

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur merupakan tulang punggung bagi kemajuan suatu negara, dan salah satu elemen paling penting dalam infrastruktur tersebut adalah jaringan jalan. Di Indonesia, sebagian besar moda transportasi darat bergantung pada kualitas jalan yang baik untuk menunjang kelancaran arus lalu lintas, distribusi logistik, dan mobilitas penduduk. Oleh karena itu, peningkatan kualitas jalan tidak hanya berpengaruh terhadap aspek teknis, namun juga berdampak langsung pada aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan.

Jenis perkerasan jalan yang paling banyak digunakan di Indonesia adalah perkerasan lentur (*flexible pavement*), yang terdiri dari beberapa lapisan material, dengan lapisan permukaan menggunakan campuran aspal panas (*Hot Mix Asphalt/HMA*), agregat kasar, agregat halus, agregat sedang (*dust*), dan bahan pengisi (*filler*) merupakan bahan-bahan pencampur lapisan aspal beton. Bahan-bahan pencampur ini harus memiliki karakteristik yang sesuai dengan persyaratan yang sudah ada agar perkerasan jalan aspal beton memiliki stabilitas dan fleksibilitas yang baik. *Filler* dalam campuran aspal adalah bahan yang lolos saringan N0.200 (0,075 mm). *Filler* bertujuan untuk meningkatkan kekentalan bahan bitumen dan untuk mengurangi sifat rentan terhadap temperatur.

Salah satu tipe campuran aspal panas yang umum digunakan sebagai lapisan aus (*wearing course*) adalah *asphalt concrete-wearing course* (AC-WC). Campuran AC-WC dirancang untuk menghadapi beban lalu lintas langsung serta kondisi lingkungan eksternal seperti curah hujan, suhu tinggi, dan perubahan suhu ekstrem. Namun, dalam praktiknya, campuran AC-WC sering menghadapi berbagai tantangan teknis seperti deformasi permanen (*rutting*), retak akibat kelelahan (*fatigue cracking*), dan pengelupasan agregat karena pengaruh air (*stripping*).

Kelemahan-kelemahan tersebut seringkali menyebabkan umur layan jalan menjadi lebih pendek dari yang direncanakan, dan berdampak pada meningkatnya

frekuensi serta biaya pemeliharaan jalan. Untuk mengatasi permasalahan ini, para peneliti dan praktisi di bidang teknologi perkerasan jalan telah mengembangkan berbagai metode modifikasi campuran aspal, baik melalui modifikasi pada agregat maupun pengikat (*binder*). Salah satu pendekatan yang kini berkembang pesat adalah penggunaan nanomaterial, khususnya *graphene*, sebagai bahan aditif dalam campuran aspal.

Graphene adalah material baru yang memiliki sifat yang sangat baik, seperti kuat, ringan, konduktif dan berbasis karbon dengan struktur atomik berbentuk heksagonal yang sangat tipis (hanya satu lapisan atom), namun memiliki kekuatan tarik yang sangat tinggi, konduktivitas termal dan listrik yang luar biasa, serta kestabilan kimia yang baik. Berbagai penelitian di bidang teknik sipil dan material telah menunjukkan bahwa *graphene* dapat digunakan untuk memperkuat berbagai bahan konstruksi, termasuk campuran aspal. Penambahan *graphene* diyakini mampu meningkatkan interaksi antara binder dan agregat, memperbaiki viskositas aspal, meningkatkan ikatan antarmuka, serta memberikan ketahanan terhadap deformasi plastis dan retak mikro.

Dalam konteks campuran aspal AC-WC, penambahan *graphene* diperkirakan dapat meningkatkan karakteristik *marshall*, seperti stabilitas (*stability*), kelelahan (*flow*), dan *marshall quotient*, yang mencerminkan kemampuan campuran dalam menahan beban dan deformasi. Selain itu, *graphene* juga diharapkan mampu meningkatkan durabilitas campuran, terutama terhadap pengaruh lingkungan seperti siklus basah-kering, suhu ekstrem, dan beban berulang. Kemampuan *graphene* dalam menghambat propagasi retak mikro dan memperkuat struktur internal campuran aspal menjadikannya kandidat aditif yang sangat menjanjikan untuk aplikasi perkerasan jalan masa depan.

Namun, meskipun potensi *graphene* sebagai material aditif sangat besar, penerapannya dalam skala industri jalan di Indonesia masih tergolong baru dan belum banyak diteliti secara lokal. Faktor-faktor seperti jenis *graphene* yang digunakan *graphene oxide* (GO), *reduced graphene oxide*, dll, metode pencampuran, dosis optimal, serta pengaruhnya terhadap biaya produksi dan keberlanjutan lingkungan, masih perlu dievaluasi secara menyeluruh. Selain itu,

belum banyak studi yang secara spesifik mengkaji dampak penambahan *graphene* terhadap campuran aspal AC-WC, yang notabene merupakan lapisan paling kritis dalam struktur perkerasan jalan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh penambahan *graphene* terhadap karakteristik *marshall* dan durabilitas campuran aspal AC-WC. Penelitian ini akan mencakup pengujian laboratorium untuk mengetahui perubahan sifat fisik dan mekanik campuran akibat penambahan *graphene* dalam berbagai kadar. Uji stabilitas *marshall* akan digunakan untuk mengevaluasi performa struktural campuran, sementara uji perendaman *marshall*, keawetan terhadap siklus suhu dan kelembaban, serta indeks *stripping* digunakan untuk mengukur durabilitas campuran.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah yang signifikan dalam pengembangan teknologi perkerasan jalan yang lebih tahan lama dan efisien. Dengan mengintegrasikan material *graphene* ke dalam campuran aspal AC-WC, diharapkan dapat tercipta perkerasan jalan yang lebih tangguh, berumur panjang, dan hemat biaya perawatan. Selain itu, hasil dari penelitian ini juga dapat menjadi acuan bagi para praktisi di bidang jalan dalam merancang campuran aspal modifikasi berbasis nanoteknologi yang sesuai dengan kondisi iklim tropis dan beban lalu lintas di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas rumusan masalah yang dapat di ambil dari pengaruh campuran *graphene* sebagai bahan tambah pada aspal AC-WC. Untuk menghasilkan campuran aspal dengan kualitas tinggi dan tahan lama maka permasalahan dari penelitian ini adalah:

1. Seberapa besar pengaruh penggunaan *graphene* pada campuran aspal AC-WC berdasarkan parameter *marshall*?
2. Seberapa besar pengaruh penggunaan *graphene* terhadap durabilitas aspal AC-WC?

1.3 Tujuan Penelitian

Sebagai fokus pada penelitian ini dapat dijabarkan beberapa tujuan penelitian yaitu:

1. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan *graphene* pada campuran aspal AC-WC berdasarkan parameter *marshall*.
2. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan *graphene* terhadap durabilitas aspal AC-WC.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan uraian tujuan di atas, manfaat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penggunaan *graphene* diharapkan menghasilkan lapisan perkerasan aspal lebih tahan lama dan mencegah kerusakan jalan seperti retak atau deformasi akibat cuaca ekstrim dan beban lalu lintas.
2. Dengan penambahan *graphene* juga diharapkan dapat mengurangi biaya pemeliharaan dan perbaikan.

1.5 Batasan Masalah

Untuk memperjelas ruang lingkup penelitian, maka batasan masalah yang ditetapkan adalah sebagai berikut:

1. Pengujian material yang akan dilakukan di Laboratorium Jalan Raya, Geo, dan Hydro Program Studi Teknik Sipil Universitas Malikussaleh.
2. Material yang digunakan dari PT. Abad Jaya Abadi Sentosa, Aceh Utara.
3. Yang menjadi acuan dalam penelitian ini adalah Spesifikasi Umum Tahun 2018 revisi 2 yang telah dikeluarkan oleh Direktorat Jendral Bina Marga.
4. Penelitian ini akan membatasi penggunaan campuran *graphene*.
5. Campuran *graphene* yang digunakan sebagai bahan tambah adalah 0.01%, 0.02%, 0.03%, 0.04% dan 0.05%.
6. Pengujian Sampel di uji dengan alat *marshall*.