

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur jalan merupakan pusat kegiatan nasional yang berkontribusi terhadap 58% PDB Indonesia. Perencanaan pembangunan jalan seringkali mengalami kegagalan pada masa layan (*service life*). Salah satu penyebab dari kerusakan jalan adalah kondisi tanah *existing* yang kurang baik. Kondisi tanah *existing* yang kurang baik mengacu pada karakteristik tanah yang tidak ideal untuk keperluan konstruksi, seperti rendahnya daya dukung tanah atau kemampuan perubahan volume yang tinggi. Akibatnya, jalan yang dibangun di atas tanah dengan kondisi ini rentan mengalami kerusakan. Contohnya, tanah ekspansif dapat menyebabkan retakan dan penggelembungan permukaan jalan, sementara tanah dengan kohesi rendah dapat memicu penurunan lapisan jalan dan ketidakstabilan struktur. Oleh karena itu, evaluasi secara menyeluruh terhadap kondisi tanah sangat penting untuk meminimalkan potensi kerusakan pada jalan yang dibangun.

Masa layan dari jalan dipengaruhi oleh sifat-sifat tanah dasar atau *subgrade* (Knott, 2017). Sifat-sifat lapisan tanah dasar dapat berbeda-beda di setiap lokasi, tergantung dari kondisi geografis, tata letak dan faktor-faktor lainnya. Semakin baik tanah yang digunakan sebagai lapisan tanah dasar, maka semakin tipis lapisan perkerasan di atasnya. Maka dari itu, pembangunan jalan secara ekonomis dan berkualitas terus diupayakan. Tanah yang dikategorikan sebagai tanah yang baik adalah tanah dengan tingkat pengembangan yang tidak melebihi batas yang ditentukan setelah terdapat perubahan kadar air akibat fenomena alam (Mitchell & Soga, 2005). Salah satu

fenomena alam yang berpotensi memicu potensi kembang susut pada tanah adalah banjir, yang merupakan bencana yang paling sering terjadi di Negara Indonesia.

Perubahan kadar air pada tanah yang rawan akan pengembangan akan menyebabkan berbagai masalah. Akibat deformasi yang tidak merata yang disebabkan dari pengembangan tanah, maka lapisan perkerasan di atasnya dapat mengalami *cracking* atau retakan. Hal ini dapat mengganggu proses penyaluran beban kendaraan dan berdampak progresif terhadap kerusakan jalan raya. Masalah ini seringkali dijumpai pada tanah yang kurang baik, terutama setelah terendam banjir (Ausden, 2001).

Perbaikan tanah dilakukan untuk memperbaiki kondisi tanah *existing* menjadi lebih layak. Metode perbaikan tanah yang tersedia saat ini adalah pergantian tanah, stabilisasi fisik dan stabilisasi menggunakan bahan kimia. Stabilisasi menggunakan bahan kimia, seperti kapur, semen, atau aditif lainnya dicampur dengan tanah untuk meningkatkan kekuatan dan stabilitas. Metode stabilisasi fisik melibatkan penggunaan bahan seperti geotekstil atau agregat untuk memperkuat tanah. Namun, metode perbaikan tanah menggunakan kimia seperti *fly ash*, batu kapur dan bahan aditif lainnya dapat menyebabkan dampak yang buruk terhadap lingkungan, terutama terhadap ekosistem akuatik.

Oleh karena itu, dibutuhkan perbaikan tanah yang bersifat ramah lingkungan, contohnya dengan penggunaan bakteri sebagai mikroba. Perbaikan tanah dengan menggunakan bakteri dilakukan karena bakteri dapat membantu memperbaiki kesuburan tanah dengan cara meningkatkan kandungan nutrisi, memperbaiki struktur tanah, dan mengurangi bahaya erosi. Beberapa bakteri tertentu juga dapat membantu meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk, sehingga dapat mengurangi biaya dan dampak lingkungan dari penggunaan pupuk. Menurut penelitian yang dilakukan oleh

(Li, 2016), dapat disimpulkan bahwa penggunaan bakteri dapat memberikan manfaat dalam perbaikan tanah dan peningkatan produktivitas tanaman.

Metode stabilisasi tanah menggunakan bakteri merupakan pendekatan inovatif yang bertujuan untuk meningkatkan kekuatan dan stabilitas tanah dengan memanfaatkan kemampuan mikroorganisme. Salah satu contohnya terlihat dalam proyek pembangunan jalan di Rawa Pening, Semarang, Indonesia. Di wilayah ini, tanah lunak yang cenderung tergenang air menjadi kendala serius dalam infrastruktur. Dengan memanfaatkan bakteri *Bacillus subtilis*, tanah tersebut diolah melalui injeksi bakteri yang memicu produksi zat pengikat partikel tanah, menghasilkan tanah yang lebih padat dan tahan terhadap air genangan.

Hasil penelitian menunjukkan keberhasilan metode stabilisasi ini dengan peningkatan kekuatan tanah hingga 50%, yang menandakan potensinya dalam menghadapi tantangan tanah lunak dan permasalahan genangan. Selain aplikasinya pada proyek jalan, metode ini memiliki cakupan yang luas dalam berbagai sektor. Dari pembangunan fondasi bangunan hingga perbaikan tanah yang tererosi dan pengendalian pencemaran air, kemampuan bakteri dalam mengubah karakteristik tanah membuka jalan bagi berbagai aplikasi di berbagai bidang.

Keuntungan dari metode stabilisasi menggunakan bakteri semakin menguatkan daya tarik pada tanah. Pendekatan ini tidak hanya ramah lingkungan karena melibatkan interaksi alami tanah dan mikroba, tetapi juga dapat diaplikasikan pada berbagai jenis tanah yang memiliki masalah kestabilan. Relatif ekonomis dan praktis, metode ini meminimalkan gangguan terhadap lingkungan sekitar dan proses konstruksi secara keseluruhan.

Dalam konteks Indonesia yang beragam kondisi geologisnya, metode stabilisasi tanah menawarkan solusi yang adaptif dan berkelanjutan. Kemampuannya dalam

mengatasi tantangan tanah yang unik bagi setiap wilayah dan infrastruktur menjadikannya alternatif yang menjanjikan untuk menghasilkan pembangunan yang lebih tahan lama.

Penerapan metode stabilisasi tanah menggunakan bakteri menghadirkan beberapa risiko potensial yang perlu diperhatikan guna menghindari keterlambatan dalam proyek. Salah satunya adalah faktor cuaca dimana kondisi cuaca yang kurang mendukung, seperti kekeringan atau suhu yang tidak ideal, dapat menghambat pertumbuhan bakteri yang diperlukan untuk merubah sifat tanah. Selain itu, kualitas bakteri yang digunakan juga menjadi aspek penting. Bakteri yang tidak berkualitas baik atau terkontaminasi bisa menghambat efektivitas proses stabilisasi dan mengakibatkan penundaan dalam proyek.

Selanjutnya, proses aplikasi bakteri harus dilakukan dengan cermat dan sesuai aturan. Jika tahapan ini tidak dijalankan dengan tepat, pertumbuhan dan aktivitas bakteri tidak akan optimal, yang pada gilirannya dapat memperlambat proses stabilisasi tanah. Oleh karena itu, perencanaan yang matang menjadi kunci dalam mengurangi risiko ini. Pemilihan jenis bakteri yang sesuai dengan kondisi tanah, penentuan waktu yang tepat untuk aplikasi, dan alokasi sumber daya yang memadai merupakan faktor yang penting dalam perencanaan. Dengan berfokus pada perencanaan yang matang dan pelaksanaan yang tepat, risiko keterlambatan proyek dalam penerapan metode stabilisasi tanah menggunakan bakteri dapat dikelola dengan baik, sehingga manfaat dari pendekatan ini dapat dicapai tanpa hambatan yang signifikan.

Penelitian ini membahas mengenai teknik stabilisasi tanah dengan menggunakan mikroba untuk peningkatan kadar mineral kalsit pada tanah. Berdasarkan penelitian terdahulu, metode ini terbukti dapat meningkatkan sifat – sifat tanah terkait dengan kuat geser, sudut geser dan nilai kohesivitas tanah.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dibuat rumusan masalah sehingga diharapkan bisa menjadi panduan dalam laporan ini. Rumusan masalah dalam laporan Tugas Akhir ini sebagai berikut:

- 1) Bagaimana pengaruh penambahan bakteri dalam tanah yang sudah distabilisasi sebelumnya terhadap peningkatan daya dukung tanah?
- 2) Bagaimana pengaruh perbedaan tebal tanah yang distabilisasi bakteri berdampak pada hasil daya dukung tanah?
- 3) Bagaimana pengaruh penambahan bakteri dalam tanah terhadap kuat geser langsung tanah?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini sebagai berikut:

- 1) Mengetahui pengaruh dari penggunaan bakteri *Bacillus subtilis* dan *Bacillus amyloliquefaciens* terhadap daya dukung tanah yang sudah distabilisasi.
- 2) Mengetahui pengaruh ketebalan tanah yang distabilisasi bakteri terhadap daya dukung tanah.
- 3) Mengetahui pengaruh dari penggunaan bakteri *Bacillus subtilis* dan *Bacillus amyloliquefaciens* terhadap kuat geser langsung tanah.

1.4. Batasan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah serta maksud dan tujuan penelitian sebelumnya, maka batasan penelitian yang mencakup hal-hal tersebut sebagai berikut:

- 1) Penelitian ini dilakukan dengan metode stabilisasi tanah *biogrouting* dengan memberikan bakteri *Bacillus subtilis* dan *Bacillus amyloliquefaciens*.

- 2) Penelitian ini dilakukan dalam bak dengan tanah asli di sekitarnya.
- 3) Tanah asli termasuk dalam klasifikasi jenis tanah lempung.
- 4) Sifat dan karakteristik tanah diketahui dengan melakukan perhitungan *index properties* tanah.
- 5) Pengujian dilakukan pada tanah yang sudah distabilisasi bakteri dengan ketebalan 10 cm, 20 cm dan 30 cm.
- 6) Uji kuat geser langsung tanah menggunakan *Direct Shear* dan daya dukung tanah menggunakan hasil *Plate Bearing Test*.
- 7) Pada pengujian ini digunakan medium kultur *Calcium Chloride* pada tanah bakteri *Bacillus subtilis* dan *Bacillus amyloliquefaciens* diberikan sebanyak 10 gram setiap 100 ml.
- 8) Pada pengujian tanah yang ditambahkan bakteri dan medium kultur akan didiamkan selama 2 bulan.
- 9) Jumlah bakteri dan masa hidup bakteri tidak bisa diidentifikasi.
- 10) Penelitian mengenai batasan maksimum kalsium karbonat dalam tanah belum ada.

1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada laporan Tugas Akhir ini dibagi menjadi lima bab. Berikut merupakan penjelasan singkat mengenai sistematika penulisan pada tiap babnya.

1) BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, maksud dan tujuan penelitian, batasan penelitian dan sistematika penulisan laporan tugas akhir.

2) BAB II: LANDASAN TEORI

Bab ini membahas mengenai seluruh teori yang bersangkutan dengan penelitian yang dilakukan dengan tujuan menjawab berbagai permasalahan dalam penelitian. Teori-teori yang dilampirkan didapatkan dari jurnal, buku dan artikel lainnya dapat ditinjau di daftar pustaka.

3) BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahass mengenai prosedur penelitian yang dilakukan secara sistematis untuk mendapatkan hasil penelitian yang tepat akurat dan selanjutnya akan dianalisa dalam BAB IV dengan dasar teori-teori yang telah dijelaskan pada BAB II.

4) BAB IV: HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas mengenai seluruh hasil pengujian yang telah dilaksanakan dan relevansinya dengan inti permasalahan dari tugas akhir ini. Hasil dari bab ini akan menentukan penelitian ini dapat diaplikasikan dalam lapangan atau tidak.

5) BAB V: PENUTUP

Bab ini merupakan kesimpulan secara singkat mengenai hasil penelitian yang diperoleh serta saran mengenai penelitian yang telah dilaksanakan.