

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Beton merupakan bahan yang paling banyak digunakan untuk konstruksi elemen struktur. Hal ini dikarenakan beton memiliki kekuatan tekan yang tinggi, profil yang menyesuaikan desain, dan karakteristiknya yang dapat diubah-ubah dengan adanya zat aditif. Termasuk juga bangunan di tepi laut menggunakan beton bertulang dengan beton yang lebih tahan dengan kondisi air laut. Walau begitu, kerusakan retak tidak bisa dihindari.

Kerusakan retak kecil pada beton bertulang yang dibiarkan bisa memicu terjadinya kerusakan yang lebih parah, contohnya pada gambar di bawah. Maka, diperlukan perbaikan pada retak sedini mungkin. Terutama pada beton bertulang di dalam laut karena kandungan elektrolit di air laut yang dapat mempercepat proses terjadinya korosi pada tulangan.



Gambar 1. 1 Bangunan Terlantar di Pantai McAbee, Kalifornia Utara  
(Sumber : Per Loll, *n.d.* )

Perbaikan yang biasa dilakukan untuk retak pada beton di bawah laut adalah dengan *grouting* berbahan khusus yang tahan terhadap lingkungan di dalam laut. Tetapi, metode ini perlu dikerjakan oleh *commercial diver* yang berlisensi. Hal ini dikarenakan pekerjaan di bawah laut merupakan pekerjaan yang berbahaya dan dapat menyebabkan cacat hingga kematian. Untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja, beton *self-healing* yang menggunakan mikroorganisme untuk menghasilkan presipitasi kalsium karbonat sebagai pengganti semen pada *grouting* diharapkan bisa memulihkan retak sehingga tidak diperlukan *grouting*.

Penelitian ini merupakan studi awal untuk mencapai beton *self-healing*. Beton *self-healing* menggunakan bakteri yang dapat mempresipitasi kristal kalsium karbonat. Untuk mengetahui dampak yang diberikan oleh bakteri ke beton, digunakan metode *biogrouting* sebelum memasukkan langsung bakteri ke dalam adukan beton untuk penelitian lanjutan tentang beton *self-healing*.

Setelah terjadinya retakan yang mengurangi kekuatan beton, beban akan disalurkan ke tulangan. Tetapi, dengan adanya air laut yang bisa mencapai ke tulangan melalui retak, tulangan juga bisa mengalami kerusakan dan tidak bisa menopang beban yang disalurkan. Maka, dengan adanya kemampuan *self-healing* pada beton, diharapkan retak pada beton bisa tertutup oleh presipitasi kalsium karbonat sehingga tulangan bisa terjaga dari kontak oleh air laut yang mempercepat terjadinya kerusakan korosi tulangan.

Presipitasi kristal kalsium karbonat oleh bakteri bisa mengisi rongga retak layaknya perbaikan dengan metode *grouting*. Presipitasi kalsium karbonat oleh bakteri bisa terjadi dengan proses ureolisis atau proses metabolisme aerobik bakteri. Pada presipitasi dengan ureolisis menghasilkan ammonia yang dapat menyebabkan

korosi, sehingga proses ureolisis tidak cocok digunakan. Maka, presipitasi dengan metabolisme aerobik bakteri dipilih dalam penelitian ini.

Untuk bakteri bisa menghasilkan presipitasi kristal kalsium karbonat, bakteri membutuhkan sumber ion kalsium. Bubuk cangkang kerang simping dan karbit digunakan sebagai sumber ion kalsium. Alasan pemakaian bubuk cangkang kerang simping karena kandungan kalsiumnya tinggi dan cangkang kerang merupakan limbah dari konsumsi manusia. Karbit digunakan sebagai sumber kalsium karena karbit adalah limbah yang tergolong B3 kategori 2, yaitu limbah yang berdampak buruk bagi lingkungan dan manusia dalam jangka waktu lama yang pengolahannya masih kurang sehingga bisa mencemari lingkungan.

Bakteri yang digunakan untuk mengolah sumber kalsium tersebut adalah bakteri *Bacillus megaterium*. Bakteri ini dipilih karena tergolong bakteri yang dapat menghasilkan kalsium karbonat (*CCP-Capable*), tahan terhadap pH tinggi atau basa (*alkali-resistant*), dan telah ditemukan *strain Bacillus megaterium* (JK4h) yang dapat hidup di laut sehingga cocok untuk diteliti untuk penggunaannya pada struktur di kawasan tepi pantai maupun di dalam laut (H. J. Kim *et al*, 2015)(J. H. Dhangdhariya *et al*, 2015). *Bacillus megaterium* juga pernah dibuktikan bisa menghasilkan presipitasi kalsium karbonat di tanah (A. Zakaria, 2018). Karena percobaan tersebut, pada penelitian ini bakteri diteliti untuk digunakan pada beton di dalam laut.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Perumusan masalah yang akan diteliti lebih lanjut pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah bakteri *Bacillus megaterium* SFP12 dapat hidup dan berkembang di lingkungan air laut?
2. Apakah bakteri *Bacillus megaterium* SFP12 dapat menghasilkan kalsium karbonat dengan sumber ion kalsium dari cangkang kerang simping dan karbit di air laut?
3. Apakah presipitasi kalsium karbonat dapat menutup retak?

### **1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian**

Berdasarkan perumusan masalah tersebut, maksud dan tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui perkembangan bakteri *Bacillus megaterium* SFP12 di lingkungan air laut.
2. Mengetahui apakah sumber ion kalsium bisa diolah menjadi kalsium karbonat oleh bakteri *Bacillus megaterium* SFP12 di lingkungan air laut.
3. Mengetahui apakah retak dapat oleh presipitasi kalsium karbonat.

### **1.4. Batasan Penelitian**

Untuk mencapai maksud dan tujuan yang telah disampaikan pada bagian sebelumnya, dibuat batasan penelitian agar tidak memperluas cakupan materi yang diuji pada penelitian ini. Batasan penelitian ini mencakup:

1. Keterbatasan alat untuk membuat dan mengamati sampel.
2. Penelitian ini menggunakan medium kultur dan kultur cair bakteri *Bacillus megaterium* SFP12 yang tersedia di laboratorium Bioteknologi Universitas Pelita Harapan.

## 1.5. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditentukan, berikut adalah hipotesis awal yang dibuat dalam penelitian ini:

1. Bakteri *Bacillus megaterium* dapat hidup dan berkembang di dalam lingkungan air laut. Hal ini dihipotesakan karena ada *Bacillus megaterium* JK4h yang dapat hidup di air laut.
2. Bakteri *Bacillus megaterium* dapat menghasilkan presipitasi kalsium karbonat dengan menggunakan sumber kalsium yang berasal dari cangkang kerang simping dan karbit di air laut karena genus *Bacillus* tergolong bakteri yang dapat mengolah ion kalsium menjadi kalsium karbonat.
3. Presipitasi kalsium karbonat dapat menutup retak karena kalsium karbonat merupakan *binding agent* seperti yang digunakan pada metode *grouting*.

## 1.6. Sistematika Penulisan

Laporan tugas akhir ini terdiri dari sepuluh bagian awal, lima bab isi, dan dua bagian akhir. Berikut adalah sistematika penulisan laporan ini:

### 1. BAGIAN AWAL

Bagian awal terdiri dari halaman judul, halaman kulit, pernyataan keaslian karya skripsi, persetujuan dosen pembimbing skripsi, persetujuan tim penguji skripsi, abstrak, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, dan daftar tabel.

### 2. BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini mencakup latar belakang penelitian, perumusan masalah, maksud dan tujuan penelitian, batasan penelitian, hipotesis penelitian, dan ditutup dengan sistematika penulisan laporan skripsi pada akhir bagian ini.

### 3. BAB II: LANDASAN TEORI

Bab ini mencakup landasan teori yang berkaitan dan menjadi parameter dalam penelitian ini. Hasil penelitian dan permasalahan pada penelitian ini akan dijawab berdasarkan landasan teori yang ditulis pada bagian ini. Landasan teori yang ditulis pada bab ini didapatkan dari tinjauan pustaka terhadap buku, *e-book*, jurnal, skripsi, dan artikel yang tersedia di perpustakaan maupun *online*.

### 4. BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas secara sistematis tentang prosedur penelitian yang dilakukan untuk mendapatkan nilai-nilai dari hasil penelitian yang dilakukan. Selain metode, bab ini juga membahas tentang alat dan bahan yang digunakan selama penelitian berlangsung.

### 5. BAB IV: HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS

Bab ini menampilkan data-data hasil penelitian yang dilakukan berdasarkan metode pada bab III beserta dengan pembahasan data-data yang didapat berlandaskan landasan teori yang telah dibuat. Hasil pembahasan digunakan untuk menjawab permasalahan pada penelitian ini.

### 6. BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini adalah bagian terakhir dari laporan skripsi ini, dimana bagian ini akan menegaskan kesimpulan dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan. Bagian ini akan ditutup dengan saran mengenai penelitian ini.

## 7. BAGIAN AKHIR

Bagian akhir pada laporan tugas akhir ini mencakup daftar pustaka yang berisi referensi-referensi yang digunakan pada penulisan laporan ini beserta lampiran-lampiran yang ada.

