

BAB I.

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu teknologi konvensional di bidang konstruksi pembangunan jalan yang masih terus digunakan hingga saat ini yaitu campuran aspal panas atau *hot mix asphalt* (HMA). HMA merupakan campuran yang terdiri dari agregat, bahan pengisi, dan bahan pengikat berupa aspal yang dicampurkan pada kondisi panas (150 -200°C). Metode ini telah menjadi metode yang paling umum digunakan dan diterima secara universal sejak tahun 1900-an dan bahkan merupakan teknologi pengaspalan yang paling banyak digunakan di seluruh dunia (Abdullah dkk., 2016; Caputo dkk., 2020).

Banyaknya kegiatan produksi HMA bertujuan untuk mengembangkan suatu wilayah ternyata juga memberikan dampak yang tidak bisa dianggap remeh, terutama bagi lingkungan. Perkerasan aspal memiliki beberapa siklus hidup yang masing-masing berpotensi menimbulkan dampak negatif baik dari mulai fase material, fase konstruksi, fase pemeliharaan, fase penggunaan, hingga akhir fase kehidupan. Pada fase material terbagi lagi menjadi 3 subfase yaitu produksi aspal, produksi agregat, dan produksi HMA. Fase inilah yang menjadi sumber utama polutan berbahaya dan bersifat toksisitas atau beracun terhadap manusia dan lingkungan. Polutan beracun tersebut dapat terdistribusi melalui media air maupun udara (Mazumder dkk., 2016).

Selain polutan beracun, dikarenakan perlunya suhu tinggi dalam proses produksinya, HMA juga memunculkan permasalahan lain yaitu menghasilkan emisi khususnya emisi karbon. Tahap pengeringan agregat dan pemanasan aspal pada saat produksi menyumbang 92,08% dari total emisi karbon yang berasal dari konsumsi energi bahan bakar. Selain itu, pada proses konstruksi HMA, tahap *rolling* dan *paving* juga menyumbang hingga 98.53% emisi karbon yang dihasilkan dari penguapan campuran aspal. Tentunya hal tersebut juga berdampak pada meningkatnya gas rumah kaca di mana salah satu penyusun utamanya yaitu CO₂ (Peng dkk., 2020).

Tingginya emisi sebanding dengan kebutuhan energi dalam proses produksi HMA yang juga terbilang cukup tinggi. Kebutuhan energi yang besar disebabkan beberapa faktor seperti tingginya kebutuhan suhu produksi, jenis agregat yang digunakan, kadar air agregat, jenis dan konsumsi bahan bakarnya. Hal ini juga berpengaruh terhadap kebutuhan biaya produksi HMA (Milad dkk., 2022).

Tak hanya bagi lingkungan sekitar, metode HMA juga memiliki kekurangan terhadap perkerasan jalan itu sendiri. Percobaan yang dilakukan oleh Behl & Chandra (2017) didapati bahwa HMA rentan terhadap penuaan untuk skema jangka panjang. Dimana pada kondisi penuaan tersebut, HMA lebih rentan terjadi kelelahan dan retak.

Untuk mengatasi beberapa permasalahan yang timbul dari produksi HMA maka diperlukan upaya baru yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu dengan menerapkan teknologi pengaspalan alternatif yaitu teknologi campuran aspal hangat. Campuran aspal hangat atau *warm mix asphalt* (WMA) sendiri merupakan teknologi campuran aspal yang diproduksi pada suhu yang lebih rendah daripada campuran aspal panas. Proses produksi WMA memungkinkan terjadinya pengurangan suhu sekitar 20 – 40°C lebih rendah dari teknologi HMA (European Asphalt Pavement Association, 2014). Di beberapa dekade terakhir, negara-negara di Eropa dan Amerika mulai banyak menggunakan campuran aspal hangat untuk menggantikan metode terdahulu itu (Topal dkk., 2014).

Penerapan metode WMA mampu memberikan beberapa manfaat yang dapat menjawab beberapa permasalahan yang timbul dari penggunaan HMA. Diantaranya yaitu WMA dapat mengurangi suhu produksi hingga 40°C tanpa mengurangi kinerja campuran aspal (Belc dkk., 2021). Dengan pengurangan suhu tersebut kemudian dapat berkurang juga jumlah konsumsi energi bahan bakar di AMP pada saat produksi yang berdampak pula pada pengurangan emisi gas berbahaya (Vaitkus dkk., 2016). Dari penggunaan energi yang lebih sedikit ini, nantinya juga akan berpengaruh pada pengeluaran biaya konstruksi menjadi lebih hemat (Topal dkk., 2014b). Selain bermanfaat pada proses produksinya, WMA juga memberi keuntungan pada saat konstruksi yaitu pembukaan lalu lintas yang lebih cepat karena waktu pendinginan yang lebih singkat (Zaumanis, 2014). Bagi

perkerasan jalan sendiri WMA juga menunjukkan ketahanan yang lebih tinggi terhadap dampak penuaan perkerasan seperti kelelahan, retak, serta alur (*rutting*) (Behl & Chandra, 2017).

Teknologi WMA dapat diterapkan menggunakan beberapa teknik produksi yang dikategorikan berdasarkan jenis bahan aditifnya. Teknik produksi tersebut yaitu produksi dengan penambahan bahan aditif organik, bahan aditif kimia, dan teknologi *foaming* (Caputo dkk., 2020). Penambahan bahan-bahan tambahan (aditif) tersebut bertujuan agar aspal dapat diproduksi dengan suhu yang lebih rendah tetapi bahan tersebut juga memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing.

Dalam teknologi *foaming*, terdapat beberapa macam bahan aditif yang dapat digunakan seperti Zeolit, Aspha-min, dan Advera. Dalam penelitian ini digunakan bahan aditif berupa zeolit alam. Zeolit merupakan mineral kristal aluminosilikat mikropori, yang terbentuk dari pembagian sudut oleh struktur tetrahedral SiO_4^- dan AlO_4^- . Berdasarkan asalnya, material berpori ini terbagi menjadi dua jenis yaitu zeolit alam dan zeolit sintetis (Weckhuysen & Yu, 2015).

Dari permasalahan di atas maka peneliti mencoba melakukan penelitian mengenai teknologi alternatif WMA untuk mencari tahu karakteristik campuran dengan beberapa metode pengujian yang dilakukan. Pada penelitian ini, zeolit alam dipilih sebagai bahan aditif karena harganya yang tergolong murah dan ketersediaannya yang paling mudah didapat terkhusus di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian tugas akhir ini adalah :

- a. Bagaimana pengaruh zeolit alam terhadap sifat reologi dasar aspal (*foaming, ductility, softening point, mass loss*, dan penetrasi)?
- b. Bagaimana pengaruh penambahan zeolit alam terhadap kemampuan pelapisan campuran aspal-agregat (*coating, boiling test*)?
- c. Bagaimana pengaruh zeolit alam terhadap karakteristik *marshall* (VFA, VMA, VIM, *stability, flow, density*, dan *Marshall Quotient* terhadap penurunan suhu *compaction*) dan *cantabro*?

- d. Berapa kadar aditif zeolit alam optimum berdasarkan pada analisis hasil pengujian WMA?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

- a. Menganalisis sifat *rheological* dasar campuran zeolit alam terhadap aspal.
- b. Menganalisis pengaruh zeolit alam terhadap kemampuan pelapisan campuran aspal dengan agregat.
- c. Menganalisis karakteristik *marshall* dan *cantabro* dari WMA dengan aditif zeolit alam.
- d. Menganalisis jumlah kadar aditif zeolit alam optimum berdasarkan pada hasil pengujian WMA.

1.4 Lingkup Penelitian

Lingkup penelitian pada tugas akhir ini adalah:

- a. Pengujian aspal dibagi menjadi 2 fase:
 - 1) *Rheological*, meliputi uji penetrasi, daktilitas, *softening point* (titik tembak), *volume expansion* (pengembangan volume), *mass loss* (kehilangan berat aspal).
 - 2) *Mixing* (pencampuran), meliputi uji *coating* dan *boiling test*.
- b. Pengujian agregat meliputi berat jenis, penyerapan air, dan abrasi dengan mesin *los angeles*.
- c. Pengujian performa campuran meliputi pengujian *marshall* dan *cantabro*.
- d. Jenis perkerasan yang digunakan yaitu Laston AC-WC.
- e. Penelitian ini dilakukan di lingkungan Laboratorium Transportasi dan Jalan Raya Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- f. Material agregat yang digunakan berasal dari daerah Clereng, Kec. Pengasih, Kab. Kulon Progo, Yogyakarta.
- g. Kadar aspal yang digunakan sebesar 5%, 6%, dan 7%. Material aspal penetrasi 60/70 berasal dari PT. Pertamina (Persero) Refinery Unit (RU) VI, Jl. Raya Balongan, No.Km. 9, Sukareja, Kec. Balongan, Kabupaten Indramayu, Jawa Barat, 45218.
- h. Kadar zeolit yang digunakan sebesar 3%, 4%, dan 5%. Material zeolit alam berasal dari daerah Batujajar, Kab. Bandung Barat, Jawa Barat.

- i. Data pengujian aspal murni seperti nilai penetrasi, titik lembek, berat jenis, kehilangan berat minyak, dan daktilitas berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan oleh Wardani dkk (2022).
- j. Data pengujian agregat kasar seperti berat jenis, dan penyerapan air berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan oleh Aqmar W (2022).

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

- a. Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan mengenai teknologi campuran aspal hangat bagi peneliti di bidang perkerasan jalan.
- b. Pengaplikasian dari penelitian ini diharapkan dapat mengurangi pencemaran lingkungan dan penghematan energi.
- c. Penggunaan bahan aditif dan campuran aspal hangat diharapkan dapat menjadi alternatif yang lebih ramah lingkungan dari metode terdahulu yaitu campuran aspal panas.