

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Tanah pasir pantai merupakan tanah yang komposisinya sebagian besar tersusun oleh butiran pasir, dengan proporsi pasir melebihi 70%. Tanah ini terbentuk dari bahan induk seperti batuan beku atau sedimen yang sering kali berasal dari proses alami seperti deflasi abu vulkanik atau aliran sungai yang bermuara di laut. Tanah pasir pantai memiliki tekstur kasar, porositas tinggi, dan struktur lepas sehingga air dan udara mudah bergerak di dalamnya. Tanah pasir di pantai selalu jenuh karena sering tergenang air. Bahkan dalam beberapa kasus, beban siklik seperti gempa yang terjadi terus menerus dapat menyebabkan likuefaksi (Julianto dkk., 2023).

Di Indonesia, tanah pasir pantai menjadi perhatian khusus dalam bidang konstruksi, terutama terkait dengan masalah likuefaksi dan abrasi yang dapat mempengaruhi stabilitas bangunan. Abrasi proses pengikisan tanah oleh gelombang laut dapat mengurangi luas lahan dan mempengaruhi pondasi bangunan, mengakibatkan kerusakan struktural yang signifikan. Selain itu, likuefaksi terjadi ketika tanah jenuh air kehilangan kekuatan dan perilakunya berubah menjadi seperti cairan akibat getaran, seperti gempa bumi, yang sangat berisiko di daerah pesisir dengan tanah pasir yang memiliki daya dukung rendah.

Kawasan Pantai Indah Sialang Buah termasuk wilayah pesisir yang memiliki tingkat kerawanan tinggi terhadap bencana alam, seperti abrasi dan likuefaksi yang dapat mengakibatkan kerusakan infrastruktur dan mengancam keselamatan

masyarakat. Tanah pasir yang dominan di area ini memiliki karakteristik mekanik yang rendah, sehingga meningkatkan risiko terjadinya likuefaksi dan penurunan kekuatan tanah saat terjadi gempa atau gelombang tinggi. Pada 7 Oktober 2021, kawasan Pantai Indah Sialang Buah dilanda ombak besar yang oleh warga disebut dengan “pasang perdani”. Peristiwa ini terjadi sekitar pukul 02.00 WIB dan mengakibatkan kurang lebih 15 pondok wisata di sepanjang garis pantai mengalami kerusakan hingga roboh. Tidak dilaporkan adanya korban jiwa, namun kerugian materi diperkirakan sampai puluhan juta rupiah. Fenomena ombak besar seperti ini biasanya terjadi setahun sekali, terutama pada musim barat antara Oktober hingga Desember dan umumnya berlangsung pada malam ini. Kejadian ini yang memperkuat bahwa di kawasan Pantai Indah Sialang Buah memerlukan perbaikan tanah sebagai upaya dalam mengurangi risiko terjadinya bencana alam yang serupa.

Dalam beberapa puluh tahun terakhir, permasalahan dalam bidang rekayasa geoteknik menjadi semakin rumit seiring meningkatnya tuntutan pembangunan infrastruktur yang lebih kokoh dan berumur panjang. Stabilisasi tanah adalah upaya yang dilakukan untuk meningkatkan karakteristik tanah sehingga dapat dimanfaatkan secara optimal dan aman dalam kegiatan konstruksi. Proses ini melibatkan pencampuran tanah dengan bahan lain atau penggunaan metode tertentu untuk meningkatkan kemampuan tanah dalam menopang beban. Salah satu pendekatan yang umum diterapkan dalam upaya stabilisasi tanah adalah metode konvensional. Akan tetapi, permasalahan seperti erosi, kestabilan tanah, serta kekuatan struktur belum dapat ditangani secara optimal apabila hanya mengandalkan metode tersebut. Menurut Pratama dkk. (2021) penggunaan metode

stabilisasi tanah konvensional sering kali menggunakan bahan kimia yang merusak lingkungan dan tidak selalu efektif dalam jangka panjang. Artinya, perlu ditemukan bahan baru yang murah untuk menggantikan metode tersebut. Oleh karena itu, para peneliti terus mengembangkan dan mengeksplorasi alternatif solusi yang tidak hanya memberikan hasil yang efektif, tetapi juga ramah lingkungan.

Penggunaan metode *Enzyme Induced Carbonate Precipitation* (EICP) dalam teknik sipil semakin menarik perhatian. Dalam beberapa tahun terakhir, metode *Enzyme Induced Carbonate Precipitation* (EICP) telah berkembang sebagai metode inovatif dan potensial untuk perbaikan tanah. Dibandingkan dengan metode *Microbially Induced Carbonate Precipitation* (MICP) yang melibatkan penggunaan bakteri untuk memicu presipitasi karbonat, EICP menawarkan alternatif yang lebih praktis (Pratama dkk., 2024). Stabilisasi tanah konvensional seperti *soil cement* memerlukan semen dalam jumlah yang banyak dan tidak ramah lingkungan. Maka dari itu, dengan faktor-faktor seperti efisiensi, biaya dan dampak lingkungan maka metode perbaikan tanah konvensional harus beralih ke metode perbaikan tanah yang lebih inovatif seperti metode *Enzyme-Induced Calcite Precipitation* (EICP).

Metode *Enzyme Induced Carbonate Precipitation* (EICP) adalah salah satu teknik perbaikan tanah yang menggunakan enzim urease sebagai biokatalis untuk menguraikan urea menjadi ion amonium dan ion karbonat, yang selanjutnya bereaksi membentuk kalsium karbonat atau kalsit. Metode ini diterapkan dengan cara diinjeksi ke dalam tanah yang berpotensi mengalami likuifaksi, sehingga terbentuk kalsit yang berperan dalam meningkatkan kekuatan tanah (Loebis &

Putra, 2022). Terutama untuk meningkatkan kekuatan geser tanah pasir pantai yang berada di kawasan rawan bencana, seperti Pantai Indah Sialang Buah. Kawasan pesisir ini memiliki karakteristik tanah pasir yang rentan terhadap fenomena alam seperti abrasi dan likuefaksi, yang dapat mengakibatkan kerusakan infrastruktur dan mengancam keselamatan masyarakat. EICP merupakan metode bio-sementasi yang memanfaatkan enzim urease untuk mengendapkan kalsium karbonat (CaCO_3) dari larutan urea dan kalsium klorida, sehingga dapat meningkatkan stabilitas tanah dengan cara mengisi ruang antar butiran tanah dan memperkuat ikatan antar partikel. Metode ini menggunakan reaksi kimia yang dikatalisis oleh enzim dan memperoleh endapan kalsium karbonat di dalam tanah (Yasuhara dkk., 2012).

Penelitian ini dilakukan untuk menilai kinerja metode EICP dalam meningkatkan kuat geser tanah pasir pantai, dengan penekanan pada perbedaan sumber enzim urease yang diekstrak dari serbuk biji-bijian serta variasi lama waktu perawatan. Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu menawarkan pendekatan inovatif dalam upaya mitigasi risiko bencana di kawasan pesisir, sekaligus memberikan kontribusi penting bagi pengembangan metode stabilisasi tanah yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya relevan untuk konteks lokal di Pantai Indah Sialang Buah tetapi juga memiliki implikasi lebih luas bagi pengelolaan daerah pesisir di seluruh dunia yang menghadapi tantangan serupa.

Terdapat kebutuhan untuk memahami bagaimana variasi sumber enzim urease dan waktu perlakuan EICP mempengaruhi hasil penguatan tanah. Penelitian ini mengidentifikasi parameter-parameter kunci yang dapat memaksimalkan

peningkatan kekuatan geser tanah, serta dampaknya terhadap stabilitas infrastruktur di daerah tersebut. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan akademis tentang teknik stabilisasi tanah, tetapi juga memberikan solusi praktis untuk mitigasi risiko bencana di Pantai Indah Sialang Buah dan kawasan pesisir lainnya yang menghadapi tantangan serupa.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, permasalahan yang dapat diidentifikasi dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut :

1. Kawasan Pantai Indah Sialang Buah merupakan daerah pesisir yang rentan terhadap bencana alam seperti abrasi dan likuefaksi.
2. Kerusakan infrastruktur di Pantai Indah Sialang Buah akibat fenomena alam seperti gempa dan gelombang besar yang merugikan secara materi sehingga memerlukan upaya dalam perbaikan tanah.
3. Metode stabilisasi tanah konvensional sering kali menggunakan bahan kimia yang dapat merusak lingkungan dan tidak selalu efektif dalam jangka panjang.

1.3 Pembatasan Masalah

Ruang lingkup atau pembatasan permasalahan dalam penelitian ini ditetapkan sebagai berikut :

1. Penelitian ini diarahkan pada pengujian karakteristik tanah pasir di kawasan Pantai Indah Sialang Buah, meliputi sifat fisik dan mekanik tanah baik sebelum maupun setelah diberikan perlakuan EICP.

2. Variasi sumber enzim urease yang digunakan dalam proses EICP akan ditentukan dengan mempertimbangkan sumber alami seperti serbuk biji-bijian serta konsentrasi larutan urea dan kalsium klorida yang diterapkan.
3. Waktu perlakuan EICP juga akan dibatasi pada rentang tertentu untuk mengevaluasi dampaknya terhadap peningkatan kekuatan geser tanah.
4. Penelitian ini tidak akan mencakup analisis biaya dari penerapan metode EICP, tetapi lebih terfokus pada hasil pengujian laboratorium yang berkaitan dengan kekuatan geser.

1.4 Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi enzim urease terhadap kekuatan geser tanah pasir pantai setelah perlakuan EICP?
2. Seberapa efektif metode EICP dalam meningkatkan kekuatan geser tanah pasir pantai?
3. Apa dampak dari variasi waktu perlakuan EICP terhadap peningkatan kekuatan geser tanah?
4. Bagaimana karakteristik fisik dan mekanik tanah pasir pantai sebelum dan sesudah perlakuan EICP?
5. Apa saja faktor eksternal yang dapat mempengaruhi hasil perlakuan EICP di Pantai Indah Sialang Buah seperti kondisi lingkungan dan geologi lokal?

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan permasalahan diatas, penelitian ini bertujuan untuk mencapai hal-hal berikut :

1. Mengetahui pengaruh variasi konsentrasi enzim urease terhadap kekuatan geser tanah pasir pantai setelah perlakuan EICP.
2. Mendapatkan efektifitas metode EICP dalam meningkatkan kekuatan geser tanah pasir pantai.
3. Mengetahui dampak dari variasi waktu perlakuan EICP terhadap peningkatan kekuatan geser tanah.
4. Mengetahui karakteristik fisik dan mekanik tanah pasir pantai sebelum dan sesudah perlakuan EICP.
5. Mengetahui faktor eksternal yang dapat mempengaruhi hasil perlakuan EICP di Pantai Indah Sialang Buah, seperti kondisi lingkungan dan geologi lokal.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan sejumlah manfaat, antara lain :

1. Bersifat Teoritis
 - a. Bagi pembaca, penelitian ini dapat memperluas pengetahuan dan pemahaman mengenai efektifitas metode EICP sebagai teknik stabilisasi tanah yang ramah lingkungan.
 - b. Bagi penulis, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan rujukan yang memudahkan mahasiswa dalam mengembangkan dan melanjutkan penelitian sejenis di masa mendatang.

2. Bersifat praktis dan ekonomis

Penelitian ini menawarkan pendekatan inovatif dalam menangani permasalahan kestabilan tanah di wilayah pesisir yang rawan terhadap bencana alam, seperti abrasi dan likuefaksi. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan rujukan bagi para *engineer* dan perencana infrastruktur dalam merancang bangunan yang lebih tahan terhadap risiko bencana, sehingga dapat mengurangi kerugian ekonomi dan melindungi keselamatan masyarakat.

