

BAB 1

Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Keterbatasan lahan mengakibatkan para ilmuwan meneliti cara penyelesaiannya. Salah satu penyelesaiannya adalah dengan melakukan perbaikan pada tanah dan reklamasi. Tanah reklamasi dapat berasal dari sedimentasi tanah maupun dari hasil limbah sedangkan proses perbaikan tanah dapat dilakukan dengan cara mengganti material atau penambahan zat additive (Silveira et al., 2018). Akan tetapi, hal tersebut tetap akan mengakibatkan tanah mengalami konsolidasi. Konsolidasi merupakan proses yang dialami setiap tanah. Konsolidasi disebabkan oleh 2 faktor yaitu beban sendiri dan beban luar (C. Terzaghi, 1929). Penurunan yang terjadi dapat dihitung dengan menentukan koefisien konsolidasi (C_v). Koefisien konsolidasi didapatkan dengan melakukan pengujian eksperimen maupun numerik (Chai et al., 2012). Hasil dari pengujian eksperimen dapat ditentukan menggunakan metode Asaoka (Asaoka, 1977), Casa Grande (Casagrande, 1948) dan Taylor (Taylor, 1948). Tetapi, pada eksperimen dilapangan koefisien konsolidasi dapat berubah-ubah seiring berjalannya waktu dan berbeda nilai pada bagian atas dan tengah. Hal itu disebabkan karena adanya perubahan angka pori, permeabilitas dan faktor perubahan volume (m_v). Setelah koefisien konsolidasi diketahui maka angka pori, permeabilitas dan koefisien perubahan volume dapat dicari (C. Terzaghi, 1929). Persamaan permeabilitas dengan koefisien konsolidasi menurut Leroueil dapat dilihat pada persamaan 1. Pada saat proses konsolidasi terjadi maka angka pori berkurang sehingga nilai permeabilitas dan koefisien perubahan volume mengecil. Hal ini tidak diakomodasi oleh teori Terzaghi 1D. Konsolidasi 1D Terzaghi cukup akurat untuk menghitung penurunan tanah, namun pada kasus tertentu misalnya tanah reklamasi dimana penurunannya cukup besar maka

teori konsolidasi Terzaghi kurang akurat. Dimana perhitungan tekanan air pori berlebihan dapat dihitung pada persamaan 2.

$$Cv = \frac{k}{\gamma_w \times m_v} \quad (1).$$

$$\frac{du}{dt} = Cv \frac{du^2}{d^2z} \quad (2)$$

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menemukan koefisien konsolidasi dengan melakukan pengujian laboratorium maupun pengujian lapangan (Ansari et al., 2014; Chai et al., 2012; Dienstmann et al., 2018; Dobak & Gaszyński, 2014; Lim et al., 2019; Olek, 2020; Zeng et al., 2018). Pengujian pengujian tersebut diantaranya Piezocone penetration test, dissipation test, Cone penetration test, dan multiple-stage loading tests. Pengujian Piezocone penetration sangat sering digunakan dalam menentukan angka permeabilitas dan koefisien konsolidasi (Chai et al., 2012). Sayangnya, Pengujian penetrasi dalam kondisi tertentu tidak dapat digunakan karena hasil yang didapatkan tidak akurat (Ansari et al., 2014). Beberapa metode yang digunakan dalam menentukan Cv dari beberapa pengujian diatas telah ditemukan oleh peneliti sebelumnya. Metode tersebut antara lain Metode Terzaghi, Casagrande, Taylor, Inflection Point Method, Analitik, Kecepatan, Rectangular Hyperbola Fitting Method, Revised Logarith Of Time Fitting Method dan Asaoka. Tetapi belum ada metode yang digunakan untuk menentukan koefisien konsolidasi yang bervariasi yang disebabkan oleh nilai koefisien permeabilitas dan koefisien perubahan volume yang bervariasi. Pada pengujian diatas dilakukan menggunakan koefisien permeabilitas dan koefisien perubahan volume yang tetap. Kurangnya standard dari penentuan koefisien konsolidasi juga membuat angka koefisien konsolidasi menurut satu dengan yang lainnya berbeda. Kelemahan dari pengujian eksperimen lainnya diantaranya membutuhkan biaya dan waktu yang besar untuk mendapatkan hasil yang akurat. Peneliti lainnya juga melakukan pengujian numerik (Ansari et al., 2014; Chai et al., 2012; Dienstmann et al., 2018; Dobak & Gaszyński, 2014; Lim et al., 2019; Olek,

2020). Pengujian numerik digunakan agar mendapatkan hasil semirip mungkin tanpa melakukan eksperimen.

Koefisien konsolidasi dapat dicari dengan cara numerik maupun analitik. Beberapa metode yang sering digunakan adalah Casa Grande dan Taylor. Sedangkan beberapa cara lainnya didapatkan dari Asaoka, Hyperbola dan campuran Asaoka dan hyperbola. Akan tetapi, Penggunaan metode Casa Grande dan Taylor memiliki konsep yang berbeda beda satu orang dengan orang lainnya. Dapat dilihat dalam penentuan waktu dan tegangan yang terjadi pada saat penentuan koefisien konsolidasi. Jika menggunakan metode numerik maka hasil dari pengujian numerik harus di validasikan dengan hasil pengujian laboratorium. Verifikasi tersebut bertujuan agar rumus numerik yang digunakan bisa mendapatkan hasil yang sama. Namun, pengujian numerik yang dilakukan tidak memikirkan optimasi pada angka permabilitas dan angka pori sehingga hasil yang didapatkan hanya memiliki 1 jawaban. Optimasi dapat dilakukan untuk mendapatkan nilai yang maksimum sehingga dapat meminimumkan kesalahan data yang terjadi dilapangan (Bharat & Sharma, 2011).

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai koefisien konsolidasi yang universal yang didapatkan dari pengujian laboratorium yang di validasikan dengan hasil numerik dengan mempertimbangkan tekanan air pori berlebihan, angka permeabilitas dan Koefisien perubahan volume menggunakan metode analitik dan numerik (PSO) dengan metode back step calculation. Pertama penginputan batasan pada PSO dari nilai koefisien kompresibilitas, koefisien kemiringan permeabilitas dan koefisien permeabilitas. Kedua penghitungan tekanan air pori akan dihitung secara analitik. Hasil dari optimasi tersebut akan di verifikasi dengan data tanah yang ada. Pehitungan akan dilakukan mundur (back step). Tanah dimodelkan homogen. Pengujian ini menggunakan software MATLAB 2019. Hasil akhir yang didapatkan akan dicek erornya menggunakan RMSE (Root Mean Square Error) sehingga hasil perhitungan jika RMSE masih besar akan diulangi kembali hingga hasilnya mendekati.

1.2 Rumusan Masalah

Koefisien konsolidasi yang digunakan pada konsolidasi 1D Terzaghi dapat dicari menggunakan metode Taylor dan Casagrande namun metode tersebut tidak mempertimbangkan perubahan koefisien konsolidasi dan koefisien perubahan volume sehingga nilai koefisien konsolidasi yang didapatkan konstan sepanjang waktu. Selain itu kedua metode tersebut ditentukan dengan pengamatan grafik sehingga hasilnya kurang akurat. Saat ini belum ada metode yang digunakan untuk menentukan koefisien konsolidasi yang bervariasi yang disebabkan oleh nilai koefisien permeabilitas dan koefisien perubahan volume yang bervariasi.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini untuk menentukan hubungan antara angka pori dan koefisien permeabilitas dan angka pori dengan log tegangan efektif menggunakan metode Optimasi dan menentukan nilai koefisien permeabilitas dan koefisien perubahan volume yang bervariasi sehingga mendapatkan nilai koefisien konsolidasi yang bervariasi pada proses konsolidasi menggunakan metode Optimasi

1.4 Batasan Masalah

Pada penelitian ini, ditetapkan batasan batasan diantaranya :

1. Parameter tanah disetiap layer dianggap sama (homogen)
2. Penyelesaian Teori Terzaghi menggunakan solusi analitik dengan mempertimbangkan perubahan nilai C_v terhadap waktu.
3. Optimasi menggunakan PSO (Particle Swarm Optimization)

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil yang didapatkan pada penelitian Tugas Akhir ini dapat dimanfaatkan dalam menentukan koefisien konsolidasi yang tepat dalam perhitungan penurunan dilapangan. Sehingga dapat mengurangi resiko kegagalan akibat konsolidasi tanah yang berlebih dan biaya yang dikeluarkan dalam proses perancangan.

1.6 Keaslian Tugas Akhir

Terzaghi (1943) menemukan metode dasar yang digunakan untuk menentukan koefisien konsolidasi tanah (C_v) yang diambil dengan menggunakan metode analitik. Persamaan Terzaghi menganggap bahwa angka pori, koefisien permeabilitas dan juga koefisien perubahan volume tidak berubah disetiap waktu.

Casa Grande (1948) melakukan pencarian metode dalam menentukan koefisien konsolidasi. Metode Casa Grande menggunakan waktu dalam logaritma. Metode ini dapat membaca pada saat hari pertama pengujian konsolidasi dimana sudah didapatkan grafik hubungan antara waktu dan penurunan. Casa Grande menentukan nilai d_0 secara presepsi penguji.

Taylor (1948) digunakan dalam menentukan koefisien konsolidasi dengan bentuk akar waktu (\sqrt{t}). Metode Taylor sering digunakan dalam perhitungan koefisien konsolidasi primer. Konsolidasi primer yang terjadi kurang lebih 90%. Metode ini menghasilkan grafik hubungan antara penurunan dengan \sqrt{t} . Metode ini tidak cocok digunakan dikarenakan pengujian pada laboratorium komersil akan membutuhkan waktu yang lama

Cour dkk (1971) dan kemudian di lanjutkan oleh Robinson (1997) dan G. Mesri dkk (1999) menemukan metode titik potong. Metode ini digunakan untuk memperbaiki metode Casa Grande dan Taylor. Metode ini dapat dihitung menggunakan 2 cara yaitu

metode visualisasi dan metode tangensial. Metode ini memerlukan titik grafik berbelok.

Shivaram & K. Swamee (1977) mengusulkan untuk menentukan koefisien konsolidasi dari 3 kali pengujian Oedometer. Penghitungan dilakukan tanpa grafik oleh sebab itu dibutuhkan bantuan computer dalam melakukan perhitungan. Rumus dasar didapatkan dari Taylor dimana rumus ini sangat dekat dengan kurva teori konsolidasi.

Parkin (1990) meneliti mengenai metode kecepatan. Metode ini tidak memerlukan konstruksi susunan dan menghindari perbedaan dari metode standard lainnya. Kurva yang dihasilkan pada metode ini adalah hubungan antara kecepatan penurunan dan waktu dimana semua dalam skala logaritma. Hasil C_v dari perhitungan ini sangat dekat dengan menggunakan metode Taylor. Kecuali untuk penambahan tekanan yang besar.

Sridharan dkk (1988) meneliti mengenai metode Rectangular Hyperbola Fitting Method dengan mempertimbangkan teori Terzaghi. Teori ini didasarkan dari hubungan grafik derajat konsolidasi dan waktu yang berbentuk seperti hiperbola. Metode ini sangat cocok pada derajat konsolidasi diatas 60% dan sangat cocok pada derajat konsolidasi hingga 90% dari distribusi tekanan air pori yang ada pada keadaan awal.

Robinson dan Alan (1996) menemukan metode Revised Logarithm Of Time Fitting Method. Metode ini menggunakan keadaan awal dari penurunan dan waktu dalam logaritma dari uji laboratorium untuk mengurangi dari efek pembebanan kedua. Metode ini menggunakan pararel point dimana peneliti harus mengecek pararel point pada grafik. Metode ini adalah metode kombinasi antara metode Casa Grande dan Inflection point method

Asaoka (1978) meneliti metode yang dapat digunakan dengan mengetahui data penurunan saja. Data tersebut diambil dari pengujian laboratorium. Hasil C_v yang

didapatkan dari grafik tidak berada pada 1 garis melainkan menyebar ke beberapa titik sehingga hasilnya berbeda dengan perbandingan hyperbola.

García-Ros & Alhama (2020) melakukan perhitungan koefisien konsolidasi yang divalidasikan dengan data pengujian laboratorium. Pengujian ini menggunakan model non linier konsolidasi. Angka pori, koefisien permeabilitas dan beban yang diberikan berbeda beda disetiap Langkah. Perhitungan dilakukan secara manual.

Berdasarkan dengan metode yang dilakukan, sedikit penelitian yang mempertimbangkan waktu dengan faktor perubahan bentuk dan belum ada peneliti yang menggunakan PSO dalam mengoptimasikan nilai koefisien permabilitas, koefisien kompresibilitas dan koefisien kemiringan permeabilitas. Dengan ini penulis meyakini bahwa penelitian yang dilakukan asli dan bukan merupakan Tindakan plagiarisme dari beberapa penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya.

1.7 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di kampus Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Jalan Babarsari no 44, Ngentak, Caturtunggal, Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta dengan menggunakan MATLAB.