

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan suatu material yang biasa dipakai di dunia konstruksi, terdiri dari bahan penyusun berupa agregat, semen dan air. Beton dapat di kombinasi dengan bahan lain seperti baja, aluminium, kayu dan plastik. Beton mampu menahan gaya tekan dan cukup mudah dalam proses pembuatannya, namun kekurangan dari beton adalah kurang mampu dalam menahan gaya tarik, sehingga perlu adanya tulangan agar beton lebih bekerja maksimal. Retakan pada beton bisa berupa retakan besar yang berakibat pada penurunan kinerja struktur sedangkan retakan kecil dapat mengurangi daya tahan, meningkatkan permeabilitas dan memberikan peluang terjadinya korosi pada tulangan baja (Prayuda et al. 2020).

Batang baja yang tertanam dalam beton terdapat lapisan yang melindungi tulangan yang disebut *passivity film*. Pelindung ini mencegah berkembangnya zat korosi aktif, akan tetapi dapat dihancurkan oleh ion klorida dan karbonasi. Pada saat ion klorida dalam jumlah yang cukup mencapai permukaan tulangan, disertai dengan oksigen dan kelembapan yang cukup, korosi baja dapat menjadi sangat parah, mengakibatkan keretakan beton, pengelupasan lapisan penutup beton, dan pengurangan penampang tulangan baja (Astuti et al. 2022).

Dalam *mix design* beton, kadar air dalam beton sangat berpengaruh pada kualitas beton. Faktor Air Semen (FAS) adalah rasio total berat air (termasuk kandungan air dalam agregat) terhadap berat total semen dalam campuran beton. Nilai FAS yang kecil akan menghasilkan kekuatan beton yang lebih baik. Nilai FAS yang besar akan menghasilkan lebih sedikit pasta semen, sebaliknya nilai FAS yang kecil akan menghasilkan lebih banyak pasta semen. Oleh karena itu kualitas pasta semen, termasuk FAS mempengaruhi kekuatan ketahanan, dan sifat lainnya dari beton yang dihasilkan. Sehingga perbandingan air dan semen yang tepat, serta metode pencampuran yang baik, sangat penting untuk menciptakan beton yang berkualitas tinggi (Sari et al. 2015).

Menurut Robles et al. (2022) korosi tulangan pada beton bertulang dapat ditentukan melalui beberapa fase yaitu mulai dari inisiasi korosi, perambatan karat, dan percepatan korosi. Nilai pH beton yang tinggi (yaitu, pH 12-13) menyebabkan

passivity film yang mengelilingi baja tulangan dalam kondisi baik sehingga mampu mengurangi laju korosi. Ketika pH beton menurun atau konsentrasi ion klorida dalam beton melebihi ambang batas, lapisan pelindung menjadi tidak stabil bahkan bisa hancur, hal ini menyebabkan inisiasi korosi. Pembentukan lapisan karat yang seragam merupakan ciri dari korosi general. Perluasan daerah karat menyebabkan keretakan dan pengelupasan selimut beton yang dapat berpengaruh pada perilaku ikatan baja-beton, mekanisme transfer gaya internal, dan daya tahan komponen beton bertulang.

Menurut Prayuda et al. (2020) *self-healing* merupakan kemampuan suatu material untuk dapat memperbaiki kerusakan secara otomatis tanpa bantuan pihak luar termasuk manusia. *Self-healing concret* dilakukan agar beton yang retak dapat membaik dengan sendirinya, terutama untuk retakan-retakan kecil sehingga dapat menghindari masuknya air pada komponen tersebut. Sejak beberapa tahun terakhir, banyak jenis bakteri yang digunakan untuk memperbaiki retakan pada beton, meskipun masih menjadi catatan bahwa tidak semua bakteri memberikan efek yang baik dalam memperbaiki beton. Salah satu spesies bakteri yang sering digunakan pada proses *self-healing concrete* yaitu, *Bacillus sp.* yang mampu menghasilkan kristal kalsium karbonat bila dikultur pada media yang mengandung Ca^{2+} . Gugus kalsit dari *Bacillus sp.* mengalami pengendapan CaCO_3 yang meliputi pertukaran ion dan pH. Dinding sel bakteri yang bermuatan negatif menarik ion positif seperti Ca^{2+} dari lingkungan dan menyimpannya di permukaan sel. Penggunaan *Bacillus sp.* juga meningkatkan kuat tekan dan secara signifikan mengurangi porositas beton.

Metode NDT (*Non-Destructive Testing*) adalah suatu metode inspeksi untuk pemantauan korosi pada struktur beton bertulang. Keunggulan dari metode ini yaitu kita tak perlu merusak struktur beton yang akan kita uji. Penerapan utama metode NDT pada struktur baru yaitu mengenai kualitas kondisi beton, sedangkan pada struktur lama, NDT dapat digunakan dalam pemantauan, deteksi, dan identifikasi kerusakan. Sehingga data tersebut dapat digunakan untuk metode perbaikan dan perawatan untuk menjaga kualitas beton tersebut (Zaki et al. 2015).

Di Indonesia, penelitian tentang *self-healing concrete* masih tergolong penelitian baru dan jarang dilakukan. Pada penelitian yang dilakukan oleh Hornbostel et al. (2020) hanya melakukan pengujian menggunakan metode NDT untuk mendeteksi beton bertulang berkorosi saja, tanpa adanya pengujian *self-healing concrete. Bacillus sp.* Pada pengujian ini dapat menjadi agen penyembuh keretakan pada beton dan mencegah terjadinya korosi pada tulangan beton. Oleh karena itu, penelitian ini penting untuk dilakukan untuk mengetahui pengaruh *self-healing concrete* pada beton korosi untuk mengevaluasi mutu beton dan *water content* menggunakan metode NDT.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh variasi *water content* terhadap kuat tekan beton *self-healing concrete*?
2. Bagaimana pengaruh variasi *water content* dan akselerasi korosi terhadap kuat lentur beton *self-healing concrete* yang terkorosi?
3. Bagaimana pengaruh bakteri *bacillus subtilis* pada proses korosi dengan metode NDT?

1.3 Lingkup Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh korosi terhadap beton dengan variasi Faktor Air Semen (FAS) menggunakan metode *resistivity* dan *impact echo*. Lingkup penelitian yang akan dilakukan dan dibahas adalah sebagai berikut.

1. Agregat halus (pasir) yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari sungai Kali Progo.
2. Agregat kasar (kerikil) yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari CV. Muncul Karya, Kulon Progo.
3. Semen yang digunakan dalam pengujian ini adalah semen Portland merek Holcim Dynamix.
4. Air yang digunakan sebagai bahan uji berasal dari sumber air yang tersedia di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Sipil UMY.
5. Tulangan yang digunakan adalah tulangan polos berdiameter 12 mm.
6. Mix design yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada panduan

peraturan ACI 211.1-91 yang mengatur tata cara pemeliharaan proporsi untuk pembuatan beton sesuai dengan standar normal.

7. Proses *curing* dilakukan selama 28 hari.
8. Menggunakan variasi nilai FAS 0,44; 0,46; 0,48, dan 0,50.
9. Spesimen balok dengan dimensi 50x 10 x 10 cm digunakan pada pengujian kuat lentur.
10. Spesimen silinder berdiameter 15 cm dengan tinggi 30 cm digunakan pada pengujian kuat tekan.
11. *Self-healing* concrete Menggunakan bakteri *bacillus subtilis* yang sudah dikembangbiakkan di Laboratorium Agrobioteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
12. Benda uji berjumlah 30 yang terdiri dari 15 beton silinder dan 15 balok beton bertulang.
13. Pembagian spesimen ada 5 variasi, dengan masing-masing variasi terdapat 3 sampel benda uji dengan rincian benda uji :
 - 1) BN : Beton Normal (100%) semen Portland komposit (PCC) dengan nilai Faktor Air Semen (FAS) 0,42
 - 2) V1 : Beton dengan variasi nilai Faktor Air Semen (FAS) 0,44
 - 3) V2 : Beton dengan variasi nilai Faktor Air Semen (FAS) 0,46
 - 4) V3 : Beton dengan variasi nilai Faktor Air Semen (FAS) 0,48
 - 5) V4 : Beton dengan variasi nilai Faktor Air Semen (FAS) 0,50
14. Akselerasi korosi menggunakan metode Galvanostatis dengan tegangan konstan.
15. Katalisator korosi menggunakan NaCl dengan salinitas 5%.
16. Mengamati proses *self-healing* pada beton menggunakan bakteri *bacillus subtilis* dalam menutup retakan.
17. Spesimen balok diakselerasi korosi selama 48 jam, 96 jam, dan 168 jam.
18. Kuat tekan dan kuat lentur dilakukan pada umur beton 28 hari.
19. Pengujian NDT menggunakan *resistivity* dan *impact echo* pada benda uji balok yang di uji pada saat beton segar mencapai umur 28 hari sebelum dan sesudah akselerasi korosi.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis pengaruh variasi *water content* terhadap kuat tekan beton *self-healing concrete*.
2. Menganalisis pengaruh variasi *water content* dan akselerasi korosi terhadap kuat lentur beton *self-healing concrete* yang terkorosi.
3. Menganalisis pengaruh bakteri *bacillus subtilis* pada proses korosi dengan metode NDT.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan pemahaman yang lebih baik mengenai *self-healing* beton berperilaku dalam berbagai variasi *water content*
2. Memberikan pemahaman penggunaan *Non-Destructive Testing* (NDT) method dalam pemantauan *self-healing* pada beton terhadap nilai kuat tekan dan kuat lentur.
3. Penelitian ini diharapkan bisa menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya kemudian bisa dikembangkan menjadi lebih sempurna.