

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Beberapa penelitian terdahulu dengan topik penelitian yang sejenis digunakan oleh peneliti sebagai referensi dan bukti keaslian dari penelitian yang dilakukan. Penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut.

1. Kombinasi *Preloading* dan Penggunaan *Pre-Fabricated Vertical Drains* Untuk Mempercepat Konsolidasi Tanah Lempung Lunak (Studi Kasus Tanah Lempung Suwung Kangin)

Ardana dan Hidayati (2008) menyimpulkan penelitiannya sebagai berikut.

Penurunan tanah maupun peningkatan daya dukung tanah baik akibat pembebanan *preloading* maupun akibat kombinasi *preloading* dan PVD tidak terdapat perbedaan, hal ini disebabkan karena PVD lebih dikhususkan untuk mempercepat proses konsolidasi yang terjadi. Pemakaian PVD yang dikombinasikan dengan beban *preloading* mengakibatkan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proses konsolidasi menjadi dipercepat untuk penurunan pada derajat konsolidasi mencapai 90% ($U=90\%$) sebesar 84,874 cm, dari waktu yang dibutuhkan selama 6,78 tahun (2803,2 hari) menjadi 38 hari atau sebesar 7276.84 %.

2. Analisa Perhitungan Penurunan dan Waktu Konsolidasi Pada Tanah di Apron Bandara Kualanamu Secara Analitik dan Program *Plaxis*.

Sianipar (2010) menyimpulkan penelitiannya sebagai berikut.

Perhitungan secara analitik diperoleh besar penurunan yang terjadi pada tanah di apron bandara Kualanamu yang dipasang *prefabricated vertikal drain* sebesar 0,767 meter dan waktu konsolidasi yang diperlukan sampai mencapai derajat konsolidasi 95% adalah 118 hari. Sedangkan hasil perhitungan secara program *Plaxis* diperoleh besar total penurunan yang terjadi pada tanah di apron bandara Kualanamu yang dipasang *prefabricated vertikal drain* sebesar 0,74

meter dan waktu konsolidasi yang diperlukan sampai mencapai derajat konsolidasi 95% adalah 102 hari. Perbedaan penurunan dan waktu konsolidasi pada tanah di apron bandara Kualanamu yang dihitung secara analitik dan dengan program Plaxis adalah sebesar 2,7 cm dan 16 hari. Perbedaan hasil perhitungan besarnya penurunan dan waktu konsolidasi yang dihitung secara analitik dan program *plaxis* disebabkan karena pada perhitungan analitik konsolidasi dimodelkan satu dimensi sedangkan pada program *plaxis* konsolidasi dimodelkan tiga dimensi. Di samping itu, perhitungan secara analitik didasarkan pada teori konsolidasi 1-D dari Terzaghi dan perhitungan secara program *plaxis* didasarkan pada teori konsolidasi *Biot*.

3. Studi Perilaku dan Mekanisme Interaksi Penggabungan *Prefabricated Vertical Drain* dan *Deep Cement Mixing* untuk Perbaikan Tanah Lunak.

Lesmana dan Susila (2016) menyimpulkan penelitiannya sebagai berikut.

Penggunaan *deep cement mixing* dan *prefabricated vertical drain* sebagai instrument yang digunakan untuk perbaikan tanah lunak memiliki interaksi yang berbeda dengan tanah lunak. *Deep cement mixing* terbukti berhasil meningkatkan stabilitas tanah lunak sehingga dapat menerima beban *preloading* dengan tinggi timbunan 2,3 meter dalam satu kali tahap penimbunan, selain itu *deep cement mixing* dapat membantu untuk mengontrol besarnya penurunan tanah yang terjadi sehingga menunjukkan penurunan tanah yang didapat dengan menggunakan *Deep Cement Mixing* menjadi lebih kecil dibanding-kan dengan tidak menggunakan *deep cement mixing* akan tetapi penggunaan *deep cement mixing* tidak dapat mempercepat waktu konsolidasi yang terjadi. Sementara penggunaan *vertical drain* dapat membantu mempercepat konsolidasi yang terjadi ditambah dengan besarnya beban *preloading* yang dapat diterima karena dikombinasikan dengan *deep cement mixing* sehingga dapat lebih mempercepat waktu konsolidasi yang terjadi. Perhitungan *bearing capacity* pada saat akhir masa konstruksi penggunaan *deep cement mixing* dan *prefabricated vertical drain* menghasilkan kenaikan nilai *bearing capacity* yang lebih besar dibandingkan dengan penggunaan *deep cement mixing* dan *prefabricated vertical drain* secara terpisah. Hal tersebut terjadi karena dengan menggabungkan kedua metode perbaikan tanah kenaikan nilai

shear strength tanah yang terjadi akibat konsolidasi dapat meningkatkan nilai *bearing capacity* dan selain terjadi kenaikan *shear strength* akibat konsolidasi nilai *bearing capacity*, terjadi juga peningkatan akibat penggunaan *deep cement mixing*. Dalam studi parametrik yang dilakukan dengan memvariasikan panjang kedalaman *cement mixing column* dengan menggunakan geometri dan data tanah yang sama menyimpulkan semakin dalam panjang *cement mixing column* yang direncanakan menghasilkan nilai penurunan tanah yang semakin kecil, hal ini terjadi disebabkan *arching effect* yang terjadi sehingga *cement mixing column* menerima *vertical stress* yang lebih besar dibandingkan tanah dasar timbunan. Dilain pihak kenaikan *bearing capacity* yang terjadi pada setiap pemodelan menyimpulkan bahwa panjang *cement column* memiliki panjang efektif untuk menaikkan nilai *bearing capacity* pada tanah.

4. Analisis Penurunan dan Waktu Konsolidasi Tanah Lunak Menggunakan Metode *Preloading* dan *Pre-Fabricated Vertical Drain* (Studi Kasus Proyek Pembangunan Jalan Bebas Hambatan Medan-Kualanamu Sta 35+950) Barimbing (2017) menyimpulkan penelitiannya sebagai berikut.

Analisis secara analitik nilai penurunan sebesar 0.556 m, analisis dengan menggunakan program elemen hingga didapatkan total penurunan sebesar 0.514 m, sedangkan dari pembacaan *settlement plate* (SP-28) diperoleh total penurunan sebesar 0.161 m. Penurunan dengan metode analitis lebih besar dari pada kedua metode lainnya, hal ini dikarenakan pada metode analitis tanah masih dalam keadaan sebenarnya dimana masih terdapat banyak air yang membuat tanah ini masih lunak dan lemah, semakin banyak air yang dikeluarkan ketika terjadi konsolidasi, maka penurunan yang dihasilkan juga semakin besar. Sedangkan pada metode lainnya, perhitungan penurunan dilakukan setelah air pori pada tanah sudah mulai dikeluarkan ketika proses pemasangan PVD. Hasil penurunan antara metode elemen hingga dan pembacaan *settlement plate* di lapangan diharapkan memiliki nilai penurunan yang mendekati sama. Namun pada penelitian ini dapat dilihat bahwa penurunan dengan metode elemen hingga dan pembacaan *settlement plate* di lapangan memiliki perbedaan yang cukup besar yaitu 0.311 meter. Hal ini terjadi karena lokasi pengujian *soil investigation* yang dilakukan yaitu pada STA

36+000 kurang mewakili keadaan lapangan yang ditinjau yaitu STA 35+950. Sehingga dapat dikatakan bahwa penurunan dengan pembacaan data *settlement plate* di lapangan (STA 35+950) kurang valid jika dibandingkan dengan penurunan yang dihitung secara analitis. Analisis waktu konsolidasi secara analitis dibutuhkan untuk mencapai derajat konsolidasi 95% tanpa menggunakan PVD memerlukan waktu 202 hari. Pada Penggunaan PVD dengan pola segitiga dan jarak pemasangan 1.8 m, 1.6 m, 1.4 m, dan pola persegi dan jarak pemasangan 1.6 m secara berturut turut selama 31 hari, 25 hari, 19 hari dan 28 hari.

5. Analisis Penurunan Konsolidasi Metode *Preloading* Dengan dan Tanpa *Prefabricated Vertical Drain* pada Proyek Jalan Tol Balikpapan-Samarinda Segmen Lima 20+375

Satindra (2018) menyimpulkan penelitiannya sebagai berikut.

Waktu penurunan tanpa menggunakan PVD (tanah asli dan dengan beban *preloading*) untuk mencapai konsolidasi 90% membutuhkan waktu yang cukup lama yaitu 7944,860 hari atau 22,069 tahun. Kedua kondisi tersebut memiliki waktu penurunan yang sama, karena yang mempengaruhi lamanya waktu penurunan ialah nilai koefisien konsolidasi (C_v) tanah dasar, sehingga yang membedakan kedua kondisi tersebut hanya besar penurunannya. Besar penurunan dengan ditambah beban *preloading* setinggi 2,15 m lebih besar 0,333 m, yaitu dari 1,037 m menjadi 1,370 m. Sedangkan apabila ditambah dengan beban *preloading*, untuk penurunan 1,037 m membutuhkan waktu 6012,715 hari atau 16,702 tahun. Pada kondisi dengan menggunakan PVD, waktu untuk mencapai konsolidasi 90% dapat dipercepat secara signifikan, yaitu dari rentang waktu 2-4 bulan dengan pola dan jarak pemasangan yang berbeda, dimana semakin dekat jarak pemasangannya, maka semakin cepat juga waktu penurunannya. Pola pemasangan segitiga lebih efisien dari segi waktu penurunan daripada pola segiempat dengan selisih ± 15 hari di tiap jaraknya. Sedangkan untuk jarak pemasangan sudah pasti jarak yang lebih dekat yang memiliki waktu penurunan paling cepat, yaitu 1,2 m dengan penurunan ± 60 hari atau 2 bulan pada masing – masing pola pemasangan. Besar penurunan dengan PVD tidak memiliki selisih yang jauh di tiap pola dan jaraknya, yaitu $\pm 1,2$ m.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu

Peneliti	Ardana dan Hidayati	Sianipar	Lesmana dan Susila	Barimbing	Satindra	Setiawan
Tahun	2008	2013	2016	2017	2018	2019
Judul Penelitian	Kombinasi <i>Preloading</i> dan Penggunaan <i>Pre-Fabricated Vertical Drains</i> untuk Mempercepat Konsolidasi Tanah Lempung Lunak (Studi Kasus Tanah Lempung Suwung Kangin).	Analisa Perhitungan Penurunan dan Waktu Konsolidasi Pada Tanah di Apron Bandara Kualanamu Secara Analitik dan Program <i>Plaxis</i> .	Studi Perilaku dan Mekanisme Interaksi Penggabungan <i>Prefabricated Vertical Drain</i> dan <i>Deep Cement Mixing</i> untuk Perbaikan Tanah Lunak.	Analisis Penurunan dan Waktu Konsolidasi Tanah Lunak Menggunakan Metode <i>Preloading</i> dan <i>Pre-Fabricated Vertical Drain</i> (Studi Kasus Proyek Pembangunan Jalan Bebas Hambatan Medan-Kualanamu Sta 35+950)	Analisis Penurunan Konsolidasi Metode <i>Preloadinh</i> Dengan dan Tanpa <i>Prefabricated Vertical Drain</i> pada Proyek Jalan Tol Balikpapan-Samarinda Segmen Lima 20+375	Analisis Penurunan Dan Waktu Konsolidasi Pada Perbaikan Tanah Lunak Dengan Metode <i>Preloading</i> Dan <i>Prefabricated Vertical Drain</i> Dengan Pemodelan <i>Mohr Columb</i>
Tujuan Penelitian	Mengetahui penurunan tanah dan waktu konsolidasi kombinasi <i>preloading</i> dan penggunaan <i>pre-fabricated vertical drains</i>	Mengetahui penurunan dan waktu konsolidasi pada tanah di apron bandara kualanamu secara analitik dan program <i>plaxis</i> .	Mengetahui perilaku dan mekanisme interaksi penggabungan <i>prefabricated vertical drain</i> dan <i>deep cement mixing</i> untuk perbaikan tanah lunak.	Mengetahui penurunan dan waktu konsolidasi tanah lunak menggunakan metode <i>preloading</i> dan <i>Pre-fabricated vertical drain</i>	Mengetahui penurunan dan waktu konsolidasi tanah lunak menggunakan metode <i>preloading</i> dan <i>Pre-fabricated vertical drain</i> pada Proyek Jalan Tol Balikpapan-Samarinda Segmen Lima 20+375	Mengetahui penurunan dan waktu konsolidasi tanah lunak menggunakan metode <i>preloading</i> dan <i>Pre-fabricated vertical drain</i>
Parameter yang diuji	Berat volume tanah (γ), Koefisien permeabilitas dari tanah (k), Modulus	Berat volume tanah (γ), Koefisien permeabilitas dari tanah (k), Modulus	Berat volume tanah (γ), Koefisien permeabilitas dari tanah (k), Modulus	Berat volume tanah (γ), Koefisien permeabilitas dari tanah (k), Modulus	Berat volume tanah (γ), Koefisien permeabilitas dari tanah (k), Modulus	Berat volume tanah (γ), Koefisien permeabilitas dari tanah (k), Modulus

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu

	Young dari tanah (E), Kohesi dari tanah (c), Sudut geser dalam dari tanah (ϕ), dan Sudut dilantasi (ψ)	Young dari tanah (E), Kohesi dari tanah (c), Sudut geser dalam dari tanah (ϕ), dan Sudut dilantasi (ψ)	Young dari tanah (E), Kohesi dari tanah (c), Sudut geser dalam dari tanah (ϕ), dan Sudut dilantasi (ψ)	Young dari tanah (E), Kohesi dari tanah (c), Sudut geser dalam dari tanah (ϕ), dan Sudut dilantasi (ψ)	Young dari tanah (E), Kohesi dari tanah (c), Sudut geser dalam dari tanah (ϕ), dan Sudut dilantasi (ψ)	Young dari tanah (E), Kohesi dari tanah (c), Sudut geser dalam dari tanah (ϕ), dan Sudut dilantasi (ψ)
Metode Penelitian	Analisis secara analitik dan menggunakan <i>software PLAXIS</i>	Analisis secara analitik dan menggunakan <i>software PLAXIS</i>	Analisis menggunakan <i>software PLAXIS</i>	Analisis secara analitik dan menggunakan <i>software PLAXIS</i>	Analisis secara analitik dan menggunakan <i>software PLAXIS</i>	Analisis secara analitik dan menggunakan <i>software PLAXIS</i>
Hasil Penelitian	Penurunan tanah maupun peningkatan daya dukung tanah baik akibat pembebanan <i>preloading</i> maupun akibat kombinasi <i>preloading</i> dan PVD tidak terdapat perbedaan, hal ini disebabkan	Perhitungan secara analitik diperoleh besar penurunan yang terjadi pada tanah di apron bandara Kualanamu yang dipasang <i>prefabricated vertikal drain</i> sebesar 0,767 meter dan waktu konsolidasi yang diperlukan sampai mencapai derajat konsolidasi 95% adalah 118 hari. Sedangkan hasil	Penggunaan <i>deep cement mixing</i> dan <i>prefabricated vertical drain</i> sebagai instrument yang digunakan untuk perbaikan tanah lunak memiliki interaksi yang berbeda dengan tanah lunak. <i>Deep cement mixing</i> terbukti berhasil meningkatkan stabilitas tanah lunak sehingga	Penurunan dengan metode analitis lebih besar dari pada kedua metode lainnya, hal ini dikarenakan pada metode analitis tanah masih dalam keadaan sebenarnya dimana masih terdapat banyak air yang membuat tanah ini masih lunak dan lemah, semakin banyak air yang dikeluarkan ketika terjadi konsolidasi, maka penurunan yang dihasilkan juga	Waktu penurunan tanpa menggunakan PVD (tanah asli dan dengan beban <i>preloading</i>) untuk mencapai konsolidasi 90% membutuhkan waktu yang cukup lama yaitu 7944,860 hari atau 22,069 tahun. Kedua kondisi tersebut memiliki waktu penurunan yang sama, karena yang mempengaruhi lamanya waktu penurunan ialah nilai koefisien konsolidasi (C_v) tanah dasar, sehingga yang	penurunan tanah pada tanah lunak yang menggunakan metode perbaikan metode <i>preloading</i> dan kombinasi metode <i>preloading</i> dengan <i>prefabricated vertical drain</i> (PVD) tidak mengalami perubahan yang signifikan. Hal ini disebabkan karena PVD lebih dikhususkan untuk mempercepat proses konsolidasi yang terjadi. Pemakaian

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu

<p>karena PVD lebih dikhususkan untuk mempercepat proses konsolidasi yang terjadi.dilantasi (ψ)</p>	<p>perhitungan secara program <i>Plaxis</i> diperoleh besar total penurunan yang terjadi pada tanah di apron bandara Kualanamu yang dipasang <i>prefabricated vertical drain</i> sebesar 0,74 meter dan waktu konsolidasi yang diperlukan sampai mencapai derajat konsolidasi 95% adalah 102 hari. Perbedaan penurunan dan waktu konsolidasi pada tanah di apron bandara Kualanamu yang dihitung secara analitik dan dengan program <i>Plaxis</i> adalah sebesar 2,7 cm dan 16 hari. Perbedaan hasil perhitungan besarnya penurunan dan waktu konsolidasi yang</p>	<p>dapat menerima beban <i>preloading</i> dengan tinggi timbunan 2,3 meter dalam satu kali tahap penimbunan, selain itu <i>deep cement mixing</i> dapat membantu untuk mengontrol besarnya penurunan tanah yang terjadi sehingga menunjukkan penurunan tanah yang didapat dengan menggunakan <i>Deep Cement Mixing</i> menjadi lebih kecil dibanding-kan dengan tidak menggunakan <i>deep cement mixing</i> akan tetapi penggunaan <i>deep</i></p>	<p>semakin besar. Sedangkan pada metode lainnya, perhitungan penurunan dilakukan setelah air pori pada tanah sudah mulai dikeluarkan ketika proses pemasangan PVD. Hasil penurunan antara metode elemen hingga dan pembacaan <i>settlement plate</i> di lapangan diharapkan memiliki nilai penurunan yang mendekati sama. Namun pada penelitian ini dapat dilihat bahwa penurunan dengan metode elemen hingga dan pembacaan <i>settlement plate</i> di lapangan memiliki perbedaan yang cukup besar yaitu 0.311 meter. Hal ini terjadi karena lokasi</p>	<p>membedakan kedua kondisi tersebut hanya besar penurunannya.</p>	<p><i>prefabricated vertical drain</i> (PVD) yang dikombinasikan dengan beban <i>preloading</i> mengakibatkan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proses konsolidasi menjadi dipercepat. Sedangkan untuk perhitungan dengan <i>software plaxis 8.2</i> , waktu penurunannya disamakan dengan perhitungan manual di setiap kondisinya pada saat proses <i>running</i>, sehingga yang dilihat hanya selisih besar penurunan . Adapun kondisinya ialah tanah lunak dengan perbaikan metode <i>preloading</i>, dan kombinasi antara metode <i>preloading</i> dengan <i>prefabricated vertical drain</i> (PVD)</p>
---	--	--	--	--	---

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu

<p>karena PVD lebih dikhususkan untuk mempercepat proses konsolidasi yang terjadi. dilantasi (ψ)</p>	<p>dihitung secara analitik dan program <i>Plaxis</i> disebabkan karena pada perhitungan analitik konsolidasi dimodelkan satu dimensi sedangkan pada program <i>Plaxis</i> konsolidasi dimodelkan tiga dimensi. Di samping itu, perhitungan secara analitik didasarkan pada teori konsolidasi 1-D dari Terzaghi dan perhitungan secara program <i>Plaxis</i> didasarkan pada teori konsolidasi <i>Biot</i>.</p>	<p><i>cement mixing</i> tidak dapat mempercepat waktu konsolidasi yang terjadi. Sementara penggunaan <i>vertical drain</i> dapat membantu mempercepat konsolidasi yang terjadi ditambah dengan besarnya beban preloading yang dapat diterima karena di kombinasikan dengan <i>deep cement mixing</i> sehingga dapat lebih mempercepat waktu konsolidasi yang terjadi.</p>	<p>pengujian soil investigation yang dilakukan yaitu pada STA 36+000 kurang mewakili keadaan lapangan yang ditinjau yaitu STA 35+950. Sehingga dapat dikatakan bahwa penurunan dengan pembacaan data settlement plate di lapangan (STA 35+950) kurang valid jika dibandingkan dengan penurunan yang dihitung secara analitis.</p>	<p>membedakan kedua kondisi tersebut hanya besar penurunannya.</p>	<p>memiliki waktu percepatan yang cukup signifikan Waktu konsolidasi tanpa menggunakan PVD memerlukan waktu 95000 hari atau 260 tahun sedangkan pada penggunaan PVD memiliki kisaran 3-19 bulan tergantung dari pola dan jarak pemasangan PVD. Pada pemasangan PVD semakin dekat pemasangannya maka semakin cepat proses konsolidasinya dan untuk penggunaan pola, penggunaan pola segitiga lebih efektif dibanding pola segiempat.</p>
--	---	---	---	--	---