BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mortar saat ini telah menjadi salah satu material utama pada bangunan yang sangat penting untuk memenuhi kebutuhan industri properti dan bangunan sipil. Mortar tersusun dari campuran semen, agregat halus, dan air, yang berfungsi sebagai bahan pengikat yang mampu meningkatkan daya rekat dan kekuatan ikatan antar berbagai komponen penyusun bangunan sehingga kualitas mortar sangat berpengaruh terhadap mutu, kekuatan, dan daya tahan suatu bangunan (Salustio et al., 2022).

Seiring perkembangan teknologi material saat ini, inovasi pada mortar beton tidak hanya berfokus pada peningkatan kekuatan tetapi juga mengarah pada pengembangan beton fungsional (*functional concrete*), yaitu material konstruksi yang tidak hanya berfungsi sebagai pemikul beban, tetapi juga memiliki fungsi tambahan, seperti kemampuan menghantarkan listrik, mendeteksi kerusakan (*self-sensing*), dan meningkatkan daya tahan struktur (Ramachandran et al., 2022). Salah satu upaya untuk meningkatkan sifat dan karakteristik mortar pada penelitian ini, yaitu dengan mengeksplorasi penggunaan bahan substitusi semen dalam campuran mortar yaitu serbuk besi. Tujuannya untuk memodifikasi sifat-sifat dan karakteristik mortar itu sendiri, diantaranya adalah untuk memudahkan pengerjaan (*workability)*, meningkatkan ketahanan (*durability*), penghematan biaya dan waktu pengerasan mortar (Agus Setiawan 2016).

Serbuk besi merupakan material berbentuk partikel atau butiran halus yang sebagian besar tersusun dari unsur besi (Fe) dan dapat dihasilkan sebagai residu dari proses pengolahan, pemotongan, dan pengerjaan material berbahan dasar besi. Dalam campuran mortar, serbuk besi berfungsi sebagai substitusi semen sekaligus sebagai bahan pengisi *(filler)* yang berpotensi mengisi rongga-rongga kecil sehingga dapat meningkatkan kepadatan campuran (Boukni et al., 2025).

Dalam pembuatan mortar, penggunaan serbuk besi sebagai substitusi semen dapat mempengaruhi proses hidrasi semen yang terjadi selama pengikatan dan

pengerasan mortar. Salah satu parameter yang berkaitan dengan proses tersebut adalah waktu ikat (*setting time*), yaitu waktu yang diperlukan mortar mulai dari proses pengikatan awal dimana mortar mulai mengeras (*initial setting time*) hingga proses pengikatan akhir dimana mortar mencapai kondisi keras yang cukup stabil *(final setting time*). Penggunaan serbuk besi dapat memengaruhi proses hidrasi semen, sehingga waktu ikat mortar bisa menjadi lebih cepat atau lebih lambat tergantung pada jumlah serbuk besi yang digunakan (Romero et al., 2024). Setelah mortar mengalami waktu pengikatan, proses pengerasan berlanjut dan kekuatannya dapat diketahui melalui pengujian kuat tekan.

Kuat tekan merupakan salah satu parameter utama dalam menentukan kinerja mortar karena menunjukkan kemampuan mortar dalam menerima dan menahan beban tekan. Pada penelitian (Largeau et al., 2018) menyatakan bahwa serbuk besi dapat meningkatkan kuat tekan dengan hasil optimum pada variasi 2,5%. Namun, pada penambahan diatas 2,5% dapat menyebabkan penurunan kuat tekan, karena jumlah semen yang tergantikan lebih banyak sehingga proses hidrasi menjadi berkurang (Setiawan et al., 2022).

Konduktivitas listrik juga salah satu parameter yang diteliti dalam penelitian ini, mortar konduktif adalah material konstruksi yang memiliki kemampuan untuk menghantarkan listrik. Untuk mendapatkan mortar yang konduktif secara listrik, serbuk besi merupakan salah satu material penghantar yang mempunyai ciri mampu menghantarkan listrik dengan baik, oleh sebab itu serbuk besi mempunyai daya yang digunakan untuk komposisi tambahan dalam pembuatan mortar konduktif listrik (Filazi et al., 2023). Mortar konduktif yang memiliki konduktivitas listrik dapat berfungsi untuk meningkatkan daya tahan dan umur panjang infrastruktur dengan memonitor dan mencegah korosi pada struktur beton bertulang.

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu yang telah mengkaji penggunaan serbuk besi dalam campuran mortar, terutama pengaruh serbuk besi terhadap kuat tekan. Penelitian yang membahas tentang pengaruh serbuk besi terhadap *setting time* dan konduktivitas listrik mortar secara bersamaan masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh serbuk besi sebagai substitusi semen terhadap ketiga parameter tersebut secara bersamaan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang di atas, maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh penggunaan serbuk besi sebagai substitusi semen terhadap *setting time* (waktu pengikatan awal dan akhir) pada pasta semen?
2. Bagaimana pengaruh penggunaan serbuk besi sebagai substitusi semen terhadap kuat tekan mortar?
3. Bagaimana pengaruh penggunaan serbuk besi sebagai substitusi semen terhadap nilai konduktivitas listrik mortar?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah penelitian di atas, Adapun tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan serbuk besi sebagai substitusi semen terhadap *setting time* (waktu pengikatan awal dan akhir) pada pasta semen.
2. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan serbuk besi sebagai substitusi semen terhadap kuat tekan mortar beton.
3. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan serbuk besi sebagai substitusi semen terhadap nilai konduktivitas listrik mortar beton.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian diatas, adapun manfaat penelitian yang bisa didapatkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan data empiris baru yang memperkaya pemahaman mengenai pengaruh variasi proporsi penggunaan serbuk besi sebagai substitusi semen terhadap *setting time*, kuat tekan, dan konduktivitas listrik mortar beton pada mutu rencana 20 MPa.
2. Memberikan acuan teknis bagi praktisi dan peneliti dalam pemanfaatan penggunaan serbuk besi sebagai substitusi semen guna untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi mortar beton serta mendukung penggunaan material ramah lingkungan dalam bidang konstruksi.

1.5 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Agar penelitian skripsi ini dapat dilaksanakan dengan baik dan benar, pentingnya untuk menetapkan beberapa batasan sesuai dengan tujuan yang diinginkan. Adapun batasan-batasan yang ada dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini berfokus pada penggunaan serbuk besi sebagai substitusi semen menggunakan variasi 0,5%, 1,5%, 2,5%, 3,5% dan 5% dari berat semen.
2. Semen yang digunakan merupakan semen Portland (OPC) type I yang diperoleh dari PT. Semen andalas, Lhoknga, Banda aceh.
3. Perencanaan *Mix design* mengacu pada ASTM C109/C109M-02 (2020)
4. Mutu mortar yang direncanakan yakni mutu *f'c* 20 MPa dengan umur perendaman 3, 7, dan 28 hari.
5. Cetakan benda uji yang digunakan berbentuk kubus berukuran 5 cm × 5 cm × 5 cm untuk pengujian kuat tekan dan cetakan berukuran 4 cm × 4 cm × 16 cm untuk pengujian konduktivitas listrik.
6. Penelitian ini berfokus pada pengujian *setting time*, kuat tekan mortar beton, dan konduktivitas listrik mortar beton
7. Pengujian dan pemeriksaan sifat fisis dilaksanakan di laboratorium Teknik Sipil Universitas Malikussaleh.

1.6 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental di labolatorium Teknik Sipil Universitas Malikussaleh. Penelitian ini dilakukan dengan berbagai tahap mulai dari tahap persiapan material dan alat, tahap pemeriksaan material, pengujian sifat fisis material, sampai tahap pengolahan data untuk memperoleh hasil penelitian berdasarkan SNI 7657-2021. Material yang digunakan dalam penelitian ini berupa semen portland tipe 1 OPC (*ordinary Portland cement*) yang berasal dari PT. Semen andalas, Lhonga, Banda Aceh, serbuk besi, dan pasir kuarsa yang berasal dari laut Lhoknga, Banda Aceh.

Perencanaan proporsi *mix design* mengacu pada ASTM C109/C109M. Pengujian sifat fisis harus memenuhi standar pencampuran dengan cara melakukan pengujian *flow table test* terlebih dahulu agar *mix design* dapat digunakan dalam pengujian. Pada penelitian ini adanya penambahan substitusi serbuk besi pada

variasi 0,5% 1,5%, 2,5%, 3,5% dan 5% dengan umur perendaman 3, 7, dan 28 hari untuk mengetahui berapa persentase optimum yang dapat mempengaruhi *setting time*, kuat tekan, dan konduktivitas listrik mortar beton. Untuk pengujian *setting time* menggunakan alat vicat, sedangkan untuk konduktivitas listrik menggunakan alat *power supply* dan alat multimeter. Pengujian konduktivitas listrik tersebut dilaksanakan di Labolatorium Teknik Elektro, Universitas Malikussaleh.

1.7 Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian mortar beton yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa penggunaan serbuk besi sebagai substitusi semen dengan variasi 0,5%, 1,5%, 2,5%, 3,5%, dan 5% memberikan pengaruh terhadap karakteristik mortar beton. Pengujian *setting time* menunjukkan bahwa penggunaan serbuk besi cenderung mempercepat waktu pengikatan, dengan mortar normal memiliki waktu *initial setting* sebesar 232,95 menit dan waktu *final setting* sebesar 255 menit. Waktu pengikatan tercepat diperoleh pada variasi serbuk besi 1,5% dengan waktu *initial setting* sebesar 205,19 menit dan waktu *final setting* sebesar 230 menit. Pada pengujian kuat tekan umur 28 hari, nilai tertinggi diperoleh pada variasi serbuk besi 1,5% sebesar 28,95 MPa, sedangkan variasi 5% menghasilkan nilai terendah sebesar 16,01 MPa. Sementara itu, nilai konduktivitas listrik meningkat seiring bertambahnya persentase serbuk besi, dari 17.921,09 μS/m pada mortar normal menjadi 18.636,04 μS/m pada variasi 5%. Berdasarkan hasil tersebut, variasi 1,5% memberikan hasil paling baik terhadap kuat tekan dan cenderung mempercepat *setting time*, sedangkan peningkatan kadar serbuk besi hingga 5% dapat meningkatkan konduktivitas listrik mortar.