BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan akan bahan konstruksi terutama pada konstruksi jalan terus meningkat seiring terbatasnya sumber agregat dan bertambahnya beban lalu lintas sehingga sering mengalami kerusakan dini seperti retak celah (*fatigue cracking*), deformasi permanen (*rutting*), dan pengelupasan (*stripping*). Sementara itu di tengah terbatasnya sumber agregat seperti agregat halus, limbah pengerukan pelabuhan dalam bentuk sedimen halus justru menumpuk dalam jumlah besar yang umumnya tidak dimanfaatkan dan dapat mencemari lingkungan perairan. Sehingga masalah utama yang selalu dijumpai dalam aktivitas pelabuhan adalah masalah pendangkalan yang disebabkan oleh sedimentasi (Silitonga, 2016).

Secara global, laporan dari United Nations Environment Programme (UNEP) pada tahun 2023 melalui platform *Marine Sand Watch* mencatat bahwa lebih dari 6 miliar ton sedimen laut diekstraksi setiap tahun oleh 4.000 kapal keruk yang beroperasi di berbagai wilayah dunia. Di Indonesia, kondisi serupa juga terjadi diberbagai pelabuhan besar. Berdasarkan estimasi PT Pelindo IV (2020), kebutuhan pengerukan nasional mencapai sekitar 20 juta m^3 sedimen per tahun, dengan salah satu kontribusi terbesar berasal Pelabunan Belawan. Fakta ini menegaskan bahwa sedimentasi di pelabuhan Indonesia berlangsung cepat dan signifikan, sehingga penelitian mengenai pemanfaatan sedimen hasil pengerukan sebagai bahan konstruksi dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif untuk mengurangi

penumpukan sedimen pelabuhan. Pembuangan limbah pengerukan dapat merusak ekosistem laut, mengurangi keanekaragaman hayati, dan menyebabkan pembekuan serta penimbunan karang akibat penumpukan sedimen. Selain itu, sedimen hasil pengerukan seringkali mengandung logam berat seperti Nikel (Ni), Kadmium (Cd), Kromium (Cr), Tembaga (Cu), Timbal (Pb), Seng (Zn), Raksa (Hg), dan Arsenik (As), yang berpotensi menjadi limbah berbahaya jika melebihi ambang batas kontaminasi (Silitonga, 2016).

Di negara Eropa dan beberapa negara maju metode pembuangan sediman hasil pengerukan ke muara telah dilarang semenjak tahun 2005 sehingga harus ditempatkan ke daratan. Namun, dikarenakan *cost* limbah pengerukan yang semakin tinggi dan TPA tidak dapat lagi menampung sisa limbah yang dihasilkan setiap tahunnya, maka dilakukan reutulisasi. Salah satunya digunakan sebagai alternatif struktur jalan raya (aspal beton). Limbah ini mengandung partikel halus seperti silika dan alumina, dengan pengolahan yang sesuai dapat digunakan sebagai agregat halus alternatif atau bahkan sebagai bahan geopolimer (Walling & Webb, 1996). Penerapannya dalam campuran aspal beton tidak hanya membantu mengurangi limbah lingkungan, tetapi juga mendukung penghematan penggunaan sumber daya alam.

Bahan utama dalam pembuatan geopolimer adalah material yang memiliki kandungan silika dan alumina yang tinggi. Sumber silika dan alumina tersebut dapat berasal dari berbagai material, termasuk limbah hasil samping industri, salah satunya *fly ash* yang dihasilkan dari proses pembakaran batu bara. Pada pembuatan aspal beton berbasis geopolimer, penggunaan alkali aktivator menjadi persyaratan

utama karena senyawa ini berperan penting dalam memicu terjadinya proses polimerisasi. Alkali aktivator berfungsi untuk melarutkan komponen silika dan alumina yang terkandung dalam *fly ash* sehingga memungkinkan berlangsungnya reaksi kimia pembentukan struktur geopolimer. Jenis alkali aktivator yang umum digunakan dalam sistem geopolimer adalah campuran Natrium Hidroksida (NaOH) dan Natrium Silikat (Na_2SiO_3).

Berdasarkan penjelasan di atas, maka dibutuhkan suatu alternatif yang dapat memanfaatkan limbah pengerukan pelabuhan pada aspal beton geopolimer . Oleh karena itu, peneliti merasa tertarik untuk melakukan suatu penelitian yang berjudul Peningkatan Kuat Lentur Aspal Beton Geopolimer Dengan Alkali Aktivator NaOH Dan Na_2SiO_3 Dan Substitusi Agregat Halus Berbasis Limbah Pengerukan Pelabuhan.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang dijelaskan di atas, maka identifikasi masalah pada penelitian ini adalah:

1. Limbah pengerukan pelabuhan dapat digunakan sebagai agregat halus, tetapi belum banyak dieksplorasi dalam konteks aspal beton.
2. Belum diketahui proporsi optimal penggunaan limbah sedimen pelabuhan dan rasio larutan NaOH dan Na_2SiO_3 yang dapat memberikan peningkatan signifikan terhadap nilai kuat lentur aspal beton geopolimer.
3. Pengaruh variasi kombinasi alkali aktivator terhadap karakteristik mekanik, khususnya kuat lentur aspal beton geopolimer belum diketahui secara pasti,

sehingga diperlukan studi lebih lanjut untuk menentukan komposisi optimum yang efektif.

1.3 Batasan Masalah

Untuk memperjelas gambaran penelitian yang dilakukan maka dibuat batasan masalah sebagai berikut:

1. Jenis limbah yang digunakan adalah limbah hasil pengerukan pelabuhan dengan persentase substitusi sebagai agregat halus sebanyak 20%.
2. Aktivator alkali yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari NaOH dan Na_2SiO_3 dengan molaritas 10 M dan 12 M pada variasi 1:1, 1,5:1, 2:1.
3. Pengujian berfokus pada karakteristik mekanik yaitu pengujian kuat lentur dengan metode *three point bending*.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas maka permasalahan yang dirumuskan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apa pengaruh substitusi 20% limbah pengerukan pelabuhan terhadap kuat lentur aspal beton geopolimer?
2. Apa pengaruh komposisi NaOH dan Na_2SiO_3 dengan molaritas 10 M dan 12 M pada variasi 1:1, 1,5:1, 2:1 terhadap kuat lentur aspal beton geopolimer?
3. Apakah kuat lentur aspal beton geopolimer mengalami peningkatan?

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang diharapkan dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh substitusi 20% limbah pengerukan pelabuhan terhadap kuat lentur aspal beton geopolimer.
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi alkali aktivator NaOH dan Na_2SiO_3 dengan molaritas 10 M dan 12 M pada variasi 1:1, 1,5:1, 2:1 terhadap aspal beton geopolimer.
3. Untuk mengetahui peningkatan kuat lentur yang terjadi pada aspal beton geopolimer.

1.6 Manfaat Penelitian

1. Memberikan kontribusi pada pengembangan aspal beton geopolimer sebagai alternatif yang lebih ramah lingkungan.
2. Memanfaatkan limbah pengerukan pelabuhan sebagai material konstruksi sehingga mengurangi volume limbah yang dapat memberi dampak negatif terhadap lingkungan.
3. Diharapkan penelitian ini memberikan kontribusi ilmiah dan manfaat bagi pembaca dan penelitian selanjutnya.