

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan salah satu material konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pembangunan infrastruktur karena memiliki kuat tekan yang tinggi, kemudahan dalam pelaksanaan, serta biaya yang relatif ekonomis. Seiring dengan meningkatnya aktivitas pembangunan, penggunaan beton juga terus meningkat dan berbanding lurus dengan tingginya konsumsi semen sebagai bahan pengikat utama. Asosiasi Semen Indonesia (ASI) melaporkan bahwa konsumsi semen nasional telah melampaui 66 juta ton per tahun dan cenderung meningkat seiring pesatnya pembangunan infrastruktur di Indonesia. Produksi semen dalam jumlah besar memberikan dampak negatif terhadap lingkungan, terutama melalui emisi karbon dioksida (CO₂). International Energy Agency (IEA) menyebutkan bahwa industri semen menyumbang sekitar 7–8% dari total emisi CO₂ global. Kondisi tersebut mendorong perlunya pengembangan beton ramah lingkungan melalui upaya pengurangan penggunaan semen dengan memanfaatkan material alternatif yang berkelanjutan tanpa menurunkan mutu beton.

Salah satu material alternatif yang berpotensi digunakan sebagai substitusi sebagian semen adalah silica fume, yaitu material hasil samping industri silikon atau ferrosilikon yang berbentuk serbuk sangat halus dengan kandungan silika amorf yang tinggi. Silica fume memiliki sifat pozzolanik yang baik dan mampu bereaksi dengan kalsium hidroksida hasil hidrasi semen untuk membentuk kalsium silikat hidrat (C–S–H) tambahan. Reaksi ini berkontribusi terhadap peningkatan densitas beton, penurunan porositas, serta peningkatan kuat tekan dan durabilitas beton.

Selain pemanfaatan material hasil samping industri, penggunaan limbah biologis juga menjadi perhatian dalam pengembangan beton berkelanjutan. Salah satu limbah biologis yang berpotensi dimanfaatkan adalah abu cangkang keong sawah (*Pila ampullacea*). Keong sawah merupakan salah satu hama utama pada tanaman padi yang populasinya melimpah di berbagai wilayah di Indonesia, seperti Jawa Timur, Jawa Tengah, hingga Sulawesi. Serangan keong sawah dapat menyebabkan kerugian hasil

panen padi yang signifikan, yaitu berkisar antara 10–40%, terutama pada lahan sawah yang tergenang air secara terus-menerus (Kementerian Pertanian, 2023).

Kandungan pada cangkang keong sawah hampir seluruhnya dari kalsium karbonat. Kalsium fosfat, silikat magnesium karbonat, besi dan zat organik lainnya membentuk sisa komposisi protein struktural dan senyawa fosfor. Komponen penyusun cangkang keong sawah adalah CaCO_3 dengan kandungan senyawa sebesar 53,10% sedangkan komponen CaCO_3 pada semen PCC adalah 61% (Juni Fardika et al. 2025). Kandungan kalsium yang tinggi tersebut menjadikan abu cangkang keong sawah berpotensi sebagai sumber kalsium alami untuk substitusi sebagian semen dalam campuran beton. Pemanfaatan limbah cangkang keong sawah ini tidak hanya memberikan nilai tambah dalam rekayasa material beton, tetapi juga berkontribusi terhadap pengendalian hama serta pengelolaan limbah pertanian secara berkelanjutan.

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu, penggunaan silica fume secara tunggal terbukti mampu meningkatkan kuat tekan beton, sedangkan pemanfaatan abu cangkang keong sawah sebagai substitusi sebagian semen memiliki batas kadar tertentu karena dapat mempengaruhi sifat mekanik beton apabila digunakan dalam jumlah berlebihan. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan inovatif dengan mengombinasikan kedua material tersebut agar dapat saling melengkapi. Silica fume yang kaya akan silika reaktif diharapkan dapat meningkatkan reaksi pozzolanik, sementara abu cangkang keong sawah berperan sebagai sumber kalsium yang mendukung proses hidrasi semen. Kombinasi kedua material tersebut diharapkan mampu menghasilkan beton dengan kinerja mekanik yang lebih optimal, khususnya dari segi kuat tekan.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen laboratorium dengan pendekatan kuantitatif untuk menganalisis pengaruh kombinasi silica fume dan abu cangkang keong sawah sebagai substitusi sebagian semen terhadap kuat tekan beton normal. Variasi komposisi campuran beton dilakukan untuk mengevaluasi perkembangan kuat tekan beton akibat penggunaan kombinasi material tersebut pada umur tertentu sesuai standar pengujian beton.

Penelitian terkait pemanfaatan bahan pozzolan dan limbah sebagai substitusi sebagian semen telah banyak dilakukan, seperti penggunaan abu sekam padi, abu cangkang telur, dan fly ash. Namun, penelitian yang secara khusus mengkaji kombinasi silica fume dan abu cangkang keong sawah secara simultan sebagai substitusi sebagian

semen terhadap kuat tekan beton normal masih terbatas, khususnya di Indonesia. Kondisi ini menunjukkan adanya *research gap* yang perlu dikaji lebih lanjut. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan teknologi beton ramah lingkungan serta menjadi referensi dalam pemanfaatan material alternatif berbasis limbah untuk mendukung pembangunan berkelanjutan.

Berdasarkan uraian tersebut, tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh kombinasi silica fume dan abu cangkang keong sawah (*Pila ampullacea*) sebagai substitusi sebagian semen terhadap kuat tekan beton normal, sehingga dapat diperoleh alternatif material beton yang ramah lingkungan dan memiliki kinerja mekanik yang baik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah kombinasi *silica fume* dan abu cangkang keong sawah sebagai substitusi sebagian semen mampu meningkatkan atau menurunkan kuat tekan beton normal?
2. Berapa persentase substitusi abu cangkang keong sawah yang menghasilkan kuat tekan beton tertinggi pada beton dengan penambahan silica fume sebesar 4%?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui apakah kombinasi *silica fume* dan abu cangkang keong sawah sebagai substitusi sebagian semen dapat meningkatkan atau menurunkan kuat tekan beton.
2. Menentukan persentase campuran abu cangkang keong sawah yang paling optimal pada beton dengan tambahan *silica fume* 4% untuk menghasilkan nilai kuat tekan tertinggi.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Akademis

Memberikan tambahan wawasan dan referensi ilmiah terkait pemanfaatan *silica fume* dan abu cangkang keong sawah sebagai bahan substitusi sebagian semen dalam campuran beton, khususnya dalam upaya mengembangkan material konstruksi ramah lingkungan.

2. Manfaat Lingkungan

Membantu mengurangi dampak negatif lingkungan yang ditimbulkan oleh produksi semen, sekaligus memanfaatkan limbah industri maupun limbah pertanian agar lebih bernilai guna.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan tidak menyimpang dari tujuan, maka batasan masalah ditetapkan sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada beton normal dengan kuat tekan rencana ($f'c$) sebesar 25 MPa, yang diuji pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari
2. Penelitian ini hanya memfokuskan pada pengaruh penggunaan *silica fume* sebesar 4% secara tetap dan variasi abu cangkang keong sawah sebesar 0%, 2%, dan 4% terhadap kuat tekan beton normal.
3. Metode perencanaan campuran adukan benda uji beton mengacu pada SNI 7656:2012
4. Proses penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bojonegoro dengan metode eksperimental sesuai standar SNI yang berlaku.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian tugas akhir ini disusun sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi uraian mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, asumsi penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memuat teori-teori pendukung yang berkaitan dengan penelitian, antara lain tentang beton, semen, silica fume, abu cangkang keong sawah, serta hasil-hasil penelitian terdahulu yang relevan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang jenis dan pendekatan penelitian, variabel penelitian, lokasi penelitian, populasi dan sampel, teknik pengumpulan data, serta metode analisis data yang digunakan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan menyajikan hasil pengujian, analisis data, dan pembahasan mengenai pengaruh kombinasi silica fume dan abu cangkang keong sawah terhadap kuat tekan beton.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian dan saran untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN