

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tanah memiliki peranan yang penting dalam dunia konstruksi. Tanah merupakan pondasi pendukung dari sebuah bangunan. Dalam mendukung bangunan di atasnya, tanah harus berada pada kondisi yang stabil. Oleh karena itu, perlu diperhatikan sifat-sifat dan perilaku tanah dalam perencanaan konstruksi. Dalam kenyataannya tidak semua jenis tanah memiliki sifat yang baik bagi konstruksi. Salah satu jenis tanah yang memiliki sifat kurang baik yaitu tanah gambut. Indonesia sendiri merupakan salah satu negara dengan luas lahan gambut terbesar di dunia. Menurut Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, pada tahun 2019 lahan gambut di Indonesia mempunyai luas sebesar 13,4 juta ha. Sebaran lahan gambut terluas terdapat di tiga pulau besar, yaitu Sumatera seluas 5,85 juta ha, Kalimantan seluas 4,54 juta ha, Papua seluas 3,01 juta ha dan sisanya terdapat di Sulawesi. Karena begitu luasnya lahan gambut di Indonesia dan semakin menipisnya ketersediaan lahan tanah keras, maka tidak menutup kemungkinan akan dibangun bangunan diatas tanah gambut. Apalagi dalam beberapa tahun kedepan Pemerintah Indonesia berencana untuk memindahkan ibu kota ke Kalimantan. Berdasarkan data sebaran gambut diatas menunjukkan bahwa Kalimantan merupakan salah satu pulau dengan lahan gambut terluas. Tentunya dengan pemindahan ibu kota ini akan diiringi dengan banyaknya pembangunan konstruksi di daerah ibu kota yang baru maupun sekitarnya. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai perlakuan yang tepat untuk mengatasi masalah tersebut.

Tanah gambut merupakan tanah yang sangat lunak dengan kadar organik yang tinggi. Selain kadar organik yang tinggi, gambut juga memiliki sifat yaitu kadar air yang tinggi, berat isi yang rendah dan pH yang rendah. Sifat fisik tanah gambut yang tidak baik ini mempengaruhi sifat mekanisnya. Tanah gambut mempunyai daya dukung dan nilai kuat geser yang rendah. Hal ini tentunya tidak menguntungkan bagi konstruksi yang akan dibangun di atas tanah gambut tersebut. Permasalahan yang disebabkan dapat berupa penurunan tanah yang tinggi sehingga risiko kegagalan konstruksi meningkat seiring waktu. Oleh karena itu, tanah yang sangat lunak dengan sifat-sifat yang tidak baik ini, alangkah baiknya dilakukan perbaikan atau stabilisasi tanah agar dapat meningkatkan kekuatan tanah tersebut sehingga terhindar dari permasalahan yang disebutkan. Stabilisasi tanah dilakukan sesuai dengan kebutuhan konstruksi.

Stabilisasi tanah merupakan suatu cara untuk memperbaiki sifat-sifat fisik, serta meningkatkan sifat mekanis dari tanah. Umumnya, stabilisasi dilakukan dengan cara mekanis dan kimiawi. Kedua metode ini baik mekanis dan kimiawi, telah banyak dilakukan. Secara singkat stabilisasi mekanis merupakan usaha perbaikan tanah tanpa penambahan bahan kimia, sedangkan stabilisasi kimiawi merupakan usaha perbaikan tanah dengan penambahan bahan kimia. Bahan kimia atau *stabilizing agent* yang digunakan sangat bervariasi, dengan memanfaatkan kandungan kalsium dan silika pada bahan tersebut. Selain penggunaan bahan di atas, stabilisasi kimia juga dapat dilakukan dengan menggunakan bakteri atau biasa disebut stabilisasi *biogrouting*. Metode *biogrouting* dilakukan dengan memanfaatkan presipitasi kalsium karbonat (CaCO_3) yang dihasilkan oleh bakteri

untuk mengikat partikel-partikel dalam tanah dan mengisi ruang kosong pada tanah. Proses presipitasi CaCO_3 ini dapat optimal jika kebutuhan nutrisi bakteri dapat terpenuhi.

Peneliti mengambil beberapa penelitian terdahulu mengenai stabilisasi tanah dengan metode *biogrouting* untuk dibahas. Pertama, penelitian Tiffany (2021) dari Universitas Pelita Harapan dengan judul “Pengaruh Limbah Kalsium Karbit, Abu Sekam Padi, dan Bakteri *Bacillus cereus* Terhadap Kuat Geser Tanah Gambut”. Pada penelitian tersebut menunjukkan adanya peningkatan nilai kohesi tanah terhadap tanah gambut setelah ditambahkan bakteri *Bacillus cereus*. Peningkatan nilai kohesi tanah membuktikan bahwa pada penelitian tersebut *Bacillus cereus* yang dimanfaatkan dapat mempresipitasi CaCO_3 dan dapat mengikat partikel dalam tanah. Namun sebelum penambahan bakteri, Tiffany (2021) menambahkan abu sekam padi dan limbah kalsium karbit sebagai upaya untuk meningkatkan nilai pH pada sampel tanah gambut. Penambahan kedua bahan ini menyebabkan nilai pH tanah gambut meningkat menjadi antara 7,7-7,9. Peningkatan nilai pH membuat bakteri berada pada kondisi yang dibutuhkannya, sehingga dapat menghasilkan CaCO_3 . Pada penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan bakteri efektif hingga mendapatkan peningkatan yang tertinggi.

Selanjutnya, pada penelitian Ghevereth (2021) dari Universitas Pelita Harapan dengan judul “Pengaruh Stabilisasi Tanah Gambut dengan Abu Terbang, Limbah Kalsium Karbit, dan Bakteri *Bacillus subtilis* Terhadap Nilai Kuat Geser Tanah”. Pada penelitian tersebut menunjukkan bahwa adanya peningkatan nilai kohesi tanah, namun penambahan bakteri *Bacillus subtilis* kurang berhasil atau

dapat dikatakan tidak optimal. Hal ini dapat dilihat dari hasil nilai kohesi tanah sesudah ditambahkan bakteri *Bacillus subtilis* dan bahan *grouting* (*fly ash* dan limbah kalsium karbit) lebih rendah dibandingkan nilai kohesi tanah yang ditambahkan dengan bahan *grouting* saja. Hasil ini diduga disebabkan oleh nilai pH yang didapat pada penelitian tersebut. Upaya untuk meningkatkan nilai pH tanah gambut dengan penambahan bahan *grouting* mendapatkan hasil yang terlampaui tinggi yaitu $\text{pH} > 12$. Nilai pH yang tinggi diduga menghambat pertumbuhan bakteri *Bacillus subtilis* dalam tanah untuk mempresipitasi CaCO_3 sehingga penggunaan bakteri pada penelitian tersebut kurang efektif. Hasil yang didapatkan dalam penelitian tersebut tidak sejalan dengan beberapa penelitian sebelumnya Steffi (2019) yang juga menggunakan bakteri *Bacillus subtilis* untuk metode *biogrouting* dimana pada penelitian Steffi Haryandi (2019) dan Christopher Wikho (2019) mendapatkan peningkatan tertinggi setelah penambahan bakteri.

Oleh karena itu, berdasarkan permasalahan dan penelitian terdahulu yang dikemukakan maka pada penelitian ini akan digunakan variasi baru untuk mendapatkan hasil yang optimal. Stabilisasi tanah pada penelitian ini akan menggunakan bakteri *Bacillus subtilis* untuk mempresipitasi CaCO_3 yang diharapkan dapat meningkatkan kekuatan tanah. Dimana, untuk meningkatkan pH tanah gambut yang rendah akan digunakan abu sekam padi dan limbah kalsium karbit, yang sudah terbukti pada penelitian sebelumnya. Dengan penambahan kedua bahan ini, diharapkan mendapatkan nilai pH tanah yang sesuai dengan kebutuhan bakteri sehingga bakteri sendiri dapat berkembang dan mempresipitasi CaCO_3 dengan optimal. Perlu diketahui, abu sekam padi dan limbah kalsium karbit

dapat ditemukan dengan mudah dan harganya yang ekonomis. Selain itu, kedua bahan ini belum dimanfaatkan secara maksimal. Limbah kalsium karbit termasuk dalam kategori limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) yang jika dibiarkan akan mencemari lingkungan. Limbah kalsium karbit ini memiliki kandungan kalsium yang tinggi sehingga dapat digunakan untuk membentuk reaksi *pozzolanic* bila tercampur SiO_2 dan air. Abu sekam padi merupakan bahan yang bersifat pozzolan dan dapat digunakan sebagai alternati dari semen. Abu sekam padi didapat dari hasil proses pembakaran sekam padi. Suhu pembakaran menjadi faktor penting untuk dapat menghasilkan silika amorf. Silika amorf ini lebih reaktif dibanding silika kristalin (Kirk-Othmer, 1984). Reaksi antara kalsium hidroksida dari limbah karbit dan Silika amorf pada abu sekam padi nantinya akan membentuk *Calcium Silicate Hydrate* (C-S-H) jika dicampur dengan air. Hasil dari reaksi bahan stabilisasi *grouting* memiliki kemampuan untuk mengikat partikel atau butiran tanah sehingga juga dapat meningkatkan kekuatan tanah.

Penelitian ini juga menggunakan *Bacillus subtilis* sebagai upaya stabilisasi *biogrouting*. *Bacillus subtilis* memerlukan lingkungan yang sesuai untuk mendukung pertumbuhannya. Salah satu faktor penting yang harus diperhatikan yaitu kondisi pH yang dibutuhkan bakteri. Nilai pH optimum untuk *Bacillus subtilis* adalah 7 – 8. Tanah gambut mempunyai keasaman yang tinggi yaitu sekitar pH 3 – 5. Sifat keasaman tanah gambut yang tinggi tidak sesuai nilai pH optimum yang dibutuhkan bakteri *bacillus subtilis*. Hal ini dapat menyebabkan pertumbuhan dan perkembangan bakteri dapat terhambat, sehingga presipitasi CaCO_3 yang diharapkan tidak maksimal untuk perbaikan tanah gambut. Faktor yang

menyebabkan keasaman tanah gambut tinggi, yaitu kurangnya kandungan basa dalam tanah gambut. Maka dari itu, untuk meningkatkan nilai pH tanah gambut dibutuhkan penambahan kalsium dan silika yang mengandung basa. Pada penelitian ini, digunakan limbah kalsium karbit sebagai sumber kalsium dan abu sekam padi sebagai sumber silika. Pada penelitian sebelumnya ditunjukkan bahwa penambahan kapur pada tanah gambut dapat meningkatkan nilai pH tanah (Setiawan, 2018).

Jadi, pada dasarnya penelitian ini dilakukan stabilisasi secara dua tahap. Tahap pertama dengan menambahkan bahan *grouting*. Kemudian, dilanjutkan dengan tahap kedua yaitu menambahkan bakteri *Bacillus subtilis*. Untuk melihat kinerja dari bahan *grouting* dan bakteri *Bacillus subtilis* yang digunakan pada penelitian ini perlu dilakukan pengujian. Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian karakteristik tanah gambut termasuk pengujian nilai pH tanah, serta untuk mengetahui nilai kohesi tanah sebelum dan sesudah distabilisasi, dilakukan pengujian *triaxial unconsolidated undrained*.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah yang akan diteliti lebih lanjut sebagai berikut :

1. Apakah dengan penambahan bahan stabilisasi *grouting* dapat meningkatkan nilai pH tanah gambut sehingga sesuai dengan kondisi pH yang dibutuhkan oleh bakteri *Bacillus subtilis*?
2. Apakah penggunaan bakteri *Bacillus subtilis* pada tanah yang sudah distabilisasi *grouting* sebelumnya, efektif dalam meningkatkan nilai kuat geser tanah?

1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui seberapa besar peningkatan nilai pH tanah gambut setelah ditambahkan bahan *grouting* serta melakukan pengontrolan secara berkala agar sesuai dengan pH optimum dari bakteri *Bacillus subtilis*.
2. Mengetahui seberapa besar peningkatan nilai kuat geser tanah gambut setelah ditambahkan bakteri *Bacillus subtilis* ke dalam tanah yang sudah distabilisasi *grouting* sebelumnya.

1.4. Batasan Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat batasan penelitian untuk menghindari perluasan cakupan materi pada penelitian ini. Batasan penelitian ini mencakup :

1. Penelitian ini menggunakan tanah gambut terganggu (*disturbed*) yang digunakan pada penelitian sebelumnya juga.
2. Penambahan bahan stabilisasi *grouting* dilakukan menggunakan limbah kalsium karbit dan abu sekam padi sebagai sumber kalsium dan silika.
3. Bakteri *Bacillus subtilis* diperoleh langsung dari Laboratorium Teknologi Farmasi Universitas Pelita Harapan.
4. Penambahan bakteri *Bacillus subtilis* dilakukan pada sampel tanah yang sudah distabilisasi *grouting* sebelumnya selama 30 hari.
5. Pengujian sifat mekanis tanah dilakukan dengan metode *Triaxial Unconsolidated Undrained* (UU)

6. Pengujian *Triaxial* UU akan dilakukan pada tanah gambut yang distabilisasi *grouting* setelah 30 dan 60 hari, serta pada tanah gambut yang distabilisasi *grouting* dan *biogrouting* setelah 60 hari.

1.5. Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian merupakan jawaban atau dugaan sementara terhadap rumusan masalah dari penelitian. Jawaban dan dugaan ini masih bersifat tentatif dan akan dibuktikan kebenarannya melalui penelitian ini. Hipotesis berfungsi untuk menjadi bantuan dalam mengarahkan penelitian dan penyusunan kesimpulan penelitian.

Hipotesis penelitian ini adalah nilai pH tanah gambut akan meningkat setelah penambahan abu sekam padi dan limbah kalsium karbit. Penambahan kandungan basa ini dapat mengurangi sifat keasaman dari tanah gambut. Selain itu, penambahan abu sekam padi dan limbah kalsium karbit akan meningkatkan nilai kuat geser tanah, karena terbentuknya senyawa *Calcium Silicate Hydrate* (C-S-H) pada tanah gambut. Peningkatan nilai pH tanah gambut membuat bakteri *Bacillus subtilis* dapat bertumbuh dan berkembang biak secara optimal. Penambahan bakteri *Bacillus subtilis* dapat membentuk CaCO_3 , sehingga dapat mengikat butiran dan partikel tanah menjadi lebih padat. Nilai kuat geser tanah diharapkan dapat meningkat setelah penambahan bakteri *Bacillus subtilis* ke dalam tanah. *Bacillus subtilis* diharapkan dapat membentuk CaCO_3 untuk memperbaiki kekuatan tanah.

1.6. Sistematika Penulisan

Laporan skripsi ini terdiri dari sebelas 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 dan persetujuan unggah tugas akhir, persetujuan dosen pembimbing tugas akhir, persetujuan tim penguji tugas akhir, abstrak, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, daftar tabel, dan daftar lampiran.

2. **BAB I: PENDAHULUAN**

Bab ini berisi latar belakang penelitian, rumusan masalah, maksud dan tujuan penelitian, batasan penelitian, hipotesis penelitian, dan sistematika penulisan laporan skripsi ini.

3. **BAB II: LANDASAN TEORI**

Bab ini berisi teori-teori yang berkaitan dengan penelitian ini, yang nantinya akan digunakan sebagai dasar pengetahuan dalam mendapatkan jawaban dari permasalahan pada penelitian ini. Teori-teori yang terdapat pada bab ini didapatkan dari tinjauan pustaka melalui buku, jurnal dan artikel.

4. **BAB III: METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi metodologi penelitian yang dilakukan dimulai dari pembuatan sampel hingga ke tahap pengujian dengan tujuan untuk mendapatkan hasil penelitian.

5. **BAB IV: ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi data-data hasil penelitian yang dilakukan beserta dengan analisis dan pembahasan data-data tersebut, untuk menjawab atas perumusan masalah dari penelitian ini.

6. **BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, serta saran yang berguna untuk penelitian yang akan dilakukan selanjutnya.

7. BAGIAN AKHIR

Bagian akhir pada laporan skripsi ini mencakup daftar pustaka yang berisi referensi-referensi yang digunakan pada penulisan laporan ini dan juga lampiran-lampiran yang ada.

