



Terbit *online* pada laman web jurnal :

<https://ejournal.sttp-yds.ac.id/index.php/js>

SAINSTEK
(e-Journal)

| ISSN (Print) 2337-6910 | ISSN (Online) 2460-1039 |



Analisis Daya Dukung Fondasi Sumuran Dengan Variasi Bentuk Dan Kedalaman Pada Tanah Lunak

Epi Mili Yanti^a, Ferry Fatnanta^b, Muhamad Yusa^c

^{a,b,c}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Kampus Bina Widya Panam Jl. H.R. Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode 28293

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 29 Oktober 2022

Revisi Akhir: 29 Desember 2022

Diterbitkan Online: 30 Desember 2022

KATA KUNCI

Daya dukung, fondasi sumuran, tanah lunak.

KORESPONDENSI

Telepon: "+6282391126855"

E-mail : epimiliyanti@gmail.com

ABSTRACT

Tanah lunak pada umumnya mempunyai kekuatan geser lebih rendah dari tanah berbutir kasar. Apabila tanah lunak digunakan sebagai pendukung fondasi dan bangunan sangat tidak menguntungkan, karena akan banyak kerugian yang ditimbulkan. Meskipun kerusakan yang diakibatkan tidak bersifat mendadak dan langsung namun kerugian secara materi yang diakibatkan akan cukup besar, oleh karena itu perlu di rencanakan fondasi apa yang sesuai dengan kondisi tanah lunak yang ada di Riau. Fondasi sumuran adalah salah satu alternatif yang layak dicoba digunakan pada tanah lunak.

Perilaku daya dukung fondasi sumuran dengan variasi bentuk dan kedalaman fondasi memiliki kesamaan perilaku yaitu pada akhir kurva masih menunjukkan bahwa pada akhir penurunan masih terjadi peningkatan beban. Perbedaan daya dukung ini dikarenakan perbedaan bentuk fondasi, sekalipun dengan panjang dan diameter yang sama fondasi memiliki daya dukung yang berbeda. Adanya perbedaan bentuk pada fondasi sumuran tersebut membuat adanya perbedaan daya dukung antara fondasi bentuk lingkaran dan fondasi bujur sangkar. Untuk ukuran fondasi panjang 30 cm perbedaannya 4,55%, untuk ukuran fondasi panjang 45 cm perbedaannya 13,43%, untuk ukuran fondasi panjang 60 cm perbedaannya 34,41%. Fondasi sumuran bentuk lingkaran dengan panjang 60 cm memiliki daya dukung terbesar yaitu 45,7 N, dan yang terkecil fondasi sumuran bentuk bujur sangkar yaitu 33 N. Panjang fondasi menjadi penyebab kemampuan fondasi sumuran menahan beban lebih besar daripada fondasi yang lebih pendek lainnya.

Berdasarkan hitungan secara teoritis dengan metode Cooke dan Whitaker (1966) memiliki hasil lebih besar dari pada hasil pengujian di laboratorium menggunakan metode Terzaghi & Peck (1967) . Hal ini dikarenakan data-data parameter tanah seperti kohesi, sudut geser, dan berat volume dilapangan tidak homogen sedangkan dalam perhitungan teoritis data-data tersebut diasumsikan homogen untuk rentang luas dan kedalaman tertentu. Adapun persentase selisih kapasitas daya dukung fondasi antara lain ,untuk ukuran fondasi lingkaran panjang 30 cm perbedaannya 56,52%, untuk ukuran fondasi panjang 45 cm perbedaannya 64,87%, untuk ukuran fondasi panjang 60 cm perbedaannya 67,16%. untuk ukuran fondasi bujur sangkar panjang 30 cm perbedaannya 68,30%, untuk ukuran fondasi panjang 45 cm perbedaannya 76,44%, untuk ukuran fondasi panjang 60 cm perbedaannya 81,15%.

1. PENDAHULUAN

Fondasi suatu bangunan berfungsi untuk memindahkan beban pada struktur atas kedalam tanah.

Fungsi ini dapat berlaku secara baik bila kestabilan terhadap daya dukung tanah dapat terpenuhi. Untuk itu perlu diperhatikan desain dari konstruksi fondasi yang mempengaruhi pemindahan beban dari bangunan atas ke

tanah sehingga daya dukung tanah yang diperkirakan masih dapat ditolerir.

Tanah lunak merupakan tanah kohesif yang terdiri dari sebagian besar butir-butir yang sangat kecil seperti lempung atau lanau. Sifat tanah lunak adalah gaya gesernya kecil, kemampatannya besar, koefisien permeabilitas yang kecil dan mempunyai daya dukung rendah jika dibandingkan dengan tanah lempung lainnya. Apabila tanah lunak digunakan sebagai pendukung fondasi dan bangunan sangat tidak menguntungkan, karena akan banyak kerugian yang ditimbulkan. Meskipun kerusakan yang diakibatkan tidak bersifat mendadak dan langsung namun kerugian secara materi yang diakibatkan akan cukup besar, oleh karena itu perlu di rencanakan fondasi apa yang sesuai dengan kondisi tanah lunak yang ada di Riau. Fondasi sumuran adalah salah satu alternatif yang layak dicoba digunakan pada tanah lunak. Fondasi sumuran adalah suatu bentuk fondasi yang dapat dikatakan sebagai peralihan antara pondasi dangkal dan pondasi dalam (fondasi tiang). Pondasi sumuran digunakan apabila tanah dasar terletak pada kedalaman yang relatif dalam. Fondasi sumuran merupakan jenis fondasi dalam yang dibuat ditempat dengan menggunakan komponen beton dan batu belah sebagai pengisinya. Pada umumnya pondasi sumuran ini dibuat dari beton bertulang atau beton pracetak.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanah Lunak

Tanah lunak merupakan tanah kohesif yang terdiri dari sebagian besar butir-butir yang sangat kecil seperti lempung atau lanau. Sifat tanah lunak adalah gaya gesernya kecil, kemampatannya besar, koefisien permeabilitas yang kecil dan mempunyai daya dukung rendah jika dibandingkan dengan tanah lempung lainnya.

2.2. Daya Dukung Fondasi Sumuran

Fondasi sumuran adalah suatu bentuk fondasi yang dapat dikatakan sebagai peralihan antara pondasi dangkal dan pondasi dalam (fondasi tiang). Pondasi sumuran digunakan apabila tanah dasar terletak pada kedalaman yang relatif dalam. Fondasi sumuran merupakan jenis fondasi dalam yang dibuat ditempat dengan menggunakan komponen beton dan batu belah sebagai pengisinya. Pada umumnya pondasi sumuran ini dibuat dari beton bertulang atau beton pracetak.

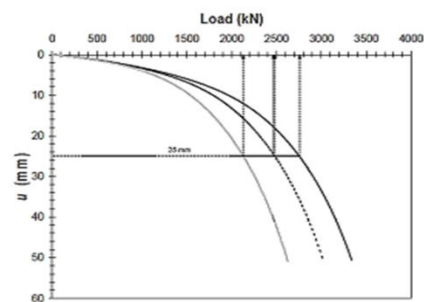
Menurut Bambang Surendro [1], persyaratan fondasi sumuran ada beberapa hal, antara lain:

1. Daya dukung fondasi harus lebih besar dari pada beban yang akan dipikul oleh pondasi tersebut.

2. Penurunan yang terjadi harus sesuai dengan batas yang diijinkan (toleransi) yaitu 1" (2,54cm).
3. Untuk fondasi jembatan, fondasi sumuran harus aman terhadap penggerusan atau kedalaman fondasi sumuran harus lebih besar dari kedalaman maksimum penggerusan. Jika kedalaman pondasi sumuran lebih kecil dari kedalaman maksimum penggerusan maka diperlukan perlindungan terhadap fondasi sumuran tersebut.
4. Diameter fondasi sumuran harus dibuat 0,8 -1 meter untuk kemudahan pelaksanaan.
5. Fondasi sumuran tidak boleh digunakan pada kondisi tanah dengan lapisan atas merupakan tanah lunak dengan ketebalan 3- 8 meter.

2.3. Metode Terzaghi dan Peck (1967)

Metode Terzaghi dan Peck (1967) adalah metode penentuan daya dukung yang umumnya digunakan pada fondasi dangkal. Metode ini telah banyak digunakan, tetapi merupakan akumulasi dari pengamatan langsung di lapangan [2], seperti yang dapat ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Interpretasi Daya Dukung Ultimit dengan Metode Terzaghi & Peck (Roberts dkk, 2008)

Gambar 1 menjelaskan bahwa metode ini merupakan metode penentuan daya dukung ultimit berdasarkan beban yang sesuai dengan penurunan 25 mm (Q_{25}).

2.4. Perhitungan Fondasi Sumuran

Asumsi dalam perhitungan daya dukung fondasi sumuran adalah kapasitas dukung fondasi disumbangkan oleh tahanan ujung fondasi dan tahanan gesek dinding. Kapasitas daya dukung pondasi dengan asumsi ini dapat ditentukan dari persamaan 2 berikut ini (Cooke dan Withaker, 1966, dalam Hardiyatmo, 2006 [3]:

$$Q_u = Q_s + Q_b$$

dengan:

- Q_s = $A_s \alpha_{dc}$ = tahanan adhesi dinding tiang (kN)
 C = kohesi tanah rata-rata di sekitar fondasi kaisan (kN/m²)
 A_d = faktor adhesi (nilainya di antara 0,35 – 0,45)
 Q_b = $A_b (c_b N_c + D_f)$ = tahanan dukung ujung tiang (kN)
 C_b = kohesi tanah di bawah dasar fondasi (kN/m²)

D_f = kedalaman fondasi (m)
 A_b = luas dasar fondasi (m²)
 Q_u = beban ultimit pada sumuran (kN)
 D_f = Kedalaman sampai dasar fondasi
 B = Lebar atau diameter fondasi
 N_c, N_q, N_γ = Faktor daya dukung Terzaghi yang besarnya ditentukan berdasar pada nilai sudut geser dalam(ϕ), lihat Tabel 1.

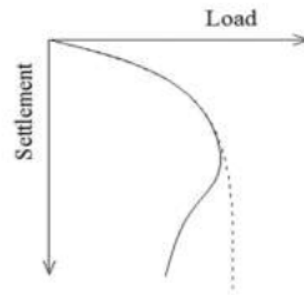
Tabel 1. Sudut geser faktor daya dukung Terzaghi

ϕ	N_c	N_q	N_γ	N_c'	N_q'	N_γ'
0	5,7	1,0	0,0	5,7	1	0
5	7,3	1,6	0,5	6,7	1,4	0,2
10	9,6	2,7	1,2	8	1,9	0,5
15	12,9	4,4	2,5	9,7	2,7	0,9
20	17,7	7,4	5,0	11,8	3,9	1,7
25	25,1	12,7	9,7	14,8	5,6	3,2
30	37,2	22,5	19,7	19	8,3	5,7
34	52,6	36,5	35,0	23,7	11,7	9
35	57,8	41,4	42,4	25,2	12,6	10,1
40	95,7	81,3	100,4	34,9	20,5	18,8
45	172,3	173,3	297,5	51,2	35,1	37,7
48	258,3	287,9	780,1	66,8	50,5	60,4
50	347,6	415,1	1153,2	81,3	65,6	87,1

Secara garis besar, pengujian kapasitas daya dukung pondasi di lapangan akan menghasilkan grafik penurunan terhadap beban. Sesuai dengan namanya, grafik ini menyatakan hubungan antara pembebanan yang diberikan pada pondasi dengan penurunan segera pondasi. Pembebanan yang baik harus diberikan hingga pondasi *collapse* agar dapat ditentukan besar daya dukung ultimit (Q_u). Pada beberapa kondisi, pembebanan hingga pondasi *collapse* tidak dapat dilakukan, oleh karena itu diperlukan beberapa kriteria untuk mengestimasi besarnya daya dukung ultimit (Q_u) dari grafik penurunan terhadap beban.

Dalam kondisi ekstrim, tanah terbagi menjadi dua jenis yakni tanah lempung dan tanah pasir. Berdasar pada teori yang ada, pasir dan lempung memiliki perilaku yang jauh berbeda, termasuk pada karakteristik grafik penurunannya. Perbedaan ini berkaitan erat dengan perilaku kedua tanah yang berbeda ketika dikenai beban.

Tanah pasir ketika dikenai beban cenderung memiliki penurunan segera yang besar, sedangkan penurunan segera pada tanah lempung kecil [4]. Karakteristik bentuk grafik dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Karakteristik Grafik Penurunan Terhadap Beban Tanah Lunak (Shamsher P. & Hari D. Sharma, 1990)

3. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan model fondasi sumuran bentuk lingkaran dan bujur sangkar dengan variasi jumlah kedalaman 30 cm, 45 cm dan 50 cm pada tanah lunak dan dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Riau.

3.1. Variasi Pengujian

Variasi pengujian dalam penelitian ini terdiri dari 3 (tiga) variasi kedalaman fondasi, 2 (dua) variasi bentuk fondasi, dengan rincian bisa dilihat pada tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Variasi dan Ukuran Benda Uji

NO	BENTUK TELAPAK PONDASI	VARIASI PANJANG PONDASI (CM)	KODE PENGUJIAN	KETERANGAN
1	LINGKARAN DIAMETER 2,5 CM	30	BL 2,5_P30	Lingkaran Diameter 2,5 CM dan Panjang 30 CM
		45	BL 2,5_P45	Lingkaran Diameter 2,5 CM dan Panjang 45 CM
		60	BL 2,5_P60	Lingkaran Diameter 2,5 CM dan Panjang 60 CM
2	BUJUR SANGKAR UKURAN 2,5 X 2,5 CM	30	BS 2,5_P30	Bujur Sangkar 2,5CM x 2,5CM dan Panjang 30 CM
		45	BS 2,5_P45	Bujur Sangkar 2,5CM x 2,5CM dan Panjang 45 CM
		60	BS 2,5_P60	Bujur Sangkar 2,5CM x 2,5CM dan Panjang 60 CM



Gambar 3. Model Fondasi Sumuran Bentuk Lingkaran dan Bujur Sangkar ukuran 2,5 cm, tebal 5 mm dengan panjang 30cm, 45 cm, 60 cm

3.2. Peralatan Pengujian

Penelitian ini menggunakan peralatan berupa bak uji dan peralatan pembebanan.

1. Bak Uji

Dalam penelitian ini bak uji yang digunakan terbuat dari bahan plat besi yang memiliki ukuran panjang 150 cm, lebar 90 cm dan tinggi 90 cm.

2. Peralatan Pembebanan

Pembebanan yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan pembebanan statis. Peralatan pembebanan ini terdiri dari *hydraulic jack*, *proving ring*, dial beban, dial penurunan yang berkapasitas 50 mm yang sudah dirakit.

3.3. Pengujian Laboratorium

Adapun pengujian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Uji Propertis Tanah

- Uji Kadar Air (w)
- Pengujian Kadar Abu
- Pengujian Batas Atterberg (*Atterberg Limit*)
- Pengujian Kuat Geser (*field vane shear*)

2. Uji Pembebanan

Uji pembebanan dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan pembebanan statis yaitu berupa pengujian pembebanan *Constant Rate of Penetration (CRP Test)*. Dalam penelitian ini pengujian pembebanan dilakukan dengan kecepatan putaran yaitu sebesar 0,5 mm/menit dimana setiap satu putaran dial gauge mengukur penurunan sebesar 1 mm. Pengujian dilakukan sampai total penetrasi 50 mm. Sebelum uji pembebanan dilakukan, terlebih dahulu tanah dimasukkan ke dalam bak uji, kemudian dilakukan pemadatan setiap 30 cm hingga mencapai kedalaman 90 cm yaitu dengan cara diinjak-injak. Langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian *field vane shear* pada kedalaman 30 cm, 60 cm dan 90 cm guna menjaga kuat geser tanah, nilainya berkisar antara 3 - 5 Kpa. Proses pengujian grup tiang dilakukan secara bertahap dan untuk pemeliharaan tanah agar tetap lunak yaitu dengan memberi kain basah/penutup di atas permukaan tanah dan sebagai kontrol terhadap kondisi awal dilakukan pengujian *vane shear*. Pemancangan dilakukan secara manual dengan cara ditekan secara perlahan-lahan menggunakan tangan dan untuk mengontrol agar fondasi tiang tetap lurus (90°) digunakan *waterpass*. Setelah dilakukan pemancangan, model pondasi didiamkan terlebih dahulu selama 24 jam sebelum dilakukan pengujian pembebanan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian Properties Tanah

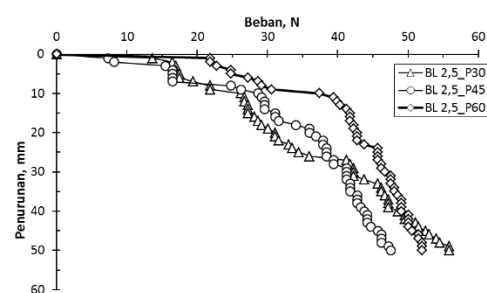
Tabel 4. Hasil Pengujian *Properties Tanah*

Kadar Air Rata-rata (w)	41.65 %
Liquid Limit (LL)	41.50 %
Plastis Limit (PL)	29.60 %
Plasticity Index (PI)	11.90 %
Kadar Abu Rata-rata	1,67 %
Kohesi Tanah	6,98 Kpa
Berat Volume	15,8 kN/m ³
Sudut Geser	0

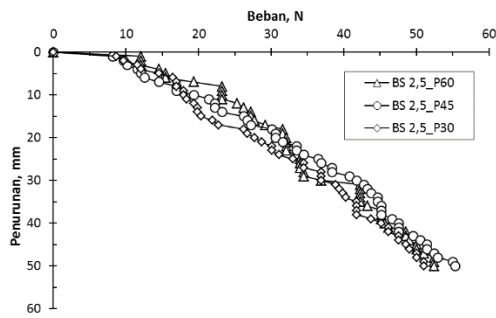
Pengujian propertis tanah ini bertujuan untuk mengetahui jenis tanah yang akan digunakan dalam penelitian. Berdasarkan hasil pengujian di atas menurut USCS *Class* dan ASTM 2487 *Class* ini menunjukkan bahwa sampel tanah yang diujikan tergolong ke dalam jenis tanah *silt* (lanau) dengan konsistensi plastisitasnya yaitu *low plasticity* (plastisitas rendah) dengan nilai *liquid limit* (LL) sebesar 41.5 % (LL < 50) yang memiliki kadar abu rata-rata relatif rendah yaitu sebesar 1,67%, kohesi tanah 6, 98 Kpa, berat volume 15,8 kN/m³ dan sudut geser 0.

4.2. Hasil Uji Pemodelan Fondasi Sumuran

Berdasarkan bentuk dan perilaku hubungan pembebanan dengan penurunan untuk model fondasi bentuk lingkaran dengan variasi kedalaman diatas menunjukkan fondasi bentuk lingkaran dengan panjang 60 cm memiliki daya dukung paling besar dibandingkan dengan fondasi bentuk lingkaran dengan panjang 30 cm dan panjang 45 cm hal ini dipengaruhi oleh kedalaman fondasi, semakin besar dimensi fondasi maka semakin besar daya dukung yang dihasilkan.



Gambar 4. Hubungan Pembebanan dengan Penurunan Untuk Bentuk fondasi BL 2,5_P30, BL 2,5_P45 dan BL 2,5_P60

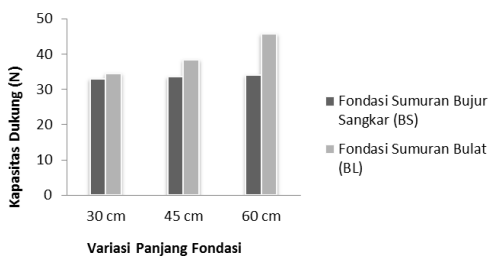


Gambar 5. Hubungan Pembebanan dengan Penurunan Untuk Bentuk fondasi BS 2,5_P30, BS 2,5_P45 dan BS 2,5_P60

Berdasarkan bentuk dan perilaku kurva hubungan beban dengan penurunan untuk model fondasi bentuk bujur sangkar ke tiga variasi kedalaman fondasi BS 2,5_P30, BS 2,5_P45 dan BS 2,5_P60 memiliki kesamaan yaitu pada kurva menunjukkan bahwa pada akhir penurunan masih terjadi peningkatan beban. Hal ini dipengaruhi oleh luas penampang bujur sangkar yang memiliki sudut sehingga hasil daya dukungnya berbeda dengan fondasi lingkaran.

4.3. Interpretasi Hasil Pengujian Daya Dukung Pondasi Sumuran

Hasil pengujian daya dukung di lapangan kemudian diinterpretasikan menggunakan metode Terzaghi & Peck (1967). Pemilihan metode ini dilakukan karena dinilai dapat memberikan hasil interpretasi data yang bisa digunakan secara menyeluruh untuk semua jenis pondasi yang di uji serta pengaplikasiannya yang cenderung lebih mudah dibandingkan dengan beberapa metode interpretasi lainnya [5].



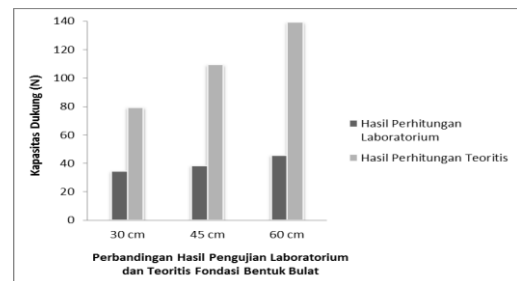
Gambar 6. Perbedaan Kapasitas Daya Dukung Fondasi Berdasarkan Variasi Bentuk dan Panjang Fondasi

Perbedaan daya dukung daya ini dikarenakan perbedaan bentuk fondasi, sekalipun dengan panjang dan diameter yang sama fondasi memiliki daya dukung yang berbeda. Adanya perbedaan bentuk pada fondasi sumuran tersebut membuat adanya perbedaan daya dukung antara fondasi bentuk lingkaran dan fondasi bujur sangkar. Untuk ukuran fondasi panjang 30 cm perbedaannya 4,55%, untuk ukuran fondasi panjang 45 cm perbedaannya

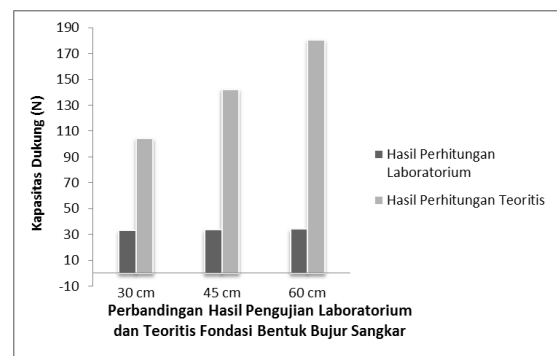
13,43%, untuk ukuran fondasi panjang 60 cm perbedaannya 34,41%. Fondasi sumuran bentuk lingkaran dengan panjang 60 cm memiliki daya dukung terbesar yaitu 45,7 N, dan yang terkecil fondasi sumuran bentuk bujur sangkar yaitu 33 N. Fondasi bentuk lingkaran lebih memiliki daya dukung yang lebih besar karena fondasi lingkaran memiliki penampang berbentuk lingkaran sehingga beban merata pada sekeliling fondasi. Panjang fondasi juga menjadi penyebab kemampuan fondasi sumuran dengan panjang 60 cm menahan beban lebih besar daripada fondasi yang lebih pendek lainnya.

4.4. Perbandingan Antara Hasil Pengujian (Hasil Interpretasi Data) dengan Hasil Perhitungan Kapasitas Dukung Teoritis

Perbandingan antara hasil pengujian (hasil interpretasi data) dengan hasil perhitungan kapasitas dukung teoritis ini bertujuan untuk mengetahui rasio perbedaan kapasitas dukung.



Gambar 7. Perbandingan Antara Hasil Pengujian (Hasil Interpretasi Data) Dengan Hasil Perhitungan Kapasitas Dukung Teoritis Fondasi Lingkaran



Gambar 8. Perbandingan Antara Hasil Pengujian (Hasil Interpretasi Data) Dengan Hasil Perhitungan Kapasitas Dukung Teoritis Fondasi Bujur Sangkar.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Berdasarkan hitungan secara teoritis dengan metode Cooke dan Whitaker (1966) memiliki hasil lebih besar dari pada hasil pengujian di laboratorium menggunakan metode Terzaghi &

Peck (1967) . Hal ini dikarenakan data-data parameter tanah seperti kohesi, sudut geser, dan berat volume dilapangan tidak homogen sedangkan dalam perhitungan teoritis data-data tersebut diasumsikan homogen untuk rentang luas dan kedalaman tertentu. Adapun persentase selisih kapasitas daya dukung fondasi antara lain ,untuk ukuran fondasi lingkaran panjang 30 cm perbedaannya 56,52%, untuk ukuran fondasi panjang 45 cm perbedaannya 64,87%, untuk ukuran fondasi panjang 60 cm perbedaannya 67,16%. untuk ukuran fondasi bujur sangkar panjang 30 cm perbedaannya 68,30%, untuk ukuran fondasi panjang 45 cm perbedaannya 76,44%, untuk ukuran fondasi panjang 60 cm perbedaannya 81,15%.

2. Perilaku daya dukung fondasi sumuran dengan variasi bentuk dan kedalaman fondasi memiliki kesamaan perilaku yaitu pada akhir kurva masih menunjukkan bahwa pada akhir penurunan masih terjadi peningkatan beban.
3. Berdasarkan hasil pengujian di lapangan, fondasi sumuran bentuk lingkaran mempunyai daya dukung lebih besar daripada fondasi bentuk bujur sangkar. Perbedaan daya dukung ini dikarenakan perbedaan bentuk fondasi, sekalipun dengan panjang dan diameter yang sama fondasi memiliki daya dukung yang berbeda. Adanya perbedaan bentuk pada fondasi sumuran tersebut membuat adanya perbedaan daya dukung antara fondasi bentuk lingkaran dan fondasi bujur sangkar. Untuk ukuran fondasi panjang 30 cm perbedaannya 4,55%, untuk ukuran fondasi panjang 45 cm perbedaannya 13,43%, untuk ukuran fondasi panjang 60 cm perbedaannya 34,41%. Fondasi sumuran bentuk lingkaran dengan panjang 60 cm memiliki daya dukung terbesar yaitu 45,7 N, dan yang terkecil fondasi sumuran bentuk bujur sangkar yaitu 33 N. Panjang fondasi menjadi penyebab kemampuan fondasi sumuran menahan beban lebih besar daripada fondasi yang lebih pendek lainnya.

dalam penelitian yang digunakan adalah tanah berjenis *silt* (lanau) yang berplastisitas rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bambang Surendro., 2015, *Rekayasa Fondasi*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [2] Bowles, J.E., 1991, *Analisis dan Desain Pondasi*, Edisi ke-4 (Jilid 1), Erlangga, Jakarta.
- [3] Hary Christady Hardiyatmo., 2006, *Mekanika Tanah I*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- [4] Prakash, Shamsheer, Hari D. Sharma, 1990. *Pile Foundation in Engineering Practice*. New York : Wiley –Intersection Publication.
- [5] Randy Fadhilah, Ferry Fatnanta & Soewignjo Agus Nugroho., 2018, *Pengaruh Variasi Jarak Pelat Helical Terhadap Kapasitas Daya Dukung Tekan Pondasi Helical Pile Pada Tanah Gambut Dengan Metode Constant Stress Of Penetration*, Jurnal Jom FTEKNIK, Pekanbaru.

5.2. Saran

1. Penelitian fondasi sumuran ini perlu dikembangkan lagi dengan bentuk dan kedalaman yang berbeda diantaranya dengan membuat bentuk segitiga, segienam dan persegi panjang sehingga dapat diketahui pengaruhnya terhadap peningkatan kapasitas dukung.
2. Penelitian ini juga masih perlu pengembangan yaitu dari segi model/bentuk dan kedalaman, juga bisa dicoba dengan membuat permukaan fondasi yang tidak rata serta menambahkan sirip atau besi yang menonjol keluar sehingga dengan hasilnya nanti dapat diketahui seberapa besar pengaruhnya dalam menghasilkan daya dukung.
3. Perlu dilakukan percobaan dengan jenis tanah yang berbeda contohnya tanah gambut, karena