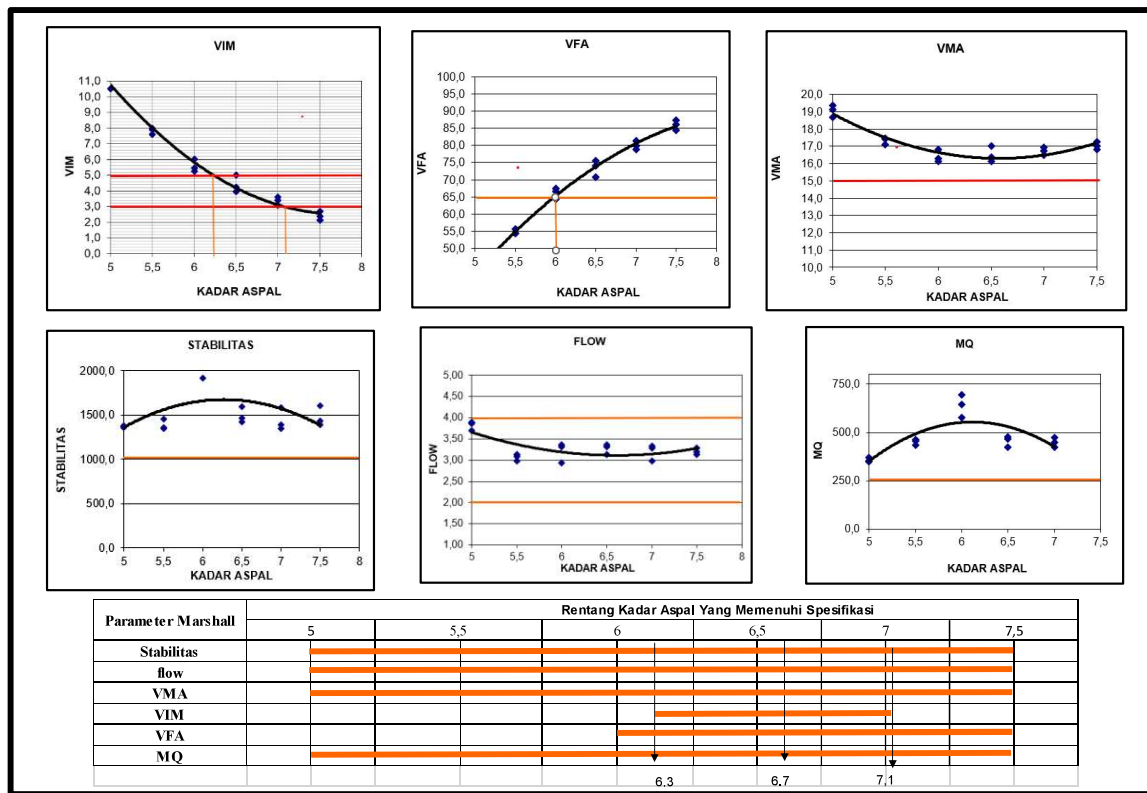
Karakteristik aspal yang dimodifikasi dengan penambahan LDPE sebesar 3% dan 6%, terdapat beberapa parameter yang tidak memenuhi standar spesifikasi seperti daktilitas dan penetrasi yang disebabkan oleh penambahan zat adiktif yaitu butiran plastik LDPE sedangkan aspal yang memiliki kadar LDPE 6 % tidak memenuhi dan nilainya jauh dari batasan persyaratan. LDPE membuat aspal lebih kaku dan tidak fleksibel dan pada uji kelarutan memiliki nilai endapan yg besar.

3.3 Hasil Analisis Kadar Aspal Optimum pada Pengujian *Marshall*

Pengujian yang dilakukan untuk menentukan kadar aspal optimum adalah pengujian Marshall yang sesuai SNI 2489:2018 dan pengujian volumetrik campuran beraspal. Campuran AC-WC dengan jenis aspal dengan kadar LDPE 0% dan 3% ini digunakan kadar aspal acuan yaitu antara 5% - 7,5% yang sudah ditetapkan pada spesifikasi Bina Marga tahun 2024. Hasil analisis dapat dilihat pada **Gambar 2.** dan **Gambar 3.**



Gambar 1. Penentuan KAO pada Campuran dengan Kadar LDPE 0 %



Gambar 2. Penentuan KAO pada Campuran dengan Kadar LDPE 3 %

Berdasarkan hasil uji parameter Marshall, nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) untuk campuran Laston (AC-WC) telah memenuhi spesifikasi yang disyaratkan. Pada campuran tanpa penambahan LDPE (0%), nilai KAO berada dalam rentang 6% hingga 6,75%, dengan nilai optimum sebesar 6,4% sebagaimana terlihat pada Gambar 1. Sementara itu, pada campuran dengan penambahan LDPE sebesar 3%, nilai KAO berada pada rentang yang sedikit lebih tinggi, yaitu antara 6,3% hingga 7,1%, dengan nilai optimum mencapai 6,7% yang ditampilkan pada Gambar 2. Peningkatan kadar LDPE ini berkontribusi pada peningkatan nilai KAO, menandakan bahwa penggunaan LDPE dapat mempengaruhi kadar aspal optimum. Berikut merupakan nilai parameter Marshall berdasarkan KAO pada penambahan kadar LDPE 0% dan LDPE 3%.

Kadar Plastik LDPE (%)	KAO (%)	VIM (%)	VMA (%)	VFA (%)	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)
0	6,4	4	15,5	74	1440	3
3	6,7	3,64	16,35	77	1653	3,15

4. KESIMPULAN

Penelitian mengenai karakteristik aspal dengan substitusi butiran limbah plastik LDPE menunjukkan bahwa penambahan LDPE memengaruhi sifat-sifat aspal dengan signifikan. Dalam penelitian ini, kadar LDPE sebesar 3% memberikan hasil yang lebih mendekati persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi 2 dibandingkan dengan kadar LDPE sebesar 6%, pada sejumlah parameter tidak memenuhi standar aspal modifikasi. Hasil karakteristik Marshall pada campuran

AC-WC berdasarkan Spesifikasi Bina Marga 2024 menunjukkan bahwa campuran dengan kadar LDPE 0% menghasilkan nilai stabilitas sebesar 1.1440 kg dengan nilai *flow* sebesar 3 mm pada kadar aspal optimum 6,375%. Sedangkan pada campuran dengan kadar LDPE 3% diperoleh nilai stabilitas sebesar 1.653 kg dengan nilai *flow* sebesar 3,15 mm pada kadar aspal optimum sebesar 6,7%. Dengan kata lain, penggunaan LDPE sebagai bahan aditif dalam campuran AC-WC mampu memperbaiki kekuatan dan ketahanan mekanis campuran, sehingga lebih memenuhi standar teknis yang berlaku untuk lapisan aus jalan.

DAFTAR RUJUKAN

- Az-Zahra, D., & Sukirman, S. (2023). Studi Banding Nilai Parameter Marshall Perkerasan AC-WC Menggunakan Spesifikasi Bina Marga 2018 revisi 1 dan KP 14 Tahun 2021. *Seminar Nasional Dan Diseminasi Tugas Akhir 2023*, 591–596.
- B. Afriyanto, E. W. Indriyati, and P. Hardini, "PENGARUH LIMBAH PLASTIK LOW DENSITY POLYETHYLENE TERHADAP KARAKTERISTIK DASAR ASPAL," vol. 19, no. 1, pp. 59–66, 2019.
- Bina Marga. (2018). Spesifikasi Umum 2018 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan. Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Jakarta.
- Bina Marga. (2024). Spesifikasi Umum 2024 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan. Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Jakarta.
- Pratomo, P., Hadi, A., & Diansari, S. (2016). Aspal Modifikasi dengan Penambahan Plastik Low Linier Density PolyEthylene (LLDPE) Ditinjau dari Karakteristik Masrhall dan Uji Penetrasi pada Lapisan Aspal Beton (AC-BC). *Rekayasa*, 20(3), 155–166.
- Sukirman. S, 2010. Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur. Institut Teknologi Nasional Bandung.
- Sukirman , S. (2016). *Beton Aspal Campuran Panas*. Bandung: Institut Teknologi Nasional.