

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan meningkatnya pembangunan infrastruktur, kebutuhan beton sebagai material utama konstruksi terus mengalami peningkatan. Beton merupakan salah satu material konstruksi yang paling dominan digunakan dalam pembangunan infrastruktur di seluruh dunia, termasuk di Indonesia. Popularitas penggunaan beton disebabkan oleh berbagai keunggulan yang dimiliki, diantaranya kekuatan tekan yang tinggi, durabilitas, serta dapat dengan mudah dibentuk sesuai kebutuhan konstruksi. (Ibrahim et al., 2023). Beton digunakan secara masif dalam berbagai jenis konstruksi, mulai dari bangunan gedung bertingkat, jembatan, infrastruktur jalan, hingga fasilitas publik lainnya (Maram et al., 2025). Namun, seiring meningkatnya kebutuhan infrastruktur, tuntutan terhadap efisiensi waktu pelaksanaan semakin tinggi. Proyek konstruksi sering kali membutuhkan beton yang mencapai kekuatan optimal lebih cepat dari masa perawatan konvensional 28 hari, sehingga mendorong penggunaan bahan tambah kimia (*chemical admixture*) sebagai solusi (Salsabilla et al., 2025).

Bestmittel Tipe E merupakan salah satu jenis bahan tambah kimia berbahan dasar *Lignin Sulfonic Acid* yang diklasifikasikan sesuai standar ASTM C 494-81 sebagai bahan tambah Tipe E (*Water Reducing and Accelerating Admixture*). Bestmittel berfungsi ganda, yaitu mengurangi jumlah air pencampuran yang diperlukan dan sekaligus mempercepat proses pengikatan beton (Lendrian et al., 2022). Berbagai penelitian telah membuktikan efektivitas Bestmittel pada dosis yang berbeda-beda. Penelitian yang dilakukan oleh Devi Oktarina et al., (2024) menunjukkan bahwa beton dengan penambahan Bestmittel menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan beton normal, dengan persentase perbandingan sebesar 10,06% pada umur 7 hari, 8,65% pada umur 14 hari, 4,82% pada umur 21 hari, dan 2,671% pada umur 28 hari.

Di sisi lain, dalam berbagai kegiatan industri manufaktur logam, proses penggerindaan, pembubutan, dan pemotongan besi menghasilkan sisa material berupa serpihan atau serbuk besi berukuran halus. Serbuk besi ini merupakan sisa hasil proses permesinan logam yang pada umumnya belum dimanfaatkan secara optimal. Secara fisik, serbuk besi memiliki kesamaan karakteristik dengan agregat halus dilihat dari segi ukuran dan gradasinya, sehingga berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan substitusi parsial agregat halus dalam campuran beton (Maram et al., 2025). Sejumlah penelitian telah

mengkaji pengaruh penambahan serbuk besi terhadap kuat tekan beton. Penelitian oleh Fansuri dan Diana (2020) menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang cukup signifikan dengan adanya penambahan serbuk besi, dengan penggunaan optimal pada variasi 10%-30% menghasilkan kuat tekan karakteristik optimum sebesar 21,42 N/mm² dengan peningkatan sebesar 26%-60%. Ibrahim, Sari, dan Khairizal (2023) dalam penelitiannya menggunakan variasi substitusi 5%, 7,5%, 10%, 12%, dan 15%, dan menemukan bahwa nilai kuat tekan tertinggi terdapat pada variasi campuran sebesar 5% dengan kuat tekan 297,04 kg/cm² pada umur 28 hari, sedangkan variasi substitusi yang lebih besar menunjukkan penurunan nilai kuat tekan.

Meskipun penelitian tentang Bestmittel dan serbuk besi telah dilakukan secara terpisah, kajian yang mengombinasikan keduanya secara simultan dalam satu campuran beton masih sangat terbatas. Kombinasi substitusi parsial agregat halus dengan serbuk besi dan penambahan Bestmittel Tipe-E berpotensi menghasilkan efek sinergis, yaitu meningkatkan kuat tekan beton sekaligus mempercepat pengerasan. Hal ini relevan mengingat dua permasalahan nyata yang dihadapi industri konstruksi secara bersamaan: pertama, tuntutan efisiensi waktu konstruksi yang membutuhkan beton dengan kekuatan awal yang tinggi; dan kedua, konsep pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*) yang membutuhkan solusi pemanfaatan yang ramah lingkungan.

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka penelitian ini berfokus pada kajian eksperimental secara kuantitatif mengenai pengaruh variasi serbuk besi sebagai substitusi parsial agregat halus terhadap kuat tekan beton normal dengan penambahan Bestmittel Tipe-E. Fokus pada kuat tekan beton normal dipilih karena kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur (Mulyono, 2004). Penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi ilmiah mengenai nilai variasi substitusi serbuk besi yang optimal, serta interaksinya dengan bahan tambah Bestmittel Tipe-E dalam mempengaruhi kuat tekan beton pada umur pengujian 7, 14, dan 28 hari.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa nilai kuat tekan beton normal yang dapat dicapai sebagai beton kontrol?
2. Bagaimana pengaruh variasi serbuk besi 0%, 1%, 3%, dan 5% sebagai substitusi parsial agregat halus dengan penambahan Bestmittel Tipe E pada variasi 0,3% terhadap kuat tekan beton normal?

3. Berapa persentase optimum penambahan serbuk besi sebagai substitusi parsial agregat halus dengan penambahan Bestmittel Tipe E yang menghasilkan kuat tekan beton maksimum?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikemukakan, adapun tujuan penelitian ini dibuat dengan maksud dan tujuan sebagai berikut:

1. Menentukan nilai kuat tekan beton normal yang digunakan sebagai beton kontrol dalam penelitian.
2. Menganalisis pengaruh variasi kadar serbuk besi (0%, 1%, 3%, dan 5%) sebagai substitusi parsial agregat halus dengan penambahan Bestmittel Tipe E terhadap kuat tekan beton normal.
3. Menentukan persentase optimum penambahan serbuk besi dalam campuran beton yang menghasilkan kuat tekan beton maksimum.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat baik secara teoritis, maupun praktis. Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menambah wawasan ilmiah terkait pengaruh variasi serbuk besi dengan penambahan Bestmittel Tipe E terhadap kuat tekan beton normal.
2. Menjadi bahan referensi dan acuan bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan pemanfaatan limbah serbuk besi dalam teknologi beton.
3. Mendukung pemanfaatan limbah serbuk besi sebagai alternatif material yang lebih ramah lingkungan.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan fokus pada tujuan yang ingin dicapai, maka ruang lingkup penelitian dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Penelitian ini tidak mencakup perhitungan maupun analisis nilai korosi serbuk besi yang digunakan dalam campuran beton.
2. Pengujian sifat mekanik beton yang dilakukan dalam penelitian ini hanya difokuskan pada kuat tekan beton yang diuji pada umur 7, 14, dan 28 hari.
3. Metode *curing* beton dilakukan secara standar, yaitu dengan perendaman air hingga waktu pengujian tanpa membandingkan metode *curing* lainnya.

4. Penelitian tidak membahas aspek ekonomi secara rinci dan dampak lingkungan secara kuantitatif, melainkan hanya berfokus pada karakteristik kuat tekan hasil campuran beton dari sisi teknis dan potensi pemanfaatan limbah serbuk besi.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini disusun dalam lima bab dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

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

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas teori dan kajian pustaka pendukung terkait teori dasar beton dan karakteristiknya, agregat halus, limbah serbuk besi, Bestmittel Tipe E, kuat tekan beton, serta hasil penelitian terdahulu yang relevan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan lokasi dan waktu penelitian, bahan dan peralatan, prosedur pengujian, variabel penelitian, serta metode analisis data. Bab ini memberikan gambaran sistematis tentang bagaimana penelitian dilaksanakan sehingga dapat diulang atau divalidasi oleh peneliti lain.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil pengujian kuat tekan beton berdasarkan variasi limbah serbuk besi dan penambahan Bestmittel Tipe E, serta analisis pembahasan terhadap hasil yang diperoleh.

BAB V PENUTUP

Bab terakhir berisi kesimpulan yang diambil berdasarkan hasil analisis dan pembahasan pada bab sebelumnya. Selain itu, bab ini juga memuat saran-saran yang bersifat konstruktif, baik untuk penelitian berikutnya di masa mendatang maupun untuk penerapan hasil penelitian dalam bidang konstruksi dan pengelolaan limbah industri.

DAFTAR PUSTAKA DAN LAMPIRAN

Setelah bab utama, terdapat daftar pustaka yang mencakup seluruh sumber referensi yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini, baik berupa buku, jurnal, peraturan, maupun sumber daring yang relevan. Lampiran berisi data-data/ informasi pendukung seperti hasil uji laboratorium, foto kegiatan penelitian, tabel perhitungan, serta dokumen lain yang menunjang keabsahan hasil penelitian.