

MODELISASI NUMERIK ANALISIS GAYA LATERAL PADA *PILE CAP* DI TANAH KOHESIF

Darwin Halim¹, Amelia Yuwono², dan Hendy Wijaya³

¹Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta
Darwin.325160165@stu.untar.ac.id

²Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta
yuwonoamelia@gmail.com

³Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta
m.hendy@yahoo.com

Masuk: 06-07-2020, revisi: 19-07-2020, diterima untuk diterbitkan: 04-08-2020

ABSTRACT

The foundation is a lower structure that serves to hold the burden that works from the structure above it the burden is passed on to the ground. The choice of foundation is based on the working load, the type of soil layer that supports the foundation, and the technology that can be used. Therefore, the performance of pile foundations in accepting lateral forces is important in geotechnical practice. In this journal, a centrifuged test model is tested to see the behavior of pile groups that are burdened by lateral loads. To find out the results of the trial, numerical modeling was carried out for the pile groups on clay. The clay soils modeled in this experiment were carried out under normally consolidated and over consolidated kaolin clay soils. The pile group model that was tested consisted of 2x2, 3x3, and 4x4 with a distance of center to center 3 times the width of the pile foundation. The results of this numerical analysis will be compared with the results of centrifuged tests that have been done before in other journals.

Keywords: pile foundation; lateral force; numerical modelling; pile groups

ABSTRAK

Fondasi merupakan struktur bawah yang berfungsi untuk menahan beban yang bekerja dari struktur bangunan di atasnya yang bebannya diteruskan ke tanah. Pemilihan fondasi didasarkan pada beban yang berkerja, jenis lapisan tanah yang menopang fondasi, serta teknologi yang dapat digunakan. Karena itu, kinerja fondasi tiang dalam menerima gaya lateral adalah hal yang penting dalam praktek geoteknik. Pada jurnal ini, sebuah model uji *centrifuged* di uji coba untuk melihat perilaku tiang kelompok yang terbebani oleh beban lateral. Untuk mengetahui hasil uji coba maka dilakukan modelisasi numerik untuk kelompok tiang pada tanah lempung. Tanah lempung yang dimodelkan dalam percobaan ini dilakukan pada tanah kondisi *normally consolidated* dan *over consolidated kaolin clay*. Model kelompok tiang yang di uji coba terdiri atas 2x2, 3x3, dan 4x4 dengan jarak spasi pusat ke pusat 3 kali dari lebar tiang fondasi. Hasil analisis numerik ini akan diperbandingkan dengan hasil uji *centrifuged* yang sudah pernah dilakukan sebelumnya pada jurnal lain.

Kata kunci: fondasi tiang; gaya lateral; modelisasi numerik; kelompok tiang

1. PENDAHULUAN

Pada dasarnya, semua struktur, bagaimana pun karakteristiknya, selalu didukung oleh fondasi karena fondasilah yang akan menyalurkan beban struktur secara keseluruhan ke dalam tanah. Pemilihan jenis fondasi yang akan digunakan sangat bergantung terhadap fungsi struktur yang akan ditopang, kondisi tanah dibawah struktur, serta perbandingan biaya fondasi terhadap biaya struktur secara keseluruhan. Pertimbangan fungsi struktur yang ditopang akan menunjukkan secara tidak langsung gambaran besar beban yang akan ditanggung oleh fondasi. Sementara itu, kondisi tanah di bawah struktur sangat berkaitan dengan perilaku tanah itu sendiri ketika menerima beban.

Fondasi tiang disamping menahan beban vertikal juga menahan beban horisontal seperti struktur lepas pantai yang menahan beban angin dan beban gelombang, dermaga pelabuhan yang menahan beban horisontal ketika kapal merapat pada dermaga, menara transmisi yang menahan beban angin dan bangunan gedung terutama bangunan bertingkat tinggi yang berada pada daerah gempa yang menahan beban gempa. Semua struktur bangunan tersebut memerlukan kapasitas daya dukung untuk menahan beban lateral atau horisontal. Karena itu pengetahuan mengenai

sifat fondasi tiang yang menahan beban lateral menjadi sangat penting bagi geotechnical engineer. Penelitian mengenai grup tiang yang dibebani beban lateral dilapiran pasir dengan menggunakan alat centrifuge telah cukup banyak dilakukan oleh peneliti terdahulu seperti McVay et.al (1998) Namun masih sedikit penelitian mengenai kinerja grup tiang dilapiran lempung akibat pembebanan lateral.

Karena karakteristik lempung sangat berbeda dengan pasir maka sebuah seri pengujian dengan alat centrifuge dilakukan untuk menguji perilaku grup tiang yang dibebani gaya lateral statis dilapiran lempung normally consolidated. Hasil profil bending momen tiang dipresentasikan pada makalah ini dengan cukup rinci. Rumus empiris untuk grup tiang disajikan dalam makalah ini.

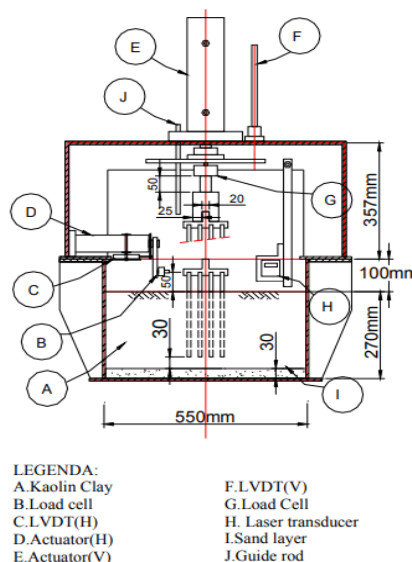
Penelitian dilakukan dengan menggunakan alat centrifuge mempunyai keuntungan lebih besar dibandingkan dengan menggunakan alat uji konvensional. Alat centrifuge dapat menghasilkan karakteristik tanah yang sama dengan karakteristik tanah yang sebenarnya sehingga tegangan efektif yang terjadi pada model, sama tegangan efektif prototip yang sebenarnya.

Pada Penelitian ini, Pemodelan Tiang terhadap beban lateral dilakukan dengan software berbasis geoteknik dengan kepala tiang kotak dimensi 84x84 cm. Sedangkan untuk konfigurasi tiang kelompok yang digunakan adalah 1 tiang, 2 tiang, 4 tiang, 9 tiang dan 16 tiang.

Tujuan dari Penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya gaya lateral maksimum yang dapat diterima kelompok tiang pada kondisi elastic, mengetahui besarnya *displacement* yang terjadi pada kelompok tiang yang diberikan gaya lateral maksimum pada kondisi elastic, mengetahui hasil simulasi numerik jika dibandingkan dengan uji laboratorium, mengetahui perbedaan antara *normally consolidated clay* dan *over consolidated clay* terhadap daya dukung lateral tiang.

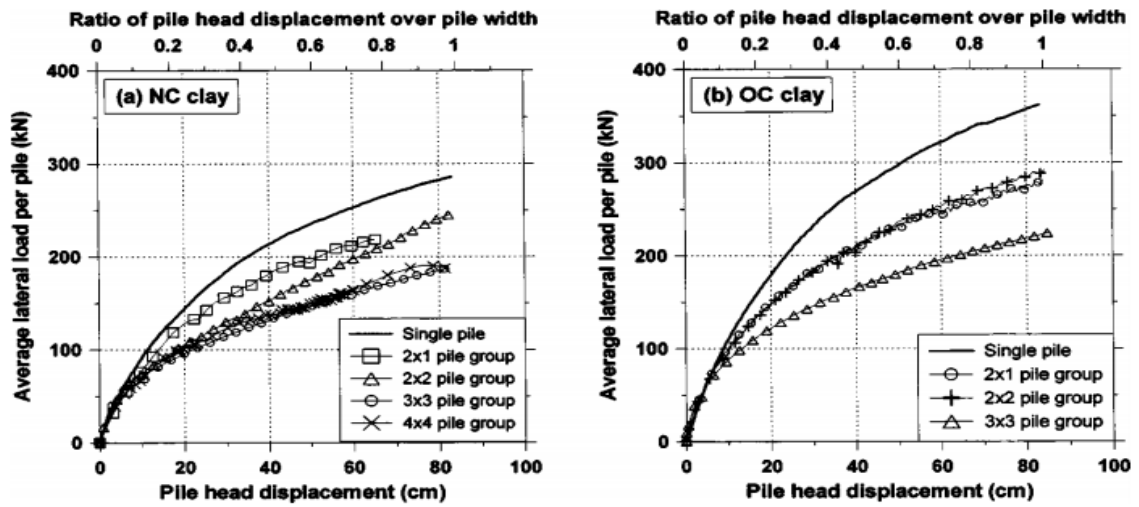
2. METODE PENELITIAN

Sebuah rangka yang terbuat dari besi dengan dua buah actuator diletakkan diatas kontainer yang kemudian diikat dengan mur-baut. Actuator vertikal berada dibagian tengah atas dari rangka besi dan actuator horisontal diletakkan dibagian kiri bawah dari rangka besi. Pada kontainer juga terdapat kamera yang dihubungkan melalui CCTV ke ruang kontrol untuk memonitor jalannya percobaan. Dua buah LVDT (*linier variable displacement transducer*) digunakan untuk mengukur pergerakan atau perpindahan actuator vertikal dan horisontal. Model tiang terbuat dari pipa aluminium berlubang dengan penampang bujur sangkar dengan ukuran sisi 9,53 mm dan tebal 1,59 mm. Pada jurnal "*Centrifuge Model Study of Laterally Loaded Pile Groups in Clay*" ini, panjang model tiang adalah 260 mm dan yang terbenam dalam tanah 210 mm. Panjang tiang prototip dengan tiang yang terbenam (*embedded*) adalah 14,7 m. Contoh model dapat dilihat pada Gambar 1.



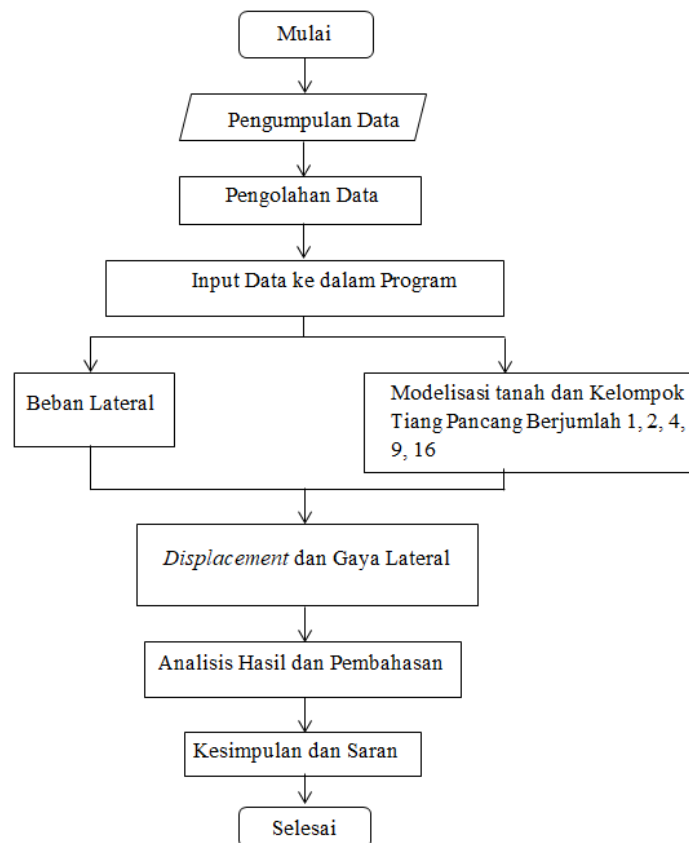
Gambar 1. Model *set-up*

Dari percobaan yang dilakukan pada jurnal "*Centrifuge Model Study of Laterally Loaded Pile Groups in Clay*" ini, didapatkan hasil *displacement* seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Hasil uji coba *displacement* jurnal “Centrifuge Model Study of Laterally Loaded Pile Groups in Clay”^x

Selanjutnya, yang dilakukan oleh penulis adalah melakukan uji coba sesuai spesifikasi yang ada pada jurnal “Centrifuge Model Study of Laterally Loaded Pile Groups in Clay” (Ilyas, 2004) diuji pada program berbasis geoteknik untuk melihat hasil yang didapat apakah menyerupai seperti pada jurnal. Alur atau tahapan dari penelitian ini tertera dalam bentuk diagram pada Gambar 3.



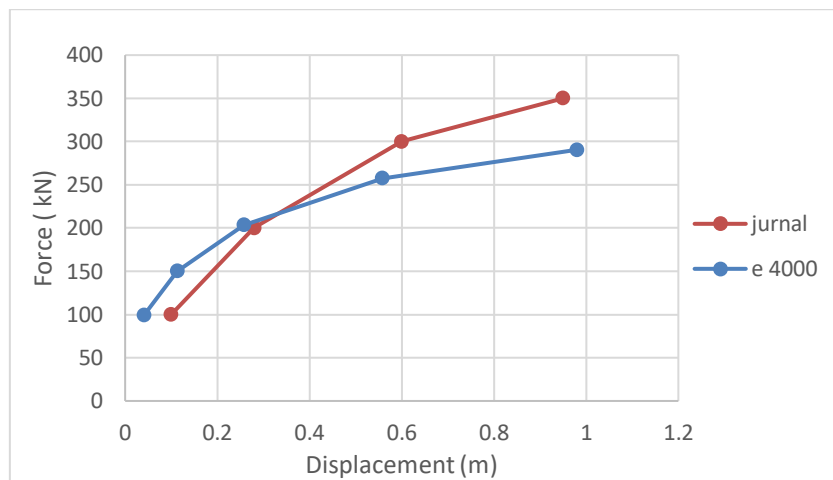
Gambar 3. Diagram alur penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

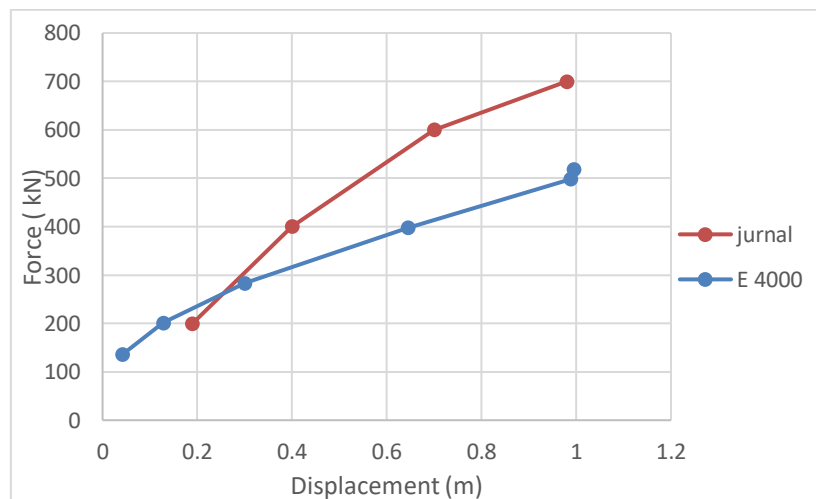
Hasil analisis tiang pancang tunggal dan tiang kelompok pada tanah *normally consolidated clay* dan *over consolidated clay*

Pada jurnal ini penulis menggunakan program berbasis geoteknik dengan menggunakan 2 jenis pemodelan tanah yaitu *Hardening Soil* dan *Mohr Coulomb*. Setelah dilakukan analisis, selanjutnya penulis melakukan *back analysis* dengan membandingkan hasil pada jurnal “*Centrifuge Model Study of Laterally Loaded Pile Groups in Clay*” dengan hasil pada program berbasis geoteknik yang diuji coba oleh penulis. Hasil yang didapat berupa kurva yang dibandingkan dengan kondisi tanah *normally consolidated clay* dan *over consolidated clay*. Dari analisis tersebut dapat kita bandingkan hasil *displacement* yang lebih baik pemodelan tanah antara *Hardening Soil* dan *Mohr Coulomb*.

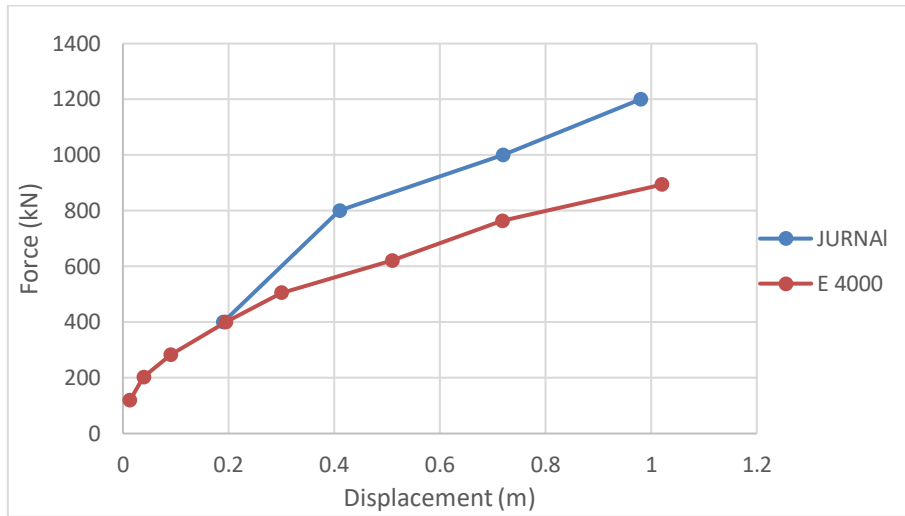
Catatan: Pemodelan tanah *hardening soil model* untuk tanah *normally consolidated* dapat dilihat pada gambar 4 s/d 8.



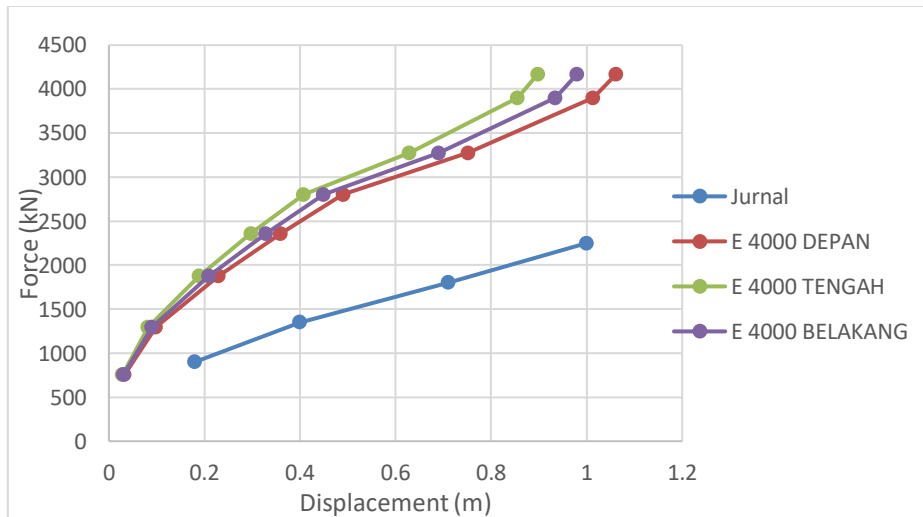
Gambar 4. *Back analysis pushover* 1 tiang dengan *hardening soil model* untuk tanah *normally consolidated* (E tiang = 4000 kN/m^2)



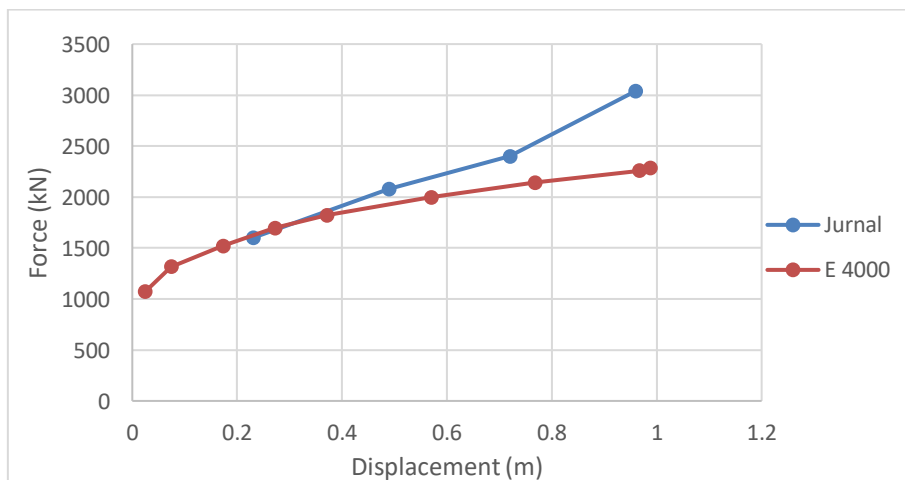
Gambar 5. *Back analysis pushover* 2 tiang dengan *hardening soil model* untuk tanah *normally consolidated* (E tiang = 4000 kN/m^2)



Gambar 6. Back analysis pushover 4 tiang dengan *hardening soil model* untuk tanah *normally consolidated* (E tiang = 4000 kN/m²)

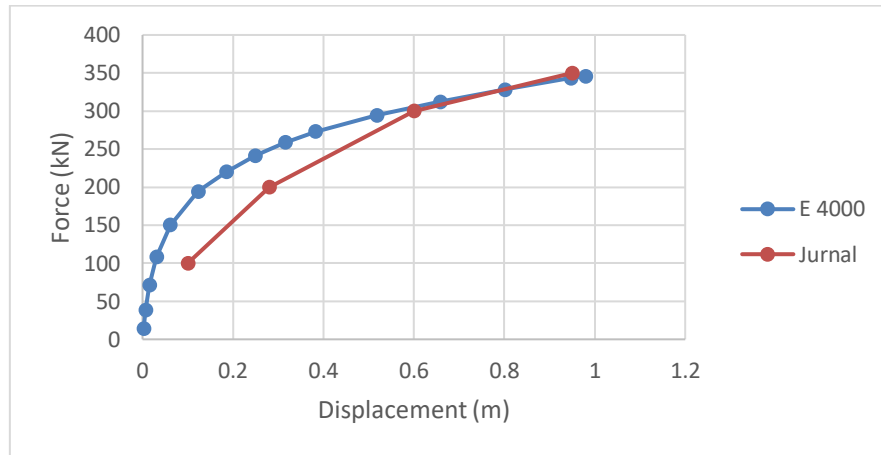


Gambar 7. Back analysis pushover 9 tiang dengan *hardening soil model* untuk tanah *normally consolidated* (E tiang = 4000 kN/m²)

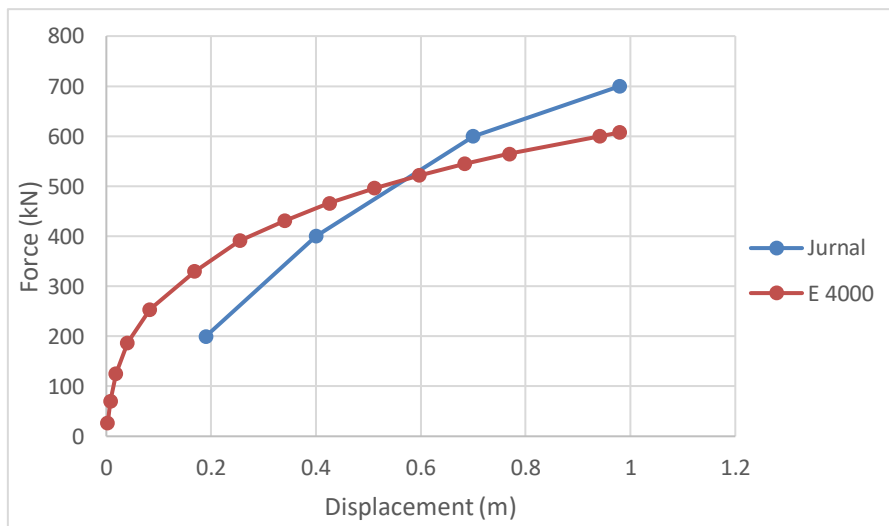


Gambar 8. Back analysis pushover 16 tiang dengan *hardening soil model* untuk tanah *normally consolidated* (E tiang = 4000 kN/m²)

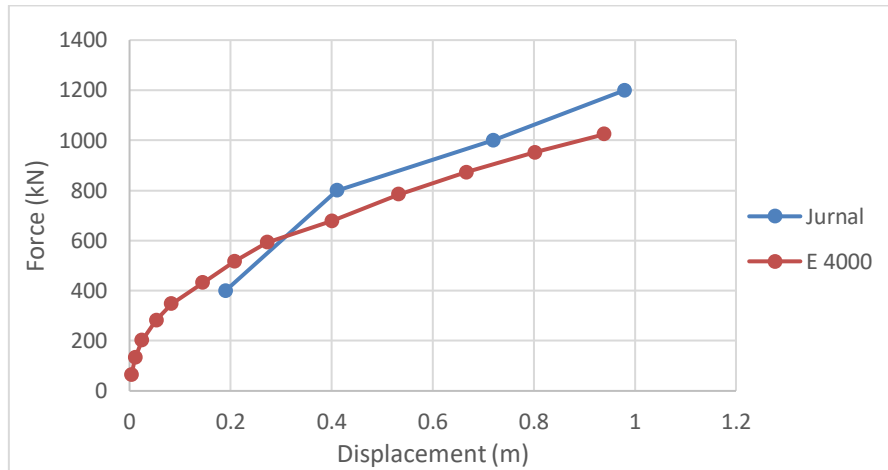
Catatan: Pemodelan tanah *hardening soil model* untuk tanah *overconsolidated* dapat dilihat pada gambar 9 s/d 13.



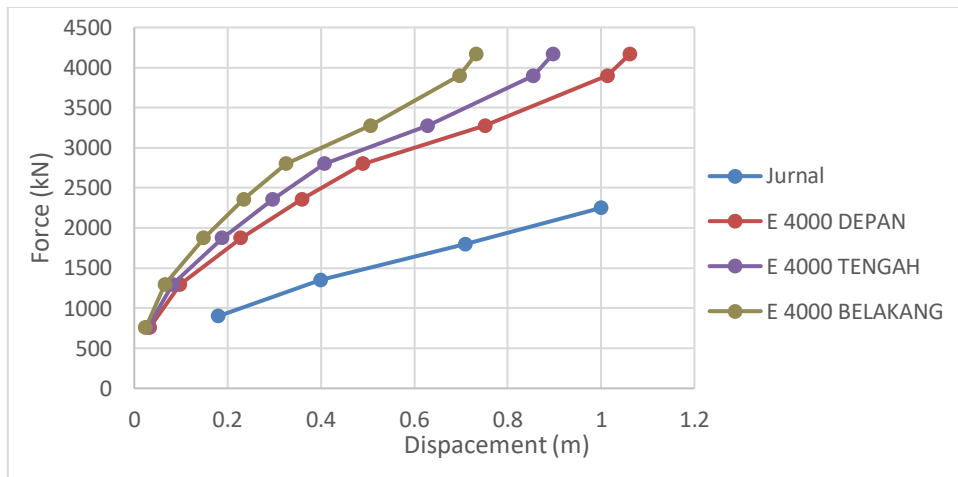
Gambar 9. *Back analysis pushover* 1 tiang dengan *hardening soil model* untuk tanah *overconsolidated* (E tiang = 4000 kN/m^2)



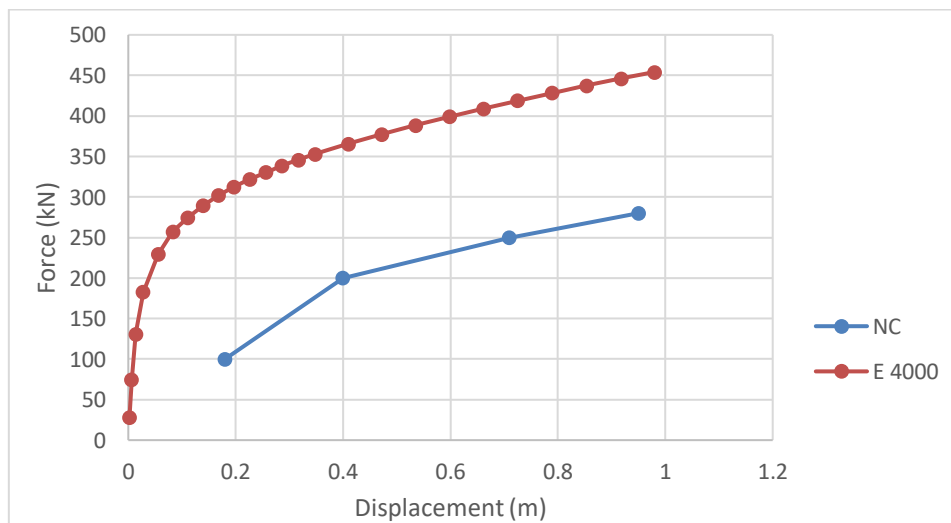
Gambar 10. *Back analysis pushover* 2 tiang dengan *hardening soil model* untuk tanah *overconsolidated* (E tiang = 4000 kN/m^2)



Gambar 11. Back analysis pushover 4 tiang dengan *hardening soil model* untuk tanah *overconsolidated* (E tiang = 4000 kN/m²)

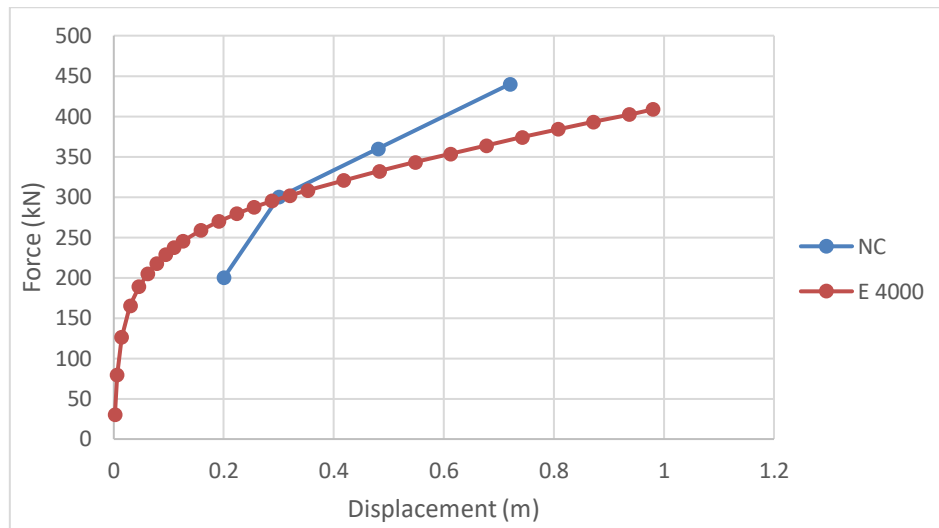


Gambar 12. Back analysis pushover 9 tiang dengan *hardening soil Model* untuk tanah *overconsolidated* (E tiang = 4000 kN/m²)

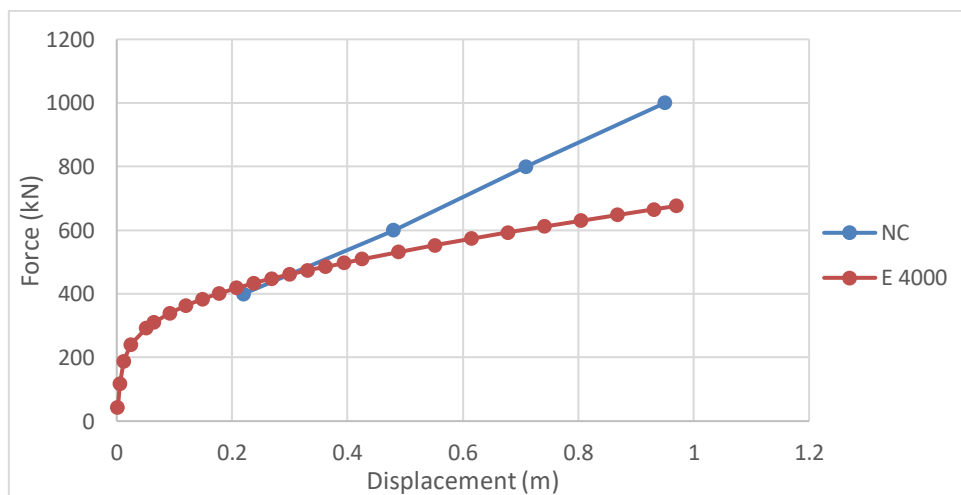


Gambar 13. Back analysis pushover 1 tiang dengan *mohr coulomb model* untuk tanah *normally consolidated* (E tiang = 4000 kN/m²)

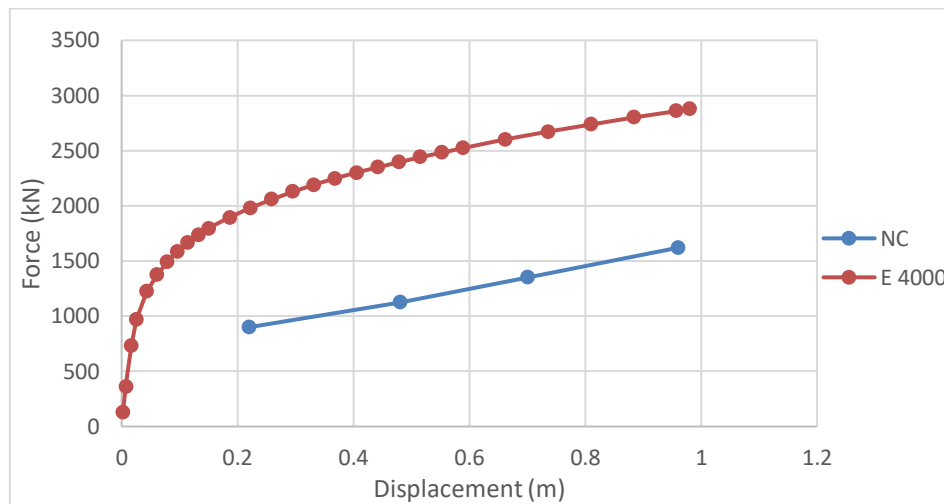
Catatan: Pemodelan tanah *mohr coulomb model* untuk tanah *normally consolidated* dapat dilihat pada gambar 14 s/d 17.



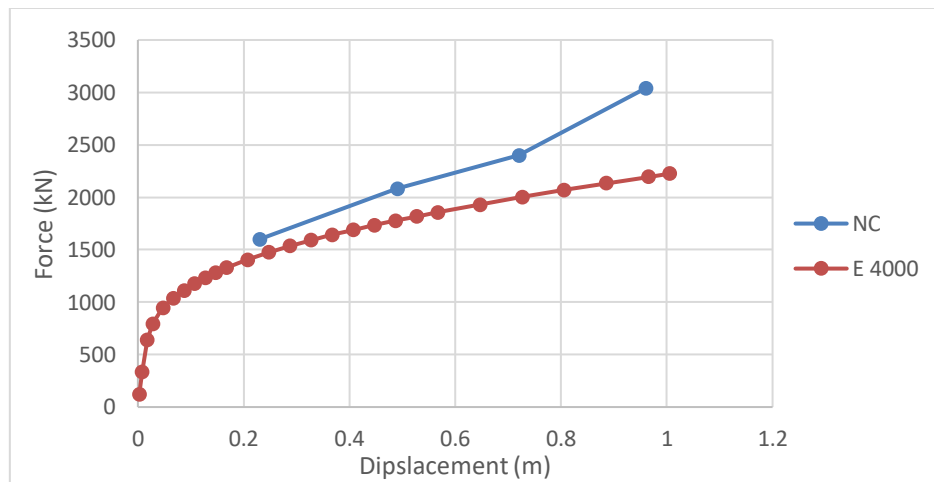
Gambar 14. *Back analysis pushover* 2 tiang dengan *mohr coulomb model* untuk tanah *normally consolidated* (E tiang = 4000 kN/m²)



Gambar 15. *Back analysis pushover* 4 tiang dengan *mohr coulomb model* untuk tanah *normally consolidated* (E tiang = 4000 kN/m²)

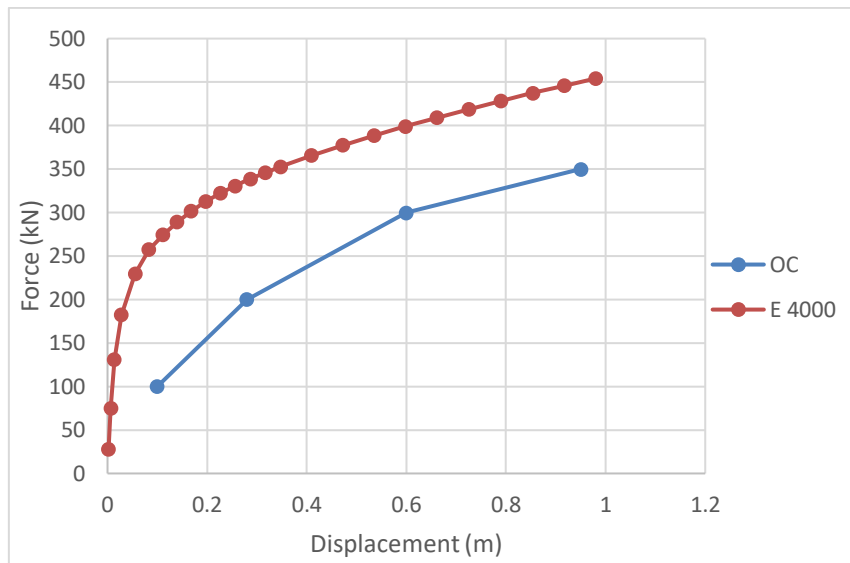


Gambar 16. Back analysis pushover 9 tiang dengan mohr coulomb model untuk tanah normally consolidated (E tiang = 4000 kN/m²)

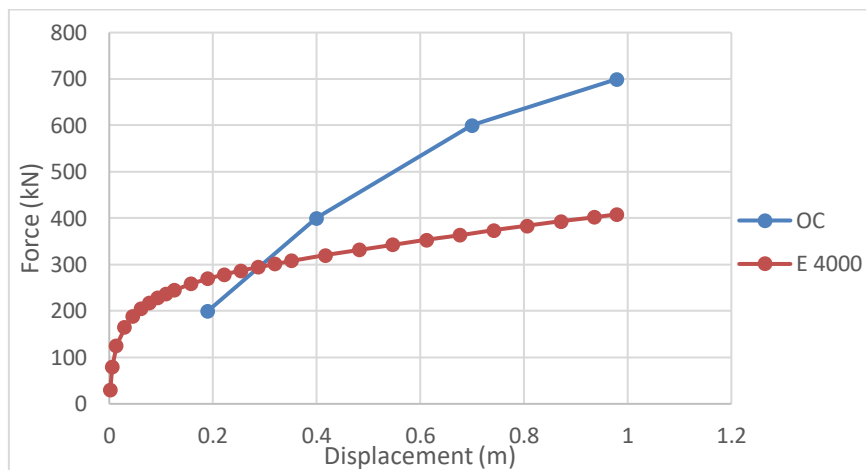


Gambar 17. Back analysis pushover 16 tiang dengan mohr coulomb model untuk tanah normally consolidated (E tiang = 4000 kN/m²)

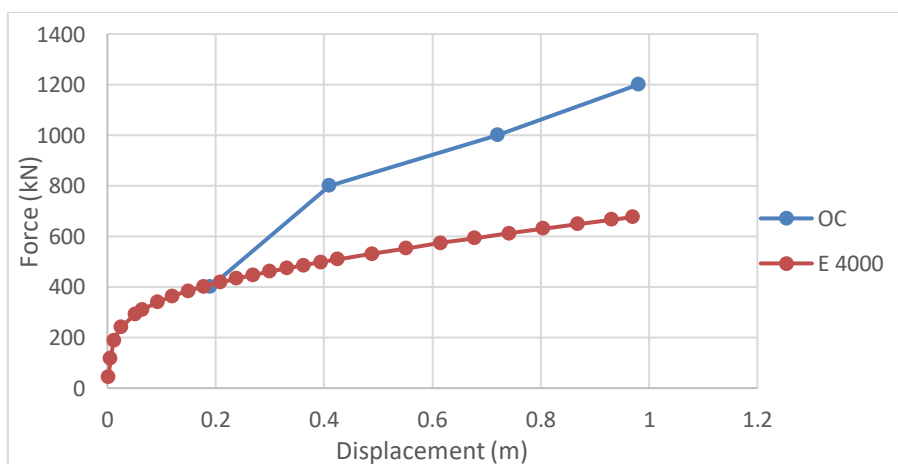
Catatan: Pemodelan tanah mohr coulomb model untuk tanah overconsolidated dapat dilihat pada gambar 18 s/d 21.



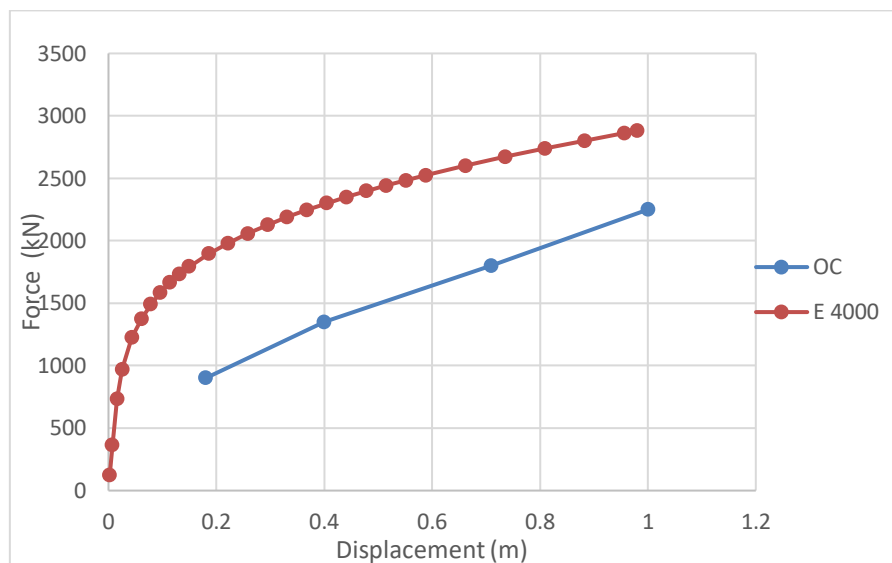
Gambar 18. Back analysis pushover 1 tiang dengan *mohr coulomb model* untuk tanah *overconsolidated* (E tiang = 4000 kN/m²)



Gambar 19. Back analysis pushover 2 tiang dengan *mohr coulomb model* untuk tanah *overconsolidated* (E tiang = 4000 kN/m²)



Gambar 20. Back analysis pushover 4 tiang dengan *mohr coulomb model* untuk tanah *overconsolidated* (E tiang = 4000 kN/m²)



Gambar 21. Back analysis pushover 9 tiang dengan mohr coulomb model untuk tanah overconsolidated (E tiang = 4000 kN/m²)

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan hasil analisis, semakin banyak jumlah tiang dalam suatu kelompok tiang maka semakin besar *displacement* yang dapat terjadi pada masing-masing tiang.
2. Berdasarkan hasil analisis, penulis memutuskan bahwa analisis pada tiang yang berada di tanah kondisi *Overconsolidated* lebih baik daripada tanah yang berada di kondisi *Normally Consolidated*. Karena pada tanah kondisi *Overconsolidated Clay*, berdasarkan hasil analisis, *displacement* yang terjadi lebih memiliki pola meningkat yang lebih teratur sesuai dengan jumlah tiang dan hasil nilai *displacement* yang lebih mendekati dan sesuai dengan nilai *displacement* pada jurnal “*Centrifuge Model Study of Laterally Loaded Pile Groups in Clay*”.
3. Berdasarkan hasil analisis, penulis memutuskan bahwa analisis menggunakan model *Hardening Soil* lebih baik dari pada model *Mohr Coulomb*. Karena memiliki nilai *displacement* yang lebih mendekati dan sesuai dengan nilai *displacement* pada jurnal “*Centrifuge Model Study of Laterally Loaded Pile Groups in Clay*”.

Saran

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, adapun saran untuk melengkapi studi ini adalah dapat dilakukan penelitian yang lebih lanjut dengan ukuran dan jarak tiang yang berbeda serta dengan *advanced model* yang lain seperti, *HS small model*, dan dapat juga dilakukan analisis dengan pola kegagalan tiang *leading* dan *trailing*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ilyas, T, et al. “Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering ASCE.” *Centrifuge Model Study of Laterally Loaded Pile Groups* (2004): 274-283.
- McVay, M., L. Zhang and T & Lai, P Molnit. “Journal of Geotechnical and Geoenvironment Engineering, ASCE.” *Centrifuge Testing of Large Laterally Loaded Pile Groups in Sands* (1998): 1019-1025.

