

SIMULASI PERILAKU PENURUNAN TERHADAP BEBAN PADA PONDASI GABUNGAN TELAPAK DAN SUMURAN PADA TANAH PASIR DENGAN VARIASI KEDALAMAN TELAPAK DAN PANJANG SUMURAN

Heri Afandi¹⁾, Niken Silmi Surjandari²⁾, Raden Harya Dananjaya³⁾

¹⁾ Mahasiswa Fakultas Teknik, Prodi teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

^{2),3)} Pengajar Fakultas Teknik, Prodi teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126; Telp. 0271-634524. Email: heriafandi77@gmail.com

Abstract

The using of combined foundation modification in civil construction project has been used widely. One of them is combined of footplate and caisson foundation. The using of this foundation combined need to be tested in advance. The previous research by Rensia in 2014 showed a good result of the settlements' value. The tested sandy soil in this research was obtained from Soil Mechanics Laboratory UNS. The settlements' value was obtained by the help of Plaxis 3D Foundation. The research result shows the behavior of settlement to the load graphics for footplate, caisson, and combined of footplate and caisson foundation have same behavior with the graphics of sandy soil settlement characteristics. Combination of footplate and caisson foundation causing the settlements' value is smaller than footplate or caisson foundation only. The increasing footplates depth and caissons' length causing the decreasing of settlements' value. The average settlements' value for every 0,1 m of footplates depth and caissons' length are 0,0246 inch and 0,0237 inch.

Keywords: Settlement, sandy soil, Plaxis 3D Foundation

Abstrak

Penggunaan modifikasi pondasi gabungan pada proyek bangunan sipil telah banyak digunakan. Salah satunya adalah pondasi gabungan telapak dan sumuran. Penggunaan pondasi gabungan ini perlu dilakukan pengujian terlebih dahulu. Penelitian sebelumnya yang dilakukan Rensia pada 2014 menunjukkan hasil yang baik dari penurunan terhadap beban. Dalam penelitian ini pengujian dilakukan pada tanah pasir yang didapat dari data Laboratorium Mekanika Tanah UNS. Penurunan didapat dengan bantuan Plaxis 3D Foundation. Hasil penelitian menunjukkan perilaku grafik penurunan terhadap beban untuk pondasi telapak, pondasi sumuran, dan pondasi gabungan telapak dan sumuran mempunyai perilaku yang sama dengan grafik karakteristik penurunan pada tanah pasir. Adanya gabungan dua pondasi antara pondasi telapak dan sumuran menyebabkan nilai penurunan terhadap beban menjadi semakin kecil dibandingkan pondasi telapak saja atau sumuran saja. Semakin besar kedalaman telapak dan panjang sumuran, memberikan nilai penurunan yang semakin kecil. Penurunan rata-rata yang dihasilkan setiap 0,1 m kedalaman telapak dan panjang sumuran adalah sebesar 0,0246 inci dan 0,0237 inci.

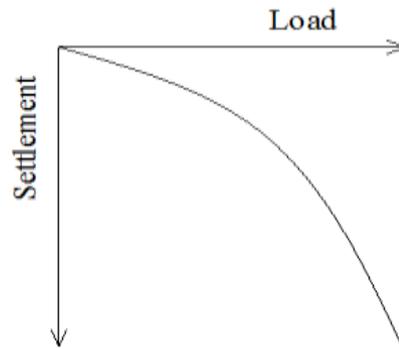
Kata kunci: Penurunan, tanah pasir, dan Plaxis 3D Foundation

PENDAHULUAN

Penelitian ini menganalisis pondasi gabungan telapak dan sumuran dengan konfigurasi tertentu yang disebut dengan nama pondasi telasur. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui penurunan akibat beban dari model pondasi serta pengaruh kedalaman telapak dan panjang sumurannya.

Pondasi merupakan bagian dari suatu sistem rekayasa yang meneruskan beban yang ditopang serta beratnya sendiri ke dalam tanah dan batuan yang terletak di bawahnya (Bowles, 1988). Sedangkan menurut Terzaghi dan Peck (1967), pondasi adalah bagian dari struktur yang berfungsi untuk menyalurkan beban struktur ke tanah di bawahnya. Sehingga pada dasarnya semua struktur dengan berbagai karakteristiknya selalu didukung oleh pondasi. Terdapat 2 klasifikasi pondasi yaitu pondasi dalam dan pondasi dangkal. Pondasi dangkal didefinisikan sebagai pondasi yang mendukung bebannya secara langsung, seperti: pondasi telapak, pondasi memanjang, dan pondasi rakit, panjangnya berkisar 1 m – 2 m atau $D_f/B \leq 1$. Pondasi dalam didefinisikan sebagai pondasi yang meneruskan beban bangunan ke tanah keras atau batuan yang terletak relatif jauh dari permukaan, contohnya pondasi sumuran dan pondasi tiang, panjangnya berkisar 6 m – 10 m atau $D_f/B \geq 4$. (Hardyatmo, 2006).

Jika tanah dibebani maka akan terjadi penurunan (*settlement*), penurunan akibat beban ini terdiri dari penurunan segera dan penurunan konsolidasi. Penurunan segera terjadi pada tanah berbutir kasar dan tanah berbutir halus kering (tidak jenuh) terjadi segera setelah beban bekerja. Penurunan ini bersifat elastis, dalam praktek sangat sulit diperkirakan besarnya penurunan ini. Penurunan segera ini banyak diperhatikan pada fondasi bangunan yang terletak pada tanah granuler atau tanah berbutir kasar. Dalam penelitian ini data yang digunakan adalah tanah pasir homogen, sehingga grafik penurunan terhadap beban diharapkan memiliki karakteristik yang sama terhadap grafik karakteristik penurunan pada tanah pasir, dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Karakteristik Penurunan pada Tanah Pasir

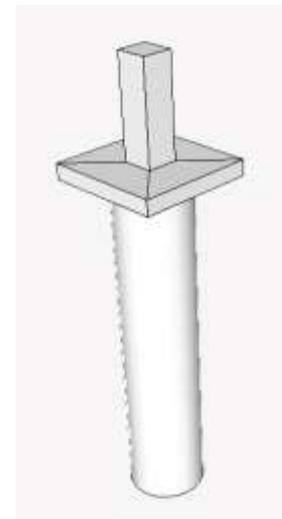
METODE

Data yang digunakan adalah data sekunder yang berupa data hasil penelitian terdahulu, yaitu dari Laboratorium Mekanika Tanah FT UNS. Data ini digunakan sebagai data yang akan diinput ke dalam program Plaxis 3D Foundation. Beberapa parameter tanah yang tidak diketahui diestimasi berdasarkan teori yang sudah ada, disajikan pada tabel 2. Skema pembebanan yang dilakukan sesuai dengan uji pembebanan statik (*static loading test*). Beban rencana sebesar 1000 kN dan beban maksimum sebesar 2000 kN ($200\% \times$ beban rencana). Pembebanan awal yang diberikan sebesar 0 kN hingga mencapai 2000 kN dengan kenaikan pembebanan sebesar 25%.

Pondasi telasur selanjutnya dimodelkan dengan Plaxis 3D, pondasi telapak dimodelkan dengan *floor* sedangkan pondasi sumuran dimodelkan dengan *pile*. Model pondasi tersebut dapat dilihat pada tabel 1 sedangkan untuk parameter beton disajikan pada tabel 3. Tahapan yang dilakukan dengan Plaxis 3D dimulai dengan perencanaan geometri berupa pengaturan umum dan *input* parameter tanah serta parameter beton. Selanjutnya penyusunan fase dan kalkulasi sehingga memperoleh hasil *output* dari Plaxis 3D berupa penurunan terhadap beban.

Tabel 1. Model Pondasi Telasur untuk Penelitian

Tipe Pondasi	Telapak		Sumuran	
	Dimensi	Kedalaman	Diameter	Panjang
Telapak	1,5 m x 1,5 m	1,50 m	-	-
Sumuran	-	-	1 m	4,50 m
Telasur 1	1,5 m x 1,5 m	1,50 m	1 m	4,50 m
Telasur 2	1,5 m x 1,5 m	1,40 m	1 m	4,50 m
Telasur 3	1,5 m x 1,5 m	1,30 m	1 m	4,50 m
Telasur 4	1,5 m x 1,5 m	1,25 m	1 m	4,50 m
Telasur 5	1,5 m x 1,5 m	1,2 m	1 m	4,50 m
Telasur 6	1,5 m x 1,5 m	1,10 m	1 m	4,50 m
Telasur 7	1,5 m x 1,5 m	1,00 m	1 m	4,50 m
Telasur 8	1,5 m x 1,5 m	1,50 m	1 m	4,40 m
Telasur 9	1,5 m x 1,5 m	1,50 m	1 m	4,30 m
Telasur 10	1,5 m x 1,5 m	1,50 m	1 m	4,25 m
Telasur 11	1,5 m x 1,5 m	1,50 m	1 m	4,20 m
Telasur 12	1,5 m x 1,5 m	1,50 m	1 m	4,10 m
Telasur 13	1,5 m x 1,5 m	1,50 m	1 m	4,00 m



Gambar 2. Ilustrasi Pondasi Telasur

Tabel 2. Parameter Tanah untuk *Input* ke Plaxis

Parameter	Notasi	Input Tanah Pasir	Satuan
Model Material	Model	Mohr-Coulomb	-
Perilaku Material	Tipe	Drained	-

Berat Volume Tanah Kering	γ_{unsat}	16,17	kN/m ³
Berat Volume Tanah Jenuh	γ_{sat}	19,91	kN/m ³
Modulus Young	E	19000	kN/m ²
Angka Poisson	ν	0,3	-
Kohesi	c	5,3	kN/m ²
Sudut Gesek Dalam	φ	36,06	— °
Sudut Dilatasi	ψ	0°	— °
Faktor Reduksi Interface	R_{inter}	1	-

Tabel 3. Parameter Beton untuk *Input* ke Plaxis

Parameter	Notasi	Telapak	Sumuran	Satuan
Perilaku material	-	<i>Linier</i>	<i>Linier</i>	-
Tebal	d	0,2	0,1	m
Berat isi	γ	24	24	kN/m ³
Modulus Young	E	2,35 x 10 ⁷	2,35 x 10 ⁷	kN/m ²
Angka Poisson	ν	0,3	0,3	-

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil *output* dari Plaxis 3D masih berupa tabel penurunan, selanjutnya dianalisis menggunakan program autocad dengan menggunakan persentase beban yang diberikan sehingga diperoleh grafik penurunan terhadap beban yang sesuai dengan uji pembebanan statik. Rekapitulasi hasil penurunan ddisajikan dalam tabel 4.

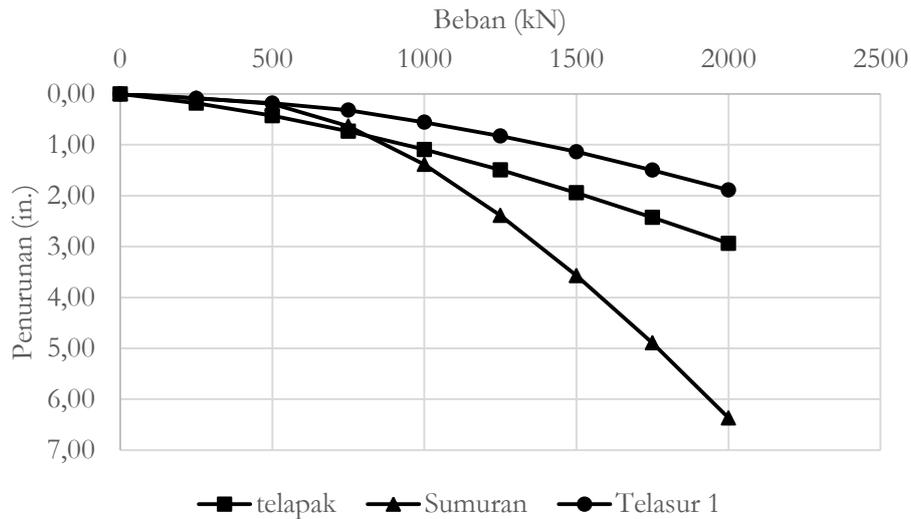
Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Penurunan Terhadap Beban

Beban (kN)	Penurunan (in.)								
	Telapak	Sumuran	Telasur 1	Telasur 2	Telasur 3	Telasur 4	Telasur 5	Telasur 6	Telasur 7
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
250	0,1809	0,0821	0,0869	0,0916	0,0930	0,0944	0,0948	0,0966	0,0986
500	0,4286	0,1963	0,1803	0,1910	0,1947	0,1959	0,1992	0,2031	0,2083
750	0,7331	0,6314	0,3176	0,3405	0,3508	0,3564	0,3619	0,3723	0,3817
1000	1,0932	1,3854	0,5550	0,5866	0,6021	0,6094	0,6174	0,6300	0,6414
1250	1,4936	2,3882	0,8263	0,8577	0,8762	0,8859	0,8944	0,9136	0,9287
1500	1,9428	3,5727	1,1373	1,1694	1,1912	1,2043	1,2151	1,2357	1,2561
1750	2,4265	4,8919	1,4964	1,5186	1,5476	1,5624	1,5767	1,6030	1,6287
2000	2,9377	6,3705	1,8879	1,9062	1,9402	1,9568	1,9740	2,0054	2,0354

Lanjutan Tabel 4.

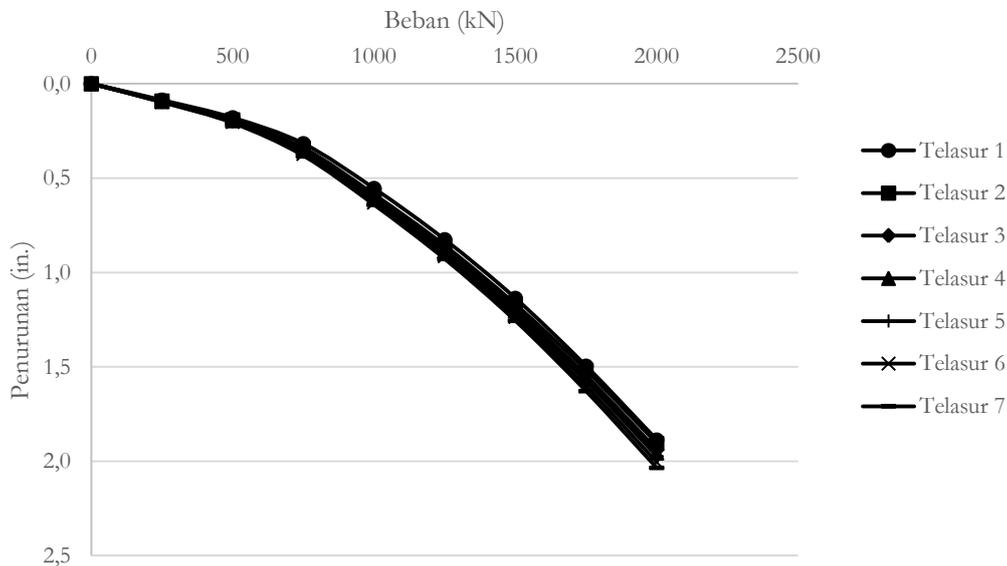
Beban (kN)	Penurunan (in.)					
	Telasur 8	Telasur 9	Telasur 10	Telasur 11	Telasur 12	Telasur 13
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
250	0,0913	0,0922	0,0928	0,0934	0,0947	0,0959
500	0,1903	0,1933	0,1950	0,1966	0,2001	0,2035
750	0,3384	0,3473	0,3520	0,3569	0,3674	0,3785
1000	0,5829	0,5958	0,6025	0,6085	0,6211	0,6339
1250	0,8543	0,8699	0,8784	0,8853	0,9022	0,9195
1500	1,1648	1,1850	1,1947	1,2054	1,2261	1,2478

1750	1,5138	1,5400	1,5535	1,5672	1,5939	1,6216
2000	1,9013	1,9319	1,9473	1,9636	1,9955	2,0298

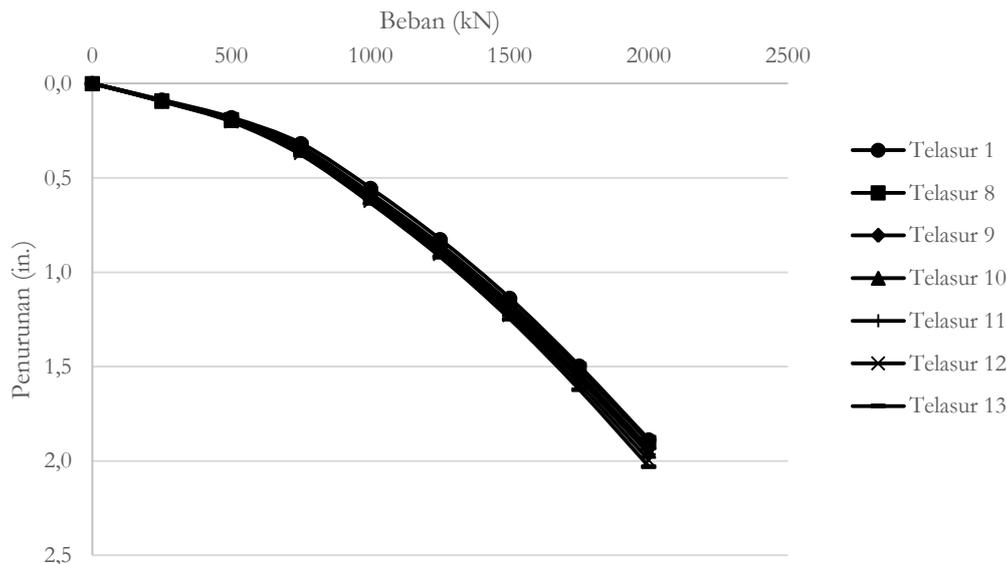


Gambar 3. Grafik Penurunan Pondasi Telapak, Sumuran, dan Telasur 1

Gambar 3 menunjukkan bahwa grafik yang dihasilkan dalam analisis ini serupa dengan grafik karakteristik penurunan terhadap beban pada tanah pasir pada gambar 1. Sedangkan perilaku penurunan dari pondasi telasur dapat dikatakan relevan karena sama dengan perilaku penurunan pondasi telapak dan pondasi sumuran. Gambar 3. menunjukkan penurunan pondasi telasur lebih kecil dibandingkan pondasi telapak dan sumuran. Perubahan penurunan yang dihasilkan pada pondasi telasur terhadap pondasi telapak dan pondasi sumuran adalah sebesar 1,0498 inchi dan 4,4826 inchi dengan beban 2000 kN. Hasil ini menandakan bahwa pondasi telasur dapat mengurangi penurunan yang terjadi dengan beban yang diberikan sama besar.



Gambar 4. Grafik Hasil Penurunan Pondasi Telasur pada Variasi Kedalaman Telapak dengan Panjang Sumuran Tetap 4,5 m



Gambar 5. Grafik Hasil Penurunan Pondasi Telasur pada Variasi Panjang Sumuran dengan Kedalaman Telapak Tetap 1,5 m

Pada setiap variasi pondasi telasur dihasilkan penurunan yang berbeda, ini menunjukkan kedalaman telapak dan panjang pondasi mempengaruhi nilai penurunan. Gambar 4 dan gambar 5 menunjukkan bahwa semakin dalam telapak dan semakin panjang sumuran maka penurunannya akan semakin kecil. Namun, perlu diamati dari grafik tersebut perubahan penurunan yang terjadi pada variasi kedalaman telapak dan panjang sumuran kurang signifikan. Hal ini dikarenakan variasi dari masing-masing pondasi telasur yang rapat dengan besaran perubahan variasi ialah 0,1 m untuk kedalaman telapak dan panjang sumurannya.

Penurunan rata-rata yang dihasilkan pada variasi kedalaman telapak adalah sebesar 0,0246 inchi per 0,1 m perubahan kedalamannya. Sedangkan pada variasi panjang sumuran penurunan rata-rata yang dihasilkan adalah sebesar 0,0237 inchi per 0,1 m perubahan panjangnya. Nilai penurunan rata-rata ini menunjukkan bahwa variasi kedalaman telapak mempunyai pengaruh yang lebih besar terhadap penurunan daripada variasi panjang sumuran walaupun besaran keduanya berbeda tipis.

SIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan dapat ditarik simpulan, sebagai berikut:

1. Perilaku grafik penurunan terhadap beban dari model pondasi telasur sama dengan karakteristik grafik penurunan terhadap beban pada tanah pasir. Model pondasi telasur dapat mengurangi nilai penurunan yang cukup signifikan dibandingkan pondasi telapak dan pondasi sumuran dengan beban yang diberikan sama besar.
2. Semakin besar kedalaman telapak dan panjang sumuran, maka nilai penurunan semakin kecil. Variasi kedalaman telapak mempunyai pengaruh yang lebih besar terhadap penurunan daripada variasi panjang sumuran.

REKOMENDASI

Beberapa rekomendasi yang dapat diberikan untuk mengembangkan penelitian sejenis adalah sebagai berikut:

1. Melakukan penelitian dengan menggunakan data tanah pasir berlapis.
2. Melakukan penelitian dengan mempertimbangkan beban lateral.
3. Melakukan penelitian hingga mendapatkan kedalaman telapak dan panjang sumuran serta dimensi yang optimum terhadap nilai penurunan
4. Melakukan penelitian dengan model *prototype* di lapangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Dr. Niken Silmi Surjandari, S.T., M.T., dan R. Harya Dananjaya H.I., S.T., M.Eng. yang telah membimbing, memberi arahan dan masukan dalam penelitian ini.

REFERENSI

- Bowles, Joseph E., 1968. *Foundation Analysis and Design*. Indianapolis: McGraw-Hill Book Company.
- Hardyatmo, Hary Christady, 2006. *Teknik Pondasi 1*. Yogyakarta : Beta Offset.
- Hardyatmo, Hary Christady, 2008. *Teknik Pondasi 2*. Yogyakarta : Beta Offset.
- Majid, Rensia Erlyana, 2014. *Simulasi Perilaku Pondasi Gabungan Foot Plat dan Sumuran Dengan Variasi Kedalaman Foot Plat dan Panjang Sumuran*. Surakarta : Universitas Sebelas Maret.
- Prakash, Shamsheer, Hari D. Sharma, 1990. *Pile Foundation in Engineering Practice*. New York : Wiley-Interscience Publication.
- Terzaghi, Karl, 1967. *Soil Mechanics in Engineering Practice*. New York : Wiley-Interscience.