

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Campuran beraspal seperti aspal beton (AC-WC) adalah lapisan yang terletak di bagian atas, berfungsi untuk menyerap berbagai jenis beban operasional dan mendistribusikannya ke lapisan di bawahnya (Sukirman, 2016). Fungsi ini sangat penting untuk mendukung transportasi kendaraan, daya penggereman, serta pergerakan roda. Untuk mencapai tujuan tersebut, diperlukan campuran aspal yang memiliki stabilitas tinggi, memiliki fleksibilitas tinggi yang dipengaruhi oleh komposisi campuran yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, dust dan *filler*. Selain itu, lapisan ini harus dirancang agar kedap air dan memiliki kekesatan yang tinggi, dengan ketebalan minimum untuk *asphalt* AC-WC sebesar 4 cm. Sementara itu, ketebalan minimum untuk *asphalt* AC-BC dan *asphalt* AC-Base masing-masing adalah 5 cm dan 6 cm (Spesifikasi Umum Bina Marga, 2018).

Karakteristik campuran yang diperlukan untuk aspal meliputi stabilitas, daya tahan, kelenturan, ketahanan terhadap kelelahan, kekasaran permukaan atau ketahanan geser terhadap air, serta kemudahan dalam proses aplikasinya. Ketahanan perkerasan jalan merujuk pada kemampuannya untuk menahan perubahan pada aspal, kerusakan agregat, dan pengelupasan lapisan aspal dari agregat.

Agregat umumnya diperoleh dari sumber daya alam yang terbatas, sehingga penting untuk meningkatkan efisiensi atau mencari bahan alternatif. Limbah Jendela merupakan jenis limbah kaca digunakan sebagai alternatif untuk agregat halus. Penelitian ini untuk mengidentifikasi formula desain campuran dengan menentukan kadar aspal optimum (KAO) dalam campuran aspal AC-WC yang menggunakan limbah kaca sebagai pengganti agregat halus.

Menurut (Ratna Yuniarti et al., 2019), dengan "Penggunaan Limbah Kaca Sebagai filler pada Campuran Perkerasan Aspal Panas", Limbah kaca yang dicampurkan dengan 75% filler abu batu dan aspal meleleh menghasilkan kinerja

hot mix asphalt optimal. Kombinasi ini menunjukkan nilai VIM dan VMA rendah serta VFB tinggi, berkat ikatan yang lebih kuat yang mengurangi rongga dan meningkatkan persentase aspal. Penggunaan 75% filler limbah kaca juga meningkatkan stabilitas dan kekakuan campuran, serta ketahanan terhadap rendaman air, yang meningkatkan durabilitas. Namun, 100% filler abu batu menunjukkan kinerja lebih baik dibandingkan 100% filler limbah kaca, karena limbah kaca kurang mampu menyerap aspal, mengakibatkan ikatan lebih lemah.

Menurut (Olumide et al., 2018) dengan “*Evaluation of The Effects of Waste Glass in Asphalt Concrete Using the Marshall Test*”, Penelitian ini menilai pengaruh limbah kaca terhadap karakteristik Marshall campuran aspal di Nigeria. Hasilnya menunjukkan stabilitas campuran meningkat hingga 18% dengan penambahan limbah kaca, meskipun masih lebih rendah dibandingkan campuran tanpa limbah kaca. Aliran campuran menurun pada kadar 8% limbah kaca, lalu meningkat kembali, menunjukkan ketahanan deformasi permanen tidak membaik di atas kadar tersebut. Terdapat peningkatan kepadatan, pengurangan rongga udara, dan peningkatan rongga terisi aspal, yang menunjukkan stabilitas dan daya tahan yang lebih baik. Secara keseluruhan, limbah kaca dapat dimanfaatkan dalam campuran beton aspal, dengan perbedaan utama pada pengujian Kuat Lentur Aspal dan proporsi limbah kaca yang digunakan.

Peningkatan efisiensi dalam proses produksi dapat mempengaruhi jumlah limbah yang dihasilkan, termasuk limbah kaca. Pemanfaatan limbah industri, seperti kaca, merupakan solusi yang efektif karena melibatkan proses daur ulang yang dapat mengurangi penumpukan limbah. Sebagian dari limbah kaca yang dihasilkan selama proses produksi didaur ulang menjadi kaca baru, sementara sisanya sering kali dibuang tanpa pemanfaatan yang optimal (W. M. Yusuf, 2022).

Terkait dengan hal tersebut, penelitian ini tentang pemanfaatan kaca sebagai bahan substitusi parsial untuk agregat halus dalam campuran aspal AC - WC. Jika hasil penelitian ini memenuhi kriteria yang ditetapkan dalam Standar Perkerasan oleh Kementerian Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga 2018, diharapkan limbah kaca ini dapat digunakan sebagai alternatif dalam campuran aspal.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan konteks yang telah dibahas sebelumnya, rumusan masalah dapat disusun sebagai berikut.

1. Bagaimana pengaruh variasi limbah kaca sebagai pengganti sebagian agregat halus dalam campuran *Asphalt Concrete - Wearing Course* (AC - WC) terhadap VIM, VMA, VFA, stabilitas, aliran, dan *Marshall Quotient* serta Kuat Lentur Aspal?
2. Mengetahui berapa nilai persentase karakteristik *Marshall* campuran limbah kaca yang paling optimum dan kekuatan serta ketahanan aspal bila diberi tekanan.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang hendak dicapai melalui penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi limbah kaca sebagai pengganti sebagian agregat halus dalam campuran *Asphalt Concrete - Wearing Course* (AC - WC) terhadap parameter *Marshall* dan Kuat Lentur Aspal.
2. Untuk mengetahui nilai kadar optimum limbah kaca sebagai agregat halus pada campuran aspal AC - WC, dan kekuatan serta ketahanan aspal bila diberi tekanan.

1.4. Manfaat Penelitian

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh keuntungan sebagai berikut.

1. Evaluasi kelayakan limbah kaca sebagai bahan alternatif untuk menggantikan sebagian agregat halus dalam konstruksi jalan raya dilakukan guna meningkatkan pemanfaatan limbah tersebut. Selain itu, ini juga bertujuan untuk menambah variasi dalam penggunaan material perkerasan.
2. Penggunaan limbah kaca sebagai agregat halus alternatif dapat mengurangi biaya material konstruksi, yang akan menguntungkan proyek infrastruktur, terutama di daerah dengan anggaran terbatas.

3. Kemajuan dalam ilmu pengetahuan, khususnya di sektor transportasi, telah membawa perubahan signifikan terhadap infrastruktur jalan raya yang kita gunakan hingga saat ini.

1.5. Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Untuk memperjelas fokus pembahasan, isu tersebut perlu dirumuskan dengan cara yang tidak memperluas cakupan analisis. Dalam konteks keterbatasan, permasalahan yang dihadapi dalam penelitian ini adalah.

1. Spesifikasi campuran *Asphalt Concrete - Wearing Course* (AC - WC) mengacu pada Spesifikasi Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga 2018.
2. Aspal yang digunakan adalah penetrasi 60/70
3. Limbah kaca yang digunakan sebagai pengganti sebagian agregat halus ini adalah limbah kaca dengan variasi 0%, 10%, 20%, 30%, dan 40% dari berat total agregat halus.
4. Pengujian kuat lentur hanya dilakukan pada penggunaan limbah kaca yang menghasilkan nilai marshall yang memenuhi dan tidak memenuhi.
5. Limbah kaca yang digunakan adalah Limbah Kaca Bening (*Clear Glass*) yang banyak digunakan pada jendela.
6. Kaca yang sudah di tumbuk lolos Saringan No.50 tertahan di Saringan No. 100.

1.6 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu dari tahap persiapan, tahap pelaksanaan, tahap pengujian, pengolahan data hingga memperoleh hasil penelitian. Penelitian diawali dengan penelitian kepustakaan yaitu dengan membaca referensi berupa buku dan jurnal yang sesuai dengan judul skripsi, Langkah selanjutnya adalah menyiapkan bahan-bahan seperti aspal, semen, limbah kaca, kerikil, pasir dan dust, Tahap selanjutnya adalah memeriksa sifat fisis dengan melakukan pemeriksaan analisis saringan, berat jenis dan berat volume agregat kemudian dilanjutkan dengan menghitung kadar aspal optimum, dalam mencari kadar aspal optimum maka dicari kadar aspal tengah

terlebih dahulu, selanjutnya benda uji dibuat dalam cetakan berbentuk silinder dengan ukuran Ø 101,6 mm x 77mm dengan jumlah benda uji sebanyak 3 sampel. Benda uji yang sebanyak 15 sampel, akan dilakukan pengujian marshall yang terdiri dari stabilitas, *flow*, *marshall quotient* (MQ), VMA, VIM dan VFA serta Kuat Lentur, setelah didapatkan kadar aspal optimum, maka dilanjutkan pembuatan benda uji dengan penambahan limbah kaca dengan menggunakan variasi 0%, 10%, 20%, 30% dan 40% terhadap pasir, masing masing variasi menggunakan 3 sampel. Total benda uji yang digunakan berjumlah 15 sampel.

Pengujian kuat lentur menggunakan benda uji balok yang diuji dengan alat *Hydraulic Concrete Beam Testing Machine* (HCBTMP) . Pengujian ini hanya dilakukan pada penggunaan limbah kaca sebagai agregat halus yang menghasilkan nilai parameter marshall yang terbagus dan terburuk. Untuk total benda uji yang digunakan berjumlah 2 sampel.

1.7 Hasil Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan limbah kaca sebagai substitusi sebagian agregat halus terhadap karakteristik campuran Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC). Pengujian dilakukan dengan lima variasi campuran limbah kaca, yaitu 0%, 10%, 20%, 30%, dan 40% dari total berat agregat halus. Evaluasi dilakukan melalui uji Marshall dan uji kuat lentur untuk menilai parameter densitas, VIM, VMA, VFA, stabilitas, flow, dan Marshall Quotient (MQ).

Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan limbah kaca berpengaruh signifikan terhadap seluruh parameter Marshall. Densitas cenderung meningkat hingga pada variasi 10%, lalu menurun pada variasi 30% dan 40%. Nilai VIM dan VMA menunjukkan peningkatan seiring bertambahnya persentase limbah kaca, yang menandakan meningkatnya rongga udara dalam campuran. Sementara itu, nilai VFA mengalami penurunan, yang menunjukkan semakin sedikitnya volume rongga yang terisi aspal.

Stabilitas campuran meningkat hingga variasi 10%, yang merupakan nilai optimum, kemudian menurun pada variasi 30% dan 40%. Hal serupa juga terjadi pada nilai Marshall Quotient (MQ), di mana nilai tertinggi dicapai pada variasi 10%. Nilai flow menunjukkan pada variasi 10% terjadi penurunan dan meningkat kembali pada variasi lebih tinggi, menunjukkan adanya perubahan dalam elastisitas campuran.

Pengujian kuat lentur dilakukan pada dua benda uji: variasi 10% (nilai parameter terbaik) dan variasi 30% (nilai parameter terendah). Hasil menunjukkan bahwa variasi 10% menghasilkan nilai kuat lentur tertinggi yaitu sebesar 1,28 MPa, sedangkan variasi 30% hanya menghasilkan nilai 1,03 MPa. Ini membuktikan bahwa limbah kaca dalam batas tertentu mampu meningkatkan daya tahan lentur campuran.

Secara keseluruhan, campuran AC-WC dengan substitusi limbah kaca sebesar 10% menghasilkan performa terbaik dan memenuhi spesifikasi teknis menurut Bina Marga 2018. Penggunaan limbah kaca pada batas optimum ini dapat menjadi solusi alternatif dalam pemanfaatan limbah dan efisiensi material konstruksi jalan.