

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam beberapa dekade terakhir, sektor konstruksi di Indonesia menunjukkan peningkatan yang signifikan seiring dengan besarnya kebutuhan akan pembangunan infrastruktur. Beton masih menjadi material yang paling dominan digunakan karena memiliki kekuatan mekanis yang tinggi, durabilitas yang baik, serta kemudahan dalam pengerjaan. Beton merupakan material komposit yang tersusun atas campuran semen, agregat halus, agregat kasar, dan air. Dari komposisinya, agregat memiliki peran dominan dengan kontribusi sekitar 70 hingga 75% terhadap total volume beton (Sukadarminto et al., 2025). Seiring dengan meningkatnya kebutuhan beton, penggunaan agregat alami, terutama agregat kasar seperti kerikil dan batu pecah, juga mengalami peningkatan yang signifikan. Menurut (Aimix Group, 2023), konsumsi agregat di Indonesia mencapai 600–700 juta ton per tahun dan menunjukkan tren peningkatan. Kondisi ini menimbulkan kekhawatiran karena eksploitasi agregat kasar secara terus menerus dan berlebihan dapat memicu permasalahan lingkungan, seperti erosi bantaran sungai, penurunan kualitas tanah, hingga ketidakseimbangan ekosistem (Harbyan Mingjos, Taufik, 2024). Jika berlanjut tanpa solusi, ketersediaan agregat kasar alami akan semakin menipis pada masa yang akan datang.

Selain tingginya kebutuhan agregat alami, Indonesia juga menghadapi tingginya volume limbah industri, salah satunya berasal dari pembangkit listrik tenaga uap (PLTU). *Fly ash* yang dihasilkan PLTU memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan kembali sebagai material dalam konstruksi. Data nasional mencatat bahwa sepanjang 2022, PLN telah memanfaatkan lebih dari 2,06 juta ton *Fly Ash*, meningkat signifikan dari 878 ribu ton pada tahun sebelumnya (PLN, 2022). Pada 2025, jumlah ini kembali meningkat hingga mencapai 3,4 juta ton (PLN, 2025). Peningkatan ini mencerminkan adanya perkembangan positif dalam upaya pemanfaatan limbah industri. Meski demikian, penggunaannya masih dominan pada bidang tertentu seperti bahan baku semen, penimbunan lahan, serta stabilisasi tanah. Sementara itu, potensi pemanfaatan *Fly Ash* sebagai agregat kasar buatan pengganti

material alam dalam campuran beton masih relatif belum dikembangkan secara optimal.

Fly ash merupakan sisa dari proses pembakaran batu bara di Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang memiliki karakteristik pozzolan tinggi, *fly ash* dikenal kaya akan kandungan utama berupa silika (SiO_2) dan alumina (Al_2O_3), sehingga dapat bereaksi dengan alkali membentuk material geopolimer yang memiliki sifat mekanik dan durabilitas baik. Sejumlah penelitian telah membuktikan bahwa penggunaan *fly ash* dalam beton geopolimer mampu meningkatkan kuat tekan serta mengurangi emisi karbon dibanding beton konvensional (Ashad et al., 2023). Studi internasional juga menegaskan bahwa rasio agregat halus-kasar berpengaruh terhadap sifat mekanik beton geopolimer berbasis *fly ash* (Rathore & Meesala, 2025). *fly ash* dapat digunakan dalam pembuatan agregat ringan buatan yang ramah lingkungan (Yumnam & Dande, 2020). Namun demikian, kajian mengenai pemanfaatan *fly ash* sebagai agregat buatan, khususnya agregat kasar berbasis geopolimer, masih relatif terbatas khususnya di Indonesia.

Berdasarkan dari uraian tersebut, jelas bahwa penelitian sebelumnya lebih fokus pada pemanfaatan fly ash sebagai pengikat (binder), sedangkan pemanfaatannya sebagai agregat kasar buatan masih jarang dikaji. Di Indonesia, *fly ash* umumnya hanya digunakan untuk timbunan atau material pendukung infrastruktur sederhana, bukan untuk inovasi beton berteknologi tinggi. Padahal, substitusi sebagian agregat kasar dengan agregat buatan geopolimer berbasis *fly ash* berpotensi mengurangi eksploitasi sumber daya alam sekaligus meningkatkan kuat tekan beton (Aulia, 2025). Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan dengan judul “Studi Eksperimen Penggunaan Agregat Buatan Geopolimer Berbasis *Fly Ash* sebagai Substitusi Agregat Kasar Alami Berdasarkan Nilai Kuat Tekan Beton”. Penelitian ini diharapkan memberi manfaat akademis berupa penambahan literatur sekaligus manfaat praktis dalam menyediakan material konstruksi ramah lingkungan yang mendukung pembangunan berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam Tugas Akhir Studi Eksperimen Penggunaan Agregat Buatan Geopolimer Berbasis *Fly Ash* Sebagai Substitusi Agregat Kasar Berdasarkan Nilai Kuat Tekan Beton memiliki beberapa permasalahan yaitu:

1. Bagaimanakah pengaruh agregat buatan geopolimer 0%,25% dan 50% sebagai bahan substitusi agregat kasar alami terhadap kuat tekan beton ?
2. Bagaimana perbandingan kuat tekan beton normal dan beton campuran agregat buatan geopolimer 0%,25% dan 50% sebagai substitusi agregat kasar alami?

1.3 Tujuan Penelitian

Sesuai dengan rumusan masalah yang diambil, tujuan penelitian ini dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh substitusi agregat kasar alami dengan agregat buatan geopolimer berbasis fly ash terhadap kuat tekan beton.
2. Mengetahui nilai perbandingan kuat tekan antara beton normal dengan beton yang menggunakan campuran agregat buatan geopolimer sebagai substitusi agregat kasar

1.4 Batasan Masalah

Pada penelitian laporan Tugas Akhir ini akan dibatasi beberapa batasan masalah diantaranya:

1. Ukuran partikel Fly Ash yang digunakan adalah material lolos ayakan no. 200.
2. Jenis alkali aktivator yang digunakan adalah NaOH dan Na₂SiO₃.
3. Pengujian material yang dilakukan adalah sifat mekanik (kuat tekan) dan sifat fisik (porositas/penyerapan air, berat jenis, abrasi).
4. Semen yang digunakan adalah semen Portland tipe 1 dengan kemasan 40 kg
5. Persentase substitusi agregat kasar yang digunakan dibatasi pada tiga variasi, yaitu 0% (beton normal/kontrol), 25%, dan 50% agregat buatan geopolimer berbasis fly ash.
6. Pengujian kuat tekan dilakukan terhadap benda uji berbentuk silinder berukuran Ø 10 cm × 20 cm pada umur tertentu sesuai ketentuan SNI.
7. Uji kuat tekan beton dilakukan pada saat umur 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari
8. Penelitian ini hanya dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bojonegoro, sehingga hasil penelitian terbatas pada kondisi laboratorium dan tidak membahas implementasi lapangan maupun Rencana Anggaran Biaya (RAB).

9. Perencanaan campuran beton (mix design) menggunakan acuan SNI 7656:2012, sedangkan pengujian material dan beton mengacu pada SNI 03-2834-2012 dan standar SNI terkait.

1.5 Keaslian TA

Penelitian dan tugas akhir ini yang berjudul “Studi Eksperimen Penggunaan Agregat Buatan Geopolimer Berbasis *Fly Ash* sebagai Substitusi Agregat Kasar Berdasarkan Nilai Kuat Tekan Beton” ini belum pernah di teliti dan berbeda dengan penelitian dan tugas akhir lainnya.

1.6 Manfaat Penelitian

Dalam penelitian ini penulis berharap dapat memberikan manfaat antara lain sebagai berikut:

1. Manfaat Untuk Peneliti

Penelitian ini dilaksanakan sebagai sarana bagi peneliti untuk mengaplikasikan pengetahuan yang telah diperoleh selama masa studi Perkuliahan, mengasah kemampuan berpikir kritis, serta sebagai bagian dari pemenuhan syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1).

2. Manfaat Untuk Bidang Teknik Sipil

Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat memperluas sumber pustaka di lingkungan Fakultas Sains dan Teknik, khususnya untuk Program Studi Teknik Sipil, Menambah literatur dan wawasan ilmiah di bidang teknologi bahan konstruksi, khususnya mengenai penggunaan fly ash sebagai bahan dasar agregat buatan berbasis geopolimer. serta membantu mahasiswa teknik sipil lainnya dalam memperoleh referensi ilmiah untuk penelitian selanjutnya.

3. Manfaat Untuk Masyarakat

Penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi dalam pengelolaan limbah fly ash secara lebih optimal guna menekan pencemaran lingkungan, sekaligus menawarkan solusi alternatif beton yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

1.7 Sistematika Penulisan

Adapun 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 Ekspreimen Pengaruh Penggunaan Agregat Buatan Geopolimer Berbasis *Fly ash* Berdasarkan nilai kuat tekan beton.