



Pengaruh Variasi Campuran Aspal Plastik terhadap Daya Tahan Jalan Raya di Iklim Tropis di Daerah Lombok Tengah

Ahmad Firdaus

Jurusan Teknik Sipil, Universitas Mataram, Indonesia

*Corresponding Author: ahmad.firdaus@unram.ac.id

Article History

Manuscript submitted:

01 August 2025

Manuscript revised:

06 August 2025

Accepted for publication:

09 August 2025

Abstract

The use of plastic waste in road construction has emerged as an innovative solution to address both infrastructure durability and environmental sustainability. This study aims to investigate the effect of plastic-modified asphalt mixtures on the durability of road pavements in tropical climates, particularly in Central Lombok. The research adopts an experimental method using various proportions of polyethylene plastic waste (2%, 4%, and 6% by weight of bitumen) in asphalt mixtures. Samples were tested for stability, flow, and resistance to moisture damage using the Marshall test. The results show that the 4% plastic-modified asphalt mixture exhibits optimal performance in terms of load resistance and moisture susceptibility. The findings suggest that plastic waste integration not only improves asphalt pavement performance but also supports local waste management initiatives. This study contributes to sustainable road construction practices in tropical regions and highlights the potential of plastic waste reuse in infrastructure development.

Keywords

plastic-modified asphalt,
pavement durability,
tropical climate,
polyethylene waste,
marshall stability,
sustainable roads

Copyright © 2025, The Author(s)

This is an open access article under the CC BY-SA license



How to Cite: Firdaus, A. (2025). Pengaruh Variasi Campuran Aspal Plastik terhadap Daya Tahan Jalan Raya di Iklim Tropis di Daerah Lombok Tengah. *Journal of Engineering and Technological Science*, 1(1), 33-39. <https://doi.org/10.70716/jets.v1i1.52>

Pendahuluan

Kondisi infrastruktur jalan di Indonesia, khususnya di wilayah tropis seperti Lombok Tengah, menghadapi tantangan serius dalam hal ketahanan dan keberlanjutan. Karakteristik iklim tropis yang ditandai dengan suhu udara yang tinggi, curah hujan yang intens dan berlangsung sepanjang tahun, serta kelembapan udara yang ekstrem dapat mempercepat proses degradasi pada permukaan jalan raya. Fenomena seperti pelunakan aspal pada suhu tinggi dan kerusakan karena infiltrasi air hujan ke dalam struktur perkerasan menjadi masalah umum yang menyebabkan penurunan kualitas layanan jalan secara signifikan (Nkomo et al., 2019). Akibatnya, umur teknis jalan sering kali tidak mencapai batas rencana, yang pada akhirnya berdampak pada peningkatan biaya pemeliharaan dan rehabilitasi.

Di sisi lain, pertumbuhan lalu lintas yang pesat, terutama di daerah dengan aktivitas ekonomi dan pariwisata tinggi seperti Lombok Tengah, semakin memperberat beban struktur jalan. Tekanan dari kendaraan berat yang terus meningkat mempercepat munculnya kerusakan struktural seperti retak,

lubang, dan deformasi plastis (rutting). Oleh karena itu, dibutuhkan solusi inovatif untuk meningkatkan ketahanan material perkerasan terhadap beban dinamis dan kondisi iklim ekstrem yang bersifat permanen dan berulang.

Salah satu pendekatan yang mulai banyak dikaji dan dikembangkan adalah modifikasi aspal dengan bahan tambahan berbasis polimer, khususnya limbah plastik. Limbah plastik, terutama jenis polyethylene (PE) dan polypropylene (PP), diketahui memiliki sifat termoplastik yang dapat meningkatkan performa viskoelastik aspal, memperkuat ikatan antar agregat, dan menurunkan risiko pelunakan pada suhu tinggi (Andrews et al., 2023). Selain itu, modifikasi ini diyakini mampu meningkatkan ketahanan terhadap kerusakan akibat kelembapan dan air, serta memperbaiki daya tahan terhadap kelelahan akibat beban berulang.

Dalam konteks keberlanjutan, penggunaan limbah plastik sebagai bahan modifikasi aspal memberikan manfaat ganda. Pertama, secara teknis, campuran aspal plastik mampu meningkatkan daya tahan dan memperpanjang masa pakai perkerasan jalan. Kedua, secara ekologis, pendekatan ini menjadi solusi dalam mengatasi masalah akumulasi limbah plastik yang kian meningkat di Indonesia. Data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) mencatat bahwa Indonesia menghasilkan lebih dari 6 juta ton limbah plastik per tahun, dengan proporsi yang besar tidak tertangani secara memadai (Nurhadi et al., 2024). Inovasi ini, dengan demikian, tidak hanya menyentuh aspek teknik sipil, tetapi juga mengintegrasikan dimensi sosial dan lingkungan.

Beberapa studi sebelumnya telah menunjukkan hasil positif terhadap penggunaan plastik dalam campuran aspal, baik dalam bentuk wet process maupun dry process. Namun, sebagian besar penelitian tersebut dilakukan di wilayah dengan iklim sedang atau subtropis, sehingga belum sepenuhnya mencerminkan kondisi iklim tropis Indonesia yang memiliki curah hujan dan kelembapan tinggi sepanjang tahun (Lim et al., 2024). Hal ini membuka celah dalam penelitian mengenai efektivitas penggunaan limbah plastik dalam campuran aspal di kondisi lokal tropis, terutama di daerah seperti Lombok Tengah.

Lebih lanjut, masih terdapat perdebatan mengenai proporsi optimal limbah plastik yang harus ditambahkan dalam campuran aspal agar diperoleh performa terbaik tanpa mengganggu sifat kerja (workability) dan kompatibilitas bahan. Proporsi plastik yang terlalu tinggi dapat menyebabkan campuran menjadi rapuh, tidak fleksibel, atau bahkan sulit dikerjakan saat pelapisan (Telehala, 2023). Maka dari itu, penelitian yang mengkaji variasi kadar plastik dan pengaruhnya terhadap parameter kinerja utama campuran aspal seperti stabilitas Marshall, flow, dan ketahanan terhadap air sangat penting untuk dilakukan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengisi gap tersebut dengan mengevaluasi pengaruh variasi campuran aspal plastik terhadap daya tahan jalan raya di wilayah tropis, khususnya di daerah Lombok Tengah. Dengan menggunakan pendekatan eksperimental laboratorium, penelitian ini akan menguji tiga variasi kandungan limbah plastik polyethylene (2%, 4%, dan 6%) untuk menilai performa mekanik dan ketahanannya terhadap kelembapan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan dasar ilmiah bagi pemanfaatan limbah plastik secara optimal dalam konstruksi jalan yang berkelanjutan dan tahan lama di daerah tropis.

Penggunaan limbah plastik dalam campuran aspal tidak hanya menawarkan manfaat teknis tetapi juga memberikan kontribusi terhadap pengurangan limbah padat, yang menjadi masalah lingkungan global (Manju et al., 2017). Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa penambahan limbah plastik, khususnya jenis polyethylene (PE), dapat meningkatkan stabilitas Marshall dan ketahanan terhadap deformasi permanen (Modarres & Hamed, 2014).

Namun, sebagian besar studi sebelumnya dilakukan di iklim non-tropis atau tidak mempertimbangkan karakteristik lingkungan lokal seperti tingkat kelembapan dan fluktuasi suhu harian

yang tinggi. Hal ini menciptakan celah penelitian (research gap) dalam penerapan teknologi aspal plastik di daerah tropis seperti Lombok Tengah.

Selain itu, komposisi optimal antara aspal dan plastik masih menjadi perdebatan. Beberapa studi merekomendasikan 5–10% plastik, sementara yang lain menemukan performa terbaik pada angka yang lebih rendah (Lim et al., 2024). Oleh karena itu, penting dilakukan penelitian untuk mengidentifikasi komposisi campuran yang paling efektif di kondisi lokal.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh variasi campuran aspal plastik terhadap daya tahan jalan, khususnya terhadap stabilitas, flow, dan resistensi terhadap air. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi ilmiah dan praktis terhadap penerapan teknologi aspal plastik yang berkelanjutan di Indonesia.

Kontribusi utama dari artikel ini adalah menyediakan data eksperimental yang relevan dengan konteks iklim tropis serta mempromosikan solusi ramah lingkungan dalam pengembangan infrastruktur jalan. Hasil studi ini dapat digunakan sebagai referensi bagi praktisi teknik sipil, pembuat kebijakan, dan akademisi dalam merancang jalan yang lebih tahan lama dan berkelanjutan.

Metode

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen laboratorium dengan pendekatan kuantitatif. Lokasi pengambilan sampel tanah dan data lingkungan dilakukan di wilayah Lombok Tengah, Nusa Tenggara Barat, sedangkan proses pengujian dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi, Universitas Mataram. Penelitian ini dilaksanakan dari Januari hingga April 2025.

Sampel aspal dibuat dengan mencampurkan limbah plastik jenis polyethylene (PE) ke dalam aspal konvensional dengan variasi kadar 2%, 4%, dan 6% dari berat total bitumen. Limbah plastik terlebih dahulu dicacah menjadi ukuran <5 mm dan dicampur menggunakan metode dry-mix.

Pengujian yang dilakukan meliputi Marshall Stability Test untuk menilai kekuatan beban maksimum, Flow Test untuk mengetahui deformasi, serta pengujian ketahanan terhadap air melalui metode Marshall Immersion. Data dianalisis menggunakan pendekatan statistik deskriptif dan inferensial dengan ANOVA untuk melihat signifikansi perbedaan antar variasi.

Instrumen utama dalam penelitian ini adalah mesin uji Marshall, oven pemanas, dan alat timbang digital. Validitas dan reliabilitas instrumen diuji sebelum pengumpulan data utama dilakukan.

Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian menggunakan metode Marshall memberikan gambaran yang komprehensif mengenai pengaruh variasi kadar limbah plastik dalam campuran aspal terhadap tiga parameter utama kinerja perkerasan: stabilitas (stability), deformasi (flow), dan ketahanan terhadap kerusakan akibat air (durability). Penelitian ini memperlihatkan bahwa penambahan limbah plastik polyethylene (PE) dalam kadar tertentu memiliki potensi signifikan dalam meningkatkan performa campuran aspal.

Pada aspek stabilitas, yang menunjukkan seberapa besar beban maksimum yang dapat ditahan oleh campuran aspal sebelum mengalami kerusakan plastis, ditemukan bahwa campuran dengan penambahan 4% plastik menghasilkan nilai stabilitas tertinggi, yaitu sebesar 1450 kg. Nilai ini secara signifikan lebih tinggi daripada campuran dengan kadar 2% plastik yang memiliki nilai 1350 kg, serta campuran dengan kadar 6% plastik yang justru mengalami penurunan nilai stabilitas menjadi 1300 kg. Temuan ini mengindikasikan bahwa terdapat titik optimum dalam penggunaan limbah plastik sebagai bahan aditif, di mana pada kadar 4%, plastik mampu memperkuat ikatan antarpartikel agregat dan bitumen, serta meningkatkan struktur internal campuran aspal secara keseluruhan.

Fenomena peningkatan stabilitas pada kadar 4% dapat dijelaskan dari sudut pandang mikrostruktur material. Sifat termoplastik polyethylene memungkinkan material ini melunak pada suhu tinggi dan

menyelimuti agregat secara merata, mengisi rongga-rongga kecil dalam campuran. Proses ini menghasilkan struktur yang lebih kompak dan homogen, sehingga meningkatkan ketahanan terhadap beban vertikal maupun tekanan dari roda kendaraan (Andrews et al., 2023). Selain itu, plastik yang mencair saat proses pencampuran dapat berfungsi sebagai pengikat tambahan yang memperkuat daya rekat antara aspal dan agregat, sehingga mengurangi risiko terjadinya disintegrasi material akibat gaya gesek atau beban dinamis.

Sebaliknya, ketika kandungan plastik ditingkatkan menjadi 6%, nilai stabilitas mengalami penurunan yang cukup mencolok. Hal ini dapat dikaitkan dengan efek kelebihan plastik yang justru mengganggu kesetimbangan viskoelastik dalam campuran. Kelebihan plastik berpotensi menurunkan kelekatan antara bitumen dan agregat, terutama jika plastik tidak tercampur sempurna atau mengalami segregasi selama proses pencampuran. Plastik yang tidak terdistribusi secara merata dapat menciptakan titik-titik lemah (*weak zones*) dalam struktur campuran, sehingga menurunkan kapasitas beban campuran secara keseluruhan. Selain itu, pada kadar tinggi, sifat getas (*brittle*) dari plastik cenderung meningkat ketika suhu turun, yang membuat campuran lebih rentan terhadap retak-retak awal (*cracking*) dalam kondisi cuaca dingin atau saat terjadi pendinginan cepat pasca pelapisan (Kim & Le, 2023).

Jika dilihat dari perspektif teknik sipil dan material, kondisi ini memperkuat teori bahwa setiap bahan aditif memiliki batas ambang (*threshold limit*) dalam aplikasinya, dan melebihi batas tersebut akan memberikan efek yang kontraproduktif terhadap kinerja material. Oleh karena itu, hasil ini menekankan pentingnya penelitian eksperimental untuk menemukan kadar optimum dari setiap bahan tambahan yang digunakan dalam teknologi perkerasan jalan.

Selain itu, nilai stabilitas Marshall juga berkaitan erat dengan umur layanan jalan (*service life*). Campuran yang memiliki nilai stabilitas tinggi akan lebih tahan terhadap deformasi permanen seperti rutting (aluran roda), serta dapat mempertahankan bentuk dan profil permukaan jalan dalam jangka waktu yang lebih lama, bahkan ketika menerima beban lalu lintas berat secara berulang-ulang. Dalam konteks iklim tropis seperti di Lombok Tengah, di mana suhu permukaan jalan bisa mencapai lebih dari 60°C saat siang hari, memiliki campuran yang tidak mudah melunak dan tetap stabil secara struktural sangatlah penting untuk mencegah kerusakan dini.

Temuan ini juga memberikan dasar teknis bagi pengambilan kebijakan dalam bidang infrastruktur, khususnya dalam menetapkan standar nasional atau lokal mengenai penggunaan limbah plastik dalam perkerasan jalan. Penggunaan 4% plastik dapat menjadi rekomendasi awal bagi pelaksanaan proyek jalan berbasis aspal plastik, terutama pada wilayah dengan kondisi iklim serupa. Namun, hasil ini juga perlu didukung oleh pengujian lapangan jangka panjang, termasuk evaluasi terhadap aspek lingkungan, ekonomi, dan sosial sebelum diterapkan dalam skala luas.

Dengan demikian, hasil pengujian stabilitas Marshall dalam penelitian ini menunjukkan bahwa komposisi 4% limbah plastik polyethylene merupakan titik optimum dalam peningkatan daya tahan campuran aspal terhadap beban statis maupun dinamis, serta berpotensi memperpanjang umur pakai jalan di lingkungan tropis. Penambahan plastik yang tepat bukan hanya berkontribusi terhadap aspek struktural, tetapi juga menciptakan nilai tambah lingkungan dengan mengalihkan limbah plastik dari ekosistem menjadi material konstruksi yang fungsional dan berkelanjutan.

Namun, ketika kandungan plastik ditingkatkan menjadi 6%, hasil pengujian menunjukkan adanya penurunan nilai stabilitas, yang menandakan bahwa campuran menjadi kurang mampu menahan beban sebelum mengalami deformasi. Hal ini tentu menjadi temuan yang penting karena menunjukkan adanya batas toleransi material terhadap penambahan limbah plastik. Salah satu penjelasan utama dari fenomena ini adalah terjadinya segregasi material, yaitu distribusi limbah plastik yang tidak merata dalam matriks aspal. Pada kadar tinggi, plastik cenderung menggumpal atau membentuk aglomerasi kecil dalam campuran, yang kemudian menyebabkan ketidakhomogenan struktur campuran. Ketika plastik tidak

terdistribusi secara menyeluruh, beberapa bagian campuran akan memiliki konsentrasi plastik yang tinggi, sementara bagian lainnya kekurangan plastik, yang berujung pada zona lemah (*weak zones*) yang mudah rusak ketika menerima beban lalu lintas atau mengalami perubahan suhu (Kim & Le, 2023).

Di samping itu, kelebihan polimer dalam aspal dapat mengganggu komposisi viskositas ideal antara bitumen dan agregat. Bitumen sebagai bahan pengikat utama memiliki sifat viskoelastis yang penting untuk mempertahankan fleksibilitas jalan terhadap beban dinamis dan perubahan temperatur. Ketika kadar plastik terlalu tinggi, sifat viskositas bitumen meningkat secara berlebihan, sehingga campuran menjadi terlalu kaku dan kehilangan sebagian besar fleksibilitasnya. Akibatnya, campuran menjadi lebih rentan terhadap keretakan termal (*thermal cracking*) pada malam hari atau saat suhu turun drastis setelah proses pelapisan. Bahkan dalam jangka panjang, campuran yang terlalu kaku berisiko mengalami kerusakan prematur, seperti retak rambut (*hairline cracks*) yang dapat menjadi titik awal masuknya air dan mempercepat proses degradasi jalan.

Kandungan plastik yang berlebih juga dapat menyebabkan terjadinya perubahan fasa (*phase transformation*) dalam sistem aspal. Aspal pada dasarnya terdiri dari komponen aromatik, resin, dan asphaltene. Penambahan plastik dalam jumlah besar dapat mengganggu kesetimbangan antar komponen ini, sehingga mengubah struktur mikro dan makro material. Plastik dalam jumlah tinggi akan cenderung membentuk struktur semi-kristalin dalam bitumen, yang memperbesar kemungkinan campuran mengalami getas (*brittle*) pada suhu rendah dan meleleh secara tidak merata pada suhu tinggi. Hal ini dapat menurunkan daya ikat (*adhesiveness*) dan meningkatkan potensi pemisahan antar lapisan aspal saat berada di bawah tekanan (Appiah et al., 2017).

Lebih lanjut, reaksi termal antara plastik dan bitumen yang tidak seimbang juga menyebabkan penurunan kompatibilitas antara kedua material. Beberapa jenis plastik, terutama polyethylene dan polypropylene, memiliki titik leleh yang relatif tinggi. Jika suhu pencampuran tidak cukup tinggi untuk melunakkan plastik sepenuhnya, maka plastik tidak akan melebur sempurna dan hanya akan tercampur secara fisik tanpa terjadi ikatan kimia yang kuat dengan bitumen. Dalam kondisi seperti ini, plastik hanya berperan sebagai pengisi (*filler*) yang tidak memiliki kontribusi mekanik signifikan, bahkan dapat menjadi cacat struktural dalam campuran (Telehala, 2023).

Dari sudut pandang mekanika material, campuran yang terlalu kaku akibat kelebihan plastik tidak mampu menyerap energi dengan baik saat terjadi gaya tumbukan atau tekanan dinamis. Material semacam ini lebih mudah mengalami retak-retak permukaan (*surface cracking*), terutama jika digunakan pada wilayah dengan fluktuasi suhu harian yang tinggi seperti di daerah tropis. Selain itu, kaku yang berlebihan juga akan menurunkan kemampuan campuran dalam mengakomodasi pergerakan fondasi akibat pemuaian tanah atau getaran lalu lintas berat, yang pada akhirnya berkontribusi pada kerusakan struktural secara progresif dalam waktu yang lebih singkat.

Implikasi dari hasil ini adalah bahwa meskipun penggunaan limbah plastik dalam aspal dapat memberikan peningkatan performa, tetapi melebihi kadar optimum justru berbahaya bagi kualitas konstruksi. Oleh karena itu, diperlukan pengendalian mutu yang ketat dalam proses pencampuran, termasuk kontrol suhu, waktu pencampuran, serta homogenisasi yang optimal untuk memastikan bahwa plastik benar-benar menyatu dengan baik dalam matriks bitumen. Selain itu, uji coba komposisi harus dilakukan lebih lanjut untuk setiap jenis plastik dan kondisi lokal, mengingat bahwa karakteristik termal dan reaktivitas plastik berbeda-beda, dan hal ini sangat mempengaruhi keberhasilan aplikasi teknologi aspal plastik di lapangan.

Dengan demikian, penurunan performa yang terjadi pada campuran dengan 6% plastik bukan hanya sekadar hasil statistik laboratorium, tetapi juga mencerminkan konsekuensi fisik dan kimia nyata dari overmodifikasi material. Studi ini menekankan pentingnya untuk tidak hanya mempertimbangkan pengurangan limbah plastik secara kuantitas, tetapi juga mempertimbangkan kualitas interaksi plastik-

bitumen, guna menghasilkan perkerasan jalan yang kokoh, tahan lama, dan sesuai dengan tantangan iklim tropis.

Dari hasil pengujian flow (deformasi plastis), ditemukan bahwa nilai tertinggi terjadi pada campuran dengan 6% plastik, yaitu mencapai 4,6 mm. Nilai ini jauh lebih tinggi dibandingkan campuran 2% (3,4 mm) dan 4% (3,0 mm). Flow yang tinggi mengindikasikan kecenderungan campuran mengalami deformasi lebih besar di bawah beban, yang mengarah pada penurunan ketahanan terhadap rutting (aluran roda) pada permukaan jalan. Kelebihan kandungan plastik mengurangi kemampuan campuran untuk kembali ke bentuk semula setelah menerima beban, yang secara langsung menurunkan sifat elastis dan meningkatkan deformabilitas permanen dari perkerasan (Yan et al., 2023). Sementara itu, flow terendah yang tercatat pada campuran 4% menunjukkan keseimbangan ideal antara fleksibilitas dan kekakuan yang diperlukan dalam aplikasi perkerasan jalan.

Pengujian ketahanan terhadap air juga memberikan hasil yang mendukung performa optimal pada komposisi 4% plastik. Setelah dilakukan perendaman dalam air selama 24 jam pada suhu 60°C, campuran ini hanya mengalami penurunan stabilitas sebesar 8%, jauh lebih rendah dibandingkan penurunan pada campuran 2% (15%) dan 6% (22%). Hal ini menegaskan bahwa pada kadar 4%, plastik mampu meningkatkan ketahanan campuran terhadap penetrasi air yang umumnya menyebabkan stripping atau lepasnya ikatan antara bitumen dan agregat. Dengan kata lain, plastik pada kadar tersebut dapat bertindak sebagai bahan hidrofobik yang membantu mencegah degradasi mekanis akibat kelembapan (Appiah et al., 2017). Sebaliknya, kadar plastik yang terlalu tinggi justru menyebabkan peningkatan porositas dan mikrorongga dalam campuran, yang memungkinkan air masuk dan mempercepat kerusakan.

Temuan ini konsisten dengan penelitian oleh Addissie et al. (2018) yang menunjukkan bahwa campuran aspal dengan 4–5% limbah plastik menunjukkan performa mekanis dan ketahanan terhadap air yang paling optimal di lingkungan tropis. Mereka menekankan bahwa ada titik optimum dalam penambahan plastik di mana manfaat aditif termoplastik tersebut mencapai puncaknya sebelum kemudian menurun. Namun, temuan ini berbeda dengan hasil yang diperoleh oleh Genet et al. (2021) yang menyatakan bahwa komposisi optimal berada pada kisaran 6%. Perbedaan tersebut bisa disebabkan oleh perbedaan jenis plastik yang digunakan (misalnya PP atau PET), metode pencampuran (dry mix vs wet mix), atau karakteristik agregat lokal yang digunakan dalam penelitian mereka.

Dari sudut pandang praktis, hasil penelitian ini memberikan bukti kuat bahwa penggunaan limbah plastik dalam kadar yang terkontrol dapat meningkatkan performa jalan secara signifikan. Dengan meningkatkan stabilitas, menurunkan deformasi, dan meningkatkan ketahanan terhadap air, campuran aspal dengan 4% plastik sangat layak dijadikan alternatif dalam pembangunan jalan yang tahan lama di daerah tropis. Lebih jauh lagi, pendekatan ini dapat mengurangi frekuensi pemeliharaan jalan dan menurunkan beban anggaran pemerintah daerah dalam jangka panjang.

Dari sisi lingkungan, pemanfaatan limbah plastik dalam konstruksi perkerasan jalan merupakan terobosan strategis yang mendukung prinsip pembangunan berkelanjutan. Alih-alih berakhir di tempat pembuangan akhir (TPA) atau mencemari laut, limbah plastik domestik dapat dimanfaatkan secara produktif untuk meningkatkan kualitas infrastruktur. Hal ini sejalan dengan agenda pengurangan sampah plastik nasional dan dapat berkontribusi pada target-target pembangunan hijau (green infrastructure) yang semakin penting dalam kebijakan publik.

Kesimpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa variasi campuran aspal plastik berpengaruh signifikan terhadap daya tahan jalan di iklim tropis. Campuran dengan 4% limbah plastik polyethylene menunjukkan performa terbaik dalam hal stabilitas, deformasi, dan ketahanan terhadap air. Penggunaan limbah plastik dalam campuran aspal tidak hanya meningkatkan kualitas jalan, tetapi juga berkontribusi pada pengurangan

limbah plastik di lingkungan. Rekomendasi selanjutnya adalah pengujian lapangan untuk validasi hasil laboratorium ini dan pengembangan standar nasional untuk aspal plastik di Indonesia.

Daftar Pustaka

- Addissie, H., Gebissa, A., & Tsegaye, M. (2018). Rheological properties of plastic modified bitumen for sub-tropical areas of Ethiopia. *American Journal of Civil Engineering and Architecture*, 6, 223–235.
- Appiah, J. K., Berko-Boateng, V. N., & Tagbor, T. A. (2017). Use of waste plastic materials for road construction in Ghana. *Case Studies in Construction Materials*, 6, 1–7. DOI: 10.1016/j.cscm.2016.11.001
- Fitri, S., Saleh, S. M., & Isya, M. (2018). Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Kresek Sebagai Substitusi Aspal Pen 60/70 Terhadap Karakteristik Campuran Laston Ac–Bc. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(3), 737–748.
- Genet, M. B., Sendekie, Z. B., & Jembere, A. L. (2021). Investigation and optimization of waste LDPE plastic as a modifier of asphalt mix for highway asphalt: Case of Ethiopian roads. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 4, 100150.
- Kim, K. N., & Le, T. H. M. (2023). Durability of polymer-modified asphalt mixture with wasted tire powder and epoxy resin under tropical climate curing conditions. *Polymers*, 15(11), 2504. DOI: 10.3390/polym15112504
- Lim, S. M., He, M., Hao, G., Ng, T. C. A., & Ong, G. P. (2024). Recyclability potential of waste plastic-modified asphalt concrete with consideration to its environmental impact. *Construction and Building Materials*, 439, 137299.
- Manju, R., Sathya, S., & Sheema, K. (2017). Use of plastic waste in bituminous pavement. *International Journal of ChemTech Research*, 10(08), 804–811.
- Mashaan, N., Chegenizadeh, A., & Nikraz, H. (2022). A comparison on physical and rheological properties of three different waste plastic-modified bitumen. *Recycling*, 7(2), 18.
- Modarres, A., & Hamed, H. (2014). Effect of waste plastic bottles on the stiffness and fatigue properties of modified asphalt mixes. *Materials & Design*, 61, 8–15. DOI: 10.1016/j.matdes.2014.04.046
- Nkomo, L. S. P., Desai, S. A., Seutloali, K. E., Peerbhay, K. Y., & Dube, T. (2019). Assessing the surface material quality of unpaved rural roads to understand susceptibility to surface deterioration. A case study of four rural areas in KwaZulu-Natal, South Africa. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 112, 3–11.
- Nizamuddin, S., Boom, Y. J., & Giustozzi, F. (2021). Sustainable polymers from recycled waste plastics and their virgin counterparts as bitumen modifiers: A comprehensive review. *Polymers*, 13(19), 3242.
- Nurhadi, N. A. A., Damayanti, M. K., & Nugroho, D. H. (2024). Penggunaan Material Limbah untuk Pembangunan Berkelanjutan pada Konstruksi Jalan Raya. *Jurnal Daktilitas*, 4(2), 74–82.
- Telehala, A. (2023). Plastik Sebagai Bahan Campuran Aspal. *Jurnal Sosial Teknologi*, 3(2), 139–152.
- Yan, K., You, L., & Wang, D. (2019). High-temperature performance of polymer-modified asphalt mixes: Preliminary evaluation of the usefulness of standard technical index in polymer-modified asphalt. *Polymers*, 11(9), 1404. DOI: 10.3390/polym11091404