

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur yang semakin maju menjadi faktor utama untuk terus mengembangkan ilmu pengetahuan di bidang ketekniksipilan. Penelitian penelitian telah dilakukan untuk menyempurnakan ilmu pengetahuan sebagai upaya efektivitas pembangunan infrastruktur di masa yang akan datang. Salah satu upaya pada bidang struktur adalah penelitian tentang potensi korosi tulangan baja pada sebuah mortar. Mortar atau bisa juga disebut spesi merupakan campuran antara semen, agregat halus, dan air (Rangan dkk, 2020). Ketiga komponen tersebut diaduk menjadi satu dan menjadi homogen. Setelah itu akan terjadi pengerasan setelah beberapa saat. Komposisi bahan dari sebuah mortar akan memengaruhi kualitas mortar itu sendiri. Pada pengujian ini digunakan sebuah benda uji mortar dengan campuran agregat halus dengan air laut dan digunakan bahan pengikat berupa PPC dan PCC. Bahan pereaksi semen untuk membuat campuran mortar pada umumnya adalah air tawar atau air yang dapat diminum. Permasalahan dilingkungan yang semakin mengkhawatirkan dapat dicegah dengan memanfaatkan limbah yang kurang berguna menjadi lebih berguna. Seperti penggunaan limbah *batching plant* untuk bahan campuran mortar sebagai pengganti pasir sebagai agregat halus.

Pada benda uji yang akan diteliti, digunakan sebuah mortar dengan bahan pereaksi semen berupa air laut. Air laut digunakan sebagai upaya dalam mencari pengganti penggunaan air tawar dalam penggunaan campuran mortar karena mulai langkanya air tawar pada daerah-daerah tertentu. Mortar adalah sebuah material didunia konstruksi berupa campuran antara semen, air, dan agregat halus atau pasir. Berdasarkan studi terdahulu yang telah dilakukan, telah terbukti bahwa penggunaan air laut dapat meningkatkan kuat tekan sebuah beton sebesar 5,8% dari beton normalnya (Nurtanto dkk, 2021). Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan adanya reaksi antara klorida yang terkandung didalam air laut dengan pozzolan yang terkandung dalam beton segar hal tersebut akan mempercepat berkembangnya kuat tekan sebuah beton di usia dini (Maufida, dalam Nurtanto dkk, 2021).

Limbah *batching plant* adalah sisa atau buangan dari proses pembuatan *ready mix* yang tidak optimal. Limbah tersebut akan mengeras dan terus menumpuk seir

-ing dengan jalannya produksi. Limbah tersebut akan mengganggu pekerjaan karena menghalangi mobilitas dari produksi (Suwanto dkk, 2019). Penggunaan kembali limbah *batching plant* dapat dilakukan karena kandungan logam dari limbah *batching plant* masih di bawah ambang batas dari yang telah ditentukan (Astuti, 2023). Maka dari itu limbah *batching plant* digunakan kembali sebagai bahan pembuatan beton baru. Penelitian ini menggunakan limbah *batching plant* untuk diteliti lebih lanjut keefektifitasan dari penggunaan limbah *batching plant* untuk bahan campuran mortar yang akan digunakan sebagai bahan baku *patch repair*.

Patch repair adalah salah satu metode yang digunakan untuk memperbaiki atau merehabilitasi sebuah beton akibat dari terjadinya pengelupasan dengan cara menambal dengan tujuan untuk mengembalikan bentuk dan ukuran awal serta berguna untuk melindungi tulangan di dalamnya dari terjadinya korosi berkelanjutan (Rizal dkk, 2022). Oleh karena itu, pada penelitian ini digunakan sebuah benda uji berupa mortar guna mengetahui komposisi mortar terbaik untuk digunakan sebagai bahan *patch repair*. Mortar merupakan elemen konstruksi yang dapat digunakan sebagai bahan utama perawatan sebuah beton yang mengalami kerusakan. Mortar digunakan untuk menambal beton yang rusak sehingga dapat memperpanjang umur beton. Dengan digunakannya mortar ini sebagai bahan perbaikan beton yang rusak akan mempengaruhi tulangan yang ada di dalam beton tersebut. Sehingga penelitian ini perlu dilakukan untuk mencari campuran bahan mortar yang terbaik yang dapat mendukung keberlangsungan kekuatan tulangan baja di dalamnya dari kerusakan akibat korosi.

Beton dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu beton geopolimer dan beton biasa. Beton geopolimer adalah beton dengan bahan pengikat sisa bahan industry yang sifatnya anorganik (Oktaviastuti dkk, 2021). Beton biasa adalah beton dengan bahan pengikat berupa semen *Portland* (Wedhanto, 2017). Pada pengujian ini digunakan bahan uji dengan bahan pengikat berupa semen dengan jenis *Portland Pozzollan Cement* (PPC) dan *Portland Composite Cement* (PCC). Semen *Portland* merupakan semen hidrolisis dari hasil menggiling terak semen *Portland* yang tersusun dari kalsium silikat (bersifat hidrolisis) kemudian digiling dengan bahan tambahan yaitu satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat (SNI 15-2049-2004).

Di dalam benda uji mortar juga diisi dengan dua buah besi tulangan. Besi tulangan atau juga bisa disebut besi beton (*reinforcing bar*) merupakan sebuah batang baja yang bentuknya seperti jala baja. Besi tulangan pada beton bertulang memiliki fungsi sebagai alat penekan untuk memperkuat serta membantu beton tersebut ketika berada di bawah tekanan. Secara signifikan, besi tulangan dapat meningkatkan kekuatan tarik struktur jika ditinjau dari segi fungsinya (Ruzuqi dkk, 2022).

Salah satu masalah yang akan terjadi pada tulangan baja adalah terjadinya korosi. Korosi adalah salah satu peristiwa alam yang dapat terjadi pada beberapa jenis logam dan akan menjadi sebab kerusakan logam tersebut. Korosi adalah proses elektrokimia yang terjadi karena beberapa faktor, seperti adanya air atau kelembaban serta elektrolit asam atau garam dan menghasilkan zat dengan warna coklat kemerahan dan secara terus menerus akan terjadi pengelupasan dan perubahan diameter tulangan sehingga dapat mempengaruhi durabilitas beton karena menurunnya kualitas tulangan akibat korosi tersebut. Reaksi yang terjadi saat proses korosi adalah redoks atau keadaan dimana logam mengalami oksidasi, dan oksigen mengalami reduksi (Ariyanto, 2022). Ada beberapa jenis korosi, diantaranya adalah korosi seragam (*Uniform ttack*), korosi lubang (*pitting corrosion*), korosi erosi (*erosion corrosion*), korosi sambungan dua logam (*galvanis corrosion*), dan korosi tegangan (*stress corrosion*) (Zuchry M & Mangga, 2017). Pengendalian tingkat korosi adalah solusi terbaik saat ini dikarenakan hampir mustahil untuk mencegah korosi. Upaya upaya pencegahan korosi diantaranya pengubahan media, seleksi material, proteksi katodik (*cathodic protection*), proteksi anodik (*anodic protection*), dan inhibitor korosi (Sidiq, 2013). Efek dari korosi yang terjadi pada tulangan baja adalah dapat menyebabkan perubahan pada tulangan seperti berubahnya diameter dan berat dari tulangan baja, hal tersebut menyebabkan kekuatan lekat tulangan dengan beton mengalami penurunan dan dapat menyebabkan kerusakan pada struktur (Ariyanto, 2022).

Karbon dioksida atau CO_2 dapat merusak lapisan beton dikarenakan karbon dioksida pada beton dapat larut terhadap air dan kemudian bertemu dengan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan kemudian akan menghasilkan asam karbonik cair. Hal tersebut merusak lapisan beton dan dapat mengekspos tulangan sehingga tulangan dapat mudah terkorosi (Wibowo dkk, 2020). Untuk mengetahui kedalaman karbonasi yang

terjadi pada sebuah beton dapat dilakukan sebuah pengujian dengan cara menyemprotkan cairan *phenolphthalein*.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian yang dilakukan meliputi :

- a. Bagaimana hasil dari perbandingan potensial korosi tulangan baja pada benda uji yang dilakukan perlindungan berupa *surface coating*, *steel coating*, dan tanpa perlindungan?
- b. Bagaimana hasil dari perbandingan potensial korosi tulangan baja pada benda uji yang dilakukan paparan berupa *dry wet cycle*, *dry lab*, dan *wet towel*?
- c. Bagaimana hasil dari perbandingan potensial korosi tulangan baja pada benda uji berselimut 3 cm dan 10 cm?
- d. Bagaimana efektivitas dari benda uji dengan penggunaan agregat halus limbah *batching plant* dibanding dengan benda uji dengan agregat halus pasir dalam mencegah korosi?
- e. Bagaimana hasil dari pengujian karbonasi yang dilakukan pada benda uji setelah dilakukan *crushing*?
- f. Bagaimana hasil dari pengamatan dan perhitungan nilai persen korosi aktual pada benda uji setelah dilakukan *crushing*?

1.3 Lingkup Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui lebih lanjut tentang potensi dan pencegahan korosi dengan metode *steel coating* dan *surface concrete coating* dengan pengujian *half-cell potential* dan *acceleration* dengan benda uji mortar dengan bahan campuran air laut dan limbah *batching plant* dengan pengikat berupa *Portland Pozzolan Cement (PPC)* dan *Portland Composite Cement (PCC)*.

Penelitian ini dibatasi lingkup penelitian sebagai berikut :

- a. Benda uji kode FS

Benda uji mortar yang dibuat oleh Salsabila (2022) dengan kode benda uji yaitu FS. Berikut adalah spesifikasi dari benda uji FS yaitu:

- 1) Memiliki bentuk kubus dengan ukuran 15x15x15 cm.
- 2) Terdapat 9 buah benda uji FS.
- 3) Agregat halus pada pembuatan benda uji menggunakan 100% pasir dari Kali Progo.

- 4) Air laut (*sea water*) digunakan untuk bahan pencampur komposisi mortar dan sebagai bahan *exposure condition*.
- 5) Semen yang digunakan adalah *Portland Pozzolan Cement* (PPC) dan *Portland Composite Cement* (PCC)
- 6) Digunakan 2 tulangan pada tiap benda uji dengan diameter 12 mm dan Panjang 19 cm dengan 2 cm masing-masing ujung tulangan berada di luar mortar.
- 7) Variasi selimut mortar untuk kedua tulangan adalah 3 cm dan 10 cm.
- 8) Umur benda uji ketika penelitian ini dilakukan adalah 351 hari.
- 9) Variasi *exposure condition* yaitu *wet towel condition*, *dry laboratory condition*, dan *dry-wet cycle condition*.
- 10) Variasi *coating* yaitu *non coating*, *surface coating*, dan *steel coating*.

b. Benda uji kode YH

Benda uji mortar yang dibuat oleh Pratama (2022) dengan kode benda uji yaitu YH. Berikut adalah spesifikasi dari benda uji YH yaitu:

- 1) Memiliki bentuk kubus dengan ukuran 15x15x15 cm.
- 2) Terdapat 9 buah benda uji YH.
- 3) Agregat halus pada pembuatan benda uji menggunakan 100% limbah *batching plan* yang diperoleh dari PT. Aneka Dharma Persada.
- 4) Air laut (*sea water*) digunakan untuk bahan pencampur komposisi mortar dan sebagai bahan *exposure condition*.
- 5) Semen yang digunakan adalah *Portland Pozzolan Cement* (PPC) dan *Portland Composite Cement* (PCC)
- 6) Digunakan 2 tulangan pada tiap benda uji dengan diameter 12 mm dan Panjang 19 cm dengan 2 cm masing-masing ujung tulangan berada di luar mortar.
- 7) Variasi selimut mortar untuk kedua tulangan adalah 3 cm dan 10 cm.
- 8) Umur benda uji ketika penelitian ini dilakukan adalah 228 hari.
- 9) Variasi *exposure condition* yaitu *wet towel condition*, *dry laboratory condition*, dan *dry-wet cycle condition*.
- 10) Variasi *coating* yaitu *non coating*, *surface coating*, dan *steel coating*.

- c. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini meliputi:
- 1) Perhitungan tingkat potensial korosi yang terjadi pada baja tulangan dengan menggunakan metode *Half-Cell Potential* (HCP). Pengujian ini dilakukan setiap satu kali seminggu dalam jangka waktu 2 bulan.
 - 2) Pengamatan kedalaman karbonasi yang terjadi pada benda uji untuk mengetahui seberapa dalam benda uji terpapar karbondioksida dengan menyemprotkan cairan *phenolphthalein*.
 - 3) Pengamatan dan perhitungan nilai korosi aktual yang terjadi pada tulangan dengan metode *crushing* atau pembelahan benda uji mortar.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

- a. Untuk mengetahui hasil dari perbandingan potensial korosi tulangan baja pada benda uji yang dilakukan perlindungan berupa *surface coating*, *steel coating*, dan tanpa perlindungan.
- b. Untuk mengetahui hasil dari perbandingan potensial korosi tulangan baja pada benda uji yang dilakukan paparan berupa *dry wet cycle*, *dry lab*, dan *wet towel*.
- c. Untuk mengetahui hasil dari perbandingan potensial korosi tulangan baja pada benda uji berselimut 3 cm dan 10 cm.
- d. Untuk mengetahui efektivitas dari benda uji dengan penggunaan agregat halus limbah *batching plant* dibanding dengan benda uji dengan agregat halus pasir dalam mencegah korosi.
- e. Untuk mengetahui hasil dari pengujian karbonasi yang dilakukan pada benda uji setelah dilakukan *crushing*.
- f. Untuk mengetahui hasil dari pengamatan dan perhitungan nilai persen korosi aktual pada benda uji setelah dilakukan *crushing*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini yaitu :

- a. Mengetahui efektivitas penggunaan limbah *batching plan* pada campuran mortar yang akan digunakan untuk *patch repair*, dalam memperlambat laju korosi tulangan dengan membandingkan nilai potensial korosi, kedalaman karbonasi, dan persen korosi aktual.

- b. Mengetahui kondisi paparan yang dapat mempercepat laju korosi tulangan dengan membandingkan nilai potensial korosi, kedalaman karbonasi, dan persen korosi aktual.
- c. Mengetahui perlindungan (*coating*) paling efektif dalam memperlambat laju korosi tulangan dengan membandingkan nilai potensial korosi, dan persen korosi aktual.
- d. Mengetahui tebal selimut mortar paling efektif dalam memperlambat laju korosi tulangan dengan membandingkan nilai potensial korosi, dan persen korosi aktual.