

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Meningkatnya kebutuhan akan perumahan dan infrastruktur mendorong inovasi dalam rekayasa struktur, terutama di bidang teknologi bahan bangunan. Salah satu inovasinya adalah pemanfaatan kembali bahan-bahan limbah untuk menciptakan konstruksi material yang murah dengan kualitas yang diinginkan. Keramik, marmer, dan granit yang digunakan untuk penutup dinding dan lantai termasuk di antara produk limbah bangunan yang sedang berkembang. Kekhawatiran tentang keberlanjutan lingkungan semakin meningkat, dan pelabelan hijau, industri hijau, dan industri hijau merupakan tantangan signifikan di pasar global. Istilah "industri hijau" menggambarkan operasi komersial yang berkelanjutan, ramah lingkungan, dan berupaya mengurangi dampak buruk terhadap lingkungan. Penambangan, pemrosesan, dan pemolehan adalah semua proses yang menghasilkan banyak limbah. Sekitar 30% limbah dari produksi keramik, marmer, dan granit terbuang dalam bentuk batu berukuran kecil selama proses pembuatan, penggalian, dan pemrosesan. Limbah yang dibuang ke lahan terbuka menyebabkan masalah lingkungan seperti polusi udara dan air. Khususnya dalam beberapa tahun terakhir, penggunaan marmer pada bangunan telah meningkat. Dengan demikian, seiring dengan meningkatnya produksi di pabrik, jumlah limbah tidak dapat disimpan. Dengan menggunakan limbah yang tidak terpakai, keuntungan ekonomi dapat diperoleh dan pencemaran lingkungan dapat dicegah (Demirel dan Alyamaç, 2018).

Industri konstruksi menghadapi tantangan besar dalam mengurangi eksploitasi sumber daya alam yang berlebihan, khususnya dalam penggunaan agregat kasar seperti kerikil. Dengan meningkatnya pembangunan infrastruktur, kebutuhan beton mutu tinggi semakin signifikan, terutama untuk aplikasi struktural seperti jembatan dan gedung pencakar langit. Namun, produksi beton tradisional memiliki dampak lingkungan yang cukup besar, mulai dari emisi karbon hingga eksploitasi bahan baku alam yang tidak terbarukan (Amin et al. 2020).

Sebagai alternatif, limbah industri seperti keramik, marmer, dan granit menawarkan solusi yang berkelanjutan. Penelitian menunjukkan bahwa limbah keramik memiliki sifat fisik dan kimiawi yang mendukung kekuatan beton, seperti kemampuan pozzolanik dan komposisi kalsium silikat (J. A. Khan, 2021). Sementara

itu, limbah marmer dan granit, yang umumnya dibuang tanpa nilai ekonomi, dapat digunakan sebagai agregat kasar dalam beton, meningkatkan kekuatan tekan beton dan mengurangi masalah limbah industri (Abbas et al.2024). Estimasi Limbah keramik Sekitar 150.000 ton per tahun. Limbah ini berasal dari industri keramik yang tersebar di berbagai daerah, termasuk pabrik-pabrik di Jawa dan Sumatera. Sebanyak 200.000 ton per tahun limbah marmer terutama berasal dari daerah penghasil marmer seperti Tulungagung, Magelang, dan daerah lainnya yang memiliki tambang marmer. Sementara sekitar 100.000 ton per tahun. limbah granit dihasilkan dari pemotongan dan pengolahan granit yang dilakukan di berbagai pabrik di Indonesia.

Menurut penelitian, penggunaan limbah keramik memengaruhi kuat tarik belah dan kuat tekan beton. Kuat tekan beton meningkat ketika ditambahkan 20% limbah keramik, mencapai nilai maksimumnya yaitu 30,1 MPa. Penambahan 20% limbah keramik ke dalam beton meningkatkan nilai kuat tarik belahnya, mencapai kuat tekan maksimumnya yaitu 3,02 Mpa. “Penggunaan limbah keramik sangat berpengaruh terhadap absorpsi beton dimana variasi campuran yang mendapatkan nilai absorpsi optimum adalah variasi campuran 26% dengan nilai absorpsi 3,674%.” (Auliya.2023).

Dalam sebuah penelitian yang dipublikasikan pada tahun 2021, Irfansyah menggunakan campuran sampah berkualitas tinggi untuk menggantikan agregat halus. Berdasarkan hasil penelitian, kuat tekan rata-rata beton biasa adalah 36.542 MPa, beton biasa yang dicampur dengan limbah marmer dan superplasticizer adalah 36.898 MPa, beton yang dicampur dengan 20% limbah marmer adalah 40.692 MPa, beton yang dicampur dengan 30% limbah berkualitas adalah 41.270 MPa, dan beton yang dicampur dengan 40% limbah marmer adalah 41.948 MPa. “Disimpulkan bahwa penambahan campuran limbah marmer dan superplasticizer pada beton SCC berpengaruh terhadap kenaikan laju kuat tekan beton seiring bertambahnya persentase limbah marmer”. (Irfansyah.,Rakhmawati.,2021)

Penelitian ini dilakukan oleh Rina dan Syahrul (2024) untuk mengetahui dampak silika fume dan limbah granit, serta korelasi antara kuat tarik belah dan kuat tekan beton dengan perubahan tersebut. Terdapat variasi persentase silika fume dan limbah granit, berkisar antara 5% hingga 10% dan 0%, 7,5%, 15%, 22,5%, dan 30%, berturut-turut. Setelah beton berada di tempat selama 28 hari, pengujian dilakukan. Kuat tekan 25 MPa menjadi target. Berdasarkan hasil, rata-rata kuat tarik belah beton normal adalah 3,14 MPa, dan rata-rata kuat tekan beton normal adalah 27,69 MPa. Kuat tekan rata-rata sebesar 27,74 MPa dan 27,65 MPa, serta kuat tarik rata-rata sebesar 3,18 MPa dan 3,16 MPa, dicapai dengan penambahan limbah granit dengan proporsi 5% hingga 10%

dan silika fume 0%. Kuat tekan rata-rata adalah 26,42 MPa, 26,33 MPa, 25,10 MPa, dan 25,01 MPa, sementara kuat tarik rata-rata adalah 2,71 MPa, 2,64 MPa, 2,50 MPa, dan 2,41 MPa untuk persentase limbah granit 10% dan silika fume 7,5%, 15%, 22,5%, dan 30%.

Secara keseluruhan, penggantian sebagian agregat kasar dengan limbah keramik, marmer, dan granit tidak hanya memberikan manfaat teknis dalam hal kekuatan dan daya tahan beton, tetapi juga berkontribusi pada praktik konstruksi yang lebih berkelanjutan. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengoptimalkan proporsi penggunaan dan memahami dampak jangka panjang dari penggunaan limbah ini dalam berbagai aplikasi beton.

Hingga saat ini, peneliti menemukan masih minimnya kajian pemanfaatan limbah keramik, marmer dan granit sebagai agregat kasar pengganti dalam pembuatan beton mutu tinggi. Akibatnya agregat kasar beton alam akan diubah dengan limbah keramik, marmer, dan granit dengan persentase 0%, 25%, 50%, dan 100% dalam penelitian yang akan dilakukan untuk mengganti agregat kasar beton alam dengan bahan-bahan tersebut. Penelitian dilakukan dengan mencampur beton menggunakan metode desain campuran untuk menghasilkan kuat tekan target 50 MPa. Pengujian dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari pada benda uji silinder berdiameter 100 mm dan tinggi 200 mm. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa baik kinerja beton ketika agregat kasar alami digantikan dengan limbah granit, marmer, dan keramik.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan konteks yang telah diuraikan sebelumnya, penelitian ini menyarankan rumusan masalah yaitu:

1. Apakah penggunaan limbah keramik, marmer, dan granit dapat memenuhi standar kualitas beton mutu tinggi sesuai dengan regulasi yang berlaku?
2. Bagaimana pengaruh substitusi agregat kasar dengan limbah keramik, marmer, dan granit terhadap kekuatan tekan beton mutu tinggi 50 MPa?
3. Berapa persentase optimal substitusi limbah keramik, marmer, dan granit yang menghasilkan kekuatan tekan maksimal pada beton mutu tinggi?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengevaluasi kelayakan penggunaan limbah keramik, marmer, dan granit sebagai bahan substitusi agregat kasar dalam beton mutu tinggi berdasarkan standar teknis yang berlaku.
2. Menganalisis pengaruh substitusi agregat kasar dengan limbah keramik, marmer, dan granit terhadap kekuatan tekan beton mutu tinggi
3. Menentukan persentase optimal substitusi limbah keramik, marmer, dan granit untuk menghasilkan kekuatan tekan terbaik pada beton mutu tinggi.

1.4. Manfaat Penelitian

Keuntungan berikut diantisipasi dari temuan penelitian ini:

1. Memberikan solusi inovatif untuk mengurangi limbah industri keramik, marmer, dan granit yang semakin meningkat.
2. Mengurangi ketergantungan pada penggunaan agregat kasar alami, sehingga mendukung keberlanjutan lingkungan.
3. Memberikan referensi bagi praktisi konstruksi dan peneliti dalam mengembangkan beton mutu tinggi yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan.

1.5. Batasan Masalah

Untuk membuat penelitian ini lebih terarah, batasan masalah berikut telah ditetapkan:

1. Penelitian hanya difokuskan pada beton mutu tinggi dengan kekuatan tekan target 50 MPa.
2. Limbah keramik, marmer, dan granit yang digunakan berasal dari sisa produksi industri dengan presentase 0%, 25%, 50%, dan 100%?
3. Pengujian hanya melibatkan pengukuran kekuatan tekan beton pada umur 7, 14, dan 28 hari.
4. Analisis tidak mencakup pengaruh substitusi terhadap sifat-sifat lain seperti durabilitas atau ketahanan terhadap serangan kimia.

1.6. Sistematika Penulisan

Penelitian ini disusun dalam beberapa bab dengan sistematika sebagai berikut:

- BAB 1 Pendahuluan: “Membahas latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan”.

- BAB 2 Tinjauan Pustaka: “Mengulas literatur terkait beton mutu tinggi, karakteristik limbah keramik, marmer, dan granit, serta studi sebelumnya yang relevan.
- BAB 3 Metodologi Penelitian: “Menjelaskan metode penelitian, bahan dan alat yang digunakan, serta prosedur pengujian.”
- BAB 4 Hasil dan Pembahasan: “Menyajikan hasil pengujian dan analisis data.”
- BAB 5 Kesimpulan dan Saran: “Menyimpulkan hasil penelitian dan memberikan rekomendasi untuk penelitian lebih lanjut.”

