

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Dalam kurun waktu beberapa dekade terakhir, sektor konstruksi telah mengalami perkembangan yang signifikan, sejalan dengan meningkatnya permintaan terhadap pembangunan infrastruktur, kawasan permukiman, serta fasilitas umum. Aktivitas pembangunan tersebut berperan sebagai indikator utama yang mencerminkan kemajuan ekonomi sekaligus menjadi faktor pendukung dalam meningkatkan kesejahteraan dan kualitas hidup masyarakat. Namun, di balik perkembangan yang pesat tersebut, muncul berbagai permasalahan baru, salah satunya adalah meningkatnya volume limbah konstruksi yang dihasilkan. Tentunya seiring dengan peningkatan pembangunan konstruksi, kebutuhan untuk material konstruksi juga meningkat, salah satu material konstruksi ialah batu dan pasir. Penambangan batu alam dan pasir alam memberikan kontribusi besar dalam penyediaan material konstruksi, namun aktivitas ini juga menimbulkan berbagai dampak negatif, terutama jika dilakukan secara tidak terkendali. Secara lingkungan, penambangan dapat menyebabkan kerusakan ekosistem yang signifikan. Dalam upaya mendukung pembangunan berkelanjutan, beton terus dikembangkan agar lebih ramah lingkungan. Inovasi yang dilakukan meliputi pemanfaatan material daur ulang serta penambahan aditif khusus yang mampu menekan emisi karbon dan meningkatkan efisiensi energi selama proses produksi. Langkah ini sejalan dengan tren global untuk meminimalkan dampak negatif dari industri konstruksi terhadap lingkungan. Salah satu solusi alternatif yang tengah dikembangkan adalah penggunaan *fly ash* sebagai bahan yang lebih berkelanjutan.

Menurut Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, kerusakan lingkungan diartikan sebagai tindakan yang menyebabkan perubahan pada karakteristik fisik atau biologis lingkungan, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga mengurangi kemampuan lingkungan dalam menopang pembangunan berkelanjutan. Sejalan dengan ketentuan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pemanfaatan alternatif pengganti agregat kasar alami dengan menggunakan agregat buatan yang dihasilkan

melalui reaksi pozzolanik, sebagaimana diterapkan pada beton geopolimer. Namun, dalam penelitian ini digunakan metode pelletized yang mampu menghasilkan butiran menyerupai agregat kasar alami. Upaya ini dimaksudkan sebagai solusi untuk menekan ketergantungan terhadap penggunaan agregat alami.

Abu terbang (*fly ash*) merupakan material pozzolanik yang kaya akan kandungan silika (SiO_2) dan alumina (Al_2O_3), sehingga memiliki peran signifikan dalam menunjang reaksi polimerisasi dan polikondensasi dalam proses pembentukan agregat buatan. Ketika bereaksi dengan larutan alkali, material ini mampu menghasilkan struktur padat dengan kekuatan mekanik yang tinggi. Meskipun demikian, apabila residu hasil pembakaran batu bara ini tidak dikelola secara tepat dan dibuang secara sembarangan, keberadaannya dapat menimbulkan dampak pencemaran lingkungan yang signifikan.

Di Indonesia, produksi abu terbang diperkirakan mencapai sekitar 8,7 juta ton setiap tahunnya. Pemanfaatannya sebagai bahan dasar dalam pembuatan agregat kasar buatan menjadi salah satu alternatif yang menjanjikan untuk menekan penumpukan limbah hasil pembakaran batu bara. Selain itu, material limbah konstruksi, khususnya dari sisa dinding bangunan, juga memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan pengisi dalam konstruksi pondasi serta sebagai lapisan dasar dan permukaan pada struktur perkerasan jalan. Limbah konstruksi dinding bata merah memiliki kandungan SiO_2 sebesar 68% dan Al_2O_3 sebesar 14,5%. Sedangkan untuk limbah konstruksi dinding bata hebel memiliki kandungan SiO_2 sebesar 50-65% dan Al_2O_3 sebesar 10-30%. Menurut data sementara dari Badan Pusat Statistik Indonesia, penambangan pasir dan batu alam di Indonesia per tahun 2023, yaitu sebesar 49.661.461 m³ untuk pasir alam dan 36.741.365 m³ untuk batu alam. Agar karakteristik mekanik abu terbang dapat ditingkatkan, diperlukan penambahan material tambahan yang kaya akan kandungan silika (SiO_2) dan alumina (Al_2O_3), sehingga mampu memperkuat proses pembentukan ikatan struktur yang lebih padat dan stabil.

Proses pembuatan agregat buatan diawali dengan persiapan larutan aktivator alkali, yang selanjutnya dicampurkan dengan abu terbang di dalam alat granulator. Pada tahap pelletisasi, digunakan panci granulator dengan diameter 60 cm dan kedalaman 20 cm, yang dioperasikan pada sudut kemiringan 55° serta kecepatan

putar sebesar 30 rpm. Selama proses berlangsung, panci diputar secara kontinu sementara larutan aktivator dialirkan secara perlahan selama 15 menit untuk memungkinkan terbentuknya butiran agregat (Adhitya et al., 2023).

Penelitian ini membahas pembuatan agregat buatan dengan memanfaatkan campuran limbah dinding konstruksi berupa pecahan bata merah dan bata ringan, yang dikombinasikan dalam variasi proporsi sebesar 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100%. Dalam proses ini, komposisi unsur silika (Si) dan alumina (Al) turut diperhitungkan untuk mengoptimalkan reaksi polimerisasi, sehingga terbentuk ikatan yang kuat antara abu terbang dan material limbah konstruksi dinding dalam struktur agregat hasil pelletisasi. Substitusi abu terbang dengan limbah dinding konstruksi berupa bata merah dan bata ringan dalam campuran agregat buatan bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh kedua jenis limbah tersebut terhadap kekuatan agregat kasar yang dihasilkan. Penelitian ini memfokuskan pengujian pada dua parameter utama, yaitu uji abrasi menggunakan mesin Los Angeles dan uji kuat tekan mortar yang menggunakan agregat buatan sebagai bahan campuran. Menurut Singh dan Siddique (2015), terdapat keterkaitan antara kuat tekan dan ketahanan abrasi suatu material, di mana sampel dengan nilai kuat tekan yang tinggi umumnya menunjukkan ketahanan abrasi yang lebih baik pula.

1.2 Rumusan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perancangan agregat buatan dengan memanfaatkan abu terbang sebagai bahan utama dan limbah konstruksi dinding (bata merah dan bata ringan) sebagai material substitusi terhadap abu terbang dalam variasi proporsi sebesar 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100%?
2. Bagaimana pengaruh temperatur steam curing terhadap kuat tekan mortar geopolimer dengan campuran limbah konstruksi dinding sebagai bahan pembuat agregat kasar?
3. Berapa tingkat abrasi dan kuat tekan mortar agregat buatan?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan dari rumusan masalah sebagai berikut:

1. Menganalisis serta merancang agregat kasar buatan dengan

memanfaatkan abu terbang sebagai bahan utama, serta limbah konstruksi dinding (bata merah dan bata ringan) sebagai material substitusi terhadap abu terbang dalam variasi proporsi 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100%.

2. Menganalisis pengaruh temperatur *steam curing* terhadap kuat tekan mortar geopolimer dengan campuran limbah konstruksi dinding sebagai bahan pembuat agregat kasar.
3. Menganalisis tingkat abrasi dan kuat tekan mortar agregat buatan.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki manfaat yaitu:

1. Memberikan informasi tentang perbandingan kuat tekan beton dengan limbah konstruksi dinding sebagai pengganti pasir sehingga dapat memberikan solusi alternatif yang lebih efektif dalam mengembangkan bahan material yang lebih ramah lingkungan.
2. Memanfaatkan bahan limbah konstruksi dinding sebagai pengganti pasir untuk mengurangi penggunaan pasir alam pada konstruksi.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan benda uji kubus dengan ukuran $5 \times 5 \text{ cm}^3$.
2. Penelitian ini menggunakan alkali aktivator 10M.
3. Perawatan mortar geopolimer dengan campuran limbah konstruksi dinding menggunakan suhu 70°C dan 90°C dengan masing-masing 2 jam.
4. Pengujian kuat tekan mortar dilakukan pada umur 7 dan 28 hari.

1.6 Sistematika Penelitian

Kerangka penulisan pelaporan pada tugas akhir ini sebagai berikut.

Bab I Pendahuluan : Menjabarkan secara sistematis mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan Pustaka : Menyajikan uraian secara terstruktur mengenai

landasan teori dan dasar serta fakta-fakta yang relevan dengan topik penelitian ini.

Bab III Metodologi Penelitian : Menjelaskan langkah-langkah atau pendekatan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian, termasuk teknik analisis dan perhitungan terhadap data yang dihasilkan.

Bab IV Hasil dan Pembahasan : Menguraikan hasil penelitian dan proses pengolahan data yang telah dilakukan, dengan mengacu pada landasan teori serta metode yang telah ditetapkan sebelumnya.

Bab V Kesimpulan dan Saran : Menjelaskan cakupan kesimpulan yang ditarik dari hasil penelitian, sekaligus menyampaikan rekomendasi berdasarkan evaluasi terhadap data dan hasil pengujian yang telah dilakukan.