

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan infrastruktur jalan yang ada di Indonesia senantiasa mengalami peningkatan sejalan dengan pertumbuhan kebutuhan transportasi serta pergerakan masyarakat. Saat ini, dengan kemajuan teknologi, terdapat peningkatan dalam berbagai aktivitas, termasuk dalam Pembangunan jalan raya. Ketika jalan-jalan baru dibangun, umumnya jalur tersebut dihasilkan dari pola aktivitas yang dilakukan masyarakat. Kemajuan teknologi telah memungkinkan pembuatan jalan baru, termasuk jalan beraspal (Jimmyanto et al., 2024).

Kebutuhan akan inovasi di bidang konstruksi jalan raya terus berkembang, terutama dalam upaya meningkatkan kualitas campuran AC-WC (*Asphalt Concrete-Wearing Course*). Modifikasi campuran AC-WC merupakan inovasi penting dalam meningkatkan kemampuan material jalan, terutama dalam menghadapi beban dari kendaraan yang berat dan situasi cuaca yang ekstrem. Salah satu metode yang saat ini banyak diterapkan adalah mengganti bahan pengisi standar (*Filler*) seperti semen atau abu batu dengan bahan alternatif seperti limbah dari industri. Modifikasi ini tidak sekadar memberikan peningkatan terhadap aspek teknis, namun juga selaras dengan prinsip Pembangunan yang berkesinambungan dengan mengurangi ketergantungan pada sumber daya alam dan memanfaatkan limbah yang dapat berpotensi merusak lingkungan (Miftah et al., 2024).

Industri kelapa sawit di Indonesia menghasilkan limbah padat dalam jumlah besar setiap tahunnya. Limbah ini berasal dari proses pembakaran tandan kosong, cangkang dan serat dalam sistem boiler, yang Menghasilkan abu yang disebut dengan POFA (*Palm Oil Fuel Ash*) atau abu boiler. Berdasarkan data produksi kelapa sawit di provinsi Riau tahun 2020, sebanyak 49,1 juta ton tandan buah segar (TBS) menghasilkan sekitar 19,65 juta ton limbah padat. Dari total itu,

sekitar 5% bertransformasi menjadi abu dari boiler, yang berarti sekitar 982.345 ton abu boiler diproduksi setiap tahunnya (Toyeb et al., 2023).

Abu boiler merupakan residu pembakaran dari limbah biomassa seperti cangkang dan serat kelapa sawit yang dihasilkan pada suhu tinggi antara 800–900 °C. Abu tersebut memiliki kandungan mineral aktif, berupa silika (SiO_2), dengan kadar mencapai 61% serta kalsium oksida (CaO), sehingga memiliki karakteristik serupa dengan *filler* konvensional. Jika tidak dimanfaatkan secara optimal, limbah ini dapat mencemari lingkungan dan memperburuk pengelolaan limbah industri (Wahyuni, 2021).

Menurut Umma (2022), Penambahan abu boiler sebagai bahan pengisi (*filler*) dalam campuran AC-WC menunjukkan dampak terhadap karakteristik *Marshall*, dimana nilai *density*, VFA serta MQ memiliki kecenderungan menurun. Sebaliknya, nilai VMA, VIM, stabilitas, serta *flow* menunjuka peningkatan. Pada kadar 50%, 75% serta 100%, nilai *flow* tidak memenuhi ketentuan spesifikasi bina marga 2018 revisi 2, dengan hasil yang melampaui batas standar, masing-masing dapat diterapkan pada perkerasan lentur dan konsentrasi *filler* abu boiler yang paling optimal sebagai substitusi semen dalam campuran aspal AC-WC yang memenuhi standar ialah variasi 25%.

Menurut Matheus (2022), penggunaan limbah abu kelapa sawit digunakan selaku bahan pengganti *filler* abu batu pada campuran aspal AC-WC berdampak pada performa campuran, khususnya pada aspek stabilitas, *flow*, VIM, VMA serta VFA. Dengan meningkatnya presentase abu boiler, kebutuhan akan kandungan aspal juga semakin tinggi, tetapi *stabilitas* cenderung berkurang. Campuran 100% abu sawit membutuhkan KAO tertinggi 6,375% dan memiliki *stabilitas* terendah 881,05 kg, sedangkan 100% abu batu menghasilkan *stabilitas* tertinggi 935,64 kg namun *Flow* dan MQ kurang baik. Komposisi terbaik terdapat pada campuran 25% abu sawit dan 75% abu batu dengan KAO 6,10%, *stabilitas* tinggi 924,83 kg, *Flow* terendah 2,50 mm, MQ tertinggi 375,51 kg/mm dan VFA tertinggi 86,31%.

Dengan memanfaatkan limbah ini, diharapkan dapat memberikan nilai tambah dan berkontribusi terhadap pengembangan material ramah lingkungan di bidang konstruksi jalan. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan abu boiler

dalam campuran aspal mampu memperlihatkan bahwasanya *stabilitas* serta ketahanan terhadap deformasi maupun mengurangi biaya produksi (Umma, 2022). Oleh karena itu, penerapan abu boiler dalam sektor konstruksi jalan raya tidak sekadar menunjang prinsip pembangunan berkelanjutan, namun turut memberikan solusi alternatif dalam mengelola limbah industri.

1.2 Rumusan Masalah

Berlandaskan latar belakang sebelumnya, rumusan masalah yang dijadikan fokus pada studi ini, yakni:

1. Seberapa besar pengaruh substitusi abu boiler dari proses pembakaran cangkang kelapa sawit sebagai *filler* terhadap karakteristik *Marshall* pada campuran aspal AC-WC?
2. Seberapa besar tingkat ketahanan aus campuran aspal beton AC-WC yang mengandung abu boiler berdasarkan pengujian *Cantabro loss*?

1.3 Tujuan Penelitian

Sebagai Langkah untuk mencapai tujuan, penulis merumuskan beberapa tujuan penelitian, yaitu:

1. Menganalisa pengaruh penggunaan abu boiler hasil pembakaran cangkang kelapa sawit sebagai bahan substitusi *filler* terhadap karakteristik *marshall* pada campuran aspal beton AC-WC.
2. Mengevaluasi ketahanan aus campuran aspal beton AC-WC yang memanfaatkan abu boiler sebagai *filler* melalui uji *cantabro loss*.

1.4 Manfaat Penelitian

Dalam studi ini, penulis mengharapkan studi ini mampu menyumbangkan manfaat, antara lain:

1. Memberikan pemahaman terkait pengaruh pemanfaatan abu boiler sebagai bahan substitusi *filler* pada campuran aspal beton AC-WC terhadap karakteristik *marshall*.

2. Menjadi dasar pengembangan teknologi konstruksi jalan yang ramah lingkungan dan berkontribusi dalam upaya pengurangan limbah abu boiler yang berpotensi mencemari lingkungan.

1.5 Batasan Masalah

Studi ini mempunyai ruang lingkup yang cukup luas, diperlukan keberadaan pembatasan agar pelaksanaan pengujian dapat berlangsung sejalan dengan waktu yang telah ditetapkan. Sehingga, Batasan masalah dalam studi ini diterapkan, antara lain:

1. Material yang dipakai pada studi ini bersumber dari PT. Abad Jaya Abadi Sentosa, Aceh Utara.
2. Spesifikasi teknis yang dijadikan acuan ialah Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018.
3. Abu boiler diperoleh dari pabrik kelapa sawit Turangie PT. Lonsum
4. Variasi kadar abu boiler sebagai bahan *filler* dibatasi pada presentasi Persentase 0%, 25%, 50%, 75% dan 100%.
5. Pengujian yang dilaksanakan hanya meliputi karakteristik *marshall*, yaitu *stabilitas*, *flow*, VIM, VMA, VFA, serta *density*, dengan memakai alat uji *marshall*.
6. Pengujian *cantabro* dilaksanakan guna mengetahui Tingkat ketahanan aus (*durabilitas*) campuran dengan memakai alat *los angles machine*.
7. Studi ini dilaksanakan di laboratorium Jalan Raya, Geoteknik, Dan Hidroteknik, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh.

1.6 Metode Penelitian

Metode yang diterapkan pada studi ini yaitu metode eksperimen dengan melakukan modifikasi pada campuran AC-WC dengan memakai substitusi abu boiler sebagai *filler* pada campurannya, dan di uji dengan pengujian marshall serta pengujian *cantabro loss* menggunakan mesin abrasi *los angles machine*. Tahapan penelitian meliputi persiapan, pelaksanaan, pengujian, serta pengolahan data hingga diperoleh hasil akhir penelitian. Penelitian dimulai dengan studi literatur yang relevan sebagai dasar teori, kemudian dilanjutkan dengan tahap persiapan

material yang meliputi agregat kasar berukuran 3/4", 3/8", agregat halus berupa pasir serta *dust*, seluruh agregat yang dipakai berasal dari PT. Abad Jaya Sentosa. Untuk aspal penetrasi 60/70 sudah disediakan di laboratorium Jalan Raya, Geoteknik, Dan Hidroteknik, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh. *Filler* yang dipakai sebagai substitusi ialah abu boiler, yang diambil dari PT. Lonsum Turange. Tahap berikutnya adalah pengujian sifat fisis material, yang mencakup pemeriksaan beraat jenis agregat kasar serta halus serta analisis saringan agregat. Perencanaan campuran (*mix design*) merujuk pada spesifikasi umum bina marga 2018 (revisi 2), dengan variasi penggunaan abu boiler sebesar 0%, 25%, 50%, 75% serta 100%. Benda uji dibuat menggunakan cetakan dengan berat masing-masing 1.200 gr, untuk campuran AC-WC (*asphalt concrete – wearing course*). Pengujian marshal dilaksanakan guna menilai *stabilitas*, *flow*, VIM, VMA, VFA, serta *durabilitas* campuran. Sementara itu, pengujian *cantabro* dilakukan dengan memutar benda uji sebanyak 300 putaran dalam mesin *los angeles* tanpa bola baja, guna mengetahui persentase kehilangan berat sampel (*loss*) sebagai indikator ketahanan aus. Seluruh hasil pengujian selanjutnya dianalisis secara kuantitatif guna mengetahui pengaruh variasi campuran abu boiler terhadap kinerja campuran AC-WC dan menentukan kadar *filler* yang paling optimum.