

ANALISIS KINERJA CAMPURAN ASPAL AC-WC DENGAN VARIASI KADAR LIMBAH *POLYETHYLENE TEREPHTHALATE* (PET) TERHADAP PARAMETER MARSHALL

Radya Ananda Widhistira¹, Fithriyah Patriotika²

^{1,2}Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

Email: radyaananda2003@gmail.com

Abstrak: Peningkatan kualitas infrastruktur jalan menjadi hal yang penting untuk mendukung mobilitas dan pertumbuhan ekonomi. Salah satu permasalahan utama yang terjadi adalah kerusakan jalan akibat beban lalu lintas yang tinggi dan kualitas campuran aspal yang optimal. Di sisi lain, limbah plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) terus meningkat dan sulit terurai secara alami. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja campuran aspal AC – WC dengan penambahan variasi limbah PET terhadap parameter marshall. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan campuran kering dan variasi kadar PET sebesar 0%, 4,5%, 5% dan 5,5% dari berat aspal. Pengujian dilakukan untuk mengetahui pengaruh terhadap nilai stabilitas, *flow*, VIM, VMA, VFA, dan *Marshall Quotient*, serta menentukan kadar aspal optimum (KAO). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan PET pada kadar tertentu dapat meningkatkan nilai stabilitas dan parameter *Marshall* lainnya, serta masih memenuhi spesifikasi teknis Bina Marga 2018. Penelitian ini juga memberikan solusi terhadap pengurangan limbah plastik dan mendukung pengembangan infrastruktur jalan yang berkelanjutan.

Kata Kunci : aspal AC – WC, limbah PET, parameter Marshall, KAO, campuran aspal.

Abstract: Improving the quality of road infrastructure is essential to support mobility and economic growth. One of the main issues is road damage caused by heavy traffic loads and suboptimal asphalt mixtures. On the other hand, Polyethylene Terephthalate (PET) plastic waste continues to increase and is difficult to decompose naturally. This study aims to analyze the performance of AC-WC asphalt mixtures with the addition of PET waste based on Marshall parameters. An experimental method with a dry mixing approach was used, with PET content variations of 0%, 4.5%, 5%, and 5.5% by asphalt weight. Tests were conducted to assess the effects on stability, flow, VIM, VMA, VFA, and Marshall Quotient, as well as to determine the optimum asphalt content (OAC). The results showed that PET addition at certain levels improves stability and other Marshall parameters while still meeting the 2018 Bina Marga technical specifications. This study also offers a solution for plastic waste reduction and supports sustainable road infrastructure development.

Keywords: AC-WC asphalt, PET waste, Marshall parameters, OAC, asphalt mixture.

PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur jalan yang berkualitas merupakan salah satu faktor penunjang pertumbuhan ekonomi dan mobilitas masyarakat. Namun, kerusakan jalan akibat beban lalu lintas dan kondisi lingkungan masih menjadi tantangan, seperti yang terjadi di Provinsi Sumatera Barat, dimana panjang jalan rusak berat mencapai 371,37 km pada tahun 2024 (Badan Pusat Statistik, 2024). Salah satu solusi untuk meningkatkan kinerja

campuran aspal adalah dengan memanfaatkan limbah plastik, khususnya *Polyethylene Terephthalate* (PET) sebagai bahan substitusi aspal. Limbah PET yang sulit terurai dan jumlahnya terus meningkat (Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional, 2024) dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki sifat reologi aspal, seperti meningkatkan kekuatan dan ketahanan terhadap deformasi (Fadhil & Khairunnisa, 2024).

Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah belum optimalnya pemanfaatan limbah PET dalam campuran aspal AC – WC (*Asphalt Concrete – Wearing Course*), terutama dalam menentukan kadar yang sesuai untuk memenuhi standar teknis. Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan hasil yang bervariasi, seperti penelitian Lombogia dkk., (2022) yang menemukan bahwa kadar PET 5% meningkatkan stabilitas campuran, sedangkan kadar di atas 10% justru menurunkan kinerja parameter *Marshall*. Hasil serupa ditemukan oleh Arifin dkk., (2024) yang menunjukkan bahwa penambahan PET 4% hingga 5% meningkatkan stabilitas, namun kadar 6% menyebabkan penurunan nilai *flow*. Hal ini menunjukkan perlunya kajian lebih mendalam untuk menentukan kadar PET yang optimal.

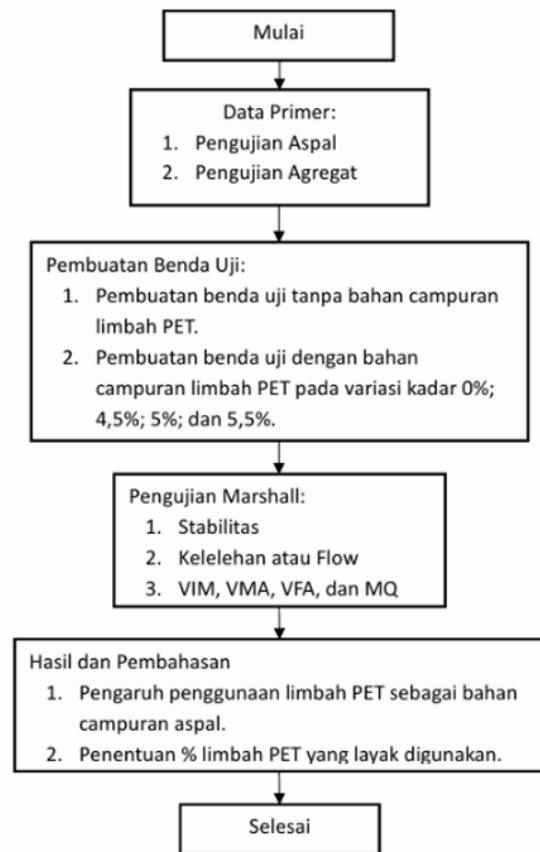
Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh penambahan limbah PET sebagai bahan substitusi aspal terhadap parameter Marshall pada campuran aspal AC–WC dan menentukan kadar aspal optimum (KAO). Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengembangan campuran aspal yang ramah lingkungan dan ekonomis, sekaligus mendukung kebijakan pengelolaan limbah plastik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen laboratorium dengan pendekatan kuantitatif untuk menganalisis pengaruh penggunaan limbah plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) pada campuran aspal AC-WC terhadap parameter Marshall. Limbah PET yang digunakan adalah botol air mineral dengan variasi kadar PET yang digunakan adalah 0%; 4,5%; 5%; dan 5,5% dari berat aspal yang dicampurkan menggunakan metode kering. Seluruh proses pengujian dilakukan di UPTD Laboratorium Bahan dan Konstruksi Dinas PUPR Sumatera Barat. Tahapan penelitian mencakup pengujian sifat fisik agregat dan aspal, perancangan gradasi agregat gabungan, penentuan kadar aspal awal, pembuatan benda uji Marshall, serta pengujian parameter *Marshall* seperti stabilitas, keelehan (*flow*), rongga dalam campuran (VIM), rongga dalam agregat (VMA), rongga terisi aspal (VFA), dan *Marshall Quotient*.

Diagram alir penelitian disajikan pada Gambar 1, yang menunjukkan tahapan secara sistematis mulai dari persiapan material, pencampuran agregat dan aspal dengan variasi kadar PET, pencetakan benda uji, hingga pelaksanaan uji *Marshall* dan analisis data. Data hasil pengujian kemudian dianalisis secara deskriptif untuk membandingkan performa

campuran dengan dan tanpa penambahan PET. Evaluasi dilakukan mengacu pada Spesifikasi Umum Bina Marga (2018) untuk menentukan apakah hasil campuran memenuhi standar teknis. Tujuan utama dari metodologi ini adalah untuk menentukan pengaruh limbah PET terhadap performa teknis campuran AC–WC dan menentukan kadar optimum yang memberikan kinerja terbaik.

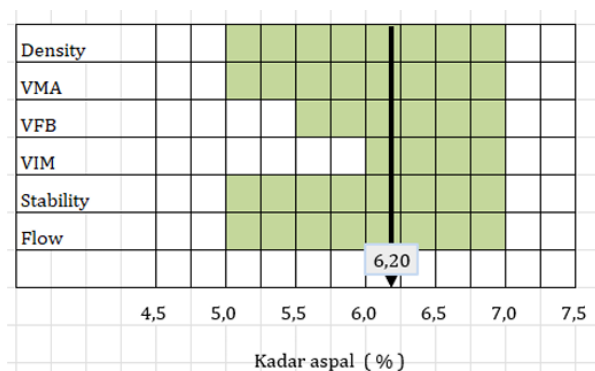


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Pengujian *Marshall* Aspal Rencana

No	Karakteristik	Spesifikasi	Hasil Pengujian Marshall				
			Variasi Kadar Aspal				
			5%	5,5%	6%	6,5%	7%
1	Density (gr/cm ³)		2,310	2,341	2,35	2,356	2,339
2	Stabilitas (kg)	Min 800	1004	1083	1121	1157	1055
3	Kelelahan/flow (mm)	2 - 4.	3,09	3,22	3,23	3,56	3,51
4	VMA (%)	Min 15	17,9	17,2	17,5	17,6	18,6
5	VIM (%)	3 - 5.	8	6,1	5,2	4,1	4,1
6	VFA (%)	Min 65	55,1	64,6	70,2	76,6	77,9
7	MQ (kg/mm)	Min 250	325	337	348	325	301



Gambar 2. Grafik Penentuan KAO

Berdasarkan Tabel 1, diketahui bahwa nilai VIM pada kadar aspal 5%; 5,5%, dan 6% melebihi batas spesifikasi, sedangkan nilai VFA pada kadar aspal 5% dan 5,5% berada di bawah batas minimal spesifikasi. Hal ini menunjukkan bahwa pada kadar tersebut campuran belum memenuhi standar. Setelah dilakukan analisis terhadap seluruh parameter *Marshall*, kadar aspal optimum yang diperoleh adalah 6,2%, karena pada kadar ini semua parameter memenuhi spesifikasi dan memberikan keseimbangan terbaik antara stabilitas, kelelahan, dan daya tahan campuran.

Selanjutnya, penelitian akan dilanjutkan dengan mencampurkan bahan limbah PET (*Polyethylene Terephthalate*) ke dalam campuran aspal pada kadar optimum 6,2%. Hasil pengujian *Marshall* dengan variasi limbah PET dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Pengujian *Marshall* dengan Variasi PET

No	Karakteristik	Spesifikasi	Hasil Pengujian Marshall			
			Variasi Kadar PET			
			0%	4,5%	5%	5,5%
1	Density (gr/cm ³)		2,364	2,356	2,341	2,332
2	Stabilitas (kg)	Min 800	1377	1324	1140	954
3	Kelelahan/flow (mm)	2 - 4.	3,56	3,99	4,68	4,98
4	VMA (%)	Min 15	17	17	17,5	17,8
5	VIM (%)	3 - 5.	4,2	4,9	5,5	6
6	VFA (%)	Min 65	75,4	71,2	68,4	66,6
7	MQ (kg/mm)	Min 250	386	332	243	192

Berdasarkan Tabel 2, dapat dilihat penambahan limbah PET pada campuran aspal menunjukkan pengaruh yang cukup signifikan terhadap karakteristik *Marshall*. Pada kadar PET 0% hingga 4,5% semua parameter masih memenuhi spesifikasi, menunjukkan bahwa campuran tetap stabil dan sesuai standar. Namun, pada kadar PET 5% dan 5,5% beberapa parameter mengalami penurunan kualitas. Nilai stabilitas turun menjadi 1140 kg dan 954 kg meskipun masih di atas batas minimum, kecenderungan penurunan ini menunjukkan pengaruh negatif PET dalam jumlah

tinggi. Selain itu, nilai *flow* melebihi batas maksimum 4 mm, yaitu sebesar 4,68 mm dan 4,98 mm yang menandakan campuran menjadi terlalu plastis dan kurang tahan deformasi.

Di sisi lain, nilai MQ juga mengalami penurunan signifikan menjadi 243 kg/mm dan 192 kg/mm yang berada di bawah batas minimal 250 kg/mm, hal ini mengindikasikan lemahnya daya tahan campuran terhadap beban. Nilai VIM pada kadar PET 5% juga melebihi batas maksimum menunjukkan jumlah rongga yang terlalu tinggi dalam campuran.

Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa penambahan PET dalam jumlah tinggi dapat berdampak negatif terhadap kualitas campuran. Oleh karena itu, kadar PET yang disarankan adalah maksimal 4,5%, karena pada kadar ini seluruh parameter *Marshall* masih berada dalam rentang spesifikasi dan menunjukkan performa campuran yang baik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, penggunaan limbah PET sebagai bahan substitusi aspal pada campuran AC-WC menunjukkan kinerja yang kurang optimal. Hal ini ditunjukkan oleh penurunan nilai stabilitas, *flow*, serta *Marshall Quotient* pada variasi PET di atas 4,5%, sehingga tidak direkomendasikan untuk digunakan. Hasil terbaik diperoleh pada variasi PET 0%, namun variasi PET 4,5% masih memenuhi spesifikasi teknis yang disyaratkan dan dapat dipertimbangkan sebagai batas aman penggunaan PET. Dengan demikian, penggunaan PET dalam jumlah terbatas masih memungkinkan, namun tidak disarankan dalam kadar tinggi karena menurunkan performa campuran aspal.

DAFTAR PUSTAKA

Arifin, M. Z., Senin, I. F., Bowoputro, H., Kore, D. M. H., Ingsih, I. S., & Putri, F. F. B. (2024). the Effect of Polyethylene Terephthalate (Pet) Plastic Addition To Ac-Wc in a Wet Mixture on Increase of Asphalt Stability. *EUREKA, Physics and Engineering*, 2024(2), 21–33. <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2024.003328>

Badan Pusat Statistik. (2024). *Panjang Jalan Provinsi Menurut Kabupaten_Kota dan Kondisi Jalan di Provinsi Sumatera Barat, 2024*.

Fadhil, A., & Khairunnisa, H. (2024). Evaluasi Kinerja Campuran Aspal Dengan Substitusi Limbah Plastik PET dalam Meningkatkan

Durabilitas Campuran Aspal Penetrasi 60/70 terhadap Variasi Lama Waktu Perendaman. *Jurnal Sains Riset*, 14(3).

Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat. (2018a). Spesifikasi umum 2018 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan. Direktorat Jendral Bina Marga, 2018(Revisi 3), 1–6

Lombogia, Y. M. A., Palenewen, S. C. N., & Lalamentik, L. G. J. (2022). Studi Pemanfaatan Limbah Plastik Jenis Polyethylene Terephthalate (PETE) sebagai Bahan Substitusi Sebagian Aspal pada Campuran Perkerasan Laston. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 12(2), 141–150.

Novendra, T. F., Hasan, M. W., & Yulcherlina. (2023). Pengaruh Penggunaan Limbah Plastik Polyethylene Sebagai Substitusi Aspal Pada. 4–5.

Perdana, M. G., Abdurrahman, & Wahyuni, A. nur. (2023). Pengaruh Penggunaan Limbah Plastik Sebagai Bahan Tambah pada Campuran Aspal Lapis Aus AC WC (ASPHALT CONCRETE-WEARING COURSE). *Jurnal Kacapuri: Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 6(1), 232–246.

Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional. (2024). *Komposisi Sampah*. Sipsn.Menlhk. Go.Id. <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/public/data/komposisi>

SNI 06-2440-1991. (1991). Cara Pengujian Kehilangan Berat Minyak dan Aspal dengan Cara A. Badan Standar Nasional Indonesia.

SNI 1969:2016. (2016). Metode Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar. Badan Standar Nasional Indonesia.

SNI 1970:2016. (2016). Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. Badan Standar Nasional Indonesia.

SNI 2417:2008. (2008). Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles. Badan Standar Nasional Indonesia.

SNI 2432:2011. (2011). Cara Uji Daktilitas Aspal. Badan Standar Nasional Indonesia.