

Analisis Pengaruh Penambahan Limbah Plastik PET (Polyethylene Terephthalate) pada Campuran Laston Lapis Aus (AC-WC) Menggunakan Metode Marshall

Oleh:

Dimas Yudhistira,

Atik Wahyuni

Program Studi Teknik Sipil

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

September, 2026



Pendahuluan

Latar Belakang

AC-WC merupakan lapisan permukaan perkerasan yang menerima beban lalu lintas dan pengaruh lingkungan secara langsung.

Limbah PET berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan tambah pada campuran aspal. Penelitian terdahulu menunjukkan PET dapat memengaruhi karakteristik Marshall, tetapi hasilnya bervariasi.

Penelitian ini mengkaji penambahan PET 0%, 2%, 4%, dan 6% pada campuran AC-WC dengan metode wet process untuk melihat perubahan karakteristik Marshall.

Pertanyaan Penelitian (Rumusan Masalah)

Rumusan Masalah

1. Apakah penambahan PET memenuhi spesifikasi teknis Bina Marga?
2. Apakah terdapat kadar PET optimum berdasarkan parameter Marshall?
3. Bagaimana pengaruh PET terhadap karakteristik Marshall campuran AC-WC?

Tujuan

1. Mengevaluasi kesesuaian campuran terhadap Spesifikasi Bina Marga 2018.
2. Menganalisis ada atau tidaknya kadar PET optimum.
3. Menganalisis perubahan karakteristik Marshall akibat penambahan PET.

Metode

Rancangan Penelitian

- Metode: eksperimental laboratorium
- PET: 0%, 2%, 4%, 6%
- Aspal: 5,40%, 5,90%, 6,40%
- Replikasi: 3 benda uji/variasi
- Benda uji utama: 36
- Benda uji tambahan: 2
- Total: 38 benda uji

Job Mix Formula

Agregat kasar : 50%
Agregat halus : 41%
Abu batu : 9%
Filler : 0%

$$P_b = 5,89833\% \approx 5,90\%$$

PET dinyatakan terhadap berat aspal.

Wet Process

Aspal dan PET dipanaskan sesuai kondisi pencampuran.

PET kemudian dicampurkan ke dalam aspal hingga homogen sebelum dicampurkan dengan agregat.

Pengujian Marshall mengacu pada SNI 2489:2018.

Hasil

Hasil Marshall pada kadar aspal 5,90%

PET	Density	Stabilitas	Flow	MQ	VIM
0%	2,467	2.318,71	3,80	614,19	20,985
2%	2,515	3.307,69	4,52	718,27	19,446
4%	2,416	4.790,77	4,25	1.180,96	22,643
6%	2,301	3.415,51	2,82	1.202,23	26,310

Temuan utama

- Stabilitas tertinggi: PET 4% = 4.790,77 kg
- MQ tertinggi: PET 6% = 1.202,23 kg/mm
- VIM terendah: PET 2% = 19,446%

Evaluasi spesifikasi

- VIM: seluruh variasi > 5%
- VMA dan VFA: memenuhi
- Flow: sebagian variasi di luar 2–4 mm

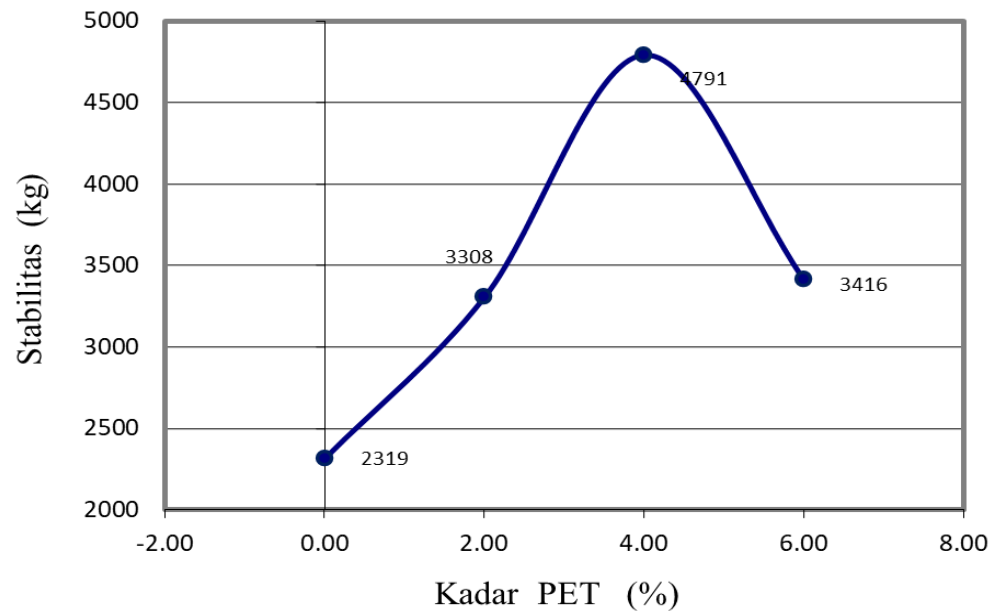
Material utama

- Penetrasi: 70 (0,1 mm)
- Titik lembek: 68°C
- Daktilitas: 157,83 cm
- Titik nyala: 262°C

Pembahasan

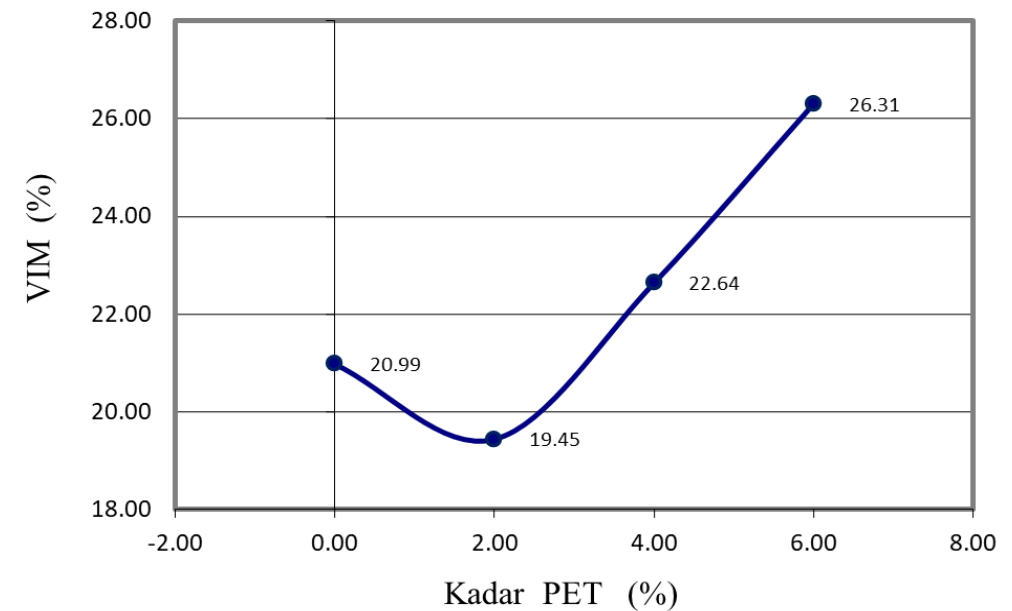
Kadar PET terhadap Stabilitas

Kadar PET $\times$ Stabilitas (Kadar Aspal 5.90%)



Kadar PET terhadap VIM

Kadar PET $\times$ VIM (Kadar Aspal 5.90%)



Stabilitas tertinggi pada PET 4%, sedangkan VIM terendah pada PET 2%; seluruh VIM masih di atas persyaratan 3–5%.

Temuan Penting Penelitian

Kadar PET optimum belum dapat ditentukan

PET 2%

VIM terendah
19,446%

PET 4%

Stabilitas tertinggi
4.790,77 kg

PET 6%

MQ tertinggi
1.202,23 kg/mm

KAO

Belum diperoleh
5,90% = Pb, bukan
KAO

Urutan Wet Process

Benda uji tambahan menunjukkan perubahan berbeda pada PET 2% dan 4%. Karena hanya satu spesimen tambahan pada masing-masing kadar, hasil ini digunakan sebagai observasi pembandingan dan belum dapat digeneralisasikan.

Manfaat Penelitian

Manfaat Teoritis

Memberikan informasi eksperimental mengenai pengaruh limbah PET terhadap karakteristik Marshall campuran AC-WC, khususnya perubahan stabilitas, flow, MQ, VIM, VMA, VFA, dan kepadatan.

Manfaat Praktis

- Menjadi referensi awal pemanfaatan limbah PET pada campuran aspal.
- Menjadi dasar untuk penelitian lanjutan mengenai variasi PET dan proses pencampuran.
- Mendukung kajian pemanfaatan material limbah pada teknologi perkerasan jalan.

Kesimpulan

1. Penambahan PET 0–6% belum menghasilkan kombinasi yang memenuhi seluruh persyaratan Marshall secara bersamaan.
2. Pada kadar aspal 5,90%, stabilitas tertinggi diperoleh pada PET 4% sebesar 4.790,77 kg, sedangkan MQ tertinggi pada PET 6% sebesar 1.202,23 kg/mm.
3. VIM terendah diperoleh pada PET 2% sebesar 19,446%, tetapi seluruh variasi masih berada di atas persyaratan 3–5%.
4. Kadar PET optimum belum dapat ditentukan dan kadar aspal 5,90% merupakan Pb, bukan KAO.
5. Penelitian lanjutan disarankan mempersempit variasi PET dan mengevaluasi perlakuan awal PET.

Referensi

- [1] N. Sariani, "Pengaruh Penggunaan Limbah Botol Plastik terhadap Karakteristik Marshall Campuran Lapis Aspal Beton (Laston)," *Dinamika Teknik Sipil*, 2022.
- [2] J. E. Simangunsong dan M. J. Alkas, "Pemanfaatan Limbah Plastik PET sebagai Bahan Tambah Aspal pada Campuran AC-WC," *Teknologi Sipil*, 2021.
- [3] S. Hani, R. Rini, M. Y. P. Lubis, dan H. Giawa, "Studi Karakteristik Marshall pada Campuran Aspal AC-WC dengan Penambahan Limbah Botol Plastik," 2025.
- [4] T. W. Mahdi, S. Senadheera, dan T. Ghebrab, "Effect of PET Size, Content and Mixing Process on the Rheological Characteristics of Flexible Pavement," *Materials*, 2022.
- [5] I. K. Abdulhasan, H. H. Joni, T. D. Saadoon, dan A. Dulaimi, "Optimizing Asphalt Binder Performance with Various PET Types," *Open Engineering*, 2024.
- [6] A. Jexembayeva, M. Konkanov, L. Aruova, A. Kirgizbayev, dan L. Zhaksylykova, "Performance Optimization Approach of Polymer-Modified Asphalt Mixtures with PET and PE Waste," *Polymers*, 2024.
- [7] Direktorat Jenderal Bina Marga, "Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (Revisi 2)," 2020.
- [8] Badan Standardisasi Nasional, "SNI 2489:2018 Metode Uji Stabilitas dan Pelelehan Campuran Beraspal Panas dengan Menggunakan Alat Marshall," 2018.

