

Komparasi Perubahan Timbunan Tanah Lunak Memakai Metode Analitik, Metode Elemen Hingga Dan Metode Pvd Di Pelabuhan Kuala Tanjung

Muhammad Ardiansyah

¹Program Studi Teknik Sipil, ²Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan
Jl. Muchtar Basri No. 3, Glugur Darat II, Kec. Medan Timur, Kota Medan, Sumatera Utara

Ardiansyah99@gmail.com

Abstrak

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia sehingga memiliki banyak daerah pesisir. Tanah yang berada pada pesisir / pinggir laut cenderung merupakan jenis tanah lunak. Tanah lunak merupakan jenis yang memiliki kuat geser yang rendah, koefisien permeabilitas yang kecil, kompresibilitas yang rendah dan daya dukung tanah yang rendah. Kondisi tersebut menyebabkan tantangan pada konstruksi bangunan di atasnya karena itulah perlu di lakukan perbaikan tanah (soil improvement). Penurunan pada konstruksi teknik sipil akibat proses konsolidasi tanah pendukung merupakan salah satu aspek utama dalam bidang geoteknik terutama pada lapisan tanah kohesif lunak. Proses konsolidasi adalah suatu proses disipasi air pori terhadap fungsi waktu. Agar perbaikan tanah pada kawasan Pelabuhan di Kuala Tanjung memiliki efektivitas yang tinggi, perlu diadakannya evaluasi terhadap kinerja perbaikan tanah yang ditinjau oleh instrument geoteknik serta parameter desain yang digunakan menggunakan timbunan, beban timbunan direncanakan dengan ketinggian tertentu agar penurunan konsolidasi dapat tercapai. Stamatopoulos (1985) dalam Yunias (2010) mengatakan tinggi timbunan umumnya berkisar antara 3 – 8 meter dengan penurunan yang akan terjadi umumnya 0,3 – 2 meter. Hasil perhitungan dari tanpa menggunakan PVD diperoleh waktu yang di perbolehkan untuk mencapai derajat konsolidasi 95% adalah 531 hari dengan besar penurunan 2.315 meter. Sedangkan dengan menggunakan PVD yang di pasang dengan pola segitiga dan jarak antar 1.6 meter, waktu yang dibutuhkan adalah 88 hari dengan besar penurunan 2.200 meter. Dari analisa telah di lakukan dapat di simpulkan bahwa penggunaan PVD dapat mempercepat waktu konsolidasi.

Kata Kunci: Penurunan, Tanah lunak, Metode elemen hingga, Prefabricated vertical drain (PVD).

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia sehingga memiliki banyak daerah pesisir. Tanah yang berada pada pesisir / pinggir laut cenderung merupakan jenis tanah lunak. Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1 bahwa mayoritas tanah di wilayah Indonesia merupakan jenis tanah lunak. Tanah lunak merupakan jenis yang memiliki kuat geser yang rendah, koefisien permeabilitas yang kecil, kompresibilitas yang rendah dan daya dukung tanah yang rendah. Kondisi tersebut menyebabkan tantangan pada konstruksi bangunan di atasnya karena itulah perlu di lakukan perbaikan tanah (soil improvement).



Gambar 1 Peta Distribusi Soft Clay di Indonesia berdasarkan Pedoman Kimprawsil No : PT T-8- 2002-B.

Konsolidasi adalah proses berkurangnya volume atau berkurangnya rongga pori dari tanah jenuh berpermeabilitas rendah akibat pembebanan. dimana prosesnya dipengaruhi oleh kecepatan terperasnya air pori keluar dari rongga tanah. Proses konsolidasi dapat diamati dengan pemasangan piezometer, untuk mencatat perubahan tekanan air pori dengan waktunya. penurunan dapat diukur dengan berpedoman pada titik referensi ketinggian pada tempat tertentu. Bila lapisan tanah jenuh berpermeabilitas rendah dibebani, maka tekanan air pori di dalam tanah tersebut segera bertambah.

Perbedaan tekanan air pori pada lapisan tanah, berakibat air mengalir ke lapisan tanah dengan tekanan air pori yang lebih rendah, yang diikuti penurunan tanahnya. Karena permeabilitas tanah yang rendah, proses ini membutuhkan waktu, Menurut (Craig,1994), Konsolidasi adalah suatu proses pengecilan volume secara perlahan-lahan pada tanah jenuh sempurna dengan permeabilitas rendah akibat pengaliran sebagian air pori. Proses tersebut berlangsung terus sampai kelebihan tegangan air pori yang disebabkan oleh kenaikan tegangan total telah benar-benar hilang.

Kecepatan penurunan dihitung dengan menggunakan koefisien konsolidasi. Kecepatan penurunan perlu diperhitungkan bila penurunan konsolidasi yang terjadi pada suatu struktur diperkirakan sangat besar. Derajat konsolidasi pada sembarang waktunya, dapat ditentukan dengan menggambarkan grafik penurunan (s) versus waktu (t) untuk satu beban tertentu yang diterapkan pada alat oedometer. Jika sejumlah kecil udara terhisap masuk dalam air pori akibat penurunan tekanan pori dari lokasi aslinya di lapangan, kemungkinan terdapat juga penurunan yang berlangsung cepat, yang bukan bagian dari proses konsolidasi. Karena tinggi awal atau kondisi sebelum adanya konsolidasi harus diinterpretasikan (Hartanto, d. g.).

2. METODE PENELITIAN

Langkah-langkah studi disusun secara sistematis sehingga mempermudah dalam penyelesaian analisa ini. Langkah-langkah studi yang dilakukan, disajikan dalam bentuk flowchart pada gambar sebagai berikut.



Gambar 1. Alur Penelitian

Data borehole ini meliputi data – data tanah lunak yang berada di sekitar titik tinjau

Tabel 1. Data Pemograman Pada FEM 2 D

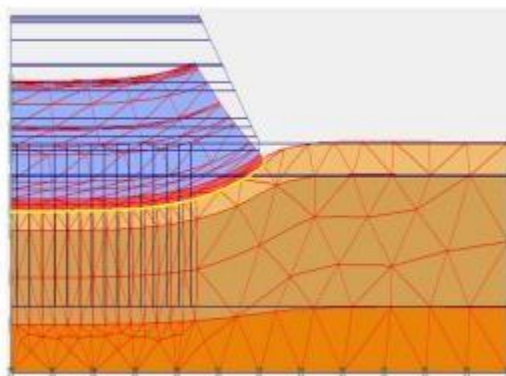
Parameter	Kedalaman					
	0 – 4	4 – 9	9 – 13	0 - 9		
Jenis tanah	Sandy clay	Clay	Sandy Clay	PVD	Timbunan	Sand Blanket
Tipe	Undrained	Undrained	Undrained	Drained	Drained	Drained
N-SPT	2	3	3			
γ_{sat} (kN/m ³)	15.8	16	16	19	18	18
γ_{dry} (kN/m ³)	10	10	10	10	10	10
Kohesi (kN/m ²)	10	10	10	3	10	3
Sudut geser (ϕ)	25	25	25	25	30	30
E (kN/m ²)	2000	5000	1000	5000	7000	1000
Kx	0.000864	0.00864	0.001728	77.000	8.64	8.64
Ky	0.000432	0.00432	0.000864	77.000	8.64	8.64
Poisson Ratio (μ)	0.3	0.25	0.3	0.2	0.3	0.3

3. HASIL

Perhitungan penurunan dan waktu konsolidasi tanah lunak secara Metode Elemen Hingga

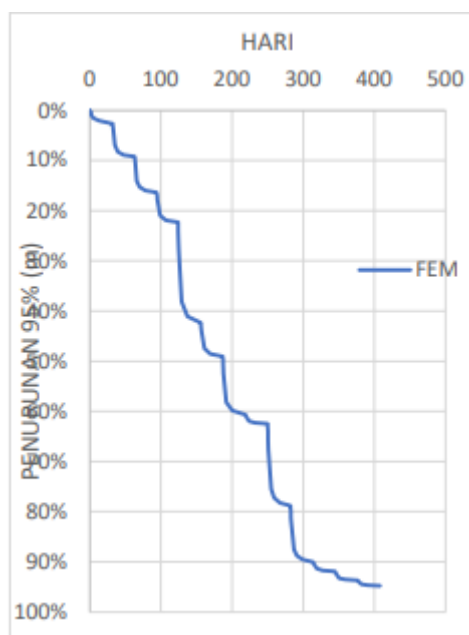
Pada pembahasan ini perhitungan besarnya penurunan dan waktu konsolidasi tanah lunak pada proyek Pembangunan Terminal Purpose di pembangunan Kuala Tanjung akan dihitung dengan menggunakan program Metode Elemen Hingga dengan kondisi tanah yang juga digunakan pada perhitungan secara analitis. Penampang melintang dari proyek Pembangunan

Terminal Purpose di pembangunan Kuala Tanjung. Pada Gambar dibawah menunjukkan kontur penurunan dengan berbagai jenis warna dari peningkatan perpindahan total yang menunjukkan perbedaan besar penurunan yang terjadi, jika dilihat pergerakan kontur semakin menjauhi daerah Vertical Drains maka penurunan yang di alami akan semakin kecil



Gambar 2: Kontur Penurunan yang terjadi pada Output FEM Pembangunan Terminal Purpose di Kuala Tanjung

Hasil output dari hubungan penurunan terhadap waktu yang diperoleh dari perhitungan dengan menggunakan metode elemen hingga dapat dilihat pada Gambar 5



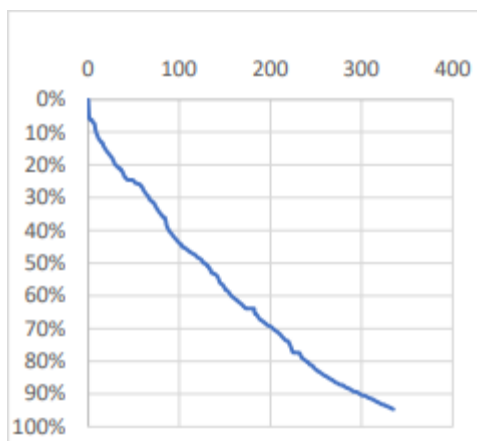
Gambar 3: Grafik Penurunan di titik Nodal A sebesar 2.31 m dengan waktu 366 hari

4. PEMBAHASAN

Analisa perbandingan penurunan antara analisis 1D Terzaghi, metode finite element (FEM), dan data settlement plate (SP)

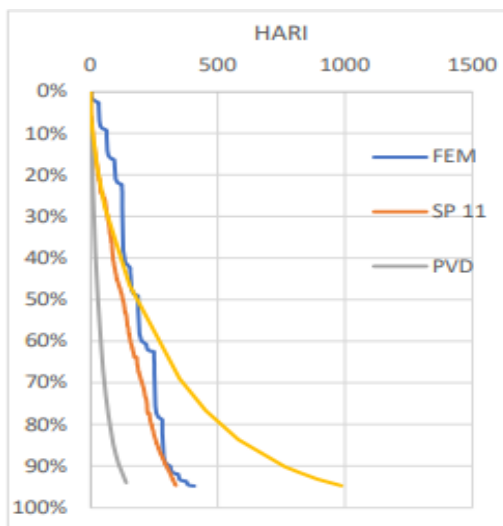
Settlement plate dipasang pada sisi kanan (SP-11). Pembacaan settlement plate ini dimulai dari tanggal 12 Januari 2016 sampai tanggal 11 Desember 2016. Hasil pembacaan settlement plate harus dilengkapi dengan nilai tebal preloading di lapangan, hal itu dikarenakan agar kevalidan data tersebut terjaga. Gambar

dibawah merupakan grafik hubungan antara penurunan terhadap waktu pembacaan pada SP-11



Gambar 4: grafik penurunan terhadap waktu pembacaan pada SP-11

Untuk melakukan perbandingan kita harus memiliki data grafik penurunan terhadap waktu 1-d terzaghi tanpa PVD pada grafik penurunan terhadap waktu 1-d terzaghi menggunakan PVD pada grafik penurunan terhadap waktu pemodelan global FEM pada grafik penurunan terhadap waktu pembacaan pada SP-11. Untuk melihat hasil perbandingan dari data – data di atas kita dapat dilihat pada gambar 5



Gambar 5: grafik perbandingan hasil penurunan terhadap waktu dari data 1 D terzaghi tanpa pvd, 1 D terzaghi menggunakan pvd, pemodelan global FEM, dan pembacaan instrument SP-11.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada bab-bab sebelumnya yang berkaitan dengan konsolidasi pada tanah lunak akibat beban timbunan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Secara analitis waktu yang di butuhkan untuk mencapai derajat konsolidasi 95 % adalah sebagai berikut :
 - a. Tanpa menggunakan PVD 1.324 hari

- b. Menggunakan PVD dengan pola segitiga dan jarak pemasangan 1.6 m memerlukan 219 hari
 - c. Menggunakan PVD dengan pola segitiga dan jarak pemasangan 1.4 m memerlukan waktu 170 hari
 - d. Menggunakan PVD dengan pola segitiga dan jarak pemasangan 1.8 m memerlukan 217 hari
 - e. Menggunakan PVD dengan pola persegi dan jarak pemasangan 1.6 m memerlukan waktu 250 hari
2. Perbandingan yang di dapat pada perhitungan metode Analitis, Metode FEM, dan Metode Pembacaan Instrument Geoteknik (Settlement Plate) sebagai berikut :
- a. Penurunan konsolidasi pada Metode analitis tanpa menggunakan PVD 2.314 m memerlukan waktu 1.324 hari, sedangkan menggunakan PVD penurunan yang terjadi 2.200 m memerlukan waktu 219 hari
 - b. Penurunan konsolidasi Pada Metode FEM penurunan yang di dapat adalah 2.21 m memerlukan waktu 393 hari
 - c. Penurunan konsolidasi pada Metode pembacaan Instrument Geoteknik (Settlement Plate) penurunan yang di dapat 2.421 m memerlukan waktu 330 hari

REFERENSI

- Amrizal, A., & Lisra, J. (2016). Kajian Kelayakan Ekonomi Pembangunan Jembatan Layang Simpang Selayang Kota Medan. *Jurnal Teknik Sipil Unaya*, 1(1).
- Asfiati, S., & Mutiara, D. T. (2021). STUDI KESELAMATAN DAN KEAMANAN TRANSPORTASI DI PERLINTASAN SEBIDANG ANTARA JALAN REL DENGAN JALAN UMUM (Studi Kasus Perlintasan Kereta Api Di Jalan Padang, Bantan Timur, Kecamatan Medan Tembung). *PROGRESS IN CIVIL ENGINEERING JOURNAL*, 1(2).
- Efrida, R., Putra, T. A., & Utami, C. (2019). Pembangunan Irigasi Air Tanah Dangkal Untuk Peningkatan Produktivitas Usaha Tani Desa Sambirejo Kabupaten Langkat. *IHSAN: JURNAL PENGABDIAN MASYARAKAT*, 1(2), 196-202.
- Efrida, R., & Utami, C. (2019). EVALUASI KINERJA DINDING PENGISI BATA MERAH DENGAN OPENINGS PADA STRUKTUR BETON BERTULANG AKIBAT BEBAN GEMPA KUAT. *Portal: Jurnal Teknik Sipil*, 11(2), 24-29.
- Faisal, A. (2019). Perilaku Nonlinear Struktur Gedung Baja Dengan Bentuk Denah L, T Dan U Akibat Gempa. *Progress In Civil Engineering Journal*, 1(1), 63-73.
- Faisal, A., Majid, T. A., Ahmad, F., Tongkul, F., & Sari, S. M. (2011). Influence of large dam on seismic hazard in low seismic region of Ulu Padas Area, Northern Borneo. *Natural hazards*, 59(1), 237-269.
- Frapanti, S., Asfiati, S., & Hadipramana, J. (2020). Pendampingan Legalitas Mutu Berstandart SNI Guna Meningkatkan Pendapatan Home Industri Batu Bata Di Desa Sido Urip Kecamatan Beringin Kabupaten Deli Serdang. *JURNAL PRODIKMAS Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1), 41-46.
- Frapanti, S. (2018). Analisa Portal yang Memperhitungkan Kekakuan Dinding Bata dari Beberapa Negara Pada Bangunan Bertingkat Dengan Pushover. *Kumpulan Jurnal Dosen Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*.
- Frapanti, S., Asfiati, S., & Hadipramana, J. (2020). Pendampingan Legalitas Mutu Berstandart SNI Guna Meningkatkan Pendapatan Home Industri Batu Bata Di Desa Sido Urip Kecamatan Beringin Kabupaten Deli Serdang. *JURNAL PRODIKMAS Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1), 41-46.
- Gunawan, R. (2006). Analisis Sumber Daya Air Daerah Aliran Sungai Bah Bolon Sebagai sarana Pendukung Pengembangan Wilayah di Kabupaten Simalungun dan Asahan. *WAHANA HIJAU Jurnal Perencanaan & Pengembangan Wilayah*, 2(1).

- Hadipramana, J., & Syahputra, J. (2021). PERBANDINGAN SIMULASI GAYA AKSIAL DAN LATERAL PLAIN WALL BETON RINGAN ANTARA CAMPURAN STYROFOAM DENGAN LAPISAN COATING DAN ABU SEKAM PADI DENGAN FLY ASH. *PROGRESS IN CIVIL ENGINEERING JOURNAL*, 1(2).
- Hadipramana, J., Samad, A. A. A., Ahmad Mujahid, A. Z., Mohammad, N., & Riza, F. V. (2013). Effect of uncontrolled burning rice husk ash in foamed concrete. In *Advanced Materials Research* (Vol. 626, pp. 769-775). Trans Tech Publications Ltd.
- Hadipramana, J., Samad, A. A. A., Zaidi, A. M. A., Mohammad, N., & Ali, N. (2013). Contribution of polypropylene fibre in improving strength of foamed concrete. In *Advanced Materials Research* (Vol. 626, pp. 762-768). Trans Tech Publications Ltd.
- Harahap, M., Siregar, G., & Riza, F. V. (2021). Mapping The Potential Of Village Agricultural Social Economic Improvement Efforts In Lubuk Kertang Village Kecamatan Berandan Barat Kabupaten Langkat. *JASc (Journal of Agribusiness Sciences)*, 4(1), 8-14.
- Majid, T. A., Wan, H. W., Zaini, S. S., Faisal, A., & Wong, Z. M. (2010). The effect of ground motion on non-linear performance of asymmetrical reinforced concrete frames. *Disaster Advances*, 3(4), 35-39.
- Nurzanah, W. (2019). Penentuan Lokasi Pembuangan Material Keruk Alur Pelayaran Pelabuhan Belawan dengan Sistem Informasi Geografis. *Buletin Utama Teknik*, 14(2), 80-91.
- Nurzanah, W. (2021). SUMUR RESAPAN UNTUK PEMANENAN AIRHUJAN DI KECAMATAN MEDAN BELAWAN. *AI Ulum*, 9(1), 1-7.
- Nurzanah, W. (2020). ANALISA WAKTU TUNGGU BONGKAR MUAT KAPAL DENGAN FASILITAS CRANE DI PELABUHAN GABION BELAWAN. *Buletin Utama Teknik*, 15(2), 180-190.
- Pane, Y. Desi Sri Pasca Sari Sembiring, Suhelmi Suhelmi (2021), Pemanfaatan Limbah Steel Slag Sebagai Pengganti Agregat Kasar Dalam Perancangan Mutu Beton Normal, *AFoSJ-LAS: Journal All Field of Science J-LAS*, 1 (2), 7-13.
- Pane, Y., Sembiring, D. S. P. S., & Suhelmi, S. (2021). PEMANFAATAN LIMBAH STEEL SLAG SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR DALAM PERANCANGAN MUTU BETON NORMAL. *AFoSJ-LAS (All Fields of Science J-LAS)*, 1(1), 07-13.
- Putera, T. A., & Pratama, A. D. (2021). PENGARUH PENAMBAHAN TEBAL PADA BASE PLATE DENGAN DAN TANPA PENGAKU (STIFFNERS) TERHADAP MOMEN-ROTASI. *PROGRESS IN CIVIL ENGINEERING JOURNAL*, 1(2).
- Putera, T. A., Gultom, H. M., & Susanto, F. P. (2019). EVALUASI DAN PERENCANAAN PILE CAP PADA FLY OVER JAMIN GINTING KOTA MEDAN. *Portal: Jurnal Teknik Sipil*, 11(2), 30-37.
- Riza, F. V., & Ariani, R. (2019, October). Pelatihan Manajemen Keuangan Berbasis Excel pada Unit Up2k di Desa Galang Suka. In *Prosiding Seminar Nasional Kewirausahaan* (Vol. 1, No. 1, pp. 373-377).
- Riza, F. V., Lubis, D. S., & Manurung, F. V. B. (2021). ANALISIS MEKANIS BETON BUSA DENGAN KOMBINASI SERAT SABUT KELAPA SERTA BAHAN TAMBAHAN ABU SEKAM PADI DAN SERBUK CANGKANG TELUR. *PROGRESS IN CIVIL ENGINEERING JOURNAL*, 1(2).
- Siregar, Z. (2013). Kajian Penataan Signage di Jalan Gatot Subroto Medan Sebagai Upaya Menciptakan Kota Yang Manusiawi Secara Visual.
- Siregar, Z., & Dewi, I. (2020). Analisis Ruas Jalan Lintas Sumatera Kota Tebing Tinggi Dan Kisaran Sebagai Titik Rawan Kecelakaan Lalu Lintas. *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, 1(2), 63-73.
- Siregar, R. S., Lubis, S., & Siregar, Z. (2020). Pengembangan Budidaya Pepaya Jenis California Untuk Meningkatkan Ekonomi Di Desa Nagori Rabuhit Kabupaten Simalungun. *ABDI SABHA (Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat)*, 1(1), 20-26.
- SURYANTO, B., DALIMUNTHE, M., NAGAI, K., & MAEKAWA, K. SHEAR FATIGUE PERFORMANCE AND CRACK SURFACE OBSERVATIONS IN PVA-ECC BEAMS WITHOUT WEB REINFORCEMENT.

- Tahara, R. M. K., Majid, T. A., Zaini, S. S., & Faisal, A. (2017, October). Effect of repeated earthquake on inelastic moment resisting concrete frame. In AIP Conference Proceedings (Vol. 1892, No. 1, p. 020019). AIP Publishing LLC.
- Zahid, M. Z. A. M., Majid, T. A., & Faisal, A. (2012). Effect of repeated near field earthquake to the high-rise Rc building. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 6(10), 129-138.
- Zulkarnain, F., & Dewi, I. D. (2020). PKM Pembuatan Saluran Drainase Dusun li Jln Inpres Desa Tanjung Gusta Untuk Mengatasi Banjir. JURNAL PRODIKMAS Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat, 5(1), 1-5.
- Zulkarnain, F. (2021). KONTRAK, PETELITIAIN PENELITIAN TERAPAIN (PT) Tahun Anggaran 2018. KUMPULAN BERKAS KEPANGKATAN DOSEN.