

Pemodelan Plaxis Dengan FEM Terhadap Perilaku Tahanan Vertikal Grup Pile 2x2 Pada Tanah Pasir Loose Dan Medium

Modeling Using Plaxis FEM On The Behavior Of Vertical Resistance 2x2 Pile Group On Loose Sand Soil And Medium Sand

Arief Alihudien¹ Aditya Surya Manggala²

^{1,2} Program Studi Teknik Sipil/ Fakultas Teknik-Universitas Muhammadiyah Jember
Email korespondensi: m4ngg4la@gmail.com

Abstract

In designing the foundation, it must meet the adequate standard of bearing capacity. To get a real capacity for the soil in the area, a test that is in accordance with the characteristics of the existing sand must be carried out. This research will examine the effect of the density of Loose Sands until medium sands of the Jember South Cross Road area on the vertical resistance of the piles. The methodology used is modeling using plaxis application with finite element method (FEM). Based on the results of test the sand soil in the Jember South Cross Road area has the potential for liquefaction seen from the soil criteria that as a whole meet the requirements for liquefaction. From the graph of the relationship between allowable stress and relative density, the effect on the vertical resistance of the group foundation, it is proven that the higher the relative density of the soil, the higher the allowable stress that occurs. It is necessary to strengthen the soil to avoid loss of strength and stiffness due to stress.

Keywords: *Loose Sand, Medium Sand, Vertial Resistane, JLS Jember*

Abstrak

Dalam merancang pondasi harus memenuhi standar daya dukungnya yang cukup. Untuk mendapatkan kapasitas yang nyata terhadap tanah yang ada di wilayah tersebut haruslah dilakukan test yang sesuai dengan karakteristik pasir yang ada. Dalam penelitian ini akan diteliti pengaruh kepadatan Tanah Pasir *Loose* sampai dengan medium wilayah Jalan lintas Selatan Jember terhadap tahanan vertikal tiang pancang. Adapun metodologi yang digunakan adalah pemodelan menggunakan aplikasi plaxis dengan *finite element method* (FEM). Berdasarkan hasil pengujian tanah pasir pada wilayah Kawasan Jalan Lintas Selatan Jember memiliki potensi likuifaksi dilihat dari kriteria tanah yang secara keseluruhan memenuhi syarat terjadinya likuifaksi. Dari grafik hubungan tegangan ijin dengan kepadatan relatif, perbengaruh terhadap tahanan vertikal pondasi grup, hal ini dibuktikan bahwa semakin tinggi kepadatan relative tanah maka semakin tinggi tegangan ijin yang terjadi. Perlu dilakukan perkuatan pada tanah untuk menghindari kehilangan kekuatan dan kakuakn akibat adanya tegangan.

Kata kunci: Pasir *Loose*, Pasir Medium, Tahanan Vertikal, JLS Jember

PENDAHULUAN

Transportasi mempunyai peran penting dalam peningkatan ekonomi suatu daerah. Dalam meningkatkan tarap perekonomian di pulau jawa pemmerintah dalam hal ini dinas PU Binamarga telah melanjutkan kembali pembangunan Jalan lintas selatan Pulau Jawa. Jembatan adalah salah satu komponen yang tentunya akan dibangun. Bagian komponen dalam Struktur Jembatan adalah Pondasi. Dalam perancangan struktur pondasi jembatan sering digunakan pondasi dalam berupa pondasi tiang pancang atau bore pile. Dalam merancang pondasi harus memenuhi

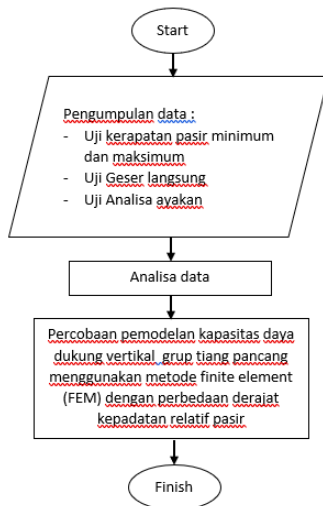
standar daya dukungnya yang cukup. Untuk mendapatkan kapasitas yang nyata terhadap tanah yang ada di wilayah tersebut haruslah dilakukan test yang sesuai dengan karakteristik pasir yang ada.

Dalam penelitian ini akan diteliti pengaruh kepadatan Tanah Pasir *Loose* sampai dengan medium wilayah Jalan lintas Selatan Jember terhadap tahanan vertikal tiang pancang. Adapun metodologi yang digunakan adalah Pemodelan menggunakan aplikasi plaxis dengan *finite element method* (FEM).

METODE PENELITIAN

Adapun metodologi penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen pada benda uji berupa grup tiang pancang pada tanah pasir *loose* dan medium jenuh. Metode ini dilakukan dengan dimulai dari pengambilan data dilapangan untuk mendapatkan informasi perubahan daya dukung lateral pengaruh likuifaksi.

Sampel data diambil dari lokasi penelitian yang selanjutnya dilakukan uji di laboratorium. Adapun uji yang dilakukan adalah tes kerapatan pasir untuk mendapatkan berat volume kering pasir minimum (γ_d min), berat volume kering maksimum (γ_d maks), uji geser langsung (*direct shear test*) untuk mendapatkan parameter kekuatan pasir (ϕ dan c) secara cepat, dan Analisa ayakan untuk mendapatkan pembagian butir sehingga diketahui potensi likuifaksi.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Kerapatan Pasir

Pada uji kerapatan pasir ini dilakukan menggunakan alat shaking table. Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan informasi berat volume kering pasir minimum (γ_d min) dan berat volume kering pasir maksimum (γ_d maks). Tes ini dilakukan sesuai dengan standar ASTM D 4253-83 83 untuk mendapatkan kerapatan relatif maksimum pasir, sedangkan untuk mendapatkan kerapatan relatif minimum pasir dilakukan

sesuai dengan standar ASTM D 4254-83 (Bowles,1986).

Percobaan dimulai dengan memasukkan benda uji pasir kedalam alat shaking table, kemudian alat digetarkan sesuai waktu dan ketentuan pengujian.

Seperti ditampilkan dalam tabel 1, pada kedua percobaan *shaking table* didapatkan berat volume kering pasir minimum rata – rata adalah 1,512 gr/cm³ dan berat volume kering pasir maksimum rata–rata adalah 1,74 gr/cm³.

Tabel 1. Hasil uji kerapatan pasir menggunakan shaking table

No. Sampel		1	2
Berat Mould Kosong (W_1)	gr	3734.00	3738.50
Berat Mould + Pasir (W_2)	gr	9032.50	9013.00
Tinggi Mould (h_1)	cm	19.80	19.80
Diameter mould (d)	cm	15.00	15.00
Tebal Plat (h_2)	cm	1.20	1.20
Dial (h_3)	cm	1.36	1.43
Tinggi Pemadatan ($h_2 - h_3$)	cm	2.56	2.63
Volume mould (V_1)	cm ³	3497.18	3497.18
Berat volume kering min (yd min) $\left(\frac{W_2 - W_1}{V_1}\right)$	g/cm ³	1.515	1.508
Berat volume kering min (yd min) rata - rata	g/cm ³	1.512	
Volume compact (V_2)	cm ³	3044.66	3033.36
Berat volume kering max (yd max) $\left(\frac{W_2 - W_1}{V_2}\right)$	g/cm ³	1.740	1.739
Berat volume kering max (yd max) rata - rata	g/cm ³	1.740	

Hasil Uji Geser Langsung

Uji geser langsung dilakukan sesuai dengan standar ASTM D3080 (Bowles, 1986). Uji ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan pasir melawan tegangan geser yang terjadi pada saat terbebani. Keruntuhan geser atau shear failure pasir terjadi bukan disebabkan karena hancurnya butir – butir pasir, namun adanya gerak relatif antara butir – butir pasir tersebut.

Pada uji geser langsung, sampel yang digunakan adalah pasir dengan kerapatan tinggi, sedang, dan lepas. Dapat dilihat pada tabel 2 kepadatan relative pada tanah granular.

Tabel 2. Kepadatan relative tanah granular

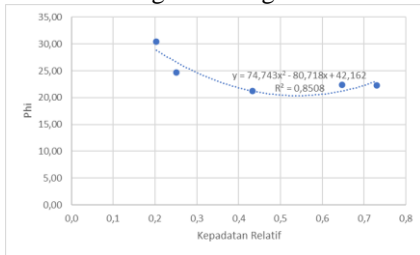
Relative density, D_r (%)	Description
0–20	Very loose
20–40	Loose
40–60	Medium
60–80	Dense
80–100	Very dense

(Sumber : Pengolahan Data, 2022)

Untuk pasir kerapatan tinggi menggunakan D_r 0.6, pasir kerapatan sedang menggunakan D_r 0.4, sedangkan pasir kerapatan lepas menggunakan D_r 0.2. Hasil

uji geser langsung dengan kepadatan relatif bisa dilihat pada grafik berikut.

Grafik 1. Hubungan kepadatan relative dengan sudut geser



(Sumber : Pengolahan Data, 2022)

Dari grafik tersebut, dapat dilihat bahwa kerapatan relative sangat mempengaruhi tegangan geser pada pasir, hal ini di dasarkan pada hasil analisa yang menunjukkan semakin tinggi nilai kepadatan relative maka semakin kecil tegangan geser yang terjadi pada pasir.

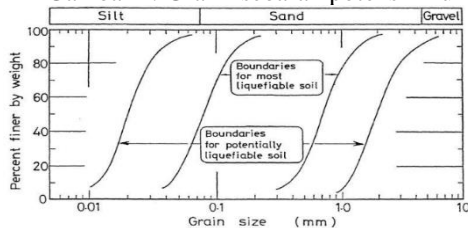
Hasil Uji Analisa Ayakan

Menurut Prawirodikomo (2012) likuifaksi akan mudah terjadi pada tanah pasir – lanau. Berdasarkan pendapat dan kriteria yang mengakibatkan suatu tanah berpotensi likuifaksi yaitu :

1. Diameter tengah D_{50} antara 0,02 – 1,0 mm
2. Kandungan *finer*, butir $D < 0,005$ mm tidak lebih dari 20%
3. Koefisien keseragaman $D_{60}/D_{10} < 10$
4. Kepadatan relative $D_r < 75\%$
5. Indeks Plastisitas (IP) $< 13\%$

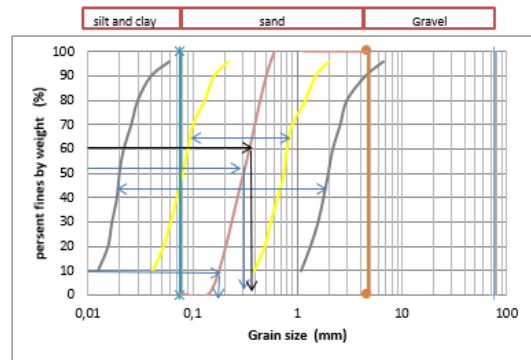
Dapat dilihat pada gambar berikut grafik gradasi tanah yang memiliki potensi likuifaksi.

Gambar 1. Grafik sebaran potensi likuifaksi



Hasil percobaan analisa ayakan dapat dilihat sebagai berikut :

Grafik 2. Hasil percobaan analisa ayakan



(Sumber : Pengolahan Data, 2022)

Tabel 3. Parameter hasil percobaan analisa ayakan

No	Parameter	Nilai	Satuan
1	Diameter efektif D_{10}	0,18	mm
2	Diameter rata rata D_{50}	0,3	mm
3	D_{30}	0,18	mm
4	D_{60}	0,35	mm
5	Koefisien Keseragaman C_u	1,94	
6	Koefisien Gradasi C_c	1,43	
7	finer Contend	0,12	%
8	PI	NP	
9	$\gamma_{d \text{ min}}$	1,512	gr/cm ³
10	$\gamma_{d \text{ mak}}$	1,74	gr/cm ³
11	e_{min}	0,594	
12	e_{maks}	0,834	

(Sumber : Pengolahan Data, 2022)

Berdasarkan hasil pengujian tersebut bisa dilihat bahwa tanah pasir pada wilayah Kawasan Jalan Lintas Selatan Jember memiliki potensi likuifaksi dilihat dari kriteria tanah yang secara keseluruhan memenuhi syarat terjadinya likuifaksi.

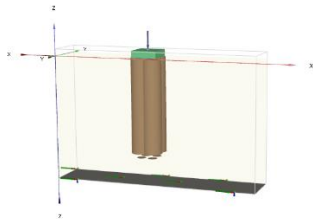
Pemodelan *Finite Elemen Method*

Dari data – data percobaan uji laboratorium kemudian digunakan sebagai parameter pengujian kapasitas daya dukung vertical. Dengan pemodelan pondasi tiang pancang menggunakan tipe pondasi grup, dalam satu pile cap terdapat 4 tiang pancang dengan tinggi 0,69 meter dan diameter 0,0336 m. Pemodelan menggunakan aplikasi plaxis dengan *finite element method (FEM)*.

Analisa dilakukan dengan variasi kepadatan relative, sehingga menghasilkan

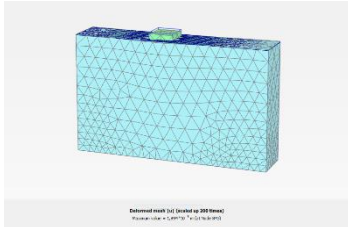
angka keamanan (*safety factor*) yang berbeda. Hasil analisa dapat dilihat pada gambar berikut :

Gambar 2. Pemodelan pondasi tiang pancang grup

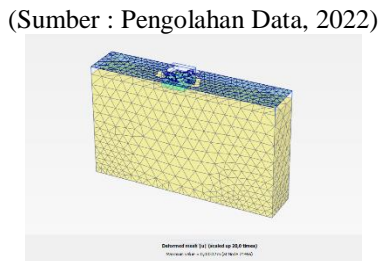


(Sumber : Pengolahan Data, 2022)

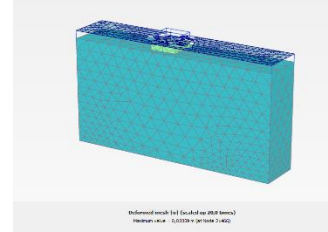
Gambar 3. Keruntuhan pada kepadatan relative 0.2. SF 1.154



Gambar 4. Keruntuhan pada kepadatan relative 0.4. SF 1.525



Gambar 5. Keruntuhan pada kepadatan relative 0.6. SF 1.532
(Sumber : Pengolahan Data, 2022)



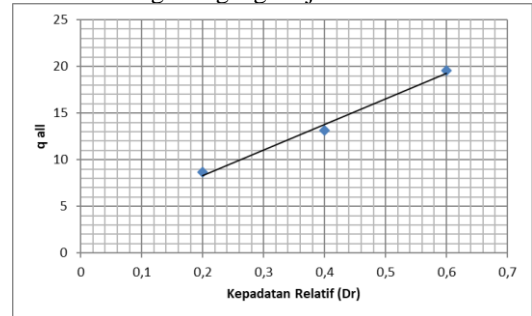
Dari analisa pemodelan di dapatkan hubungan antara kepadatan relative dan tegangan ijin pada pondasi tiang pancang, seperti pada table dibawah ini.

Tabel 4. Hasil analisa pemodelan pondasi tiang pancang

Pile	Dr	SF	q ult	q all
0,69	0,2	1,154	10	8,6655113
0,69	0,4	1,525	20	13,114754
0,69	0,6	1,532	30	19,582245

(Sumber : Pengolahan Data, 2022)

Grafik 3. Hubungan kepadatan relative dengan tegangan ijin



(Sumber : Pengolahan Data, 2022)

Berdasarkan grafik tersebut, kepadatan relative berpengaruh terhadap tahanan vertical pondasi grup, hal ini dibuktikan bahwa semakin tinggi kepadatan relative tanah maka semakin tinggi tegangan ijin yang terjadi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari analisa diatas dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Tanah pada lokasi wilayah jalan lintas selatan jember secara keseluruhan memenuhi kriteria berpotensi likuifaksi,
2. Pada analisa pemodelan *finite element method* menghasilkan semakin tinggi kepadatan relative yang terjadi pada tanah, semakin tinggi tahanan vertical pondasi tiang.

Saran

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat diusulkan beberapa saran terhadap pembangunan infrastruktur pada tanah pasir *loose* dan medium wilayah jalan lintas selatan jember. Karena tanah berpotensi likuifaksi, maka perlu dilakukan perkuatan pada tanah untuk menghindari kehilangan kekuatan dan kaku akibat adanya tegangan.

DAFTAR PUSTAKA

Chang, N. Y., 1990. Influence of Fines Content and Plasticity on Earthquake-Induced Soil Liquefaction. Contract Report to US Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS, Contract No. DACW3988-C-0078

Cullough, N. J., Hoffman, B., Takasumi, D., Anderson, D., and Dickenson, S., 2009. Seismic Site Response for an LNG Facility – Analysis and Lessons Learned. Proc. of ASCE TLEE 2009 Conference, Oakland, CA.

Das, B. M., 1983. Fundamental of Soil Dynamics. Elsevier, New York.

Das, B. M., 1995. Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis). Erlangga, Jakarta.

Georing, 2011. Geomechanical report on the location for construction “Warehouse for storage cables for cars”.

Gibbs, H. J. and Holtz, W. G., 1957. Research on Determining the Density of Sands by Spoon Penetration Testing. Proceedings, 4th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Vol. 1. London, England, pp. 35-39.

Hakam, A. and Suhelmidawati, E., 2013. Liquefaction Due to September 30th 2009 Earthquake in Padang. Procedia Engineering 54 (2013) 140-146.

Ishihara, K., 1996. Soil Behaviour in Earthquake Geotechnics, Oxford University Press, New York.

Numata, A. and Mori, S., 2004. Limits In The Gradation Curves Of Liquefiable Soils. 13th World Conference on Earthquake Engineering Vancouver, B.C., Canada August 1 - 6, 2004 No.1190

Perlea, V. G., Koester, J. P., and Prakash, S., 1999. How Liquefiable are Cohesive Soils?. Proc. Second Int Conf on Earthquake Geotechnical Engg., Lisbon, Portugal, Vol. 2, 611- 618.

Prakash, S. and Sandoval, J. A., 1992. Liquefaction of low plasticity silts. Journal of Soil Dynamics and Earthquake Engineering, Vol. 11 No. 7 pp. 373-397.

Soehaimi, A., 2008. Seismotektonik dan Potensi Kegempaan Wilayah Jawa. Jurnal Geologi Indonesia, Vol. 3, No.4, pp. 227-240.

Tsuchida, H., 1970. Evaluation of Liquefaction Potential of Sandy Deposits and Measures against Liquefaction Induced Damage. Proceedings of the annual seminar of the Port and Harbour Research Institute, 1970, (3-1)-(3-33)(in Japanese).

Ueng, T. S., Sun, C. W., Chen, C. W. 2004. Definition of fines and liquefaction resistance of Maoluo River soil. Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 24: 745-750.

Youd, T. L. and Idriss, I. M., 2001. Liquefaction resistance of soils: Summary report from the 1996 NCEER and 1998 NCEER/NSF workshops on evaluation of liquefaction resistance of soils. Geotechnical Earthquake Engineering. Prentice Hall.

A.S. Kiran, G. Ramasamy, and B.K. Maheshwari, 2009, Lateral Capacity Of Piles In Liquefiable Soils, IGC 2009, Guntur, INDIA

Varun Maru, Prof. M. G. Vanza, 2017, Lateral Behaviour Of Pile Under The Effect Of Vertical Load, Journal Of Information, Knowledge And Research In Civil Engineering, ISSN: 0975 – 6744| NOV 16 TO OCT 17 | Volume 4, Issue 2 pp 482- 485

K.V.S.B. Raju, Vijay.P , Chandrashekhara A S, 2017, Lateral Load Carrying Capacity of Pile Groups in Sand, International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering (ijasre), Vol 3. Reva University, Bangalore, India, pp.270-278.

Shailesh R Ghandhi and S Selvan, 1997, Grups Effect of driven piles Under lateral load, Journal of Geotechnical Geoenvironmental Engineering, Vol 123 No 8, ASCE, pp 701-709

American Society for Testing and Materials (ASTM). Piles Under Static Lateral Compressive Load. (Standard Method of Testing) D 3966 – 90.

Broms, B.B,(1964a), Lateral Resistane of Pile in Cohesive soils, jounal of SMFED, Proc, ASCE, No.SM2, pp 27-63

Broms, B.B,(1964b), Lateral Resistane of Pile in Cohesiveless soils, jounal of SMFED, Proc, ASCE, No.SM3, pp 123-156

Broms, B.B,(1965), LDesign of Laterally loaded Piles, jounal of SMFED, Proc, ASCE, No.SM3, pp 79-99

C. H. Chen, C. H. Chen, T. S. Ueng and Y. Y. Ko (2015), Changes of Pile Behavior in Liquefiable Soil during Liquefaction Process under 1G Shaking Table Test. 6th International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering 1-4 November 2015 Christchurch, New Zealand

