

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Proyek konstruksi pada masa kini telah berkembang dengan sangat pesat, hal ini dapat dilihat dan diamati secara seksama bagaimana pembangunan terus berlangsung, khususnya di daerah yang sedang berkembang. Setiap proyek konstruksi memerlukan tempat atau suatu wadah yang dapat memberikan daya dukung terhadap pondasinya, pondasi tersebut berfungsi untuk menanggung beban daripada bangunan. Sejak dahulu hingga saat ini, hampir seluruh bangunan pada proyek konstruksi dibangun di atas tanah, yang berarti beban bangunan yang tertanggung pada pondasi mendapatkan daya dukung dari tanah.

Apabila kita perhatikan dan kita pelajari, tanah memegang peranan dan memiliki andil yang cukup penting dalam dunia konstruksi. Hanya saja tanah memiliki karakteristik serta jenis yang sangat beragam, keberagaman tersebut menyebabkan tanah memiliki sifat yang berbeda-beda antara yang satu dengan yang lainnya. Perbedaan karakteristik pada setiap tanah menyebabkan setiap jenis tanah dengan karakteristiknya masing-masing memiliki kekurangan dan kelebihan, sehingga untuk dapat digunakan secara optimal perlu dilakukan stabilisasi tanah. Stabilisasi tanah pada setiap jenis tanah memerlukan penanganan yang berbeda-beda.

Melihat fungsi tanah yang sedemikian penting dalam dunia konstruksi, maka sudah merupakan sebuah keharusan apabila dilakukan upaya untuk terus memberdayakan dan melakukan usaha untuk terus meningkatkan kegunaan tanah

pada bidang konstruksi, agar menghasilkan bangunan yang kuat, kokoh, dan memiliki masa layan yang cukup lama.

Pada penelitian yang akan dilakukan, dipilih tanah yang berlokasi di Karawang Barat, kondisi tempat dimana dilakukannya pengambilan sampel merupakan lokasi yang berada di dekat persawahan, besar kemungkinan bahwa lokasi pengambilan sampel dahulunya juga merupakan area persawahan. Tanah yang diambil di lokasi, memiliki ciri-ciri yang sangat lunak, cukup berbau dan memiliki warna yang keabu-keabuan. Tanah tersebut dipilih sebagai sampel penelitian dikarenakan tanah di daerah tersebut diketahui tergolong tipe tanah lempung ekspansif yang umumnya labil atau dapat disebut memiliki sifat kembang susut yang cukup besar (sifat ekspansif). Tipe tanah seperti ini lebih dikenal dengan “tanah mengembang atau tanah ekspansif”, fenomena kembang susut tersebut dapat terjadi karena pada saat tanah tersebut mengalami peningkatan kadar air, maka akan menyebabkan deformasi pada tanah tersebut yang diikuti juga dengan terjadinya penurunan kuat geser pada tanah hingga kemungkinan terjadinya ambles. Hal ini dibuktikan dengan kerusakan yang umumnya terjadi pada jalan raya utama di daerah tersebut, terutama pada saat musim hujan dimana curah hujan yang turun cukup tinggi sehingga menyebabkan kadar air dalam tanah mengalami peningkatan. Tipe tanah seperti ini tentu kurang cocok dan cenderung merugikan untuk digunakan pada proyek konstruksi.

Metode stabilisasi kimia merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk stabilisasi tanah. Yang dimaksud dengan metode stabilisasi kimia adalah metode atau cara stabilisasi tanah dengan menambahkan bahan stabilisasi

(*stabilizing agent*) terhadap tanah yang di stabilisasi. Metode stabilisasi kimia itu sendiri terbagi atas dua, yaitu metode *grouting* dan *biogrouting*. Hal yang membedakan kedua metode tersebut terletak pada *stabilizing agent* yang akan digunakan, bahan-bahan yang digunakan pada metode *grouting* pada umumnya bersifat kimiawi yang tidak melibatkan peran dari agen biologis, seperti contohnya penggunaan *limestone*, semen, *silica fume*, dan *fly ash*. Sementara itu, metode *biogrouting* memanfaatkan bahan stabilisasi bersifat kimiawi yang melibatkan peran dari agen biologis, seperti misalnya mikroorganisme berupa bakteri dan medium kulturnya yang digunakan sebagai *stabilizing agent*-nya.

Pada umumnya, bakteri memiliki rentang ukuran sebesar (0,5 - 5  $\mu\text{m}$ ). Dengan ukurannya tersebut, maka bakteri tergolong sebagai organisme yang berukuran sangat kecil (mikroorganisme). Bakteri merupakan makhluk hidup yang tidak memiliki membran inti sel dan ukurannya sangatlah kecil, meskipun demikian bakteri memiliki peran yang penting dalam kehidupan di bumi. Bakteri dapat dijumpai hampir di seluruh tempat, bahkan dapat dijumpai juga pada tubuh manusia. Beberapa bakteri dapat menyebabkan pengaruh negatif seperti infeksi atau bahkan menjadi penyebab adanya penyakit pada makhluk hidup, namun bakteri juga dapat membawa pengaruh yang positif pada kehidupan makhluk hidup dan lingkungannya, seperti manfaat pada bidang pangan, pengobatan, hingga manfaat untuk penggunaan pada bidang konstruksi khususnya pada tanah. Salah satu bakteri yang telah kita ketahui mampu untuk memberikan manfaat pada tanah adalah bakteri *Bacillus amyloliquefaciens*. Bakteri ini baik untuk digunakan pada tanah karena cukup mudah untuk dijumpai dan memiliki daya serta kemampuan

beradaptasi yang baik walaupun pada kondisi lingkungan yang dapat berubah sewaktu-waktu, selain itu bakteri ini juga dapat berkembang dengan baik pada tanah dikarenakan tanah itu sendiri merupakan habitat daripada bakteri ini.

Pada penelitian ini dilakukan stabilisasi tanah dengan metode *biogrouting* menggunakan bakteri *Bacillus amyloliquefaciens* yang diharapkan dapat menghasilkan endapan kristal kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) sehingga mampu merubah butiran-butiran pada tanah tersebut menjadi satuan yang lebih padat (proses sementasi). Proses sementasi nantinya akan memberikan pengaruh berupa peningkatan terhadap kuat geser tanah. Dengan terjadinya peningkatan pada kuat geser tanah, maka hal ini tentunya akan berdampak juga terhadap daya dukung yang dapat diberikan oleh tanah tersebut.

Metode stabilisasi *biogrouting* yang digunakan pada penelitian ini, juga dipilih dengan adanya pertimbangan terlebih dahulu berdasarkan hasil dari penelitian yang telah ada sebelumnya, yakni penelitian dengan penggunaan bakteri *Bacillus amyloliquefaciens* terhadap tanah lempung berjenis OH, dimana melalui penelitian ini didapati adanya peningkatan terhadap kuat geser tanah lempung berjenis OH tersebut (Laksana, 2017). Selain itu, penelitian-penelitian sebelumnya yang menggunakan kalsium melalui pemberian bahan stabilisasi berupa *limestone* juga menjadi patokan dalam pemilihan metode stabilisasi pada penelitian ini, karena kalsium telah terbukti dan telah berhasil untuk dapat menurunkan sifat kembang susut dari tanah lempung ekspansif.

Dikarenakan tanah yang digunakan pada penelitian ini merupakan tanah lempung ekspansif yang dikenal memiliki tingkat pengembangan yang cukup besar,

maka pada penelitian kali ini juga dilakukan pengujian terhadap perubahan sifat ekspansif dari tanah akibat adanya proses sementasi.

Proses stabilisasi pada sampel tanah dilakukan dengan cara menambahkan kultur cair bakteri *Bacillus amyloliquefaciens* terhadap sampel tanah *undisturbed* yang telah disiapkan. Untuk pengujian kuat geser tanah pada penelitian ini dipilih metode pengujian uji geser langsung *UU (UU direct shear test)* dan pengujian uji kuat tekan bebas (*Unconfined Compression Test*). Pengujian untuk mengetahui kuat geser pada tanah dapat dilakukan dengan beberapa metode pengujian. Namun, untuk penggunaan di lapangan atau untuk keperluan pengujian pada sebuah proyek konstruksi, metode *UU direct shear test* dan *unconfined compression test* merupakan metode yang paling umum dijumpai dan digunakan oleh kontraktor. Sementara itu, untuk pengujian terhadap sifat ekspansif dari tanah yang digunakan pada penelitian ini digunakan metode pengujian derajat pengembangan tanah. Pengujian derajat pengembangan tanah dilakukan setelah terbukti bahwa tanah tersebut sudah terlebih dahulu mengalami peningkatan pada kuat gesernya.

## **1.2. Pertanyaan Penelitian**

Pertanyaan Penelitian pada penelitian ini dibuat berdasarkan latar belakang permasalahan yang ada. Melalui pertanyaan-pertanyaan yang telah dibuat ini, diharapkan dapat membantu untuk merumuskan permasalahan yang ada sehingga dapat memberikan jawaban atas permasalahan yang diangkat. Berikut daftar susunan pertanyaan penelitian dalam Tugas Akhir ini:

- 1) Apa pengaruh dari penerapan metode *biogrouting* dengan menambahkan kultur cair bakteri *Bacillus amyloliquefaciens* pada tanah asli?

- 2) Apabila benar terjadi peningkatan kekuatan pada tanah asli, seberapa besar persentase peningkatan kuat geser yang terjadi pada tanah asli setelah ditambahkan bakteri tersebut?
- 3) Apakah terjadi peningkatan kuat geser pada tanah apabila, tanah asli hanya diberikan medium kultur cair saja, dan tanah asli diberikan kultur cair dengan dua jenis bakteri (*Bacillus amyloliquefaciens* dan *Bacillus subtilis*)?
- 4) Apabila terjadi peningkatan kuat geser pada tanah asli yang hanya diberikan medium kultur cair saja, dan tanah asli yang diberikan kultur cair dengan dua jenis bakteri (*Bacillus amyloliquefaciens* dan *Bacillus subtilis*), seberapa besar persentasenya?
- 5) Apakah masa pemeliharaan bakteri pada tanah tersebut memberikan pengaruh terhadap peningkatan kuat geser pada tanah asli ?
- 6) Apabila tidak terjadi peningkatan kuat geser pada tanah asli, faktor apa yang menjadi dugaan sebagai penyebab terjadinya hal tersebut?
- 7) Apabila terjadi peningkatan terhadap kuat geser pada tanah asli, apakah hal tersebut juga berlaku terhadap derajat pengembangan tanah?

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

Maksud dari penelitian ini adalah memanfaatkan bakteri *bacillus amyloliquefaciens* untuk memperbaiki tanah lempung ekspansif, adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1) Menganalisis pengaruh dan dampak dari penggunaan kultur cair bakteri *Bacillus amyloliquefaciens* dalam tanah asli yang diuji.

- 2) Menganalisis persentase peningkatan kuat geser tanah asli setelah ditambahkan kultur cair bakteri *Bacillus amyloliquefaciens*.
- 3) Menganalisis pengaruh dan dampak pada tanah asli yang hanya diberikan medium kultur cair saja, dan tanah asli yang diberikan kultur cair dengan dua jenis bakteri (*Bacillus amyloliquefaciens* dan *Bacillus subtilis*), terhadap peningkatan kuat geser tanah.
- 4) Menganalisis persentase peningkatan kekuatan geser tanah pada tanah asli yang hanya diberikan medium kultur cair saja, dan tanah asli yang diberikan kultur cair dengan dua jenis bakteri (*Bacillus amyloliquefaciens* dan *Bacillus subtilis*).
- 5) Menganalisis kaitan antara pengaruh masa pemeliharaan, pada saat sebelum dan sesudah ketiga bahan *biogrouting* tersebut digunakan pada tanah.
- 6) Menganalisis penyebab-penyebab yang mengakibatkan kuat geser tanah tidak meningkat, hal ini dilakukan apabila benar kuat geser tanah tidak meningkat.
- 7) Menganalisis pengaruh pada derajat pengembangan tanah, hal ini dilakukan dengan catatan bahwa tanah yang diuji telah mengalami peningkatan kuat geser.

#### **1.4. Kontribusi Penelitian**

Selanjutnya, melalui penelitian daripada studi kasus ini, yaitu bakteri *Bacillus amyloliquefaciens* bertujuan untuk memberikan dan menambahkan keberagaman cara dan jalan keluar untuk mengatasi permasalahan instabilitas pada tanah, terutama pada kuat geser tanah. Melalui hasil daripada penelitian ini diharapkan semakin bertambahnya cara serta solusi dalam melakukan stabilisasi tanah, dan

tidak menutup kemungkinan untuk dapat mengkaji kembali ataupun memperdalam kembali studi kasus ini, agar kemudian dapat ditemukan serta dihasilkan metode perkuatan pada tanah yang semakin baik lagi kedepannya. Dengan semakin luasnya dan semakin berkembangnya metode stabilisasi yang efektif terhadap tanah, maka salah satu faktor yang terpenting pada dunia konstruksi ini dapat dikembangkan dan dapat dimanfaatkan sebaik-baiknya serta semaksimal-maksimalnya sehingga dapat meningkatkan kualitas hidup makhluk hidup dan lingkungannya.

### **1.5. Batasan Penelitian**

Pada penelitian ini dibuat suatu batasan penelitian yang didasarkan pada rumusan masalah yang telah diberikan pada bagian sebelumnya. Hal ini dilakukan dengan maksud agar tidak memperluas cakupan daripada materi yang akan diuji pada penelitian ini. Dengan harapan, maksud dan tujuan yang telah diberikan sebelumnya dapat diperoleh secara maksimal. Batasan penelitian yang telah ditentukan pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- 1) Pada penelitian ini dilaksanakan penambahan medium kultur cair, kultur cair bakteri *Bacillus amyloliquefaciens*, dan kultur cair dengan dua jenis bakteri (*Bacillus amyloliquefaciens* dan *Bacillus subtilis*) terhadap setiap sample tanah yang telah dicetak sebelumnya, penambahan ini dilakukan dengan metode penyiraman. Metode ini dipilih karena diharapkan bakteri dapat berkembang secara merata pada setiap sampel tanah yang telah diberikan bakteri tanpa harus mengusik kondisi tanah asli.
- 2) Sample tanah yang digunakan pada penelitian ini menggunakan tanah asli dengan tipe tanah lempung. Tanah yang digunakan dalam pengujian ini



diambil melalui beberapa *bore hole* dengan kedalaman berbeda-beda pada setiap tabungnya, kedalaman yang digunakan adalah kedalaman antara 1,5 – 4,5 m, seluruh sampel tanah tersebut dianggap homogen dikarenakan memiliki bentuk, sifat fisis, dan sifat mekanis yang kurang lebih sama pada batasan kedalaman tersebut. Tanah yang digunakan dalam pengujian didapatkan di daerah Karawang Barat.

- 3) Medium kultur cair, kultur cair bakteri *Bacillus amyloliquefaciens*, dan kultur cair dengan dua jenis bakteri (bakteri *Bacillus amyloliquefaciens* dan bakteri *Bacillus subtilis*) yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari Program Studi Bioteknologi Universitas Pelita Harapan.
- 4) Medium kultur cair, kultur cair bakteri *Bacillus amyloliquefaciens*, dan kultur cair dengan dua jenis bakteri (bakteri *Bacillus amyloliquefaciens* dan bakteri *Bacillus subtilis*) yang digunakan pada setiap sample dalam penelitian ini merupakan bakteri yang telah melalui proses produksi, yang kemudian disiram pada masing-masing sampel tanah yang telah dicetak sebanyak 5 ml untuk sampel pengujian *UU direct shear test* dan *unconfined compression test*.
- 5) Pengujian kuat geser dilakukan dengan metode pengujian *UU direct shear test* dan *unconfined compression test* dilakukan terhadap setiap sample tanah asli yang telah melalui masa pemeliharaan dengan bahan *biogrouting* yang telah disiram di dalam sampel tanah tersebut dengan kurun waktu yang telah ditentukan, yaitu 14 hari, 28 hari, 60 hari, dan 90 hari.
- 6) Melalui penelitian ini diharapkan adanya hasil yang berupa peningkatan kuat geser serta perbaikan sifat ekspansif pada tanah yang telah disiram dengan

medium kultur cair, kultur cair bakteri *Bacillus amyloliquefaciens*, dan kultur cair dengan dua jenis bakteri (*Bacillus amyloliquefaciens* dan *Bacillus subtilis*) yang telah melalui pengujian *UU direct shear test* dan *unconfined compression test*, penarikan kesimpulan dan saran dilakukan dengan mengambil nilai tertinggi dari durasi pengujian yang telah dilakukan.

#### **1.6. Hipotesis Penelitian**

Hipotesis merupakan jawaban sementara yang digunakan untuk menjawab suatu masalah, jawaban sementara tersebut masih bersifat praduga karena belum diketahuinya kebenaran dari jawaban sementara tersebut secara jelas. Kebenarannya baru bisa didapat apabila telah dilakukan penelitian sehingga ada bukti yang mampu membuktikan hipotesis tersebut. Hipotesis sangat diperlukan di dalam penelitian, karena melalui hipotesis didapat pedoman untuk mengarahkan penelitian dan membantu di dalam mengembangkan serta menyusun kesimpulan melalui kerangka dan arah yang penelitian yang didapat. Hipotesis terhadap suatu permasalahan didasarkan daripada teori-teori yang telah ada sebelumnya, teori teori tersebut tentunya searah dan tidak lari dari permasalahan yang dihadapi. Hipotesis baru akan teruji apabila semua gejala yang timbul dan hasil penelitian yang didapat tidaklah bertentangan dengan hipotesis tersebut.

Hipotesis pada penelitian ini apabila berlandaskan dengan latar belakang permasalahan yang telah diberikan sebelumnya, maka hipotesis pada penelitian ini adalah terjadinya kenaikan daripada kuat geser tanah dengan penggunaan bakteri *Bacillus amyloliquefaciens* yang telah diberikan ke dalam setiap sampel tanah. Pemberian hanya medium kultur cair saja pada sampel tanah juga dilakukan,

dengan harapan dapat menambah kekuatan pada tanah, dengan dugaan tanah telah memiliki kandungan bakteri alami yang dapat memberikan pengaruh positif pada tanah. Pemberian kultur cair dengan dua jenis bakteri (*Bacillus amyloliquefaciens* dan *Bacillus subtilis*) juga dilakukan, dengan harapan terjadinya kerja sama antar bakteri yang berbeda sehingga meningkatkan kuat geser tanah. Selain itu, ada juga dugaan bahwa seiring dengan bertambahnya waktu yang diberikan dapat mengakibatkan peningkatan kuat geser pada tanah, yakni dengan waktu yang lebih lama, maka bakteri memiliki waktu yang lebih untuk bertumbuh dan berkembang, untuk menjawab dugaan ini maka faktor yang menentukan perubahan (variabel) yang digunakan adalah pada saat masa pemeliharaan.

Selanjutnya pada saat proses penggunaan bakteri, proses ini dilakukan dengan menyiramkan bahan *biogrouting* kedalam sampel tanah melalui alat suntik, dengan metode ini diharapkan bakteri dapat berkembang dengan baik. Mengingat tanah asli yang digunakan pada penelitian ini tergolong tanah yang sebagian besarnya berbutir halus dan sifatnya yang cukup baik dalam menyerap air maka diharapkan dengan pemberian bakteri melalui medium kultur yang bersifat cair ini, bakteri dapat diserap dengan baik oleh tanah asli sehingga perkembangannya dapat berlangsung secara menyeluruh pada setiap sampel tanah yang akan diuji.

### **1.7. Sistematika Penulisan**

Penyusunan laporan Tugas Akhir ini terbagi atas sepuluh bagian awal, lima bab yang diisi dengan laporan, dan dua bagian diakhir. Sistematika penulisan dari laporan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

### 1) BAGIAN AWAL

Bagian awal dari laporan tugas akhir ini terdiri atas halaman judul, halaman kulit, pernyataan yang menyatakan keaslian karya tulis, persetujuan dari dosen pembimbing tugas akhir, persetujuan dari tim yang menguji tugas akhir, abstrak, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, dan daftar tabel.

### 2) BAB I: PENDAHULUAN

Bab I membahas mengenai latar belakang penelitian secara umum, maksud dan tujuan dari penelitian ini dilakukan beserta dengan penjelasannya, penetapan mengenai pembatasan ruang lingkup dari penelitian yang dilaksanakan, hipotesis penelitian yang menjadi pedoman dalam menentukan kesimpulan dari laporan tugas akhir ini, dan pada akhir bab ini berisi mengenai penjelasan singkat tentang sistematika dalam penulisan laporan tugas akhir ini.

### 3) BAB II: LANDASAN TEORI

Pada bab ini diisi dengan penjelasan serta pembahasan secara mendalam tentang teori-teori yang digunakan sebagai dasar pada penelitian yang dilaksanakan untuk mendapatkan jawaban atas permasalahan yang melatarbelakangi penelitian pada laporan tugas akhir ini. Teori-teori tersebut dipilih berdasarkan keterkaitan dan relevansinya dengan penelitian yang dilakukan, serta dapat digunakan sebagai dasar untuk menganalisis hasil dari penelitian yang tertuang pada BAB IV. Keseluruhan teori tersebut didapatkan dari hasil peninjauan pustaka, baik pada buku, jurnal, ataupun artikel yang terdapat di perpustakaan atau internet yang terlampir pada bagian akhir laporan tugas akhir ini.

#### 4) BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi prosedur penelitian yang dilakukan secara kronologis dan sistematis beserta dengan pembahasannya, prosedur penelitian diperlukan agar mendapatkan data yang nantinya akan dikaji kembali pada BAB IV yang tentunya berpatokan pada teori-teori yang telah dijabarkan dan dijelaskan pada BAB II.

#### 5) BAB IV: HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan memberikan data berupa hasil dari seluruh pengujian yang telah dilakukan dan beserta dengan pembahasannya, hal ini diperlukan untuk memberikan jawaban dari permasalahan yang melatarbelakangi penulisan dari laporan tugas akhir ini. Melalui hasil dan pembahasan pada bab ini akan didapatkan jawaban daripada hipotesis penelitian ini, apakah hipotesis itu benar atau salah.

#### 6) BAB V: PENUTUP

Pada bagian bab ini diberikan penjelasan kembali secara singkat mengenai penelitian yang telah dilaksanakan, kesimpulan dari keseluruhan penelitian tugas akhir ini, dan saran yang berkaitan dengan penelitian yang telah dilaksanakan juga akan dituangkan pada bab ini.

#### 7) BAGIAN AKHIR

Pada bagian ini berisi daftar pustaka yang merupakan referensi dari penulisan laporan tugas akhir ini, pada bagian ini juga turut disertakan lampiran-lampiran yang digunakan.