

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Tanah merupakan material penting dalam bidang konstruksi. Hal ini dikarenakan struktur bawah sebuah bangunan atau pondasi bertumpu pada tanah. Menurut Lestari (2014), terdapat beberapa tanah dasar yang bermasalah baik dari segi daya dukung tanah maupun dari segi penurunan tanahnya. Dalam perencanaan suatu bangunan, sangat penting untuk mengetahui sifat-sifat tanah terutama yang berhubungan dengan daya dukung tanah dalam menahan beban konstruksi.

Salah satu tanah yang memiliki masalah adalah tanah lempung ekspansif. Hal ini dikarenakan tanah ekspansif sangat mudah mengalami kembang-susut akibat perubahan kadar air dalam tanah. Beberapa penyebab tanah mengalami kembang-susut adalah faktor perbedaan iklim, curah hujan, dan muka air tanah.



Gambar 1. 1 Pengembangan *Expansive Soil* Merusak *Runway St. George Airport*  
Sumber: <https://www.thespectrum.com/story/news/2019/02/22/st-george-regional-airport-blue-clay-forcing-runway-closure/2919330002/>

Menurut Hardiyatmo (2014) saat tanah ekspansif mengembang, tekanan pengembangan yang dihasilkan dapat mengangkat bangunan di atasnya. Hal ini dapat menyebabkan kerusakan pada bangunan di atasnya. Beberapa contoh kerusakan yang sering ditemukan adalah retakan dinding, terangkatnya pondasi bangunan, dan rusaknya perkerasan jalan. Menurut Rogers *et al* (1993) tekanan pengembangan yang dapat dihasilkan ketika tanah mengembang mencapai 5.500 PSF atau 26.853 kg/m<sup>2</sup>.

Salah satu metode perbaikan tanah ekspansif yang umum digunakan adalah metode *grouting* dengan menggunakan semen atau kapur, namun memberikan potensi pencemaran lingkungan pada air maupun pada tanah. Maka dari itu, metode *biogrouting* dengan menginjeksi mikroorganisme berupa bakteri dilakukan karena lebih ramah lingkungan. Bakteri akan mengendapkan kalsium karbonat (CaCO<sub>3</sub>) yang nantinya akan menjadi *binding agents* atau sebagai pengikat diantara butiran tanah dalam bentuk kristal.

Sumber kalsium yang digunakan pada penelitian ini berasal dari cangkang kerang simping atau *Amusium pleuronectes*. Berdasarkan pengujian yang dilakukan di Laboratorium Teknik Pangan Universitas Pelita Harapan pada bulan Februari Tahun 2019, nilai kalsium karbonat yang terkandung pada cangkang kerang simping adalah 86,95% mengungguli tulang sotong yang hanya mencapai 66,00%. Selain faktor tersebut, terdapat dua faktor penentu dalam pemilihan kerang simping sebagai sumber kalsium. Pertama, kerang simping sangat mudah ditemukan dalam bentuk bubuk karena salah satu kegunaannya adalah sebagai makanan burung. Kedua, berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia tahun 2016 dimana

kerang merupakan salah satu makanan yang dikonsumsi penduduk Indonesia dan angkanya mencapai 0,018 kg per kapita per minggu. Bagian kerang yang dapat dikonsumsi hanya 30% dari berat kerang dan sisa 70% bagiannya menjadi limbah. Berdasarkan data dari Bank Dunia pada tahun 2017, penduduk Indonesia berjumlah 264 juta penduduk. Maka, berdasarkan data dari BPS dan Bank Dunia jumlah limbah cangkang kerang dalam satu tahun adalah sekitar 173.000 ton. Angka ini menjadi salah satu pertimbangan dalam memanfaatkan limbah cangkang kerang untuk menggantikan *grouting* dengan kapur menjadi *biogrouting* dengan memanfaatkan bakteri yang lebih ramah lingkungan, apalagi sejauh ini limbah cangkang kerang umumnya hanya digunakan sebagai pakan burung dan kerajinan tangan.

Bakteri yang digunakan pada penelitian ini adalah bakteri *Bacillus subtilis*, dimana sudah terdapat beberapa penelitian sebelumnya yang menggunakan bakteri *Bacillus subtilis* dalam melakukan stabilisasi tanah. Penelitian Harianto *et al* (2013) dari Universitas Hasanudin dan penelitian Felix (2017) serta Audrey (2019) dari Universitas Pelita Harapan berhasil membuktikan peningkatan nilai kuat geser tanah ekspansif. Penelitian ini akan berfokus pada kekuatan tanah, dimana terdapat empat pengujian yang sudah ditetapkan pada awal penelitian ini dilakukan. Keempat pengujian tersebut adalah *direct shear*, *triaxial unconsolidated undrained* (UU), *triaxial consolidated undrained* (CU), dan *unconfined compression test*.

## 1.2. Perumusan Masalah

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

1. Apakah bakteri *Bacillus subtilis* dapat tumbuh dan menghasilkan presipitasi kalsium karbonat dalam medium kultur B4 dengan menggunakan sumber kalsium yang berasal dari cangkang kerang simping?
2. Apakah penambahan medium kultur B4 berisi bakteri *Bacillus subtilis* dengan sumber kalsium yang berasal dari cangkang kerang simping dapat menurunkan potensi pengembangan bebas tanah ekspansif?
3. Apakah ada peningkatan kekuatan tanah yang ditambahkan medium kultur B4 berisi bakteri *Bacillus subtilis* dengan sumber kalsium yang berasal dari cangkang kerang simping?
4. Apakah penambahan bubuk cangkang kerang simping dapat menurunkan potensi pengembangan bebas tanah ekspansif?
5. Apakah ada peningkatan kekuatan tanah yang ditambahkan bubuk cangkang kerang simping?

## 1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian

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

1. Mengetahui apakah bakteri *Bacillus subtilis* dapat tumbuh dan menghasilkan presipitasi kalsium karbonat dalam medium kultur B4 dengan menggunakan sumber kalsium yang berasal dari cangkang kerang simping.

2. Mengetahui apakah penambahan medium kultur B4 berisi bakteri *Bacillus subtilis* dengan sumber kalsium yang berasal dari cangkang kerang simping dapat menurunkan potensi pengembangan bebas tanah ekspansif.
3. Menganalisis apakah ada peningkatan kekuatan tanah yang ditambahkan medium kultur B4 berisi bakteri *Bacillus subtilis* dengan sumber kalsium yang berasal dari cangkang kerang simping.
4. Mengetahui apakah penambahan bubuk cangkang kerang simping dapat menurunkan potensi pengembangan bebas tanah ekspansif.
5. Menganalisis apakah ada peningkatan kekuatan tanah yang ditambahkan bubuk cangkang kerang simping.

#### **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. Penelitian ini menggunakan benda uji tanah ekspansif untuk seluruh pengujian.
2. Penelitian ini dilaksanakan dengan menambahkan masing-masing medium kultur dan kultur cair bakteri *Bacillus subtilis* yang diisolasi di laboratorium Bioteknologi Universitas Pelita Harapan melalui penyiraman menggunakan alat suntik terhadap setiap benda uji tanah asli yang telah dicetak dan dipersiapkan sebelumnya.
3. Jumlah bakteri tidak diukur secara kuantitatif dalam *colony-forming unit* (cfu).
4. Pengujian kuat geser tanah menggunakan metode pengujian *direct shear*, *triaxial unconsolidated undrained* (UU) dan *triaxial consolidated undrained*

(CU). Pengujian kuat geser tanah yang diukur dengan kuat tekan bebas tanah menggunakan metode pengujian *unconfined compression*.

5. Benda uji *direct shear* akan diberikan medium kultur dan kultur cair bakteri *Bacillus subtilis* konsentrasi empat kali sebanyak 5 ml. Benda uji *triaxial* UU, *triaxial* CU, dan *unconfined compression* akan diberikan medium kultur dan kultur cair bakteri *Bacillus subtilis* konsentrasi empat kali sebanyak 10 ml.
6. Penelitian ini dilakukan setelah masa pemeliharaan bakteri atau medium kultur dalam benda uji tanah asli selama 30 hari, 60 hari, dan 90 hari untuk pengujian *direct shear*, *triaxial* UU, dan *unconfined*. Sedangkan masa pemeliharaan bakteri dalam benda uji tanah asli selama 60 hari dan 105 hari diberlakukan untuk pengujian *triaxial* CU. Untuk pengujian potensi pengembangan bebas tanah dilakukan pada masa pemeliharaan 120 hari.
7. Penelitian dengan metode *mix* konvensional dilakukan dengan pencampuran dengan besar konsentrasi sebesar 10% dan 15% pada suhu pembakaran bubuk cangkang kerang simping sebesar 100°C, 250°C, dan 500°C.
8. Penelitian dengan metode *mix* konvensional hanya akan dilakukan pengujian *unconfined compression test*.

### **1.5. Hipotesis Penelitian**

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

1. Bakteri *Bacillus subtilis* dapat tumbuh dan menghasilkan presipitasi kalsium karbonat dalam medium kultur B4 dengan menggunakan sumber kalsium yang berasal dari cangkang kerang simping.

2. Ditemukan penurunan potensi pengembangan bebas tanah ekspansif yang ditambahkan medium kultur B4 berisi bakteri *Bacillus subtilis* dengan sumber kalsium yang berasal dari cangkang kerang simping.
3. Ditemukan peningkatan kekuatan tanah yang ditambahkan medium kultur B4 berisi bakteri *Bacillus subtilis* dengan sumber kalsium yang berasal dari cangkang kerang simping.
4. Ditemukan penurunan potensi pengembangan bebas tanah ekspansif yang ditambahkan bubuk cangkang kerang simping.
5. Ditemukan peningkatan kekuatan tanah yang ditambahkan bubuk cangkang kerang simping.

#### **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.

