

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri konstruksi merupakan salah satu sektor yang berkontribusi besar terhadap konsumsi sumber daya alam dan emisi karbon dioksida (CO_2), terutama akibat penggunaan semen Portland sebagai bahan pengikat utama dalam beton. Proses produksi semen membutuhkan energi yang tinggi dan menghasilkan emisi CO_2 dalam jumlah besar, sehingga berdampak negatif terhadap lingkungan. Kondisi ini mendorong perlunya pengembangan material alternatif yang lebih ramah lingkungan guna mendukung konsep pembangunan berkelanjutan.

Salah satu inovasi material yang berkembang sebagai alternatif pengganti semen Portland adalah beton geopolimer. Beton geopolimer menggunakan material kaya silika (Si) dan alumina (Al), seperti fly ash, yang diaktifkan dengan larutan alkali untuk membentuk matriks pengikat melalui proses geopolimerisasi. Penggunaan fly ash tidak hanya mengurangi ketergantungan terhadap semen, tetapi juga memanfaatkan limbah industri pembangkit listrik tenaga uap. Namun demikian, beton geopolimer berbasis fly ash umumnya memiliki kandungan kalsium yang relatif rendah, sehingga pada beberapa kondisi dapat menyebabkan perkembangan kuat tekan yang kurang optimal, khususnya pada umur awal beton. (Hartono et al., 2022)

Upaya peningkatan kuat tekan beton geopolimer dapat dilakukan dengan menambahkan material yang mengandung unsur kalsium. Salah satu material yang berpotensi dimanfaatkan adalah serbuk cangkang kerang dara (*Anadara granosa*), yang merupakan limbah hasil aktivitas perikanan dan banyak dijumpai di wilayah pesisir. Secara kimiawi, cangkang kerang dara mengandung kalsium karbonat (CaCO_3) dalam jumlah tinggi, yang setelah melalui proses pengolahan dapat berperan sebagai sumber kalsium serta bertindak sebagai pengisi rongga mikro (filler). Kehadiran kalsium dan efek pengisian rongga tersebut berpotensi meningkatkan kepadatan matriks beton geopolimer dan memperbaiki ikatan antar partikel, sehingga berdampak pada peningkatan kuat tekan beton (Kusnan, n.d.-a)

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan serbuk cangkang kerang sebagai bahan substitusi atau bahan tambahan dalam beton, baik beton konvensional maupun beton geopolimer, mampu meningkatkan kuat tekan hingga batas tertentu. Penelitian-penelitian tersebut melaporkan bahwa substitusi material kaya kalsium pada kisaran rendah hingga menengah, umumnya berada pada rentang 10%–20% dari bahan pengikat, masih mampu meningkatkan kuat tekan beton. Namun, penggunaan pada persentase yang terlalu tinggi justru berpotensi menurunkan kuat tekan akibat terganggunya keseimbangan komposisi silika dan alumina yang dibutuhkan dalam proses geopolimerisasi (Kurniawan et al., 2021)

Berdasarkan kajian literatur tersebut, dalam penelitian ini dipilih variasi substitusi serbuk cangkang kerang dara sebesar 10% dan 15% terhadap berat fly ash. Persentase 10% dipilih sebagai batas awal substitusi yang dinilai masih aman dan tidak mengganggu stabilitas reaksi geopolimerisasi, sedangkan persentase 15% digunakan sebagai variasi lanjutan untuk mengamati kecenderungan peningkatan atau penurunan kuat tekan akibat penambahan serbuk cangkang kerang dara yang lebih tinggi. Pemilihan dua variasi ini diharapkan mampu menggambarkan pengaruh penggunaan serbuk cangkang kerang dara secara bertahap serta memudahkan penentuan komposisi optimum terhadap kuat tekan beton geopolimer (Desimaliana et al., 2025)

Dengan demikian, penelitian ini difokuskan untuk mengkaji pengaruh penggunaan serbuk cangkang kerang dara sebagai substitusi sebagian fly ash terhadap kuat tekan beton geopolimer, serta menentukan persentase substitusi yang menghasilkan kuat tekan optimal. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan beton geopolimer ramah lingkungan sekaligus pemanfaatan limbah cangkang kerang dara sebagai material alternatif yang bernilai guna dalam bidang konstruksi.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa besar pengaruh penggunaan serbuk cangkang kerang Dara sebagai substitusi sebagian fly ash terhadap kuat tekan beton Geopolimer?
2. Pada persentase berapa substitusi serbuk cangkang kerang Dara terhadap fly ash yang menghasilkan kuat tekan optimal pada beton Geopolimer?

1.3 Keaslian Tugas Akhir

Keaslian penelitian ini terletak pada penggunaan kombinasi serbuk cangkang kerang dara (0%, 10% dan 15%), secara simultan pada beton mutu rencana $f'c$ 25 MPa berbasis SNI 7656:2012, yang belum banyak dikaji pada penelitian terdahulu.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis pengaruh substitusi sebagian fly ash dengan *serbuk cangkang kerang dara* sebesar 0%, 10% dan 15%, terhadap kuat tekan beton Geopolimer.
2. Menentukan komposisi optimum kombinasi *serbuk cangkang kerang dara*, yang mampu menghasilkan kuat tekan maksimum pada beton geopolimer

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

- a) Memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknologi beton, khususnya terkait pemanfaatan material limbah cangkang kerang Dara di industri serta bahan tambahan dalam menghasilkan beton ramah lingkungan.
- b) Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya dalam kajian beton geopolimer dengan substitusi sebagian fly ash dan kombinasi bahan aditif.

2. Manfaat Praktis

- a) Memberikan informasi kepada praktisi konstruksi mengenai potensi penggunaan *Serbuk cangkang kerang Dara* sebagai substitusi fly ash untuk mengurangi emisi karbon tanpa mengurangi kinerja beton.
- b) Memberikan rekomendasi formulasi beton Geopolimer dengan kuat tekan optimal yang dapat diterapkan pada proyek infrastruktur di Indonesia.
- c) Mendukung upaya dekarbonisasi industri konstruksi dengan memanfaatkan material ramah lingkungan sekaligus meningkatkan keberlanjutan pembangunan.

1.6 Batasan Penelitian

Agar penelitian ini lebih terarah, maka ditetapkan beberapa batasan sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya membahas kuat tekan beton sebagai parameter utama untuk menilai kinerja beton geopolimer. Sifat mekanis lainnya seperti kuat tarik belah, modulus elastisitas, maupun aspek durabilitas tidak dibahas.
2. Substitusi serbuk cangkang kerang Dara dibatasi pada sebesar 0%, 10% dan 15% dari berat Fly ash
3. Metode perencanaan campuran beton mengacu pada standar SNI 7656:2012 – Tata Cara Pemilihan Campuran Beton Normal, Beton Berat, dan Beton Massa.
4. Pengujian kuat tekan dilakukan terhadap benda uji berbentuk silinder berukuran $\varnothing 10 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$ pada umur tertentu sesuai ketentuan SNI.
5. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium, sehingga hasil yang diperoleh hanya berlaku dalam lingkup penelitian ini dan tidak langsung mewakili kondisi lapangan secara keseluruhan.

1.7 Sistematika Penulisan

sistematika penulisan dalam penulisan Tugas akhir ini, dibagi menjadi beberapa bab sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan tentang kajian pustaka baik dari buku-buku ilmiah, maupun sumber-sumber yang mendukung penelitian ini.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan tentang lokasi penelitian, metode penelitian, metode pengumpulan data, dan metode analisis data.

BAB IV : PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan tentang data penelitian, analisa data penelitian, dan analisis hasil penelitian.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menguraikan tentang hasil akhir pembahasan yang terdiri dari kesimpulan dan saran mengenai Studi Pengaruh Penggunaan serbuk Cangkang kerang Dara sebagai substitusi Sebagian fly ash terhadap kuat tekan beton geopolimer.