BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Infrastruktur jalan raya merupakan faktor utama sistem transportasi yang mendukung mobilitas ekonomi dan sosial suatu negara. Pesatnya perkembangan Pembangunan di Indonesia membuat kebutuhan jalan menjadi salah satu komponen utama dalam sistem transportasi (Abdullah Muhyi, 2025). Fungsi jalan menjadikan hubungan antara daerah menjadi semakin lancar sehingga akan meningkatkan aktivitas diberbagai bidang pembangunan khususnya dalam jasa angkutan (Bakarbessy & Pattireuw, 2019).

Di Indonesia aspal beton konvensional masih mendominasi sebagai material utama permukaan jalan yang dimana dengan meningkatnya kebutuhan jalan menyebabkan aspal beton konvesional mengalami kerusakan dini seperti retak celah (*fatigue cracking*), deformasi permanen (*rutting*), dan pengelupasan (*stripping*). Menurut data Direktorat Jenderal Bina Marga (2023), lebih dari 40% jalan nasional mengalami kerusakan dini dalam waktu kurang dari lima tahun, menyebabkan biaya perawatan mencapai triliunan rupiah setiap tahunnya.

Meningkatnya kebutuhan jalan menyebabkan terbatasnya sumber agregat seperti agregat halus sebagai salah satu bahan penyusun jalan. Akan tetapi, limbah industri berupa limbah *fly ash* yang merupakan hasil pembakaran batu bara di PLTU

(Pembangkit Listrik Tenaga Uap) dan limbah pengerukan pelabuhan dalam bentuk sedimen halus mengalami peningkatan sehingga limbah tersebut menumpuk dalam jumlah besar yang dapat mencemari perairan dan umumnya tidak dimanfaatkan. Sehingga masalah utama yang selalu dijumpai dalam aktivitas pelabuhan adalah masalah pendangkalan yang disebabkan oleh sedimentasi (Silitonga, 2016).

Dalam skala global, menurut United Nations Environment Programme (UNEP) di tahun 2023 mencatat bahwa lebih dari 6 miliar ton sedimen laut diekstraksi setiap tahun oleh 4.000 kapal keruk yang beroperasi di berbagai wilayah dunia. Sedangkan di Indonesia 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. 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). Pembuangan limbah sedimen ke laut dapat merusak lingkungan seperti ekosistem laut dan penimbunan karang secara berlebihan. Oleh karena itu, pemanfaatan limbah sedimen menjadi solusi alternatif sebagai pengganti agregat halus.

Limbah *fly ash* merupakan salah satu bahan yang mengandung banyak unsur silika dan alumina atau bersifat pozzolan. *Fly ash* merupakan bahan sampingan atau residu dari pembakaran batu bara di PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap).

Berdasarkan ASTM C618-19, (2019) , *fly ash* dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengganti semen dalam campuran beton maupun mortar karena *fly ash* bersifat pozzolanik. Reaksi yang dihasilkan oleh *fly ash* berbeda dengan semen Ketika bertemu dngan air, semen bisa langsung bereaksi jika bertemu dengan air namun *fly ash* untuk mereaksikannya memerlukan alkali aktivator agar material saling mengikat (Lloyd, N. A., dan Rangan, B. V., 2010).

Beton geopolimer merupakan beton yang mengandung banyak silika dan alumina yang menggunakan bahan alkali sebagai aktivator yang berperan sebagai polimerisasi. Bahan alkali sebagai aktivator yang digunakan pada umumnya di campuran aspal beton geopolimer adalah potasium hidroksida (KOH).

Berdasarkan uraian di atas, maka dibutuhkan metode alternatif yang memanfaatkan limbah industri berupa *fly ash* dan limbah pengerukan pelabuhan berupa sedimen pada aspal beton geopolimer. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul Pengaruh Variasi Molaritas dari Alkali Aktivator KOH pada Peningkatan Kuat Lentur dari Aspal Beton Geopolimer dengan Menggunakan Limbah Industri.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka dapat diidentifikasikan masalah sebagai berikut :

1. Penggunaan limbah industri seperti *fly ash* dan juga limbah hasil pengerukan pelabuhan seperti sedimen sebagai bahan substitusi agregat halus belum banyak digunakan dalam konteks aspal beton.
2. Tidak diketahuinya proporsi optimal penggunaan limbah sedimen pelabuhan pada komposisi aspal beton geopolimer yang dapat memberikan peningkatan signifikan terhadap nilai kuat lentur aspal beton geopolimer.
3. Pengaruh variasi alkali aktivator KOH terhadap karakteristik sifat mekanik, seperti kuat lentur aspal beton geopolimer yang dapat mencapai kuat lentur optimal beton geopolimer.

1.3. Pembatasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang diuraikan diatas, maka untuk mempersempit pembahasan dibuat batasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan dengan menggunakan limbah sedimen hasil pengerukan di pelabuhan belawan.
2. Penelitian dilakukan dengan menggunakan aktivator Kalium Hidroksida (KOH) dengan variasi molaritas 8M, 10M, 12M.
3. Penelitian difokuskan pada campuran aspal beton geopolimer berbentuk silinder.
4. Penelitian dilakukan dengan meneliti kuat lentur aspal beton geopolimer dengan acuan pengujian kuat lentur yang digunakan adalah ASTM C78/SNI 4431:2011.

1.4. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan diatas, dapat dirumuskan permasalahan penelitian yaitu :

1. Apakah penggunaan limbah industri seperti *fly ash* dan limbah hasil pengerukan pelabuhan seperti sedimen memengaruhi kuat lentur aspal beton geopolimer dibandingkan campuran konvensional?
2. Bagaimana pengaruh molaritas 8M, 10M, 12M dengan komposisi KOH dan K_2SiO_3 dengan variasi 1:1 dan 1:2 terhadap kuat lentur aspal beton geopolimer?
3. Berapakah nilai molaritas KOH optimum yang mampu menghasilkan durabilitas dan kekuatan kuat lentur maksimum pada campuran aspal beton geopolimer?

1.5. Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh limbah industri dan sedimen terhadap kuat lentur aspal beton geopolimer dibandingkan campuran konvensional
2. Untuk mengetahui pengaruh molaritas 8M, 10M, 12M dengan komposisi KOH dan K_2SiO_3 dengan variasi 1:1 dan 1:2 terhadap kuat lentur aspal beton geopolimer

3. Untuk mengetahui molaritas KOH yang optimal dan kekuatan lentur optimum dari aspal beton geopolimer.

1.6. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dilakukan penelitian ini adalah :

1. Bagi penulis, dapat mengetahui perbandingan kuat lentur aspal beton geopolimer menggunakan bahan campuran sedimen pada agregat halus dengan aktivator KOH pada berdasarkan variasi molaritas KOH pada aspal beton geopolimer.
2. Bagi pembaca, memberikan pengetahuan dan informasi mengenai perbandingan kuat lentur aspal beton geopolimer menggunakan bahan campuran sedimen pada agregat halus dengan aktivator KOH pada berdasarkan variasi molaritas KOH pada aspal beton geopolimer.
3. Bagi pemerintah, mendapatkan data terbaru terkait dengan kuat tekan beton geopolimer menggunakan bahan campuran sedimen pada agregat halus dengan aktivator KOH dengan berbagai variasi molaritas KOH.