

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Presentase jumlah sampah plastik di wilayah Indonesia terus meningkat setiap tahunnya, sehingga menjadi permasalahan yang semakin parah. Peningkatan ini terjadi karena pertumbuhan populasi, proses urbanisasi yang cepat, serta gaya hidup konsumeris yang mengandalkan penggunaan kemasan plastik sekali pakai. Berdasarkan data yang dihimpun oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), sekitar 6,8 juta ton sampah plastik dihasilkan oleh Indonesia setiap tahunnya dan lebih dari 60% dari jumlah tersebut tidak didaur ulang. Sampah plastik ini akhirnya hanya berakhir dan menumpuk di tempat pembuangan akhir (TPA) serta membuat lingkungan sekitar tercemar, termasuk perairan laut. Pada 2024, Indonesia diperkirakan akan menghasilkan 13,98% sampah plastik dari total sampah yang dihasilkan di seluruh negeri dengan volume diperkirakan sekitar 9,9 juta ton. Hal ini disebabkan utamanya karena rendahnya sistem pengelolaan sampah di negara ini dan terbatasnya infrastruktur yang memadai (Nizar et al., 2025).

Sampah plastik yang dihasilkan masyarakat terdiri atas berbagai jenis, seperti *Polyethylene Terrephthalate* (PETE), *High Density Polyethylene* (HDPE), *Polypropylene* (PP), *Polystyrene* (PS), dan plastik *Multilayer*. Diantara berbagai jenis tersebut, plastik *multilayer* merupakan salah satu jenis limbah yang pengelolaannya masih sangat terbatas. Hal ini disebabkan karena, plastik *multilayer* tersusun atas beberapa lapisan material yang bervariasi, seperti *Polyetilen*, aluminium, silikon, besi, tembaga, mangan, dan seng. (Riyandini et al., 2021) menjelaskan bahwa plastik *multilayer* sulit didaur ulang menjadi biji plastik kembali karena setiap lapisan penyusunnya memiliki titik leleh yang berbeda. Lapisan *Polyetilen* akan meleleh jika dipanaskan di suhu sekitar 115°C, sementara lapisan aluminium membutuhkan suhu yang jauh lebih tinggi, yaitu sekitar 450°C. Oleh karena itu, limbah plastik *multilayer* termasuk jenis limbah yang sulit ditangani melalui proses daur ulang konvensional.

Di sisi lain, pertumbuhan penduduk dan perkembangan aktivitas ekonomi menyebabkan kebutuhan terhadap infrastruktur jalan yang berkualitas semakin meningkat. Sebagai prasarana transportasi, jalan memiliki peran dan dampak yang

krusial sebagai jalur transportasi utama yang menggerakkan mobilitas masyarakat dan proses distribusi barang. Oleh karena itu, diperlukan konstruksi perkerasan dengan stabilitas, durabilitas, dan ketahanan sebaik mungkin untuk menopang beban lalu lintas dan pengaruh lingkungan. Satu dari ragam jenis lapisan perkerasan dengan penggunaan paling umum ialah *Hot Rolled Sheet-Wearing Course* (HRS-WC). Lapisan ini umumnya difungsikan untuk lapis permukaan karena memiliki kinerja yang baik selama masa pelayanan. Jenis lapisan ini juga umum digunakan dalam kondisi jalan yang intensitas lalu lintasnya berada di tingkat sedang (Erwan & Sulandari, n.d.).

Campuran HRS-WC tersusun atas agregat dengan gradasi senjang, aspal, dan bahan pengisi (*Filler*) yang kemudian dicampur serta dipadatkan dengan pengaturan suhu tertentu. Untuk meningkatkan kualitas campuran, berbagai inovasi material telah dilakukan, salah satunya melalui penggunaan bahan pengisi alternatif seperti *fly ash*. Purnomo et al., (2024) menyatakan bahwa *fly ash* memiliki kandungan *pozzolan* yang mampu mengisi celah rongga di antara agregat sehingga kepadatan dan kekuatan campuran beraspal dapat meningkat. Selain penggunaan bahan pengisi alternatif, pemanfaatan limbah plastik sebagai bahan tambah juga telah banyak dikembangkan karena berpotensi meningkatkan karakteristik campuran sekaligus sebagai solusi dan upaya mengurangi potensi pencemaran lingkungan (Pulung Fajar Hudoyo, 2021).

Beberapa penelitian telah dilakukan sebagai upaya menganalisis dampak pemanfaatan limbah plastik terhadap campuran beraspal. Tirsa Widiatika. et.al., (2021) melakukan penelitian dengan menggunakan limbah plastik berjenis *Low Density Polyethylene* (LDPE) untuk menjadi bahan tambah dalam campuran HRS-WC dengan variasi kadar 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10%. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan nilai stabilitas, *flow*, *Void Filled With Asphalt* (VFA), dan *Marshall Quotient* (MQ) dalam proses penambahan plastik LDPE, serta adanya penurunan nilai *Void In Mix* (VIM), hasil ini sangat kontras perbandingannya dengan campuran tanpa penambahan bahan lainnya. Hasil tersebut memperkuat hipotesis terkait limbah plastik yang memiliki potensi untuk meningkatkan karakteristik campuran beraspal.

Meskipun demikian, umumnya penelitian sebelum ini masih berkonsentrasi pada pemanfaatan jenis plastik lain, seperti LDPE, dan uji kinerja campuran lebih sering dilakukan dengan didasarkan pada parameter *Marshall*. Sementara itu, penelitian mengenai pemanfaatan limbah plastik *multilayer* pada campuran bergradasi senjang seperti HRS-WC juga perlu dievaluasi terhadap pelepasan butir agregat (*ravelling*), yang dapat diketahui melalui pengujian *Cantabro Test*. Pengujian tersebut menghasilkan nilai kehilangan berat campuran (*Cantabro Loss*) yang dapat digunakan untuk menggambarkan ketahanan campuran terhadap pengikisan yang diakibatkan oleh daya muat lalu lintas dan pengaruh lingkungan. Maka dari itu, diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan limbah plastik *multilayer* terhadap campuran HRS-WC dengan mempertimbangkan karakteristik *Marshall* serta nilai *Cantabro Loss*.

Berdasarkan pemaparan di atas, penelitian ini perlu dilakukan sebagai upaya mengkaji pengaruh substitusi agregat menggunakan limbah plastik *multilayer* dengan variasi 2%, 4%, 6%, 8% dan 10% terhadap karakteristik *Marshall* dan *cantabro loss* pada campuran *Hot Rolled Sheet-Wearing Course* (HRS-WC). Diharapkan penelitian ini akan mampu menjadi alternatif pemanfaatan limbah plastik *multilayer* yang sulit didaur ulang sekaligus menghasilkan campuran perkerasan yang memiliki kinerja lebih baik serta mendukung upaya pengelolaan limbah yang berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, permasalahan dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik limbah plastik *multilayer* sebagai substitusi pada campuran aspal HRS-WC?
2. Bagaimana Kadar Aspal Optimum (KAO) pada campuran aspal HRS-WC sebelum substitusi plastik *multilayer*?
3. Bagaimana pengaruh substitusi agregat menggunakan limbah plastik *multilayer* dengan variasi 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10% terhadap nilai stabilitas *Marshall*, *flow*, VIM, VMA, VFA, dan *Marshall Quotient*?

4. Bagaimana pengaruh substitusi agregat limbah plastik *multilayer* terhadap nilai kehilangan berat (*Cantabro Loss*) pada campuran HRS-WC?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki berbagai tujuan, di antaranya:

1. Menganalisis karakteristik limbah plastik *multilayer* sebagai substitusi pada campuran HRS-WC.
2. Mengidentifikasi Kadar Aspal Optimum (KAO) pada campuran aspal HRS-WC sebelum dilakukan substitusi plastik *multilayer*.
3. Mendeskripsikan pengaruh variasi kadar limbah plastik *multilayer* 2%, 4%, 6%, 8% dan 10% terhadap parameter *Marshall*, meliputi stabilitas, *flow*, VIM, VMA, VFA, dan *Marshall Quotient* pada campuran HRS-WC.
4. Menganalisis dampak variasi kadar limbah plastik *multilayer* terhadap nilai *Cantabro Loss* pada campuran HRS-WC.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini di antaranya:

1. Diharapkan penelitian ini mampu berkontribusi dalam upaya pengembangan ilmu Teknik sipil, terkhusus dalam bidang perkerasan jalan melalui penggunaan limbah plastik *multilayer* sebagai bahan substitusi sebagian agregat pada campuran HRS-WC.
2. Dapat menjadi referensi bagi akademisi, peneliti, maupun instansi terkait dalam upaya mengembangkan inovasi material perkerasan dengan dampak yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.
3. Sebagai alternatif solusi dalam memaksimalkan kinerja campuran aspal dan meningkatkan upaya pengurangan limbah plastik yang sulit terurai di lingkungan.
4. Memberikan informasi mengenai ketahanan pelepasan butir agregat melalui pengujian *Cantabro Loss* pada campuran HRS-WC dengan substitusi limbah plastik *multilayer*.

1.5 Batasan Masalah

Supaya penelitian ini memiliki ruang lingkup yang lebih jelas dan tidak keluar berdasarkan tujuannya. Maka diperlukan adanya batasan di antaranya:

1. Penelitian ini menggunakan limbah plastik *multilayer* hasil pengelolaan TPA Pakusari di Dusun Krajan, Desa Kertosari, Kecamatan Pakusari, Kabupaten Jember.
2. Campuran beraspal yang diteliti adalah jenis *Hot Rolled Sheet-Wearing Course* (HRS-WC) atau LATASTON yang mengacu pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.
3. Penggunaan aspal penetrasi 60/70 yang diproduksi oleh PT. Rajendra Pratama Jaya.
4. Penggunaan material, sebagai berikut:
 - a. Aspal pen 60/70
 - b. Agregat (Kasar dan abu batu)
 - c. *Fly ash*
 - d. Limbah plastik *multilayer*
5. Variasi kadar limbah plastik *multilayer* yang dimanfaatkan sebagai material substitusi agregat adalah sebesar 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10% pada muatan agregat berdasarkan Kadar Aspal Optimum (KAO).
6. Penelitian ini hanya dilakukan dalam skala laboratorium melalui pembentukan dan evaluasi benda uji, tanpa uji coba penerapan langsung di lapangan.
7. Penelitian ini tidak mencakup analisis ekonomi, analisis biaya konstruksi, maupun analisis umur rencana perkerasan jalan.
8. Pengujian campuran beraspal dilakukan dengan mengadopsi metode *Marshall* dan *Cantabro Test* dalam skala laboratorium.