

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mortar merupakan campuran agregat halus, semen dan air yang digunakan sebagai bahan pengikat dalam berbagai pekerjaan konstruksi. Penggunaan mortar banyak dijumpai pada pekerjaan pasangan bata, plesteran, acian, maupun pekerjaan konstruksi lainnya karena memiliki kemudahan dalam pelaksanaan serta mampu memberikan daya lekat yang baik. Kualitas mortar dipengaruhi oleh karakteristik bahan penyusun, proporsi campuran, serta proses perawatan yang dilakukan selama masa pengerasan (SNI 03-6825-2002, 2002).

Seiring dengan kemajuan teknologi material, mortar tidak hanya digunakan sebagai material pengikat dan pelapis, tetapi juga dapat dikembangkan untuk memiliki fungsi tambahan sesuai dengan kebutuhan tertentu. Salah satu pengembangan tersebut adalah mortar yang memiliki kemampuan menghantarkan listrik melalui penggunaan material konduktif dalam campurannya. Penambahan material konduktif pada matriks semen dapat membentuk jalur penghantar listrik sehingga meningkatkan kemampuan material dalam menghantarkan arus listrik (Mehta, 2014). Menurut Fulham-Lebrasseur et al. (2020), keberadaan material konduktif di dalam campuran semen dapat membantu meningkatkan kemampuan material dalam menghantarkan arus listrik. Selain memengaruhi konduktivitas, penggunaan bahan tambah juga dapat memberikan pengaruh terhadap sifat mortar lainnya, seperti kuat tekan dan waktu pengikatan.

Serbuk tembaga memiliki sifat dasar yang mendukung pengembangan mortar dengan kemampuan konduktivitas listrik yang lebih baik. Tembaga dikenal sebagai logam yang memiliki konduktivitas listrik dan konduktivitas termal yang tinggi sehingga banyak digunakan dalam berbagai aplikasi teknik dan industri (Li et al., 2023). Dengan ukuran partikel yang halus, serbuk tembaga diharapkan dapat terdistribusi lebih merata di dalam matriks mortar dibandingkan tembaga dalam bentuk padat. Penyebaran partikel tersebut dapat membantu terbentuknya lintasan penghantar listrik pada mortar. Namun, penggunaan serbuk tembaga juga dapat

mengubah proporsi semen sebagai bahan pengikat. Perubahan ini berpotensi memengaruhi pembentukan kekuatan mortar dan proses pengerasan awal campuran.

Kuat tekan merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk menilai mutu mortar karena menunjukkan kemampuan material dalam menerima beban tekan setelah mengalami pengerasan. Nilai kuat tekan diperoleh dari perbandingan antara beban maksimum yang dapat ditahan benda uji hingga mengalami kerusakan dengan luas penampang benda uji yang menerima beban (SNI 03-6825-2002). Nilai kuat tekan sering digunakan sebagai indikator mutu mortar karena berkaitan dengan kemampuan material dalam menahan beban yang bekerja padanya. Besarnya kuat tekan dapat digunakan untuk mengetahui kemampuan mortar dalam menahan beban yang diberikan. Pengujian kuat tekan bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan serbuk tembaga sebagai pengganti sebagian semen terhadap kekuatan mortar.

Dalam pembuatan mortar beton, proses pengerasan awal campuran juga perlu diperhatikan selain kekuatan yang dihasilkan setelah pengerasan. Salah satu parameter yang berkaitan dengan proses tersebut adalah waktu ikat (*setting time*), yaitu waktu yang menunjukkan perubahan campuran dari kondisi plastis hingga mulai mengeras. Waktu ikat yang terlalu singkat dapat menyulitkan proses pencampuran dan pencetakan, sedangkan waktu ikat yang terlalu lama dapat memperlambat pelaksanaan pekerjaan konstruksi (Ma'rifat et al., 2024). Pengujian waktu ikat bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan serbuk tembaga sebagai pengganti sebagian semen terhadap waktu pengikatan mortar.

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu, pemanfaatan material konduktif pada beton umumnya lebih banyak ditujukan untuk meningkatkan kemampuan menghantarkan listrik atau kuat tekan beton. Kajian mengenai penggunaan serbuk tembaga sebagai pengganti sebagian semen pada mortar yang membahas waktu ikat (*setting time*), kuat tekan, dan konduktivitas listrik secara bersamaan masih terbatas. Penggunaan serbuk tembaga sebagai bahan pengganti sebagian semen menarik untuk dikaji karena selain berkaitan dengan karakteristik kekuatan dan pengerasan mortar, material tersebut juga memiliki sifat konduktif. Penelitian ini dilakukan

untuk mengetahui pengaruh penggunaan serbuk tembaga terhadap waktu ikat (*setting time*), kuat tekan, dan konduktivitas listrik mortar.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini meliputi:

1. Seberapa besar pengaruh serbuk tembaga (*copper powder*) sebagai substitusi semen terhadap *setting time* mortar beton?
2. Seberapa besar pengaruh serbuk tembaga (*copper powder*) sebagai substitusi semen terhadap kuat tekan mortar beton?
3. Seberapa besar pengaruh serbuk tembaga (*copper powder*) sebagai substitusi semen terhadap konduktivitas listrik mortar beton?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui besarnya pengaruh penggunaan serbuk tembaga (*copper powder*) sebagai substitusi semen terhadap *setting time* mortar beton.
2. Mengetahui besarnya pengaruh penggunaan serbuk tembaga (*copper powder*) sebagai substitusi semen terhadap kuat tekan mortar beton.
3. Mengetahui besarnya pengaruh penggunaan serbuk tembaga (*copper powder*) sebagai substitusi semen terhadap konduktivitas listrik mortar beton.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan dari uraian di atas, manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi mengenai penggunaan serbuk tembaga (*copper powder*) sebagai pengganti sebagian semen pada mortar beton, khususnya terhadap *setting time*, kuat tekan, dan konduktivitas listrik.
2. Menjadi bahan referensi bagi mahasiswa maupun peneliti yang ingin mengembangkan kajian mengenai pemanfaatan serbuk tembaga atau material konduktif lainnya dalam campuran mortar dan beton.
3. Memberikan informasi yang dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam

pengembangan mortar dengan kemampuan menghantarkan listrik tanpa mengabaikan karakteristik *setting time* dan kuat tekan.

1.5 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Ruang lingkup penelitian ditetapkan untuk membatasi pembahasan agar tetap sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Batasan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Malikussaleh.
2. Bahan yang dikaji berupa serbuk tembaga (copper powder) yang digunakan untuk menggantikan sebagian semen dalam campuran mortar beton.
3. Serbuk tembaga digunakan dengan variasi 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5% dari berat semen. Campuran dengan variasi 0% digunakan sebagai campuran kontrol atau mortar normal.
4. Parameter yang diamati meliputi kuat tekan mortar beton, *setting time* pasta semen, dan konduktivitas listrik mortar beton.
5. Pengujian kuat tekan dilakukan pada benda uji yang telah melalui perendaman selama 3, 7, dan 28 hari dengan kuat tekan rencana (f'_c) sebesar 20 MPa.
6. Proporsi campuran mortar ditentukan berdasarkan ASTM C109 (2020), dengan perbandingan semen dan agregat halus sebesar 1:2,75 serta faktor air semen sebesar 0,485.
7. Pengukuran konduktivitas listrik dilakukan dengan memberikan tegangan sebesar 15 Volt dari power supply melalui elektroda yang terhubung pada benda uji.

1.6 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Malikussaleh. Tahap awal berupa studi literatur dengan mengumpulkan informasi dari buku, jurnal ilmiah, Standar Nasional Indonesia (SNI), ASTM, serta sumber lain yang berkaitan dengan mortar, serbuk tembaga (*copper powder*), *setting time*, kuat tekan, dan konduktivitas listrik. Setelah studi literatur, dilakukan persiapan bahan yang terdiri dari semen Portland Tipe I

(*Ordinary Portland Cement/OPC*), pasir kuarsa sebagai agregat halus yang berasal dari Lhoknga, Aceh Besar, air bersih, serta serbuk tembaga sebagai bahan pengganti sebagian semen. Serbuk tembaga diperoleh dari salah satu toko daring yang berada di Palembang, Sumatera Selatan.

Tahap selanjutnya adalah pemeriksaan karakteristik bahan yang digunakan dalam campuran mortar. Pengujian agregat halus meliputi kadar organik, berat jenis, penyerapan air, kadar air, berat volume, dan analisis saringan. Sementara itu, semen diperiksa berdasarkan berat jenis dan kehalusannya sesuai dengan standar SNI yang berlaku. Hasil pengujian karakteristik bahan kemudian digunakan dalam menentukan komposisi campuran (*mix design*) mortar. Perencanaan campuran mengacu pada ASTM C109/C109M dengan perbandingan semen dan agregat halus sebesar 1:2,75 serta faktor air semen (FAS) sebesar 0,485. Serbuk tembaga ditambahkan sebagai pengganti sebagian semen dengan variasi 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5% berdasarkan berat semen. Sebelum pembuatan benda uji, campuran mortar diperiksa terlebih dahulu menggunakan *Flow Table Test* sesuai ASTM C1437 untuk mengetahui tingkat kelecakan (*workability*) mortar.

Benda uji untuk pengujian kuat tekan dibuat dalam bentuk kubus dengan ukuran 5 cm × 5 cm × 5 cm, sedangkan benda uji konduktivitas listrik menggunakan bentuk prisma berukuran 4 cm × 4 cm × 16 cm. Pada setiap variasi campuran, dibuat 9 benda uji untuk pengujian kuat tekan yang terdiri dari 3 benda uji pada umur 3 hari, 3 benda uji pada umur 7 hari, dan 3 benda uji pada umur 28 hari. Jumlah benda uji kuat tekan dari seluruh variasi campuran adalah 54 buah. Selain itu, setiap variasi campuran dibuat 1 benda uji untuk pengujian konduktivitas listrik pada umur 28 hari, sehingga diperoleh 6 benda uji konduktivitas listrik. Dengan demikian, jumlah keseluruhan benda uji mortar yang digunakan adalah 66 buah, tidak termasuk benda uji pasta semen untuk pengujian *setting time*.

Pengujian *setting time* dilakukan menggunakan *Vicat Apparatus* pada pasta semen untuk menentukan *initial setting time* dan *final setting time*. Pengujian kuat tekan menggunakan *Compression Testing Machine* (CTM), sedangkan konduktivitas listrik ditentukan melalui pengukuran tegangan dan arus listrik pada benda uji. Pengukuran dilakukan menggunakan rangkaian pengujian yang terdiri

atas *power supply* dan multimeter. Seluruh data yang diperoleh dari pengujian kemudian dianalisis untuk mengetahui pengaruh penggunaan serbuk tembaga sebagai pengganti sebagian semen terhadap *setting time*, kuat tekan, dan konduktivitas listrik mortar.