

PEMANFAATAN CACAHAN LIMBAH PLASTIK PET (*POLYETHYLENE TEREPHTHALATE*) PADA CAMPURAN AC – WC TERHADAP PENGUJIAN *MARSHALL*

SOFIA MUDZALIFAH¹, BARKAH WAHYU WIDIANTO²

1. Mahasiswa, Program Studi Teknik Sipil (Institut Teknologi Nasional Bandung)
 2. Dosen, Program Studi Teknik Sipil (Institut Teknologi Nasional Bandung)
- Email: sofia.mudzalifah@itenas.ac.id

ABSTRAK

Permasalahan kerusakan pada perkerasan jalan aspal beton (AC) masih menjadi tantangan di Indonesia akibat beban lalu lintas tinggi, iklim tropis, dan mutu material yang belum optimal. Di sisi lain, limbah plastik Polyethylene Terephthalate (PET) terus meningkat dan menimbulkan persoalan lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh substitusi cacahan PET terhadap karakteristik aspal dan parameter Marshall pada campuran Asphalt Concrete–Wearing Course (AC-WC). Variasi kadar PET yang digunakan adalah 0%, 3%, dan 6% dari berat aspal Pen 60/70. Hasil pengujian menunjukkan aspal modifikasi dengan 3% PET masih memenuhi spesifikasi, sedangkan kadar 6% tidak memenuhi spesifikasi. Karakteristik Marshall menunjukkan bahwa Kadar Aspal Optimum (KAO) pada campuran 0% PET sebesar 6,4%, sedangkan pada campuran 3% PET sebesar 6,6%. Parameter Marshall terbaik diperoleh pada kadar 3% PET dengan stabilitas 1.850 kg dan flow 2,80 mm. Penelitian ini menunjukkan bahwa limbah PET 3% dapat dimanfaatkan sebagai bahan modifikasi aspal untuk meningkatkan kinerja perkerasan sekaligus mengurangi masalah lingkungan.

Kata kunci: Limbah Plastik PET, Modifikasi Aspal, Uji Marshall, Kadar Aspal Optimum, AC-WC.

1. PENDAHULUAN

Perkerasan jalan aspal beton (*Asphalt Concrete/AC*) banyak digunakan di Indonesia, tetapi rentan terhadap kerusakan prematur akibat beban lalu lintas berat, iklim tropis, dan mutu material yang tidak optimal. Kondisi ini menimbulkan biaya rehabilitasi yang tinggi, mencapai 40% dari anggaran pembangunan jalan (Kementerian PUPR, 2023).

Sementara itu, plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) merupakan salah satu jenis plastik yang paling banyak digunakan untuk botol kemasan. Diperkirakan 70% plastik global berakhir sebagai limbah dengan hanya 41% yang bisa didaur ulang (Ncube et al., 2022). Pemanfaatan limbah PET sebagai aditif pada campuran aspal dapat menjadi solusi ganda, yaitu mengurangi limbah plastik dan meningkatkan kualitas perkerasan. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penambahan plastik dapat meningkatkan stabilitas dan ketahanan terhadap deformasi (Xu et al., 2022).

Penelitian ini menggunakan campuran *Asphalt Concrete–Wearing Course* (AC-WC) dengan kadar cacahan limbah plastik PET 0%, 3%, dan 6% terhadap berat total aspal. Pengujian dilakukan dengan metode *Marshall* untuk memperoleh Kadar Aspal Optimum (KAO) serta karakteristik campuran.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Bahan yang digunakan

Bahan yang digunakan dalam campuran aspal pada penelitian ini, yaitu:

- Aspal pen 60/70 produk *Shell*.
- Agregat meliputi agregat kasar, agregat halus, *filler* dari Lagadar, Cimahi.
- Cacahan limbah plastik PET (*Polyethylene Terephthalate*) dari Gudang Rongsok, Nanjung.

2.2 Campuran Aspal dengan Kadar Plastik PET

Pada Campuran AC-WC menggunakan substitusi cacahan limbah plastik PET sebesar 0%, 3% dan 6% dari berat total aspal. Proses *mixing* aspal dengan cacahan limbah plastik PET menggunakan kecepatan pencampuran 500 rpm, selama 45 – 60 menit dan temperatur pencampuran 180°C.

2.3 Pengujian

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini, yaitu:

- Karakteristik Aspal
Meliputi: penetrasi, viskositas 135°C, titik lembek, daktilitas, berat jenis, titik nyala, kehilangan berat dan kelarutan.
- Pengujian *Marshall* (SNI 06-2489-1991)
Dilakukan pada kadar PET yang memenuhi syarat karakteristik aspal, yaitu kadar PET 0% dan 3%.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan dalam penelitian ini berdasarkan pada pengujian yang diperoleh dari Laboratorium Material Perkerasan Jalan, Institut Teknologi Nasional. Analisis tersebut menghasilkan beberapa pengujian yakni, Pengujian Aspal dan Pengujian *Marshall* untuk menentukan tingkat kinerja perkerasan jalan.

3.1 Hasil Pengujian Aspal

Pengujian campuran aspal plastik yaitu meliputi PET 0%, 3%, dan 6% sesuai acuan teknis spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi 2 menunjukkan kadar PET 3% masih memenuhi spesifikasi. Namun, pada kadar 6% hasil pengujian karakteristik aspal tidak memenuhi spesifikasi. Oleh karena itu, pengujian *Marshall* hanya dilakukan untuk PET 0% dan 3%. Hasil pengujian dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Hasil Pengujian Campuran Aspal Plastik

No	Jenis Pengujian	Standar Pengujian	Tanpa Plastik			Substitusi Plastik			Satuan
			Aspal PET 0%			Aspal PET 3%			
			Persyaratan	Hasil	Ket	Persyaratan	Hasil	Ket	
1	Penetrasi	SNI 06-2456-1991	60 - 70	64,8	OK	Min. 40	41	OK	0,1 mm
2	Viskositas 135°C	SNI 06-6441-2000	≥ 300	400	OK	≤ 3000	551	OK	Cst

No	Jenis Pengujian	Standar Pengujian	Tanpa Plastik			Substitusi Plastik			Satuan
			Aspal PET 0%			Aspal PET 3%			
			Persyaratan	Hasil	Ket	Persyaratan	Hasil	Ket	
3	Titik Lembek	SNI 06-2434-1991	≥ 48	50,5	OK	≥ 54	54	OK	°C
4	Daktilitas	SNI 06-2432-1991	≥ 100	≥100	OK	≥ 100	57,2	NOT	cm
5	Kelarutan	AASHTO T44-03	≥ 99	99,1	OK	≥ 99	94,25	NOT*	%
6	Berat Jenis	SNI 06-2441-1991	≥ 1	1,026	OK	≥ 1	1,038	OK	-
7	Titik Nyala	SNI 06-2433-2011	≥ 232	320	OK	≥ 232	252	OK	°C
8	Kehilangan Berat	SNI 06-2441-1991	≤ 0,8	0,209	OK	≤ 0,8	0,125	OK	%

Keterangan:

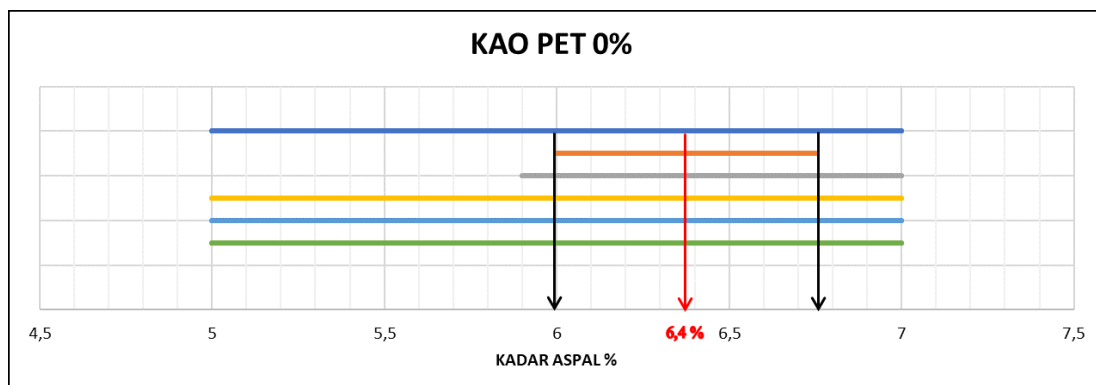
(*) = Mendekati Spesifikasi

OK = Masuk kedalam Spesifikasi

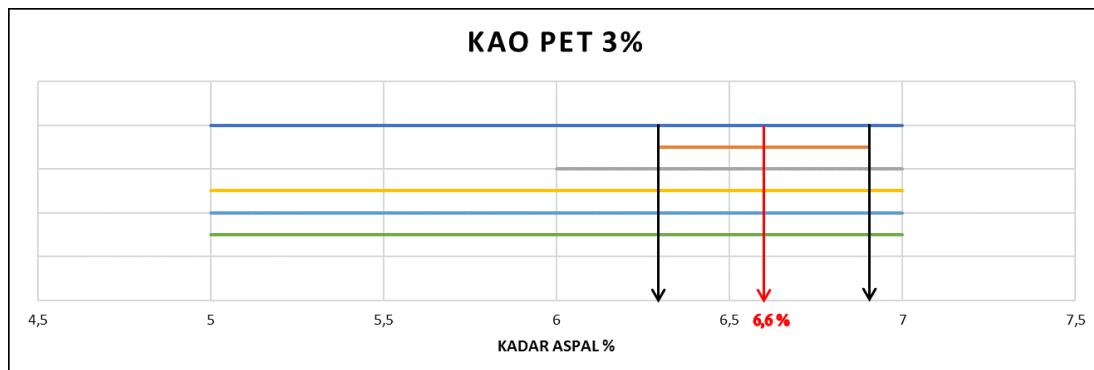
NOT = Tidak Masuk kedalam Spesifikasi

3.2 Hasil Pengujian Marshall

Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui nilai stabilitas dan *flow* (kelelehan) dari campuran yang memberikan kemampuan menahan beban dan deformasi plastis/ perubahan bentuk sebelum mengalami keruntuhan. Dalam pengujian ini, *Marshall* dan *Volumetric* campuran dilakukan untuk mendapatkan nilai parameter seperti VMA, VIM, dan VFA. Parameter dihitung untuk menentukan persentase berat aspal terhadap total campuran yang memenuhi persyaratan spesifikasi. Kadar Aspal Optimum (KAO) merupakan persentase kadar aspal dalam campuran beton aspal yang menghasilkan nilai optimal untuk parameter *Marshall* sesuai spesifikasi. Nilai KAO diperoleh dari hubungan antara kadar aspal terhadap parameter *Marshall*, yaitu nilai rentang tengah kadar aspal yang memenuhi semua persyaratan teknis berdasarkan standar spesifikasi yang berlaku. Hasil nilai KAO dari parameter *Marshall* dapat dilihat pada **Gambar 1 dan Gambar 2** sebagai berikut.



Gambar 1. Hasil Kadar Aspal Optimum PET 0%



Gambar 2. Hasil Kadar Aspal Optimum PET 3%

Berdasarkan parameter *Marshall*, nilai KAO memenuhi spesifikasi parameter campuran Laston (AC-WC) seperti pada **Gambar 1**. Kadar PET 0% dalam rentang 6% sampai 6,75% diperoleh nilai KAO sebesar 6,4% dan pada **Gambar 2**. Kadar PET 3% dalam rentang 6,35% sampai 6,9% diperoleh nilai KAO sebesar 6,6%. Pada **Tabel 2**. Dapat dilihat nilai parameter *Marshall* berdasarkan nilai KAO yang didapatkan dari Kadar PET 0% dan 3% sebagai berikut.

Tabel 2. Parameter *Marshall* pada Nilai KAO

Kadar PET	KAO (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	VIM (%)	VMA (%)	VFA (%)
0%	6,4	1.440	3	4	15,5	74
3%	6,6	1.850	2,8	3,2	15,8	80

4. KESIMPULAN

Penelitian karakteristik aspal dengan substitusi cacahan limbah plastik PET menunjukkan bahwa substitusi PET memberikan perubahan terhadap sifat-sifat aspal, dimana kadar PET 3% lebih mendekati spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi 2 dibandingkan dengan kadar PET 6% yang menunjukkan beberapa parameter tidak memenuhi spesifikasi aspal modifikasi. Hasil pengujian *Marshall* pada campuran AC-WC dengan substitusi PET 0% dan 3% menunjukkan peningkatan stabilitas yang signifikan dari 1.440 kg (PET 0%) menjadi 1.850 kg (PET 3%), serta nilai flow, VIM, VMA, dan VFA yang masih memenuhi rentang persyaratan spesifikasi. Substitusi PET 3% terbukti dapat memperbaiki sifat mekanis campuran aspal dengan meningkatkan daya tahan terhadap beban lalu lintas, sehingga penggunaan limbah plastik PET sebagai bahan substitusi pada kadar 3% dapat menjadi alternatif yang efektif untuk meningkatkan kualitas campuran aspal sekaligus mengurangi limbah plastik.

DAFTAR RUJUKAN

- 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.
- Kementerian PUPR. (2023). Laporan Infrastruktur Jalan Nasional. Jakarta: PUPR.
- Ncube, F., et al. (2022). *Plastics and Sustainability: A Global Review of Waste Management. Waste Management Journal*, 144, 130–142.
- Sukirman, S. (2016). Beton Aspal Campuran Panas. In Institut Teknologi Nasional, Bandung.
- Xu, S., et al. (2022). *Performance of Asphalt Concrete Modified with PET Plastic Waste. Construction and Building Materials*, 330, 127–145.