

SIMULASI PERILAKU PONDASI GABUNGAN TELAPAK DAN SUMURAN DENGAN VARIASI KEDALAMAN TELAPAK DAN PANJANG SUMURAN

Rensia Erlyana Majid¹⁾, Niken Silmi Surjandari.²⁾, Yusep Muslich Purwana.³⁾

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

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

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

Abstract

Using foundation model combined foot plat and caisson should be tested in advance. This model can not be known whether the ultimate capacity contribute or reduce. Given a model of the combined foundation foot plat and caisson are expected to provide greater ultimit capacity. The soil data in this study was obatined from the Laboratory of Soil Mechanics UNS. Furthermore, this data is processed by Plaxis 3D Foundation v1.5 to get the value of the settlement and the contact pressure. Settlement is used to make a load settlemet graph to interpretation the value of ultimit capacity with De Beer Method (1967), Fuller and Hoy Method (1970), dan Butler and Hoy Method (1977). The result shows that the higher depth of foot plat and length of caisson, it gives the smaller settlement and increase the netto ultimate capacity. Of two independent variables are used, it turns out the depth of foot plat to give change and decrease the ultimate capacity higher than the length of caisson.

Keywords: Displacement, Plaxis 3D Foundation, Ultimate Capacity.

Abstrak

Penggunaan model pondasi gabungan telapak dan sumuran perlu dilakukan pengujian terlebih dahulu. Model pondasi gabungan belum dapat diketahui apakah memberikan sumbangan daya dukung atau justru malah mengurangi. Data tanah di dapatkan dari Laboratorium Mekanika Tanah UNS. Pemodelan dengan program Plaxis 3D Foundation v1.5 dilakukan untuk mendapatkan nilai penurunan. Penurunan diolah menjadi grafik penurunan terhadap beban kemudian di estimasi nilai daya dukung ultimit dengan Metode De Beer (1967), Metode Fuller and Hoy (1970), dan Metode Butler and Hoy (1977). Hasil penelitian menunjukkan bahwa model pondasi gabungan telapak dan sumuran dapat mengurangi penurunan dibandingkan dengan model pondasi tunggal dan menaikkan daya dukung ultimit neto. Semakin besar kedalaman telapak dan panjang sumuran maka semakin kecil nilai penurunan dan daya dukung ultimit meningkat. Kedalaman telapak memberikan perubahan yang lebih signifikan baik dari segi penurunan maupun daya dukung.

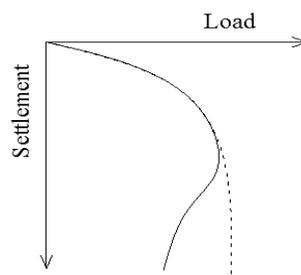
Kata kunci: Daya Dukung Ultimit, Penurunan, Plaxis 3D Foundation.

PENDAHULUAN

Penelitian ini dilakukan agar dapat menggambarkan penurunan terhadap beban dari model pondasi tunggal dan pondasi gabungan, dapat membandingkan seberapa besar pengaruh kedalaman pondasi telapak dan panjang sumuran terhadap penurunan dan daya dukung pondasi gabungan.

Pondasi adalah struktur yang berfungsi untuk menyalurkan beban dari struktur atas ke dalam tanah (Terzaghi and Peck, 1967). Secara mendasar pondasi dibagi menjadi dua macam, yakni pondasi dangkal dan pondasi dalam. Pondasi dangkal didefinisikan sebagai pondasi yang mendukung bebannya secara langsung, seperti : pondasi telapak, pondasi memanjang, dan pondasi rakit. 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 (Hardiyatmo, 2006).

Daya dukung pondasi dapat ditentukan dengan berbagai cara antara lain : dengan perhitungan manual dan dengan estimasi dari grafik penurunan terhadap beban (Prakash and Sharma, 1990). Data tanah yang digunakan dalam penelitian ini merupakan tanah lempung, sehingga grafik penurunan terhadap beban diharapkan memiliki karakteristik yang sama dengan pada tanah lempung. Grafik penurunan terhadap tanah lempung dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Karakteristik Penurunan pada Tanah Lempung

METODE

Data untuk penelitian ini adalah data sekunder yang didapatkan dari Laboratorium Mekanika Tanah UNS. Penelitian ini menggunakan Plaxis 3D Foundation untuk mendapatkan data penurunan dan tegangan. Pondasi yang akan diteliti dimodelkan dalam Plaxis, pondasi telapak dimodelkan *floor* dan sumuran dimodelkan *pile*. Model pondasi yang akan dibuat dapat dilihat pada Tabel 1. Data tanah dan parameter tanah lain yang telah diestimasi diinput kedalam Program Plaxis. Tabel 2 menunjukkan input parameter tanah ke dalam Plaxis. Tabel 3 menunjukkan input parameter beton ke dalam Plaxis. Penyusunan elemen hingga dengan bantuan *submenu* 2D *Mesh* dan 3D *Mesh*. Penyusunan fase perlu dilakukan terlebih dahulu sebelum *running* program dilakukan. Setelah fase selesai disusun, langkah selanjutnya adalah proses kalkulasi. Dari hasil kalkulasi ini didapatkan nilai penurunan dan tegangan untuk setiap beban.

Tabel 1. Model Pondasi dalam 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
Gabungan 1	1,5 m x 1,5 m	1,50 m	1 m	4,50 m
Gabungan 2	1,5 m x 1,5 m	1,25 m	1 m	4,50 m
Gabungan 3	1,5 m x 1,5 m	1,00 m	1 m	4,50 m
Gabungan 4	1,5 m x 1,5 m	0,75 m	1 m	4,50 m
Gabungan 5	1,5 m x 1,5 m	1,50 m	1 m	4,25 m
Gabungan 6	1,5 m x 1,5 m	1,50 m	1 m	4,00 m
Gabungan 7	1,5 m x 1,5 m	1,50 m	1 m	3,75 m

Tabel 2. Parameter Tanah untuk Diinput ke Plaxis

Parameter	Notasi	Tanah Lempung	Satuan
ModelMaterial	Model	Mohr-Coulomb	-
PerilakuMaterial	Tipe	Undrained	-
Berat tanah tidak jenuh	γ_{unsat}	11,66	kN/m ³
Berat tanah jenuh	γ_{sat}	19,81	kN/m ³
ModulusYoung	E	6000	kN/m ²
Angka Poisson	ν	0,15	-
Kohesi	c	14,42	kN/m ²
Sudut Geser Dalam	φ	11,53	..°
Sudut Dilatasi	ψ	0	..°
Faktor Reduksi Interface	R_{inter}	1	-
Koefisien Tegangan Lateral	K_0	0,80	-

Tabel 3. Parameter Beton untuk Diinput ke Plaxis

Parameter	Notasi	Telapak	Sumuran	Satuan
Perilaku Material	-	<i>Linear</i>	<i>Linear</i>	-
Tebal	d	0,2	0,1	M
Berat jenis	γ	24	24	kN/m ³
ModulusYoung	E	2×10^7	2×10^7	kN/m ²
Angka Poisson	ν	0,15	0,15	-

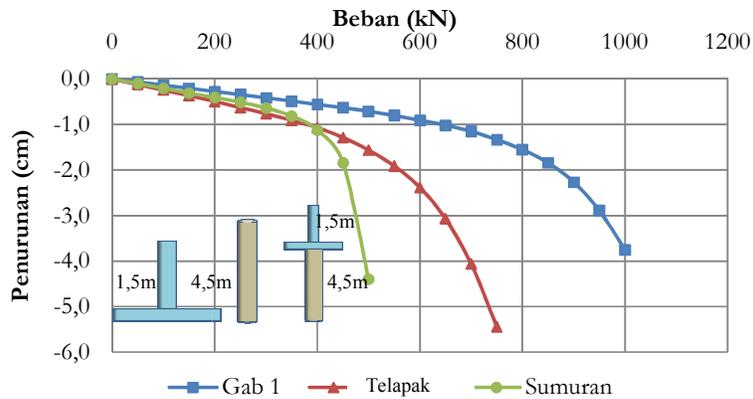
Penurunan yang didapatkan dari Plaxis dibuat dalam bentuk grafik penurunan terhadap beban. Dari grafik ini akan diketahui perilaku masing-masing pondasi tunggal, pondasi gabungan dan pengaruh kedalaman telapak dan panjang sumuran terhadap nilai penurunan pondasi gabungan. Dengan bermodal grafik penurunan terhadap beban, dilakukan estimasi daya dukung ultimit. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode De Beer (1967), Butler and Hoy (1977) dan Fuller and Hoy (1970). Daya dukung yang didapatkan kemudian dibandingkan untuk mendapatkan pengaruh variasi yang dibuat terhadap daya dukung ultimit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

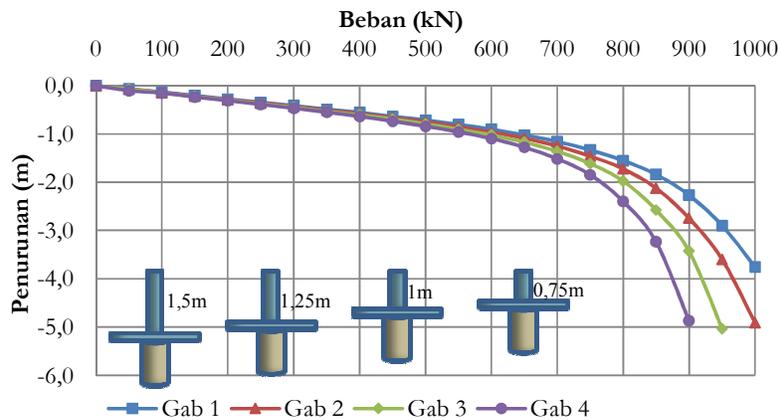
Hasil *output* penurunan dari Plaxis dengan bantuan menu *curve* sangat memudahkan dalam rekapitulasi data penurunan. Rekapitulasi hasil penurunan olahan Plaxis dapat dilihat pada Tabel 4. Untuk memudahkan dalam analisis, penurunan digambarkan dalam grafik yang dapat dilihat pada Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Penurunan

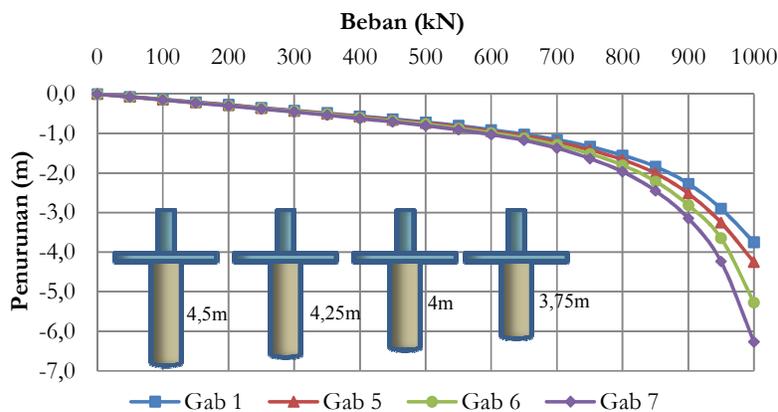
Beban (kN)	Penurunan (cm)								
	Footplat	Sumuran	Gab 1	Gab 2	Gab 3	Gab 4	Gab 5	Gab 6	Gab 7
50	0,119	0,101	0,068	0,071	0,074	0,104	0,070	0,072	0,074
100	0,241	0,203	0,136	0,141	0,148	0,154	0,140	0,144	0,149
150	0,366	0,306	0,205	0,213	0,223	0,232	0,211	0,217	0,224
200	0,496	0,410	0,274	0,286	0,298	0,311	0,283	0,292	0,301
250	0,630	0,514	0,344	0,359	0,374	0,389	0,355	0,366	0,378
300	0,766	0,637	0,415	0,432	0,450	0,468	0,427	0,441	0,456
350	0,909	0,815	0,485	0,506	0,528	0,550	0,501	0,517	0,535
400	1,069	1,123	0,558	0,582	0,607	0,634	0,576	0,596	0,617
450	1,287	1,841	0,633	0,660	0,691	0,732	0,654	0,678	0,703
500	1,563	4,396	0,710	0,750	0,793	0,841	0,736	0,767	0,799
550	1,914	-	0,804	0,850	0,902	0,958	0,834	0,868	0,904
600	2,385	-	0,905	0,961	1,023	1,094	0,941	0,981	1,025
650	3,067	-	1,018	1,086	1,170	1,273	1,060	1,112	1,172
700	4,061	-	1,153	1,247	1,363	1,513	1,215	1,287	1,369
750	5,450	-	1,332	1,459	1,612	1,844	1,412	1,509	1,631
800	7,284	-	1,550	1,721	1,976	2,397	1,662	1,800	1,962
850	9,748	-	1,840	2,122	2,573	3,233	2,005	2,206	2,448
900	13,276	-	2,265	2,740	3,425	4,868	2,516	2,815	3,145
950	18,193	-	2,895	3,597	5,035	-	3,249	3,646	4,231
1000	25,086	-	3,752	4,909	-	-	4,248	5,271	6,269



Gambar 2. Grafik Penurunan Terhadap Beban untuk Pondasi Telapak, Sumuran dan Gabungan 1



Gambar 3. Grafik Penurunan Terhadap Beban untuk Pondasi Gabungan dengan Variasi Kedalaman Telapak dengan $B = 1,5 \text{ m}$; $D = 1 \text{ m}$ dan $L_p = 4,5 \text{ m}$



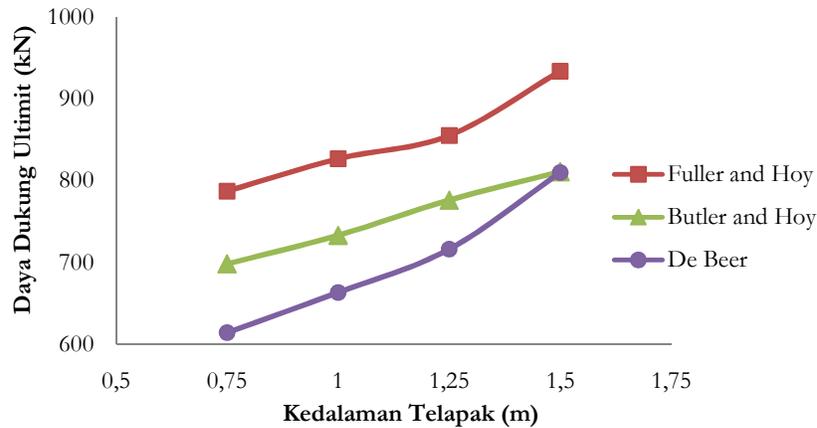
Gambar 4. Grafik Penurunan Terhadap Beban untuk Pondasi Gabungan dengan Variasi Panjang Sumuran dengan $B = 1,5 \text{ m}$; $D = 1 \text{ m}$ dan $D_f = 1,5 \text{ m}$

Dengan melihat Gambar 2 dapat diketahui bahwa pondasi gabungan menyebabkan nilai penurunan pondasi menjadi semakin kecil. Hal ini dikarenakan, penurunan yang semula ditahan oleh 1 jenis pondasi menjadi ditahan oleh 2 jenis pondasi. Dengan melihat Gambar 3 dapat diketahui bahwa semakin kecil kedalaman telapak maka semakin besar nilai penurunan. Dari Gambar 4 dapat diketahui bahwa semakin pendek panjang sumuran semakin besar nilai penurunan. Dari Gambar 2 juga dapat dilihat bahwa grafik penurunan yang didapatkan dari pemodelan pondasi sumuran, telapak, dan pondasi gabungan memiliki karakteristik seperti grafik penurunan pada tanah lempung.

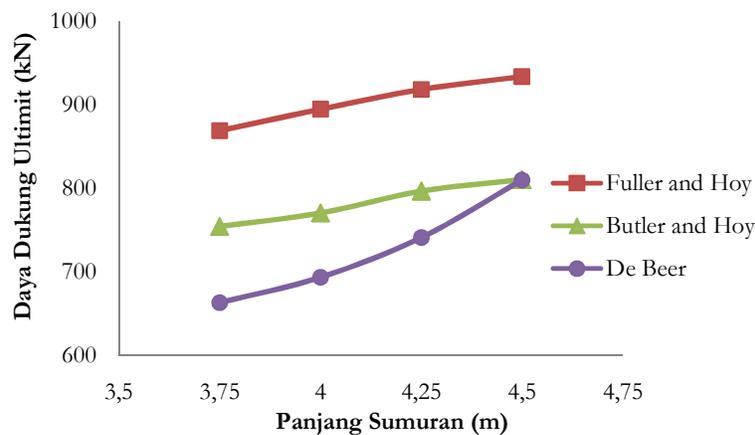
Dari grafik penurunan terhadap beban yang didapatkan, dilakukan estimasi daya dukung ultimit dengan beberapa metode. Nilai daya dukung tersebut dipaparkan pada Tabel 5. Untuk memudahkan analisis, daya dukung ultimit berbagai variasi pondasi gabungan ditampilkan dalam grafik yang dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.

Tabel 5. Daya Dukung Ultimit dengan Berbagai Metode

Variasi	Daya Dukung Ultimit dengan Metode (kN)		
	Butler and Hoy (1977)	Fuller and Hoy (1970)	De Beer (1967)
Footplat	511,46	618,43	490,50
Sumuran	373,51	424,47	294,30
Gabungan 1	810,88	934,10	810,00
Gabungan 2	776,15	855,21	716,20
Gabungan 3	733,00	826,83	663,23
Gabungan 4	698,13	787,36	614,18
Gabungan 5	796,93	918,82	741,42
Gabungan 6	770,71	895,25	693,54
Gabungan 7	754,52	869,43	663,23



Gambar 5. Grafik Daya Dukung Ultimit dengan Berbagai Metode untuk Variasi Kedalaman Telapak



Gambar 6. Grafik Daya Dukung Ultimit dengan Berbagai Metode untuk Variasi Panjang Sumuran

Dari Tabel 4 dapat dilihat adanya kenaikan daya dukung ultimit dari model pondasi tunggal menjadi pondasi gabungan. Hal ini dikarenakan pondasi gabungan mendapatkan daya dukung sumbangan dari telapak dan sumuran. Namun sumbangan ini tidak semata-mata merupakan penjumlahan dari kedua pondasi tunggal. Dari Gambar 5 dapat diketahui bahwa semakin kecil kedalaman telapak, semakin kecil pula daya dukung ultimit. Hal ini karena daya dukung ultimit memperhitungkan beban tanah di atas pondasi telapak untuk menahan beban, sehingga semakin dangkal telapak semakin kecil beban tanah yang membantu menahan beban, sehingga daya dukung ultimit juga semakin kecil. Dari Gambar 6 dapat diketahui bahwa semakin panjang sumuran semakin besar daya dukung ultimit. Alasan yang sama seperti pada kedalaman telapak, yakni beban tanah di atas dasar pondasi membantu menahan beban. Namun ada alasan lain untuk model pondasi sumuran, yakni selimut tiang. Semakin panjang sumuran maka sisi selimut yang bergesekan dengan tanah akan semakin besar, hal ini juga memperbesar nilai daya dukung ultimit.

Dari Gambar 3 dan 4 dapat dilihat bahwa untuk pengurangan kedalaman telapak dan panjang sumuran yang sama, pengurangan penurunan lebih besar pada variasi kedalaman telapak. Berdasar fakta ini dapat dikatakan bahwa kedalaman telapak memberikan pengaruh yang lebih besar daripada panjang sumuran. Hal ini dapat terjadi karena penambahan sumuran pada pondasi telapak memberikan tambahan daya dukung yang lebih kecil daripada penambahan telapak pada model pondasi sumuran. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 5, kenaikan daya dukung pondasi dari pondasi sumuran menjadi gabungan lebih besar daripada kenaikan daya dukung pondasi dari pondasi telapak menjadi pondasi gabungan.

SIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan dapat ditarik beberapa simpulan, yakni sebagai berikut :

1. Perilaku grafik penurunan terhadap beban dari model pondasi gabungan telapak dan sumuran tidak berbeda apabila dibandingkan dengan grafik penurunan terhadap beban dari pondasi telapak dan sumuran,

yang berbeda hanyalah besarnya penurunan. Model pondasi gabungan dapat mengurangi nilai penurunan tanah dengan cukup signifikan. Dari segi daya dukung ultimit pun juga mengalami kenaikan.

2. Kedalaman telapak memberikan pengaruh dalam penurunan dan daya dukung ultimit. Semakin besar kedalaman telapak, maka nilai penurunan semakin kecil sehingga diikuti dengan kenaikan daya dukung ultimit, demikian sebaliknya. Hal yang sama juga berlaku pada penambahan panjang sumuran. Semakin panjang sumuran, maka penurunan semakin kecil, sehingga daya dukung ultimit semakin besar. Kedalaman telapak lebih berpengaruh terhadap nilai penurunan dan nilai daya dukung ultimit daripada panjang sumuran.

REKOMENDASI

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

1. Melakukan penelitian dengan menggunakan data tanah pasir.
2. Melakukan penelitian dengan mempertimbangkan beban lateral.
3. Melakukan penelitian beban dinamis untuk mendapatkan jenis pondasi tahan gempa.
4. Melakukan penelitian dengan membuat *prototype* di laboratorium.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kepada Yusep Muslich P., S.T., M.T., Ph. D. yang banyak berbagi ilmu Plaxis dan Dr. Niken Silmi Surjandari, S.T., M.T. yang telah membimbing dalam penyusunan laporan.

REFERENSI

- Bowles, Joseph E., 1968. *Foundation Analysis and Design*. Indianapolis: McGraw-Hill Book Company.
- Briaud, Prof. Jean-Louis dkk. 2013. *ISSMGE Combined Pile-Raft Foundation Guideline*. Germany : Technische Universitat Darmstadt.
- Hardyatmo, Hary Christady, 2006. *Teknik Pondasi 1*. Yogyakarta : Beta Offset.
- Hardyatmo, Hary Christady, 2008. *Teknik Pondasi 2*. Yogyakarta : Beta Offset.
- 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.