

Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) Pada Campuran Lapis Aspal Beton (LASTON)

Muhammad Husein Alhamda* , Selpa Dewi , Zuheldi 

Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat
Bukittinggi, Indonesia

Abstrak. Pertumbuhan infrastruktur jalan menuntut material perkerasan berkualitas, sementara produksi limbah plastik terus meningkat dan menimbulkan masalah lingkungan. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh penambahan limbah plastik PET sebagai bahan tambah dalam campuran lapis aspal beton (Laston). Metode penelitian berupa eksperimen dengan variasi kadar PET 5%, 7%, dan 9% dari berat aspal. Parameter yang diuji meliputi stabilitas, flow, VIM, VMA, dan Marshall Quotient. Hasil menunjukkan penambahan PET meningkatkan stabilitas dan kekakuan campuran, dengan kadar optimum 7% sesuai standar Bina Marga (2018). Temuan ini mengindikasikan pemanfaatan PET berpotensi menjadi solusi ramah lingkungan dalam teknologi perkerasan jalan.

Kata kunci: Aspal Beton, Limbah Plastik PET, Modifikasi Aspal, Stabilitas Marshall, Laston

*Penulis Korespondensi: huseinalhamda85@gmail.com

1. Pendahuluan

Pembangunan infrastruktur jalan di Indonesia terus meningkat, sejalan dengan kebutuhan transportasi yang semakin tinggi. Namun demikian, kualitas perkerasan jalan masih menjadi tantangan, ditandai dengan sering terjadinya kerusakan dini seperti retak dan deformasi. Di sisi lain, permasalahan limbah plastik, khususnya jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET), semakin mengkhawatirkan. Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK, 2023), Indonesia menghasilkan 6,8 juta ton sampah plastik per tahun, dengan PET menyumbang sekitar 38%. PET memiliki sifat sulit terurai dengan waktu dekomposisi mencapai 450 tahun. Kondisi ini menuntut solusi inovatif yang mampu mengintegrasikan aspek teknis dan lingkungan.

Salah satu alternatif yang mulai banyak diteliti adalah pemanfaatan limbah plastik sebagai bahan tambahan dalam campuran aspal. Penelitian-penelitian terdahulu menunjukkan potensi plastik untuk meningkatkan kinerja campuran aspal (Yuda Pratama et al., n.d.). Misalnya, Ardiyah (2022) melaporkan penambahan LDPE meningkatkan stabilitas campuran AC-BC, sementara Siregar (2019) menemukan kadar optimum LDPE 6% pada AC-WC. Namun, kajian mengenai PET masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan untuk mengetahui pengaruh limbah plastik PET terhadap karakteristik campuran Laston AC-WC, khususnya pada parameter Marshall. Laston adalah campuran bergradasi rapat yang terdiri atas agregat kasar, halus, filler, dan aspal sebagai pengikat.

Menurut Bina Marga (2018), Laston terbagi menjadi lapis aus (AC-WC), lapis antara (AC-BC), dan lapis fondasi (AC-Base). Karakteristik utama Laston adalah stabilitas tinggi, ketahanan terhadap deformasi, dan kedap air. Polyethylene Terephthalate (PET) adalah jenis plastik termoplastik yang banyak digunakan pada botol minuman dan kemasan makanan. PET memiliki titik leleh sekitar 250°C, bersifat ringan, tahan terhadap air, dan sulit terurai. Sifat-sifat ini menjadikannya berpotensi sebagai bahan tambah dalam campuran aspal.

Tujuan dari penelitian penulis ini yaitu sebagai berikut:

- a. Untuk mengetahui pengaruh sifat campuran aspal dengan penambahan limbah plastik jenis PET dengan kadar 5%, 7%, 9% dari berat aspal.
- b. Untuk mengetahui apakah limbah plastik jenis PET (*Polyethylene Terephthalate*) bisa digunakan untuk meningkatkan kualitas aspal.

Manfaat dari penelitian penulis ini yaitu sebagai berikut:

- a. Dapat dijadikan dalam keteknikan salah satunya dalam bidang perkerasan jalan.
- b. Sebagai media alternatif untuk perkerasan yang lebih ekonomis pada penggunaan bahan campuran dan ramah lingkungan terlebih pada bidang konstruksi jalan.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat dengan metode eksperimen. Bahan yang digunakan meliputi agregat kasar batu pecah (10–20 mm), agregat halus abu batu (<0,5 mm), filler semen, aspal penetrasi 60/70, serta limbah plastik PET dari botol bekas yang dipotong kecil-kecil.

Variasi penambahan PET adalah 0%, 5%, 7%, dan 9% dari berat aspal. Setiap variasi dibuat 3 benda uji. Prosedur penelitian meliputi: (1) persiapan material, (2) pemeriksaan sifat fisik agregat dan aspal, (3) pencampuran aspal dan PET, (4) pembuatan benda uji dengan cetakan Marshall, (5) pengujian Marshall untuk memperoleh nilai stabilitas, flow, VIM, VMA, dan Marshall Quotient. Pengolahan data dilakukan dengan membandingkan hasil pengujian terhadap spesifikasi Bina Marga (2018) untuk menentukan kadar PET optimum.

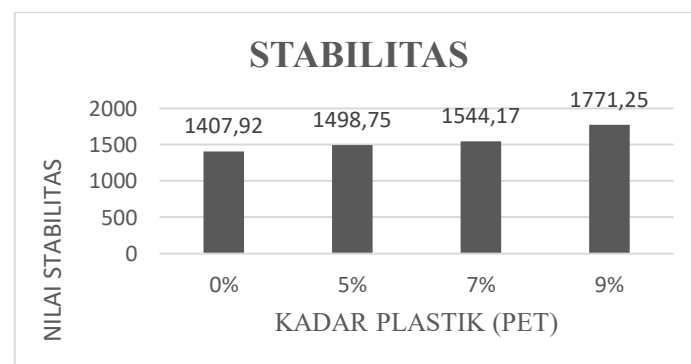
3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian menunjukkan agregat dan aspal memenuhi persyaratan standar. Pengujian ini memiliki hasil data dari nilai stabilitas, kelelahan (*flow*), Kepadatan, marshall quotient, VMA, VFA, dan VIM yang.

3.1 Stabilitas

Tabel 1: Data hasil stabilitas

Kadar PET (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	Kepadatan (gr/cc)	MQ (kg/mm)	VIM (%)
0.0	1000.0	3.5	2.3	285.0	4.8
5.0	1200.0	3.2	2.32	375.0	4.5
7.0	1450.0	2.8	2.35	518.0	4.0
9.0	1350.0	2.4	2.31	562.0	3.7



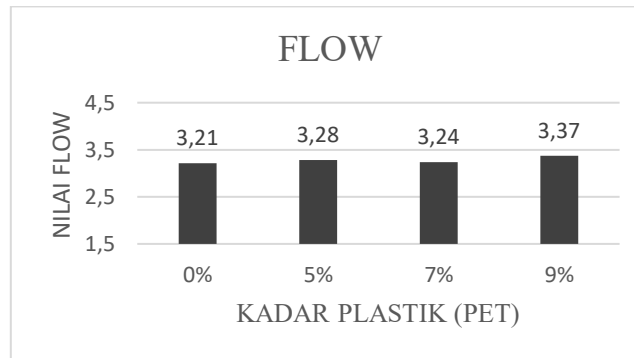
Gambar 1: Grafik Stabilitas Aspal Plastik

Berdasarkan Gambar 1 stabilitas *marshall* mengalami peningkatan akibat penambahan plastik 5%, 7%, dan 9% pada aspal. Hal tersebut menunjukkan bahwa penggunaan plastik dalam campuran aspal dapat meningkatkan nilai stabilitas, yang berarti campuran lebih kaku dan akan lebih mudah mengalami retak dibandingkan campuran aspal tanpa plastik.

3.2 Kelelahan (Flow)

Tabel 2: Data Hasil Flow

Kadar Plastik	Flow	Syarat		Spesifikasi Bina Marga 2018
		Min	Max	
0%	3,21	2 mm	4 mm	Memenuhi
5%	3,28	2 mm	4 mm	Memenuhi
7%	3,24	2 mm	4 mm	Memenuhi
9%	3,37	2 mm	4 mm	Memenuhi



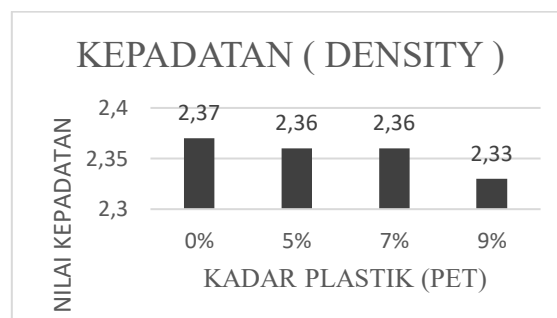
Gambar 2: Grafik Flow Aspal Plastik

Berdasarkan Gambar 2 bahwa nilai *flow* cenderung mengalami peningkatan dan penurunan. Besar nilai *flow* dipengaruhi oleh besar kadar rongga dalam campuran, semakin tinggi nilai *flow* semakin banyak rongga-rongga yang tidak terisi filler ataupun aspal.

3.3 Kepadatan (Density)

Tabel 3: Data Hasil Kepadatan

Kadar Plastik	Kepadatan (<i>density</i>)	Syarat		Spesifikasi Bina Marga 2018
		Min	Max	
0%	2,37	2,228 gr/ m ³	-	Memenuhi
5%	2,36	2,228 gr/ m ³	-	Memenuhi
7%	2,36	2,228 gr/ m ³	-	Memenuhi
9%	2,33	2,228 gr/ m ³	-	Memenuhi



Gambar 3: Grafik Kepadatan Aspal Plastik

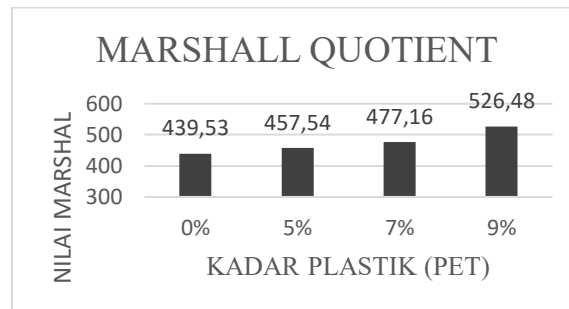
Berdasarkan Gambar 3, bahwa dengan penambahan aspal plastik nilai *density* menurun akan tetapi pada nilai kerapatan tertinggi maka *density* mengalami peningkatan. Akan tetapi jika dibandingkan aspal tanpa plastik nilai *density* lebih tinggi dibandingkan aspal dengan plastik.

3.4 Marshall Quotient (MQ)

Tabel 4: Data Hasil Marshall Quotient

Kadar Plastik	Marshall Quotient	Syarat		Spesifikasi Bina Marga 2018
		Min	Max	
0%	439,53	250 kg/mm	-	Memenuhi
5%	457,54	250 kg/mm	-	Memenuhi

7%	477,16	250 kg/mm	-	Memenuhi
9%	526,48	250 kg/mm	-	Memenuhi



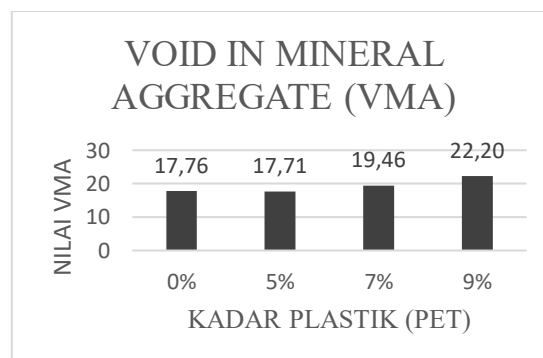
Gambar 4: Grafik Marshall Quotient Aspal Plastik

Berdasarkan Gambar 4 dengan penambahan plastik nilai *marshall quotient* semakin besar nilai MQ menunjukkan bahwa campuran aspal semakin retak.

3.5 Void in Mineral Aggregate (VMA)

Tabel 5: Data Hasil Void in Mineral Aggregate (VMA)

Kadar Plastik	VMA	Syarat		Spesifikasi Bina Marga 2018
		Min	Max	
0%	17,76	15%	-	Memenuhi
5%	17,71	15%	-	Memenuhi
7%	19,46	15%	-	Memenuhi
9%	22,20	15%	-	Memenuhi



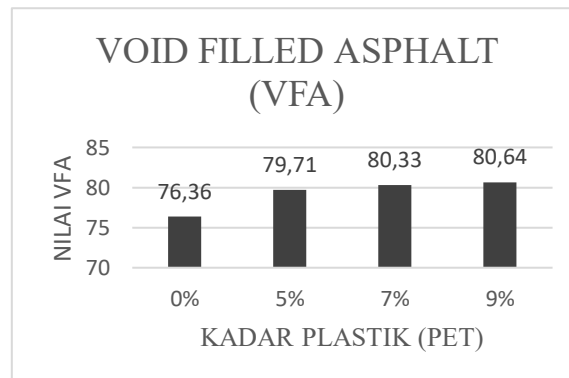
Gambar 5: Grafik Void in Mineral Aggregate Aspal Plastik

Berdasarkan Gambar 5 dengan penambahan kadar plastik, nilai VMA cenderung mengalami peningkatan. Dan dibandingkan dengan aspal tanpa plastik nilai VMA lebih rendah dengan aspal plastik.

3.6 Void Filled Asphalt (VFA)

Tabel 6: Data Hasil Void Filled Asphalt (VFA)

Kadar Plastik	VFA	Syarat		Spesifikasi Bina Marga 2018
		Min	Max	
0%	76,36	65%	-	Memenuhi
5%	79,71	65%	-	Memenuhi
7%	80,33	65%	-	Memenuhi
9%	80,64	65%	-	Memenuhi



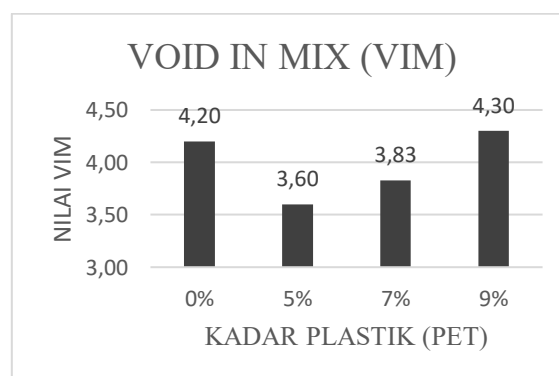
Gambar 6: Grafik Void Filled Asphalt Aspal Plastik

Berdasarkan Gambar 6 dapat dilihat, seluruh variasi memenuhi syarat Spesifikasi Umum Bina Marga, Devisi 6 (2018). Bahwa dengan penambahan kadar plastik nilai VFA meningkat, dibanding kan dengan aspal tanpa plastik nilai VFA lebih rendah dari aspal plastik.

3.7 Void In Mix (VIM)

Tabel 7: Data Hasil Void In Mix (VIM)

Kadar Plastik	VIM	Syarat		Spesifikasi Bina Marga 2018
		Min	Max	
0%	4,20	3%	5%	Memenuhi
5%	3,60	3%	5%	Memenuhi
7%	3,83	3%	5%	Memenuhi
9%	4,30	3%	5%	Memenuhi



Gambar 7: Grafik Void In Mix Aspal Plastik

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, maka nilai VIM memenuhi syarat Spesifikasi Umum Bina Marga, Devisi 6 (2018).

Dari hasil pengujian dapat dilihat bahwa:

- Variasi 5% menunjukkan peningkatan stabilitas dibanding campuran normal.
 - Variasi 7% memberikan hasil terbaik, dengan stabilitas tinggi, flow sesuai, dan nilai MQ optimal.
 - Variasi 9% menghasilkan campuran yang terlalu kaku, berisiko retak.
- Hasil ini sesuai dengan penelitian Sharma (2020) yang menyatakan penggunaan PET dalam jumlah berlebih dapat menurunkan fleksibilitas campuran. Secara praktis, kadar 7% direkomendasikan sebagai kadar optimum.

4. Kesimpulan

Penambahan limbah plastik PET dalam campuran Laston AC-WC terbukti meningkatkan performa mekanik campuran. Kadar optimum adalah 7% dari berat aspal, sesuai standar Bina Marga (2018). Pemanfaatan PET dapat menjadi solusi ramah lingkungan untuk mengurangi limbah plastik sekaligus meningkatkan kualitas perkerasan jalan.

5. Referensi

- Afriyanto, et al., (2019). Pengaruh Limbah Plastik *Low Density Polyethylene* Terhadap Karakteristik Dasar Aspal. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Diponegoro*, 18(2), 155-162.
- Ardiyah, N. (2022). Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Jenis LDPE Terhadap Karakteristik Campuran *Laston AC-BC* dengan Pengujian *Marshall*. Skripsi, Universitas Islam Riau.
- Bina Marga. (2010). *Spesifikasi Umum Bina Marga Revisi III*. Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. (2018). *Spesifikasi Umum untuk Pekerjaan Jalan dan Jembatan*. Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian PUPR, Revisi 1.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1998). *Petunjuk Teknis Campuran Beraspal Panas (Hot Mix Asphalt)*. Jakarta.
- Harold N. Atkins. (1997). *Highway Materials, Soils and Concrete*. Prentice Hall: New Jersey.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2023). *Laporan Nasional Pengelolaan Sampah Plastik di Indonesia*. Jakarta: KLHK.
- Nabila, A. S. (2019). Pengaruh Penambahan Limbah Plastik LDPE Terhadap Karakteristik Campuran Aspal AC-WC. Skripsi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Nasution, A. (2020). Pemanfaatan Sampah Plastik Sebagai Campuran Aspal Jalan. *Jurnal Inovasi Teknik Sipil*, 5(1), 10-18.
- Purbawati, D., & Kurniawan, A. (2021). Pemanfaatan Limbah Plastik pada Campuran *Laston AC-WC*. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 12(3), 234-240.
- Silvia Sukirman. (2003). *Beton Aspal Campuran Panas*. Nova: Bandung.
- Siregar, M. D. (2020). *Studi Eksperimen Penggunaan Plastik PET dalam Campuran Aspal Beton*. *Jurnal Teknologi Konstruksi*, 8(2), 45-53.
- SNI 06-2456-1991. (1991). *Metode Pengujian Aspal dengan Alat Marshall*. Badan Standardisasi Nasional.
- Sukirman, S. (1994). *Perkerasan Jalan Lentur*. Nova: Bandung.
- Wahyudi, H. (2021). *Teknologi Campuran Beraspal*. Yogyakarta: Andi.

- Yuliani, L., & Riza, M. (2020). Analisa Perbandingan Kinerja Aspal *Modifikasi* Plastik dengan Aspal *Konvensional*. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Andalas*, 19(1), 27–34.
- Yuda Pratama, N., Widodo, S., & Sulandari, E. (n.d.). *Pengaruh Penggunaan Sampah Botol Plastik Sebagai Bahan Tambah Pada Campuran Lapis Aspal Beton (Laston)*.
- Zulkarnain, M., & Hartati, R. (2021). Kajian Penggunaan Limbah Botol Plastik sebagai Bahan Tambahan Campuran Aspal Beton. *Jurnal Infrastruktur*, 7(1), 22–30.