



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah lunak adalah tanah yang mempunyai nilai kompresibilitas tinggi, umumnya terdiri dari dari lempung yang berumur Holosen kurang dari 10.000 tahun. Tanah lempung secara alamiah terbentuk dari proses endapan di dataran alluvial pantai, sungai, danau dan rawa. Menurut Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral penyebaran tanah lunak di wilayah Indonesia, umumnya dijumpai pada daerah Pantai Timur Sumatera, Pantai Utara Jawa, Pantai Barat Pulau Kalimantan dan Pantai Selatan Pulau Papua. Menurut Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral luasnya tanah lunak diperkirakan 20 juta hektar atau sekitar 10 persen dari luas total dataran Indonesia. Peta penyebaran tanah lunak di Indonesia dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Peta Penyebaran Tanah Lunak Indonesia (Sumber: Diunduh dari situs internet: <https://www.esdm.go.id/assets/media/content/content-atlas-sebaran-tanah-lunak>, pada 2 April 2022 pukul 16.23 WIB)

Berdasarkan peta di atas tanah lunak, gambut dan tanah organik tersebar ke seluruh wilayah Indonesia. Menurut Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral rata-rata tanah lunak di Indonesia memiliki nilai indeks kompresibilitas yang tinggi sebesar $> 0,15$, sedangkan untuk tanah gambut dan organik memiliki



nilai indeks kompresibilitas 0,29 sampai 2,23. Pada Provinsi Jawa Tengah tanah yang bermasalah adalah lempung lunak. Sebaran tanah lempung lunak pada daerah ini umumnya di dataran pasang surut, dataran alluvial sungai, dataran banjir dan dataran rawa dengan nilai indeks kompresibilitas sebesar 0,26 sampai 1,27. Dari penjelasan ini maka tanah bermasalah harus dilakukan perbaikan tanah.

Menurut Darwis (2017) perbaikan tanah dibedakan menjadi dua klasifikasi yang dijelaskan sebagai berikut:

1. Perbaikan tanah dengan metode kimia (*chemical stabilization*) yaitu pencampuran tanah dengan berbagai jenis bahan kimia dilakukan untuk memperbesar sudut geser dalam tanah (ϕ), peningkatan berat volume tanah (γ), menurunkan angka pori (e), memperkecil tekanan pori tanah (u), menurunkan nilai porositas (n), menurunkan nilai permeabilitas (k), menurunkan nilai kompresibilitas (C_c), kadar air (w) dan peningkatan daya dukung tanah (q_u). Larutan yang biasanya dipakai adalah *soda kaustik* (NaOH), *asam fosfat* (H_3PO_4), *asam sulfat* (H_2SO_4), *natrium clorida* (NaCl).
2. Perbaikan tanah secara fisik bila ditinjau dari metode pelaksanaannya dijelaskan sebagai berikut:
 - a. Perbaikan tanah dengan teknik dewatering sasaran utamanya yaitu menurunkan kadar air tanah (w), menurunkan nilai tekanan air pori (u), meningkatkan nilai tegangan efektif (σ_{eff}), meningkatkan daya dukung tanah (q_u) dan kuat geser tanah (τ). Metode ini pada jaman dahulu menggunakan teknik saluran pasir vertikal (*sand drain*) sehingga air di dalam tanah dapat mengalir ke luar dari massa tanah. Untuk era modern seperti sekarang metode ini dikenal adalah *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) sebagai pengganti bahan pasir.
 - b. Perbaikan tanah dengan re-gradation adalah suatu metode perbaikan tanah dengan mencampurkan tanah asli dengan tanah pencampur bias dilakukan dengan cara mengaduk untuk stabilitas tanah dipermukaan. Untuk tanah di permukaan dalam bias dilakukan dengan cara menginjeksi (*grouting*). Metode ini dilakukan dengan tujuan untuk menurunkan nilai kembang susut (*swelling*) dan kompresibilitas tanah.



- c. Perbaikan tanah dengan pemadatan merupakan suatu metode yaitu dengan cara menyalurkan beban dinamis (*dynamic load*) ke lapisan tanah. Tujuan dilakukan perbaikan ini untuk meningkatkan kerapatan relative (D_r), kepadatan relative (R_c), berat volume (γ), sudut geser dalam tanah (ϕ), memperkecil nilai angka pori (e), memperkecil nilai porositas (n), memperkecil permeabilitas (k) dan memperkecil nilai kompresibilitas (C_c).
- d. Perbaikan tanah dengan konsolidasi merupakan suatu metode yaitu dengan pemberian beban statis (*static load*) di atas lapisan tanah. Tujuan perbaikan tanah ini untuk meningkatkan kerapatan relative (D_r), kepadatan relative (R_c), berat volume (γ), sudut geser dalam tanah (ϕ), memperkecil nilai angka pori (e), memperkecil nilai porositas (n), memperkecil permeabilitas (k) dan memperkecil nilai kompresibilitas (C_c).

Keberadaan tanah lunak menjadi salah satu masalah dalam bidang konstruksi. Tanah lunak selalu menjadi permasalahan sebelum memulai kegiatan pembangunan karena sifat tanah lunak memiliki daya dukung yang rendah, kompresibilitas yang besar, nilai permeabilitas yang tinggi, kembang susut yang besar dan penurunan tanah yang besar. Dari sifat tanah tersebut maka perlu dilakukan perbaikan tanah. Masalah yang sering terjadi pada tanah lunak adalah penurunan yang disebabkan proses konsolidasi. Penurunan tanah menyebabkan kegagalan struktur konstruksi yang berada di atasnya. Jika kegiatan konstruksi baru dimulai saat tanah terkonsolidasi, maka akan memerlukan waktu yang sangat lama.

Proyek yang akan dilakukan penelitian adalah proyek perumahan di Kota Semarang tepatnya di Semarang Timur. Pada proyek ini akan dibangun perumahan dan pertokoan. Pada kawasan ini dahulunya merupakan area rawa-rawa dan diperlukan penyelidikan tanah (*soil investigation*). Penyelidikan tanah yang dilakukan yaitu *Borlog*, *Cone Penetration Test* (CPT) dan *Cone Penetration Test With U* (CPT-u).

Dari hasil pengujian tanah yang telah dilakukan tanah merupakan tanah lunak. Kondisi tanah merupakan tanah lunak dimana kandungan air dan udara lebih banyak dibandingkan partikel tanah padat. Kandungan air dan udara yang tinggi



pada tanah lunak menyebabkan tanah tersebut memiliki nilai kemampuan yang relatif tinggi. Kemampuan yang tinggi menyebabkan tanah mengalami penurunan akibat terdisipasinya air pori yang terkandung pada tanah lunak (konsolidasi tanah) jika tanah diberikan beban struktur, sehingga diperlukan perbaikan tanah. Perbaikan tanah menggunakan *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) yang dikombinasikan dengan *vacuum* dan *preloading*.

Prefabricated Vertical Drain (PVD) adalah pita-pita vertikal berbahan sintetis yang ditanamkan ke dalam tanah lunak yang kemudian pita tersebut berfungsi mengalirkan air dan udara didalam tanah sampai keluar ke permukaan tanah. *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) kombinasi *preloading* merupakan pemberian beban awal dilakukan dengan cara memberika beban berupa timbunan sehingga menyebabkan tanah lempung akan termampatkan sebelum konstruksi didirikan. *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) kombinasi *vacuum* adalah teknik menerapkan penghisap *vacuum* ke tanah yang terisolasi massal untuk mengurangi tekanan atmosfer di dalamnya, sehingga dengan mengurangi tekanan air pori di dalam tanah tegangan efektif dapat meningkat tanpa mengubah tegangan total. Dalam merencanakan perbaikan tanah lunak menggunakan metode *vacuum* diperlukan analisa perencanaan yang tepat.

Pada setiap penggunaan PVD di lapangan, akan muncul beberapa permasalahan. Permasalahan yang sering terjadi karena kesalahan dalam perencanaan dalam menentukan parameter-parameter desain tanah diantaranya adalah nilai koefisien konsolidasi vertikal (C_v) dan nilai koefisien konsolidasi horizontal (C_h), sehingga menyebabkan waktu konsolidasi tidak berjalan sesuai rencana.

Pada pemasangan drainase vertikal diasumsikan bahwa sifat-sifat tanah sekelilingnya tidak berubah, tapi pada kenyataannya pemasangan drainase vertikal dapat sedikit mengganggu (*disturb*) tanah, tergantung pada sensitivitas tanahnya (Rowe, 1968). Gangguan pada tanah diakibatkan dari drainase vertikal dapat menyebabkan kurangnya permeabilitas tanah dapat memperlambat proses konsolidasi. Jarak spasi pemasangan PVD perlu direncanakan dengan baik agar mencapai waktu konsolidasi yang diinginkan. Selain itu, pemilihan pola konfigurasi pada perencanaan pemasangan PVD baik pola segitiga ataupun



segiempat perlu ditetapkan berapa besar derajat konsolidasi yang agar mencapai waktu konsolidasi diinginkan yang maksimal.

1.2 Rumusan masalah

Tanah lunak (*soft soil*) adalah tanah yang memiliki sifat gaya geser rendah, kompresibilitas yang tinggi, koefisien permeabilitas yang rendah, kadar air yang tinggi dan daya dukung tanah yang kecil. Berdasarkan sifat tanah lunak yang sudah dijelaskan maka diperlukan suatu usaha perbaikan tanah. Perbaikan tanah adalah suatu usaha untuk memperbaiki karakteristik tanah yang asli, hingga memenuhi syarat teknis yang dibutuhkan ketika konstruksi seperti meningkatkan daya dukung tanah, meningkatkan kuat geser tanah, menurunkan kompresibilitas tanah, dan menurunkan kadar air. Berdasarkan uraian diatas dan uraian latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, maka penulis dapat merumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perbandingan perbaikan tanah menggunakan *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) kombinasi *preloading* dan *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) kombinasi *vacuum*.?
2. Berapa nilai *excess pore water pressure* perbaikan tanah menggunakan *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) kombinasi *preloading* dan kombinasi *vacuum*.?
3. Berapa besar penurunan konsolidasi perbaikan tanah menggunakan *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) kombinasi *preloading* dan kombinasi *vacuum*.?
4. Berapa faktor keamanan terendah pada perbaikan tanah menggunakan PVD kombinasi *preloading* dan kombinasi *vacuum*.?
5. Berapa faktor keamanan tertinggi pada perbaikan tanah menggunakan PVD kombinasi *preloading* dan kombinasi *vacuum*.?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dalam penelitian ini yaitu:

1. Menganalisis lama waktu dan penurunan tanah setiap perbaikan tanah dengan PVD kombinasi *preloading* dan PVD kombinasi *vacuum*.



2. Menganalisis lama waktu dan *excess pore water pressure* setiap perbaikan tanah dengan PVD kombinasi *preloading* dan PVD kombinasi *vacuum*.
3. Menganalisis besarnya faktor keamanan terendah perbaikan tanah menggunakan PVD kombinasi *preloading* dan PVD kombinasi *vacuum*.
4. Menganalisis besarnya faktor keamanan tertinggi perbaikan tanah menggunakan PVD kombinasi *preloading* dan PVD kombinasi *vacuum*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan pengetahuan yang lebih dalam kepada penulis khususnya tentang metode perbaikan tanah menggunakan *Prefabricated Vertikal Drain* (PVD).
2. Penulis mampu memilih metode perbaikan tanah yang maksimal baik kombinasi PVD dengan *preloading* dan PVD kombinasi *vacuum*.
3. Penulis mampu mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya penurunan konsolidasi baik perbaikan tanah kombinasi PVD dengan *preloading* dan PVD kombinasi *vacuum*.

1.5 Batasan Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat batasan-batasan sehingga penelitian yang dilakukan lebih terarah diantaranya:

1. Metode perbaikan tanah yang digunakan *Prefabricated Vertikal Drain* (PVD) kombinasi *preloading* dan *vacuum*.
2. Data tanah lempung lunak yang digunakan dalam penelitian adalah data sekunder yaitu data SPT yang berasal dari proyek perumahan yang berlokasi di Jalan Gajah Raya , Sambirejo, Kec Gayamsari, Kota Semarang.
3. Jarak PVD yang digunakan yaitu 1 m, tinggi timbunan tanah 2 m, tinggi *preloading* 2 m dan tinggi timbunan pasir *platform* 50 cm.
4. Pemodelan penelitian dilakukan menggunakan *software* Plaxis 2D V20.
5. Dalam analisis penelitian tidak dipengaruhi oleh banjir rob.