

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penelitian yang dilakukan oleh Sudaryatie menyatakan bahwa perkerasan aspal di daerah tropis lebih rentan terhadap kerusakan dini, terutama berupa retak buaya dan deformasi permanen (*rutting*) (Sudaryatie et al., 2022). Kerusakan yang paling sering ditemui pada aspal konvensional berupa retak pada perkerasan aspal berupa retak kulit buaya, retak pinggir dan retak susut kerusakan ini banyak disebabkan karena kurangnya jalur air hujan yang akan mengalir ke drainase. Menurut Dinas PUPR Banda Aceh (2020) kerusakan *stripping* atau yang lebih dikenal dengan pengelupasan lapisan permukaan, kerusakan ini sering kali terjadi karena beban yang diterima oleh aspal secara terus menerus ditambah lagi aspal tersebut sudah mengalami retak yang mengakibatkan aspal akan semakin mengalami pengelupasan. Berdasarkan pernyataan diatas penggunaan aspal konvensional sangat sering kali mengalami kerusakan yang terjadi.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan inovasi dalam jenis perkerasan yang mampu mengatasi kelemahan aspal konvensional terhadap kerusakan akibat air dan beban berulang. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah penggunaan aspal porous, yang memiliki kemampuan drainase lebih baik karena struktur berporinya memungkinkan air hujan meresap ke lapisan bawah perkerasan, sehingga dapat meminimalkan kerusakan akibat genangan dan meningkatkan umur layanan jalan.

Aspal porous adalah jenis lapisan perkerasan jalan yang memiliki rongga atau pori-pori antar agregat yang cukup besar, sehingga memungkinkan air hujan meresap dan mengalir ke bawah permukaan jalan. Struktur berpori ini membantu mengurangi genangan air di permukaan. Aspal porous merupakan campuran beraspal panas yang didesain dengan gradasi terbuka sehingga memiliki rongga udara relatif tinggi, berkisar antara 18-25%. Struktur berpori ini memungkinkan air hujan meresap ke dalam lapisan bawah dan mengalir ke saluran drainase, sehingga dapat mengurangi genangan air, meningkatkan keselamatan dengan menekan resiko *aquaplaning*, serta mereduksi kebisingan lalu lintas. Oleh karena itu, aspal porous

banyak digunakan pada jalan bebas hambatan maupun jalan perkotaan dengan lalu lintas padat.

Penelitian yang dilakukan oleh Pohan juga menunjukkan bahwa aspal porus mampu meningkatkan keselamatan berkendara hingga 30% dibandingkan jalan beraspal konvensional karena permukaannya tetap kering meskipun saat hujan lebat (Pohan, 2019). Dengan keunggulan tersebut, penggunaan aspal porus menjadi salah satu solusi inovatif untuk mewujudkan infrastruktur jalan yang tidak hanya berfungsi sebagai prasarana transportasi, tetapi juga mendukung aspek keselamatan, kenyamanan, dan keberlanjutan lingkungan.

Kekurangan pada aspal porus dikarenakan aspal porus memiliki rongga udara yang lebih tinggi dibandingkan dengan campuran aspal padat. Untuk mengatasi permasalahan ini dibutuhkan inovasi bahan adiktif untuk meningkatkan kekuatan dan serta mempertahankan keunggulan drainase pada aspal itu sendiri.

Salah satu inovasi yang berkembang pesat dalam bidang material perkerasan adalah penerapan nanoteknologi, yang memanfaatkan partikel berukuran nanometer untuk memperbaiki sifat fisik dan kimia material. Macam macam nano teknologi ada berupa nano silika, nano *clay*, nano titanium dioksida, nano karbon, nano besi oksida, dan lain lain, namun setiap nano teknologi memiliki keunggulan masing masing. Dari berbagai jenis nano teknologi, nano silika yang paling mempunyai pengaruh dikarenakan terbukti mampu meningkatkan daya ikat, stabilitas, *flow*, serta mampu meningkatkan kepadatan campuran. (Resentia et al., 2023)

Nano silika merupakan material berukuran nano dengan kandungan utama *silicon dioxide* (SiO_2) dalam bentuk *amorf* yang biasanya mencapai 90-99%, disertai kandungan minor berupa oksida logam seperti Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , dan MgO dalam jumlah kecil (Elizondo-Villarreal et al., 2024). Struktur partikel yang sangat halus (5-100 nm) serta luas permukaan spesifik yang tinggi (100-500 m^2/g) membuat nano silika memiliki reaktivitas yang besar, terutama karena adanya gugus hidroksil (-OH) pada permukaannya (Crucho et al., 2019). Karakteristik inilah yang menjadikan nano silika mampu meningkatkan adhesi dan ikatan antar partikel dalam campuran beraspal. Penelitian (Azman Masri et al., 2016)

menunjukkan bahwa penggunaan nano silika dengan kadar SiO₂ di atas 99% pada aspal dapat meningkatkan stabilitas *marshall*. Dengan kandungan kimia yang dominan berupa SiO₂ *amorf* dan sifat permukaan yang aktif, nano silika dipandang potensial sebagai aditif dalam campuran aspal untuk memperbaiki kinerja mekanis maupun ketahanan terhadap pengaruh lingkungan.

Nano silika dapat meningkatkan ketahanan terhadap kelembapan (nilai TSR mencapai ~91% pada dosis NS 2%), sehingga campuran lebih tahan kerusakan akibat air yang memang dominan pada perkerasan berpori (Azman Masri et al., 2016). Pada taraf lebih umum, telaah pustaka internasional melaporkan bahwa nano silika pada campuran beraspal dapat menaikkan *marshall* hingga puluhan persen, meningkatkan kekuatan tarik tak langsung, dan kekakuan efek yang relevan untuk memperkecil ravelling di aspal porus (Crucho et al., 2019).

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penambahan nano silika pada aspal mampu meningkatkan stabilitas *marshall*, menurunkan kehilangan massa pada uji *cantabro*, serta memperbaiki ketahanan terhadap kelembapan dengan peningkatan nilai *Tensile Strength Ratio* (TSR) hingga 91% (Azman Masri et al., 2016). Meskipun demikian, kajian mengenai pemanfaatan nano silika pada aspal hanya terpusat pada aspal AC-WC, kurangnya penelitian pemanfaatan nano silika pada aspal porus.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, dapat disimpulkan beberapa permasalahan, diantaranya sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh penambahan nano silika pada campuran aspal porus terhadap karakteristik *marshall*.
2. Bagaimana pengaruh penambahan nano silika pada campuran aspal porus terhadap nilai *cantabro loss*.
3. Bagaimana pengaruh penambahan nano silika pada campuran aspal porus dari segi biaya.
4. Bagaimana pengaruh optimum campuran pada penambahan nano silika pada aspal porus.

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pemanfaatan nano silika sebagai bahan tambah campuran pembuatan aspal porus untuk meningkatkan kualitas aspal serta segi ekonomisnya. Beberapa tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh penambahan nano silika pada campuran aspal porus terhadap karakteristik *marshall*.
2. Mengetahui pengaruh penambahan nano silika pada campuran aspal porus terhadap nilai *cantabro loss*.
3. Mengetahui biaya terhadap penambahan nano silika pada campuran aspal porus.
4. Mengetahui kadar optimum pada penambahan nano silika pada campuran aspal porus

1.4 Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, antara lain :

1. Mengetahui nilai perbandingan pada uji *marshall* antara aspal porus konvensional dengan aspal porus nano silika
2. Mengetahui nilai perbandingan pada uji *cantabro loss* antara aspal porus konvensional dengan aspal porus nano silika
3. Mengembangkan kualitas pada campuran aspal porus.
4. Menghitung dan membandingkan biaya produksi pada aspal konvensional dengan aspal porus inovasi nano silika

1.5 Batasan Masalah

Adapun beberapa batasan masalah pada penelitian ini, antara lain :

1. Penelitian ini hanya membahas penggunaan nano silika sebagai bahan tambah dalam campuran aspal porus.
2. Analisis karakteristik campuran aspal porus dibatasi pada parameter *marshall* dan ketahanan terhadap abrasi *cantabro*.
3. Variasi kadar nano silika yang diteliti dibatasi pada rentang tertentu sesuai dengan rancangan penelitian