

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semen merupakan material utama yang digunakan pada pembuatan konstruksi bangunan yang menjadikan semen sebagai material yang mudah didapatkan. Semen yang umum digunakan dalam proyek konstruksi adalah semen portland. Menurut Tjokrodinuljo dan Kardiyono (1992), semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama dari silika-silika kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan. Semen portland merupakan bahan ikat yang penting dan banyak dipakai untuk pembangunan fisik. Fungsi semen untuk merekatkan butir-butir agregat dan mengisi rongga-rongga antara butiran agregat agar terjadi suatu massa yang kompak/padat.

Semen banyak digunakan pada proyek sehingga dalam pertahunnya dapat meningkat dalam produksinya. Pada posisi akhir tahun 2023, industri semen nasional mengalami peningkatan permintaan dengan persentase 3,6% dibanding periode yang sama pada tahun sebelumnya. Peningkatan permintaan terjadi pada sejumlah wilayah di Indonesia, meliputi Pulau Sumatra, Pulau Jawa, Pulau Kalimantan, Pulau Bali dan Nusa Tenggara, Indonesia Timur dan hanya satu pulau yang mengalami penurunan yaitu Pulau Sulawesi (Suryantoro Firman dkk, 2024).

Tabel 1.1 Volume Permintaan Semen Nasional

Daerah	Volume Permintaan (Ton)		Pertumbuhan permintaan (Persen)
	2022	2023	
Sumatra	13.237.305	13.951.425	5,4%
Jawa	32.224.413	32.428.384	0,6%
Kalimantan	4.238.660	5.177.151	22,1%
Sulawesi	6.422.514	6.199.358	-3,5%
Bali Nusa Tenggara	3.495.319	3.953.799	13,1%
Indonesia Timur	2.180.150	2.305.771	5,8%
Jumlah	63.032.715	64.015.788	3,6%

Sumber : Suryantoro Firman dkk, 2024

Setiap tahun, jutaan ton semen yang diproduksi di seluruh Indonesia telah menyebabkan terjadinya peningkatan yang signifikan terhadap polusi CO₂ di lingkungan sebab dalam produksinya mengeluarkan emisi gas CO₂ yang besar. Hal ini terjadi karena setiap penggunaan 1 ton semen portland menghasilkan 1 ton gas CO₂ yang bisa merusak atmosfer (Fauzi Amir dkk, 2021). Kuantitas CO₂ yang terjadi pada proses pembuatan semen dapat dilihat dari terjadi pada proses pemanasan dari rotary klinker, dimana prosesnya terjadi kepada komponen material utama yang memiliki komponen penyumbang terbanyak yaitu batuan kapur (CaCO₃) sebanyak 65,5% dari seluruh komposisi semen. Pada proses pembakaran, batuan kapur yang memanaskan mulai akan membentuk senyawa kapur (CaO) yang nantinya akan habis terbakar dan membentuk gas karbon dioksida (CO₂) (Marcell dan Basuki Anondho, 2023).

Upaya untuk mengurangi penggunaan semen portland yaitu dengan penggunaan teknologi geopolimer (ramah lingkungan). Geopolimer adalah terobosan

baru yang bisa dikembangkan sebagai alternatif beton semen dikarenakan beton geopolimer menggunakan material ramah lingkungan material beton geopolimer tersusun dari bahan-bahan sintesa non organik melalui proses polimerisasi. Hal ini dikaitkan dengan penggunaan material dasar dari material pozzolan yang dihasilkan dari produk sampingan industri maupun dari alam. Material pozzolan ini diketahui kaya akan kandungan silika, alumina dan kalsium yang jika bereaksi dengan larutan alkali dapat memproduksi pengikat pada beton geopolimer. Material pozzolan yang sering digunakan sebagai material dasar geopolimer adalah *fly ash* (abu terbang) (Fauzi Amirl dkk, 2022). Material ini merupakan material limbah yang dihasilkan dari pembakaran batu bara pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). PLTU penghasil abu terbang yang ada di Sumatera adalah PLTU Pangkalan Susu. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) pangkalan Susu berkapasitas 2 x 210 MW yang berlokasi di Kecamatan Pengkalan Susu Kabupaten Langkat. PLTU Pangkalan Susu merupakan salah satu industri listrik Indonesia yang menghasilkan abu terbang dalam jumlah besar akibat dari aktivitas pembakaran abu baranya. Setiap harinya PLTU Pangkalan Susu menghasilkan limbah abu terbang lebih kurang 1 ton dan belum ada penanganan khusus terhadap pemanfaatan dan pengelolannya. Apabila abu terbang ini dibuang secara terbuka dapat mengakibatkan pencemaran air, tanah, udara karena mengandung elemen beracun seperti arsenik, vanadium, antimony, boron dan chromium meskipun kandungannya hanya sedikit. Upaya agar material tersebut tidak terkontaminasi lingkungan adalah dengan menggunakan sebagai bahan pengganti semen portland dalam pembuatan beton ramah lingkungan atau beton geopolimer. Terkait abu terbang

memiliki sifat pozzolan dengan arti banyak mengandung silika dan alumina seperti semen (Fakhru Rozi dkk, 2020).

Selain itu pada penelitian ini mengganti sebagian agregat halus menggunakan sedimen limbah pelabuhan yang terdapat di Pelabuhan Belawan. Menurut Peraturan Menteri Perhubungan Indonesia Nomor 125 PM pasal 6 tahun 2018, sedimentasi adalah bahan yang tidak larut dengan air, seperti batuan, partikel tanah yang mengendap di lautan hingga menumpuk di dasar laut dan pelabuhan. Sedimen laut dapat berupa sisa organisme laut, hasil dari vulkanisme bawah laut, endapan bahan kimia yang berasal dari air laut. Masalah yang sering terjadi pada pelabuhan adalah penumpukan sedimentasi yang menyebabkan pendangkalan pada kolam labuh. Pengerukan pada sedimen dilakukan untuk mengatasi terjadinya pendangkalan pelabuhan. Pembuangan hasil pengerukan limbah sedimentasi yaitu dengan cara membuangnya ke tengah laut yang jaraknya harus jauh dari lokasi pelabuhan dengan syarat harus memenuhi ketentuan kedalaman lebih dari 20 meter *low water spring* dan/atau jarak dari garis pantai lebih dari 12 *Nautical Miles* (NM). Menurut penelitian Erftemeijer, Paul L.A (2012), menyatakan bahwa pembuangan hasil pengerukan ke tengah laut mengakibatkan pembekuan dan tertimbunnya karang dikarenakan penumpukan sedimen. Hal ini yang membuat pembuangan sedimen ke tengah laut di minimalisirkan atau dikurangi. Sehingga hasil pengerukan akan dipindahkan kedalam kolam buangan sedimen yang berada tidak jauh dari Pelabuhan. Hasil pengerukan yang menumpuk pada pelabuhan berdampak pada terganggunya fungsi pelabuhan dan

pencemaran lingkungan, sebagai alternatif pemecahan masalah tersebut perlu adanya kajian dalam bentuk penelitian yang komprehensif mengenai potensi material sedimen hasil pengerukan untuk mengetahui sifat fisik dan mekanik terhadap beton geopolimer. Metode yang digunakan untuk menangani limbah sedimen yaitu mencampurkan sedimen kecampuran beton geopolimer sebagai pengganti sebagian agregat halus yang dapat digunakan atau menjadi material baru yang bisa dipakai.

Dengan permasalahan tersebut maka penelitian ini bertujuan untuk mengurangi dampak lingkungan akibat semen dengan menggantikan bahan alkali aktivator dan mengurangi limbah abu terbang yang terdapat pada PLTU serta sedimen limbah Palabuhan Belawan. Oleh karena itu, untuk mencermati dari pada yang telah dijabarkan diatas, maka dilakukan penelitian dengan judul “ **Pengaruh Penggunaan Sedimen Limbah Pelabuhan Sebagai Bahan Substitusi Agregat Halus Pada Kuat Tekan Beton Geopolimer Dengan Material *Pozzolanic***” dengan variasi sedimen limbah pelabuhan 0%, 10%, 20% dan 30% dari berat agregat halus.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, permasalahan yang terjadi yang terjadi antara lain:

1. Proses produksi semen melibatkan pembakaran suhu tinggi yang menghasilkan emisi gas rumah kaca, terutama karbon dioksida (CO_2). Untuk mengurangi emisi ini, alternatif yang tepat adalah mengganti semen dengan material ramah lingkungan seperti abu terbang yang memiliki sifat pozzolan.
2. Limbah abu terbang PLTU Pangkalan Susu yang mencapai 1 ton perhari berpotensi besar untuk dimanfaatkan. Mengingat kandungan kimianya yang berbahaya bagi lingkungan, limbah ini dapat dijadikan sebagai material pengganti semen dalam campuran beton geopolimer. Sifat pozzolannya, yang kaya akan silika dan alumina sehingga dapat bereaksi dengan alkali aktivator untuk menghasilkan material konstruksi yang kuat.
3. Sedimen limbah pelabuhan merupakan limbah yang sulit dikelola dan seringkali mencemari lingkungan, seperti logam-logam berat. Dengan menfaatkannya sebagai bahan substitusi agregat halus pada variasi 0%, 10%, 20% dan 30% untuk mengurangi dampak lingkungan dan sebagai peluang pengembangan bahan bangunan baru yang lebih ramah lingkungan.

1.3 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah adalah usaha untuk menetapkan batasan dari masalah penelitian yang akan diteliti. Mengingat luasnya ruang lingkup yang berkaitan dengan

masalah penelitian ini, dipandang perlu pembatasan masalah. Hal ini dimaksudkan agar permasalahan yang akan diteliti terarah dan tidak ada penyimpangan yang terlampaui jauh. Dengan itu pembatasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pemilihan material sebagai berikut:
 - a. Abu terbang yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari PLTU Pangkalan Susu Kabupaten Langkat dan jenis abu terbang tipe F.
 - b. Penggantian sebagian agregat halus menggunakan sedimen dengan variasi 0%, 10%, 20% dan 30% diambil dari limbah pengerukan yang ada di Pelabuhan Belawan.
 - c. Zat kimia sebagai alkali aktivator menggunakan sodium hidroksida (NaOH) dan sodium silikat (Na_2SiO_3) dengan konsentrasi 10M dengan rasio 1:2,5.
 - d. Agregat yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Binjai.
2. Pembuatan benda uji berbentuk selinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
3. Pembuatan rencangan adukan beton berdasarkan (SNI 7656-2012) dengan kuat tekan rencana 20 Mpa atau setara K 250 dan kriteria beton Geopolimer
4. Pengujian dibatasi hanya pada uji slump dan kuat tekan, pengujian kuat tekan dilakukan setelah beton berumur 7 hari, 28 hari dan 56 hari kemudian hasil dibandingkan.

1.4 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana peran abu terbang dalam menggantikan semen terhadap peningkatan nilai kuat tekan beton geopolimer yang direncanakan?
2. Bagaimana pengaruh variasi substitusi agregat halus dengan sedimen limbah pelabuhan sebesar 0%, 10%, 20% dan 30% terhadap kuat tekan beton geopolimer?

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai pada penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui peran abu terbang sebagai material pengganti semen dalam meningkatkan kuat tekan beton geopolimer yang direncanakan.
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi substitusi agregat halus dengan sedimen limbah pelabuhan sebesar 0%, 10%, 20% dan 30% terhadap kuat tekan beton geopolimer.

1.6 Manfaat Penelitian

Ada pun manfaat dari penelitian ini antara lain:

Secara teori :

1. Memberi pemahaman tentang beton geopolimer yang menggunakan bahan alkali aktivator dan abu terbang sebagai pengganti semen, selain itu juga memanfaatkan sedimen limbah pelabuhan sebagai pengganti sebagian dari agregat halus yang bisa digunakan pada campuran beton.

2. Dapat memberi pengetahuan tentang perbandingan variasi sedimen limbah pelabuhan terhadap kuat tekan beton geopolimer dengan variasi 0%, 10%, 20% dan 30% serta dapat dimanfaatkan sebagai pedoman oleh peneliti yang ingin mengembangkannya.

Secara lingkungan :

- 1 Mengurangi gas emisi CO_2 yang disebabkan oleh produksi semen dengan cara memanfaatkan limbah abu terbang PLTU Pangkalan Susu dan membuat beton menjadi ramah lingkungan.
- 2 Mengurangi pencemaran lingkungan, karena abu terbang merupakan bahan padat yang tidak mudah larut dan sifatnya merusak tanah, air hingga udara sehingga harus segera ditangani dengan menfaatkannya sebagai bahan bangunan.
- 3 Dapat mengurangi dampak lingkungan akibat sedimen limbah pelabuhan dengan cara memanfaatkannya sebagai bahan pengganti sebagian dari agregat halus.