

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Fenomena polusi plastik saat ini telah mencapai tahapan kritis dan menjadi krisis lingkungan global, termasuk di Indonesia. Setiap tahunnya, sektor industri domestik maupun internasional terus berkontribusi terhadap akumulasi ribuan ton sampah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Limbah plastik jenis *Low Density Polyethylene* (LDPE), seperti kantong belanja dan kemasan makanan, merupakan varian yang paling dominan ditemukan. Karakteristik material ini yang memiliki bobot ringan namun memakan volume ruang yang besar memicu terjadinya *overcapacity* pada TPA secara eksponensial. Selain itu, *Low Density Polyethylene* membutuhkan waktu ratusan tahun untuk terurai secara alami di lingkungan. Akumulasi material ini pada tanah berisiko merusak stabilitas ekosistem, sementara pemusnahan melalui pembakaran akan melepaskan gas beracun ke atmosfer. Saat ini, efisiensi proses daur ulang konvensional dinilai belum mampu mengimbangi laju produksi limbah tersebut.

Berawal dari keprihatinan terhadap penanganan krisis limbah *Low Density Polyethylene* yang belum teratasi mendorong perlunya solusi pemanfaatan material dengan kapasitas serapan yang besar. Sektor konstruksi, khususnya pembangunan jalan raya, merupakan industri strategis yang membutuhkan volume material tinggi dalam setiap kilometer pengerjaannya. Integrasi limbah plastik *Low Density Polyethylene* sebagai bahan substitusi dalam struktur perkerasan jalan memungkinkan pemanfaatan ribuan ton sampah secara produktif. Melalui pendekatan ini, limbah yang sebelumnya mencemari lingkungan dapat diekstraksi dan dikonversi menjadi komponen struktural yang memiliki nilai guna teknis.

Pemanfaatan limbah ini bukan sekadar upaya pembuangan sampah ke infrastruktur jalan, melainkan solusi teknis untuk mengatasi kerusakan dini pada perkerasan, seperti deformasi plastis (*rutting*). Kerusakan tersebut umumnya dipicu oleh keterbatasan aspal konvensional dalam menahan temperatur tinggi serta repetisi beban gandar kendaraan yang berat. Secara material, *Low Density Polyethylene* memiliki sifat termoplastik (*plastomer*) yang mampu berinteraksi secara kimiawi dengan aspal. Merujuk pada penelitian (Sukowati et al., 2024), modifikasi aspal menggunakan limbah LDPE dapat meningkatkan viskositas dan kekakuan struktur aspal. Dengan demikian, akumulasi

limbah yang awalnya menjadi beban lingkungan justru menyediakan karakteristik polimer yang efektif dalam memperbaiki kelemahan mekanis pada aspal konvensional.

Selain bahan pengikat seperti aspal, komponen krusial lainnya yang menentukan durabilitas jalan adalah bahan pengisi atau *Filler*. Fungsi utama *Filler* adalah untuk meningkatkan densitas campuran, mengisi rongga udara mikro antar-agregat, serta mencegah infiltrasi air dan udara ke dalam struktur perkerasan. Terkait hal tersebut, material seperti semen atau abu batu biasanya digunakan (Pada & Laston, 2023). Namun, selaras dengan prinsip *sustainable construction* (konstruksi berkelanjutan), terdapat peluang signifikan untuk memanfaatkan limbah sektor pertanian sebagai alternatif, salah satunya adalah pemanfaatan bonggol jagung.

Selama ini, bonggol jagung seringkali hanya dianggap sebagai limbah sisa panen yang dimusnahkan melalui metode *open burning* (pembakaran terbuka) sehingga memicu polusi udara. Padahal, melalui proses pembakaran yang terkontrol, abu bonggol jagung menghasilkan partikel halus dengan kandungan silika ( $\text{SiO}_2$ ) yang tinggi. Material ini memiliki keunggulan fungsional selain mengisi rongga fisik untuk mengoptimalkan nilai *Voids in Mix* (VIM) dan *Voids in Mineral Aggregate* (VMA), Abu Bonggol Jagung juga mampu meningkatkan daya rekat (*adhesi*) antara aspal dan agregat. Menurut (Ichsan et al., 2024), penggunaan Abu Bonggol Jagung sebagai *Filler* alternatif dapat secara signifikan meningkatkan stabilitas campuran sekaligus memenuhi karakteristik *Marshall*.

Meskipun berbagai studi telah mengkaji penggunaan limbah plastik sebagai bahan modifikasi aspal maupun limbah pertanian sebagai *Filler* alternatif secara terpisah, penelitian yang mengintegrasikan kedua jenis limbah tersebut dalam satu campuran *Asphalt Concrete Wearing Course* (AC-WC) masih sangat terbatas. Kombinasi antara limbah plastik *Low Density Polyethylene* dan limbah pertanian Abu Bonggol Jagung berpotensi memberikan pengaruh yang berbeda terhadap karakteristik *Marshall*, terutama pada nilai stabilitas, *Flow* (alir), serta parameter volumetrik campuran lainnya. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas penggunaan kedua material tersebut dalam meningkatkan performa struktural perkerasan jalan.

Guna mengevaluasi efektivitas sinergi kedua material tersebut secara presisi, penelitian ini menerapkan Metode *Marshall* yang mensyaratkan penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO) pada campuran konvensional terlebih dahulu. Nilai KAO ini berfungsi sebagai titik kontrol (*baseline*) serta parameter acuan untuk seluruh pengujian benda uji modifikasi. Melalui penetapan nilai KAO tersebut, analisis dampak variasi persentase

penambahan limbah *Low Density Polyethylene* dan Abu Bonggol jagung dapat dilakukan secara akurat, selaras dengan metodologi yang dikembangkan oleh (Susanti et al., 2021).

Berdasarkan fenomena penumpukan limbah lingkungan dan besarnya potensi sinergi material teknis yang telah diuraikan, maka perlu dilakukan pembuktian eksperimental yang mendalam di laboratorium. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk mengangkat penelitian dengan judul “PEMANFAATAN LIMBAH *LOW DENSITY POLYETHYLENE* SEBAGAI PENGANTI SEBAGIAN ASPAL DAN ABU BONGGOL JAGUNG SEBAGAI PENGANTI SEBAGIAN DARI *FILLER*” guna mengevaluasi kinerja campuran inovatif ini berdasarkan parameter Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh kombinasi limbah plastik *LDPE* sebagai pengganti sebagian aspal ( 0%, 3%, 4%, dan 5% dari total berat aspal ) dan abu bonggol jagung sebagai pengganti sebagian *Filler* (0%,2%, 3%, dan 4% dari total berat *Filler*) terhadap karakteristik *Marshall* campuran *AC-WC*?
2. Bagaimana perubahan nilai stabilitas, *Flow*, *VIM*, *VMA*, *VFA*, dan *Marshall Quotient* pada campuran *AC-WC* akibat penggunaan kombinasi limbah plastik *LDPE* dan abu bonggol jagung?
3. Berapa kombinasi kadar limbah plastik *LDPE* dan abu bonggol jagung yang menghasilkan karakteristik *Marshall* optimum dan memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Menganalisis pengaruh kombinasi limbah plastik *LDPE* sebagai pengganti sebagian aspal (dengan variasi 0%, 3%, 4%, dan 5% dari total berat aspal) dan abu bonggol jagung sebagai pengganti sebagian *Filler* (dengan variasi 0%, 2%, 3%, dan 4% dari total berat *Filler*) terhadap karakteristik *Marshall* pada campuran *AC-WC*.
2. Mengetahui perubahan nilai parameter *Marshall* akibat penggunaan kombinasi limbah plastik *LDPE* dan abu bonggol jagung pada campuran *AC-WC*.

3. Menentukan kadar kombinasi optimum antara limbah plastik *LDPE* dan abu bonggol jagung yang dapat menghasilkan karakteristik campuran *AC-WC* terbaik dengan tetap mengacu pada standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

1. Memberikan alternatif pemanfaatan limbah plastik dan limbah pertanian dalam campuran perkerasan jalan.
2. Mendukung penerapan konsep konstruksi jalan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.
3. Memberikan informasi teknis mengenai kinerja campuran *AC-WC* yang menggunakan bahan tambah limbah.
4. Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya terkait campuran aspal termodifikasi.

#### **1.5 Batasan Penelitian**

1. Penelitian difokuskan pada campuran *Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)*.
2. Limbah plastik yang digunakan adalah jenis *Low Density Polyethylene (LDPE)* dengan variasi kadar 0%, 3%, 4%, dan 5% terhadap berat aspal rencana.
3. Limbah pertanian yang digunakan adalah abu bonggol jagung dengan variasi kadar 0%, 2%, 3%, dan 4% terhadap total berat *Filler* campuran.
4. Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO) awal dilakukan pada campuran *AC-WC* konvensional (tanpa modifikasi limbah).
5. Evaluasi kinerja campuran aspal dibatasi pada pengujian karakteristik volumetrik dan mekanis menggunakan metode alat *Marshall*.
6. Penelitian ini tidak mencakup pengujian kimiawi material secara mendalam, uji *viskositas* aspal termodifikasi, maupun evaluasi sifat reologi aspal.
7. Penelitian ini tidak mencakup perhitungan biaya (*cost*) untuk penerapan campuran di lapangan secara nyata, karena hanya berfokus pada evaluasi karakteristik *Marshall* melalui pengujian laboratorium.