

PENGARUH JARAK, JUMLAH DAN DIAMETER *HELIX* PADA PONDASI *SCREW PILE* TERHADAP BEBAN AKSIAL PADA TANAH GAMBUT (FULL SCALE)

Arie Syahrudin Sibarani⁽¹⁾, Ferry Fatnanta⁽²⁾, Syawal Satibi⁽³⁾

¹ Mahasiswi Jurusan Teknik Sipil, Universitas Riau, Jl. Subrantas KM 12.5 Pekanbaru 28293

Email: ariesibarani@gmail.com

² Dosen Jurusan Teknik Sipil, Universitas Riau, Jl. Subrantas KM 12.5 Pekanbaru 28293

Email: fatnanto1964@gmail.com

³ Dosen Jurusan Teknik Sipil, Universitas Riau, Jl. Subrantas KM 12.5 Pekanbaru 28293

Email: syawalsatibi@gmail.com

ABSTRACT

Pile threaded (Screw Pile) is one alternative foundation that can be used to provide a good carrying capacity on peat soil, to replace the use of wood pile. This study uses Screw Pile foundations with Helical Pile on a full scale, where there are 12 models of Helical Pile foundations with variations in the distance, number and diameter of the Helixes. Each model of the foundations is given axial compressive load by the method of constant rate of penetration (CRP). The results of this CRP method is the load curve versus settlement, in which the ultimate carrying capacity of the interpretation of the data obtained using methods Mazurkiewicz (1972), Butler and Hoy (1977) and De Beer (1976). Based on the interpretation of the data obtained on every model, resulted on carrying capacity of the effect of distance, number and the diameter of the Helix. Theoretically, bearing capacity of the Helical Pile can be determined by Individual Bearing Plate Method and Cylindrical Shear Method. The maximum carrying capacity obtained of the 12 models using theoretical methods and interpretation methods of the Helical Pile, result that Helical Pile with multi helixes and maximum same diameter size is ideal to be applied on peat soil.

Keywords: Screw Pile, Wood pile, Helical Pile, Helix Individual, Peat Soil.

1. PENDAHULUAN

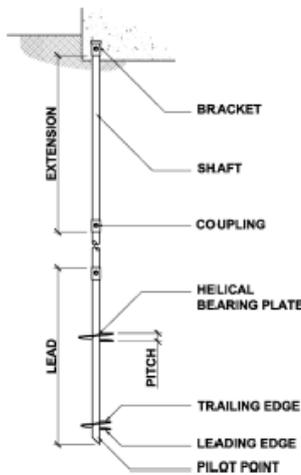
Propinsi Riau didominasi oleh struktur tanah lunak, kondisi kebanyakan penyelidikan tanah yang sering dilakukan pada daerah rawa, didapati lapisan tanah lunak yang dalam, sehingga untuk meneruskan/mentransfer beban dari bagian atas/bangunan atas (upper structures/super structures) ke lapisan tanah di bawahnya hingga mencapai daya dukung yang diinginkan, diperlukan suatu bagian konstruksi bangunan bawah (sub structures) yang disebut pondasi sangat sulit. Kebanyakan pilihan type pondasi untuk kondisi tanah yang lunak adalah pondasi tiang pancang, selain itu adalah cerocok dalam hal memperbaiki daya dukung tanah lunak yang hanya mengandalkan gaya geser pada dinding cerocoknya saja. Sementara penggunaan cerocok pada saat sekarang

mengalami kesulitan dikarenakan kayu yang digunakan sebagai cerocok sulit untuk didapatkan.

Dalam hal pelaksanaan dilapangan, tiang pancang merupakan pondasi yang dapat mengatasi kondisi tanah yang lunak dan dalam, yang diharapkan tiang pancang tersebut dapat mencapai kondisi tanah yang keras. Untuk mengatasi tanah lunak yang dalam, tentu juga memerlukan tiang pancang yang cukup panjang untuk menjangkau tanah yang keras, sehingga jika dihubungkan dengan pembiayaan akan sangat mahal. Dengan kondisi tiang pancang yang mengandalkan kekuatan daya dukungnya dari ujung tiang dan gaya geser dinding tiang, maka untuk kondisi tanah lunak yang dalam diharapkan dengan memodifikasi struktur dinding tiang dapat meningkatkan daya dukungnya, sehingga

tidak memerlukan tiang yang cukup panjang untuk mencapai tanah keras.

Alternatif yang dapat diambil untuk mengatasi penggunaan tiang yang cukup besar dan panjang adalah dengan menggunakan Pondasi tiang berulir (Screw Pile). Penelitian ini akan menggunakan pondasi Screw Pile jenis Helical Piles, jenis ini belum pernah diaplikasikan pada kondisi tanah di Indonesia khususnya di Riau. Penelitian-penelitian untuk mekanisme dari Helical Pile ini secara umum telah banyak dilakukan, tetapi untuk kondisi tanah-tanah di Indonesia belum banyak. Helical Pile merupakan pondasi baja yang pemasangannya diputar ke dalam tanah sebagai struktur pendukung.



Gambar 1.1

Komponen/struktur dasar dari helical pile adalah, shaft, pelat helix, dan pile cap sebagaimana tercantum dalam Gambar 1.1. Bagian utama adalah bagian yang pertama masuk ke tanah (lead). Ia memiliki arah meruncing dan biasanya ada satu atau beberapa pelat helix. Bagian ekstensi digunakan untuk memajukan bagian "lead" lebih ke dalam tanah sampai lapisan yang diinginkan tercapai. Bagian "ekstensi" dapat memiliki tambahan plat helix tetapi sering terdiri dari poros pusat dan bagian penyambung (coupling) saja. Coupling umumnya diperkuat dari beberapa mur dan baut, poros pusat umumnya persegi padat

atau bagian bulat berongga (tubular). (Perko 1991).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pendahuluan

Tanah mempunyai peranan penting pada pekerjaan konstruksi bangunan, salah satunya adalah sebagai pondasi pendukung di suatu bangunan. Mengingat hampir semua bangunan dibuat diatas tanah maka perlu dibuat pondasi yang mampu memikul beban-beban yang bekerja pada bangunan tersebut. Jika lapisan tanah cukup keras dan mampu untuk memikul beban bangunan, maka pondasi dapat dibangun secara langsung diatas permukaan tanah tersebut. Bila dikhawatirkan tanah tersebut akan rusak atau turun akibat gaya yang bekerja melalui permukaan tanah atau termasuk kategori tanah lunak/lempung lunak, maka kadang diperlukan suatu konstruksi yang bisa mengatasi hal tersebut seperti perbaikan struktur tanah atau penggunaan tiang pancang.

Pondasi tiang adalah bagian-bagian konstruksi yang dapat dibuat dari kayu, beton atau baja yang digunakan untuk meneruskan beban-beban permukaan lapisan tanah yang lebih dalam (Bowles, 1984). Hal ini merupakan distribusi vertikal dari beban sepanjang poros tiang tunggal. Perbedaan pemakaian pondasi tiang-tiang ini semata-mata hanya dari segi kemudahan.

2.1 Screw Pile (Helical Screw Pile)

Screw pile atau salah satu jenis yang dikenal dengan Helical Pile adalah bagian dari struktur pondasi tiang yang digunakan untuk menerima dan menstabilkan beban-beban Aksial, Tarik maupun Lateral (Bradka 1997).

Daya dukung ini dipengaruhi oleh beberapa faktor : (Basic Helical Screw Pile Design, 2005).

- Jenis Tanah
- Properties Tanah
- Kondisi dari muka air tanah
- Konfigurasi dari Helical Pile
- Kedalaman pondasi

- Sudut dari pemancangan
- Spasi tiang
- Beban torsi pada saat pemancangan
- Tipe pembebanan yang berupa beban tarik, aksial, lateral atau alternatif pembebanan lain.

Untuk menghitung daya dukung *helical pile* secara teoritis menggunakan 2 (dua) cara yaitu :

- Metode Helix Individual (*individual plate bearing method*);

Kapasitas daya dukung dari sistem pondasi Helical Pile diperoleh dari jumlah kapasitas daya dukung yang berasal dari plat Helix, sehingga spasi dan besar diameter dari Helix sangat berpengaruh dalam menentukan efisiensi daya dukung yang dihasilkan. Dari teori kapasitas yang telah dibicarakan sebelumnya maka kapasitas daya dukung dari system Helical Pile ini dapat diketahui dengan persamaan berikut : (Basic Helical Screw Pile Design, 2005).

$$P_u = \sum A_H (cN_c + qN_q) \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

- Pu = Daya Dukung Batas (kN)
- $\sum A_H$ = Jumlah luasan plat Helix (m²)
- c = kohesi tanah (kN/m²)
- Nc = faktor kohesi
- q = daya dukung tanah (kN/m²)
- Nq = faktor daya dukung tanah

Kapasitas daya dukung ijin dapat diberikan dengan nilai faktor keamanan (SF = 2). Untuk tanah yang Kohesif (lempung), diasumsikan bahwa nilai faktor daya dukung tanah (Nq = 0), maka persamaan (1) untuk tanah kohesif adalah:

$$P_u = \sum A_H (cN_c) \dots\dots\dots (2)$$

Dan tanah yang Nonkohesif (tanah berbutir atau pasir) (c=0) :

$$P_u = \sum A_H (qN_q) \dots\dots\dots (3)$$

- Metode Geser Silinder (*cylindrical shear method*);

Persamaan dalam metode ini adalah sebagai berikut :

$$Q_c = Q_{helix} + Q_{bearing} + Q_{shaft} \dots\dots (4)$$

Untuk tanah yang Kohesif (lempung), diasumsikan bahwa nilai faktor daya dukung (Mooney and Narasimha, 1991) :

$$Q_{helix} = S_f \cdot (\pi \cdot D \cdot L_c) C_u \dots\dots\dots (5)$$

$$Q_{bearing} = A_h \cdot C_u \cdot N_c \dots\dots\dots (6)$$

$$Q_{shaft} = \pi \cdot d \cdot H_{eff} \cdot \alpha \cdot C_u \dots\dots\dots (7)$$

Untuk tanah yang Non-Kohesif, diasumsikan bahwa nilai faktor daya dukung (Mitsch and Clemence, 1985) :

$$Q_{helix} = \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot D_a \cdot \gamma' \cdot (H_3^2 - H_1^2) \cdot K_s \cdot \tan \theta \dots\dots\dots (8)$$

$$Q_{bearing} = \gamma' \cdot H \cdot A_H \cdot N_q \dots\dots\dots (9)$$

$$Q_{shaft} = \frac{1}{2} \cdot P_s \cdot H_{eff}^2 \cdot \gamma' \cdot K_s \cdot \tan \theta \dots\dots (10)$$

Dimana :

- Sf = Faktor Spasi Helix
- Da = Rata-rata Diameter Helix (m)
- D = Diameter Helix (m)
- Lc = Jarak antara top helix dan bottom Helix (m)
- Cu = Kuat Geser tanah (undarined) (kPa)
- AH = Luas Areal Helix bagian bawah $(\pi \cdot (D_h^2 - d^2) / 4)$ (m²)
- Heff = Panjang Efektif pile (m)
- α = faktor adhesi
- γ' = berat jenis tanah efektif (kN/m³)
- Ks = Koefisien Lateral
- ϕ = Sudut geser tanah
- H(Le) = kedalaman embedment pile (m)
- H1 = kedalaman sampai helix 1 (m)
- H3 = kedalaman sampai Helix 3 (m)
- Ps = keliling dari shaft pile (m)

2.2 Efisiensi Helical Pile

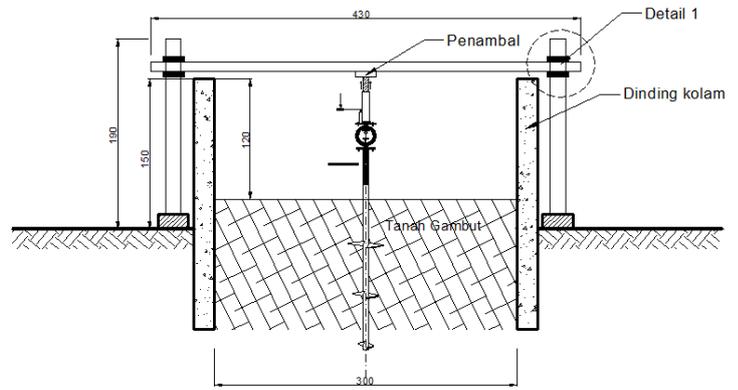
Efisiensi Helical Pile dipengaruhi oleh jumlah Helix dan nilai dari rasio jarak

(s/D), efisiensi untuk Helical Pile dengan jumlah helix lebih dari satu (Multi-Helix) atas helix tunggal yang mempunyai diameter helix yang sama, dimana nilai efisiensi untuk multi helix dapat didefinisikan sebagai berikut (Alan J. Lutenegger, 2011) :

$$n = Q_{MU} / Q_{IU} \times 100\% \dots\dots(11)$$

dimana :

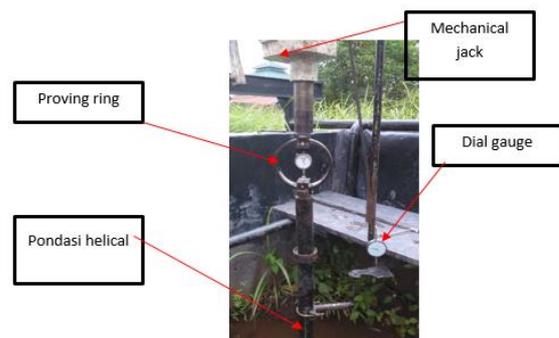
- n = Efisiensi
- Q_{MU} = Daya dukung Ultimit Multi Helix
- Q_{IU} = Daya dukung Ultimit Helix tunggal (Single Helix)



Gambar 3.1 Susunan Alat

2.3 Interpretasi Data

Terdapat beberapa metode interpretasi untuk mendapatkan nilai daya dukung tanah tersebut, dalam penelitian ini metode yang digunakan diantaranya yaitu: a) metode Mazurkiewicz (1972); b) metode Butler and Hoy 1977, dan c) metode de Beer (1976).



Gambar 3.2 Rangkaian Alat

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan

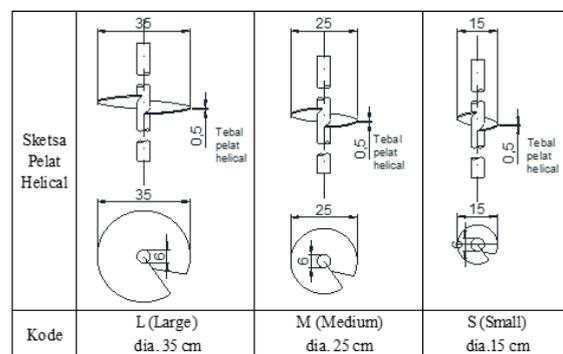
Tanah gambut diambil dari daerah Rimbo Panjang, kabupaten Kampar. Pengujian dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik Sipil Universitas Riau Rangkaian alat pengujian diperlihatkan pada Tabel 3.1, Gambar 3.1 dan 3.2.

Tabel 3.1 Alat Uji

<i>Mechanical jack</i>	Kapasitas 5 ton
<i>Proving ring</i>	Kapasitas 2.8 kN Kapasitas 50 kN
<i>Dial gauge</i>	Kapasitas 50 mm
Bak pemodelan	Ukuran 3 x 6 m, tebal tanah gambut 2.8 m
<i>Vane shear</i>	Baling 25.4 x 50 mm

3.3 Penyiapan Benda Uji

Bentuk tiang pancang yang akan digunakan adalah Screw Pile dengan skala penuh (full scale), yang diadopsi dari Helical Pile, dimana kategori dari Screw Pile yang akan digunakan pada penelitian ini adalah jenis Short Screw Pile (± 2 m).

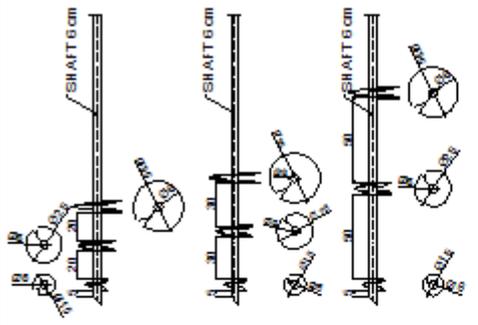
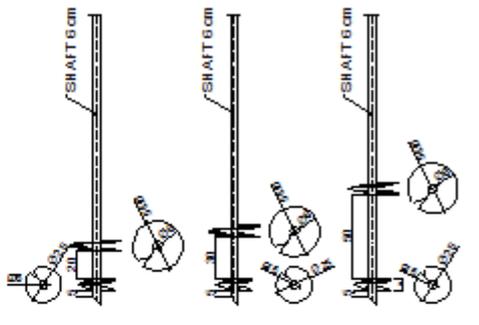
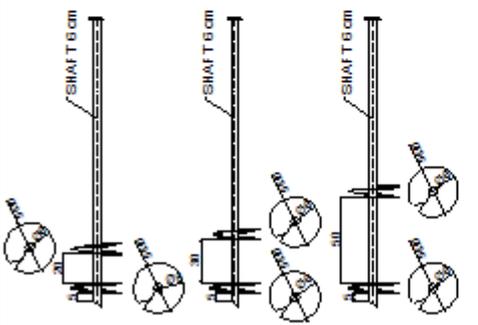
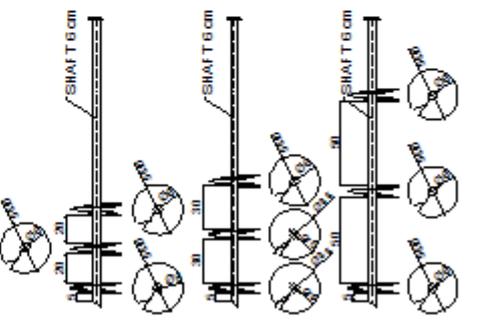


Gambar 3.1 Model Helix

Bentuk Helical Pile terdiri dari 12 Model dengan perbedaan pada jarak dan

jumlah dari helix, dengan diameter helix yang bervariasi yang terdiri dari S=15 cm,

M=25cm dan L=35cm terlihat pada Gbr. 3.1.

KODE	MODEL HELICAL PILE	KODE	MODEL HELICAL PILE
S.M.L		M.L	
	S.M.L 20 S.M.L 30 S.M.L 50		M.L 20 M.L 30 M.L 50
L.L/2L		L.L.L/3L	
	L.L/2L 20 L.L/2L 30 L.L/2L 50		L.L.L/3L 20 L.L.L/3L 30 L.L.L/3L 50

Gambar 3.4 Model Pondasi

3.3 Prosedur Pengujian

Pada pengujian ini metoda yang digunakan adalah metoda Penetrasi Kecepatan Konstan sering di singkat dengan CRP (Constant Rate Penetration). Pengujian dilakukan dengan menguji tiang di bawah beban yang diterapkan secara kontinyu oleh sebuah dongkrak hidrolis yang dilengkapi profing ring dengan kecepatan penetrasi tiang ke tanah konstan. Pada saat pengujian, gaya tekan yang dibutuhkan untuk penetrasi tiang secara kontinyu dicatat.

Penurunan kepala tiang diukur setiap 1 (satu) mm seiring dengan gaya yang ditunjukkan dari profing ring. Adapun

langkah-langkah pengujian secara rinci adalah sebagai berikut :

- Benda uji dimasukkan ke tanah dengan kedalaman tertentu.
- Diatas benda uji diberikan dial untuk membaca penurunan benda uji akibat pembebanan.
- Besar beban yang diberikan berdasarkan profing ring yang ditekan oleh dongkrak hidrolis seiring dengan penurunan per 1 (satu) mm yang ditunjukkan oleh dial.
- Amati dan catat penurunan akibat beban dengan membaca dial penurunan tadi dengan maksimum penurunan sebesar 46 (empat puluh enam) mm.

Proses a sampai d dilakukan untuk 12 (dua belas) model Helical Pile dan 3 (tiga) model dari cerocok kayu

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Tanah

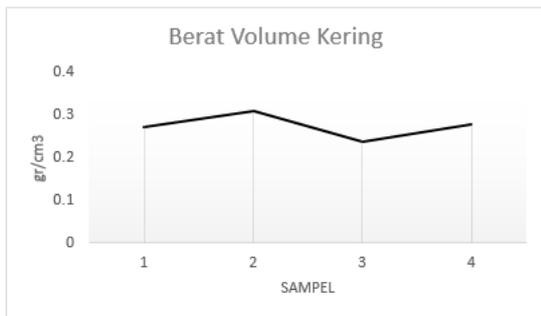
Data Properties Tanah dapat dilihat pada tabel 4.1 dan tabel 4.2;

a. Data Properties Tanah pengambilan titik 1 (kedalaman 0.5 M – 1.0 M)

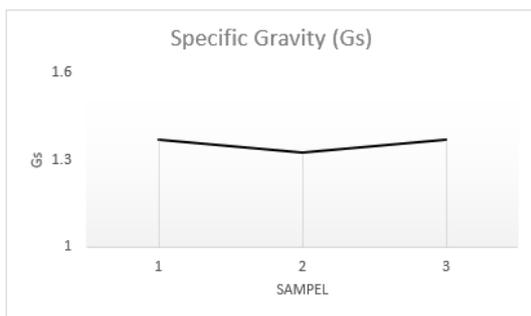
Tabel 4.1 Berat Volume Tanah Uji (titik 1)

Keterangan	Satuan	Sampel			
		1	2	3	4
Berat Volume Basah	gr/cm ³	0.784	0.806	0.779	0.806
Kadar Air	%	186.327	160.881	228.070	188.516
Berat Volume Kering	gr/cm ³	0.274	0.309	0.238	0.279

(sumber: Hasil Laboratorium)



Gambar 4.1 Grafik Berat Volume kering Tanah Uji (titik 1)



(sumber: Hasil Laboratorium)

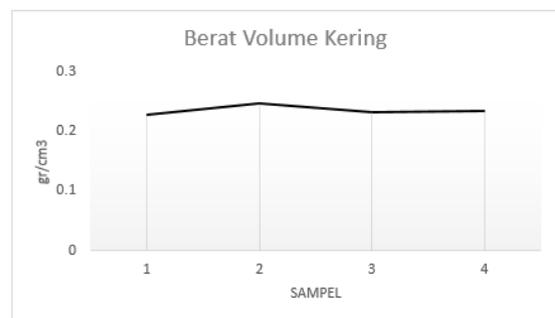
Gambar 4.2 Grafik Specific Gravity (Gs) (titik 1)

b. Data Properties Tanah pengambilan titik 2 (kedalaman 1.0 M – 1.5 M).

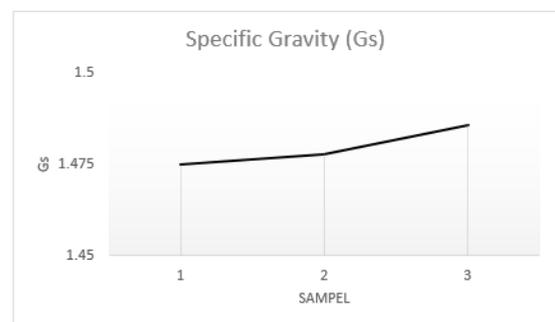
Tabel 4.2 Berat Volume Tanah Uji (titik 2)

Keterangan	Satuan	Sampel			
		1	2	3	Rata-rata
Berat Volume Basah	gr/cm ³	0.781	0.808	0.795	0.806
Kadar Air	%	242.433	227.005	241.074	
Berat Volume Kering	gr/cm ³	0.228	0.247	0.233	0.236

(sumber: Hasil Laboratorium)



Gambar 4.3 Grafik Berat Volume kering Tanah Uji (titik 2)



(sumber: Hasil Laboratorium)

Gambar 4.4 Grafik Specific Gravity (Gs) (titik 2)

Dari data properties diatas bahwa material tanah yang digunakan merupakan tanah gambut sesuai dengan tabel 2.3 Specific Gravity (Gs) untuk gambut berkisar 1.30 – 1.90. Untuk itu Karakteristik Tanah Gambut ditentukan juga oleh kadar abu dan kadar seratnya (Tabel 4.3).

Tabel 4.3 Kadar Abu dan Kadar Serat

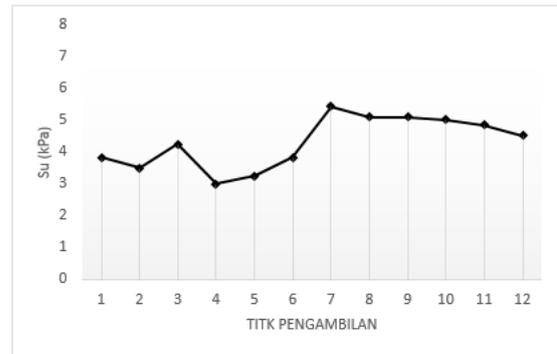
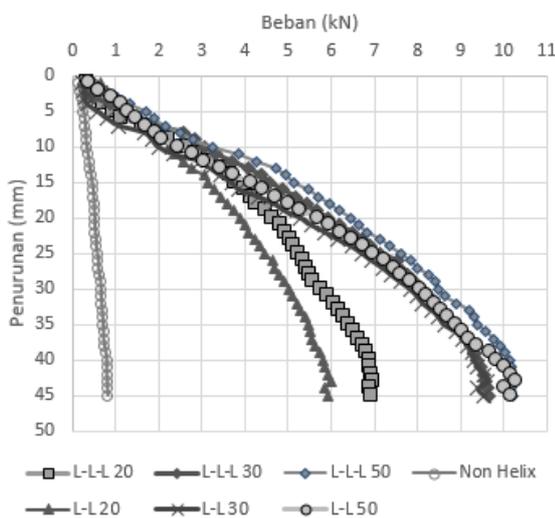
Keterangan	Satuan	Hasil per Kedalaman	
		0,5 – 1,0 m	1,0 – 1,5 m
Kadar Abu	%	35,54	54,46
Kadar Serat	%	5,28	6,11

(sumber: Hasil Laboratorium)

Menurut ASTM 4427-92 Gambut dapat dikelompokkan terhadap kandungan kadar abu dan kadar seratnya. Berdasarkan Tabel 4.3 kadar abu rata-rata 45,00%, hasil ini menunjukkan bahwa gambut ini termasuk high ash peat dan kadar seratnya mempunyai nilai rata-rata 5,68%, ini menunjukkan bahwa gambut yang menjadi material uji tergolong kedalam sapric peat.

4.2 Kuat Geser Tanah

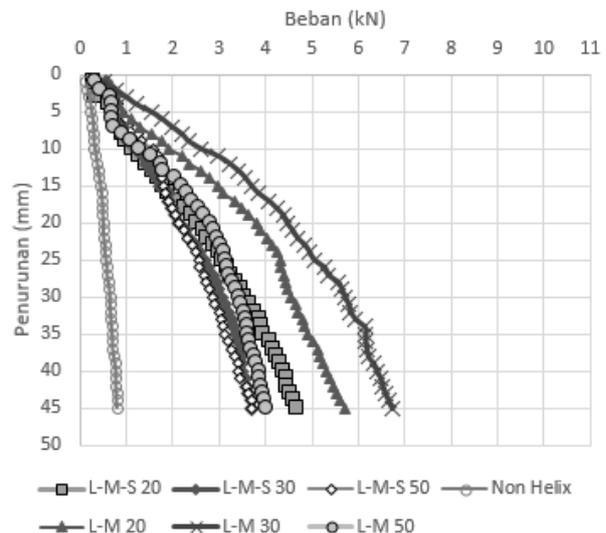
Gambar 4.1 memperlihatkan hasil pengujian *vane shear* untuk setiap tipe pondasi.



Gambar 4.1 Hasil Uji *Vane Shear*

Gambar tersebut merupakan grafik nilai S_u koreksi rata – rata dari kedalaman 50, 100, dan 150 cm. Berdasarkan grafik terlihat bahwa, nilai S_u secara relatif tidak saling berbeda jauh, yaitu nilai terkoreksi sebesar 4,299 kPa. Hal ini membuat situasi pengujian sama untuk setiap pondasi.

4.2 Daya Dukung *Ultimate* Pengujian



Gambar 4.2 Hasil Kurva Beban Vs. Penurunan untuk semua model

Pengujian pemodelan Helical Pile ini menghasilkan kurva hubungan antara beban terhadap penurunan. Kurva ini dapat menunjukkan perilaku dan karakteristik kekuatan pada masing-masing model dalam hal menghasilkan daya dukung. Perilaku yang dapat langsung di analisa dari kurva ini adalah perilaku daya dukung

end bearing atau skin friction disetiap masing-masing model. Pada penelitian ini akan menganalisa kurva beban terhadap penurunan yang di pengaruhi oleh jarak helix, jumlah helix dan diameter helix untuk setiap model. Selain itu menurut Narasimha Rao (1991) yang menyatakan bahwa terdapat rasio jarak (Spacing Ratio)

dimana mekanisme kegagalan dapat berubah, maka penelitian ini mengambil asumsi rasio jarak yang terjadi akibat pengaruh jarak, jumlah dan diameter helix.

4.3 Perhitungan Daya Dukung Aksial pada Helical Pile secara teoritis

Secara teoritis perhitungan daya dukung aksial pada helical pile menggunakan 2 metode yaitu, metode helix individual (individual plate bearing method) dan metode geser silinder (cylindrical shear method). Untuk perhitungan metode helix individual menggunakan persamaan (1), dan metode geser silinder menggunakan persamaan (4). Hasil perhitungan teoritis ini dilakukan untuk setiap model dari helical pile dan dapat dilihat resumennya pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Rekapitulasi Data perhitungan Metode Helix Individual dan Metode Geser Silinder.

No.	Item Helical Pile	Metode Helix Individual (kN)	Metode Geser Silinder (kN)
Model L.M.S			
1	Helical Pile L.M.S Jarak 20 cm	4.120	2.120
2	Helical Pile L.M.S Jarak 30 cm	4.063	3.690
3	Helical Pile L.M.S Jarak 50 cm	3.950	7.850
Model L.M			
1	Helical Pile L.M Jarak 20 cm	3.560	3.115
2	Helical Pile L.M Jarak 30 cm	3.520	4.385
3	Helical Pile L.M Jarak 50 cm	3.440	8.544
Model L.L			
1	Helical Pile L.L Jarak 20 cm	4.600	4.156
2	Helical Pile L.L Jarak 30 cm	4.560	5.426
3	Helical Pile L.L Jarak 50 cm	4.480	9.585
Model L.L.L			
1	Helical Pile L.L.L Jarak 20 cm	6.896	4.697
2	Helical Pile L.L.L Jarak 30 cm	6.840	6.641
3	Helical Pile L.L.L Jarak 50 cm	6.727	12.961

(Sumber : hasil perhitungan)

4.4 Perhitungan Daya Dukung Aksial pada Helical Pile dari Interpretasi data Uji Lapangan.

Berdasarkan hasil Interpretasi hasil uji tes dilapangan dengan menggunakan metode Mazurkiewicz, Buttler & Hoy dan De

Beer, untuk masing-masing model dari helical pile resume hasil dari interpretasinya dapat dilihat pada tabel 4.5. Hasil uji lapangan ini akan dianalisa pada jarak, jumlah dan diameter helix.

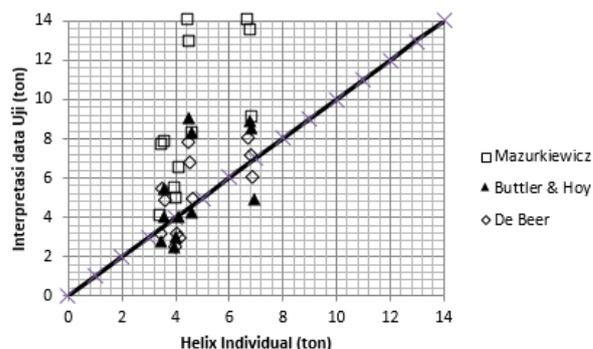
Tabel 4.5 Rekapitulasi Interpretasi Data

No.	Model Pondasi	Metode Mazurkiewicz (kN)	Metode Buttler & Hoy (kN)	Metode De Beer (kN)
Model L.M.S				
1	Helical Pile L.M.S Jarak 20 cm	6.50	4.00	3.00
2	Helical Pile L.M.S Jarak 30 cm	5.00	3.05	3.20
3	Helical Pile L.M.S Jarak 50 cm	5.50	2.50	2.50
Model L.M				
1	Helical Pile L.M Jarak 20 cm	7.80	4.00	4.80
2	Helical Pile L.M Jarak 30 cm	7.70	5.40	5.50
3	Helical Pile L.M Jarak 50 cm	4.10	2.80	3.20
Model L.L				
1	Helical Pile L.L Jarak 20 cm	8.20	4.20	5.00
2	Helical Pile L.L Jarak 30 cm	12.90	8.30	6.80
3	Helical Pile L.L Jarak 50 cm	14.00	9.05	7.80
Model L.L.L				
1	Helical Pile L.L.L Jarak 20 cm	9.10	4.85	6.00
2	Helical Pile L.L.L Jarak 30 cm	13.50	8.50	7.10
3	Helical Pile L.L.L Jarak 50 cm	14.00	9.00	8.00
Cerucuk Kayu				
1	Diameter 9.34 cm	1.70	1.20	1.35
2	Diameter 10.30 cm	2.15	1.88	1.85
3	Diameter 11.64 cm	2.93	2.98	2.51
Non Helix				
		1.10	0.75	0.52

(Sumber : hasil perhitungan)

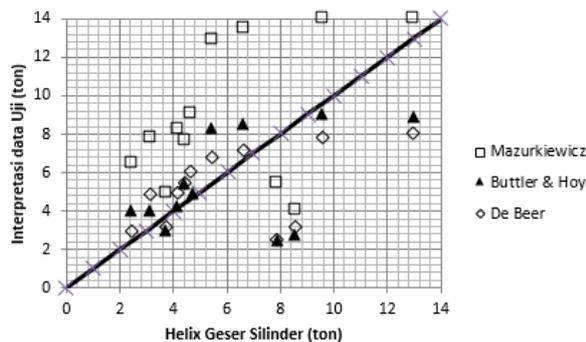
4.5 Korelasi perilaku daya dukung secara teori dan hasil uji lapangan.

Secara umum, besar daya dukung pada perhitungan sesuai teori dengan menggunakan metode helix individual dan geser silinder mempunyai nilai yang lebih besar pada beberapa model helical pile



Gambar 4.3 Perbandingan Daya Dukung teori metode Helix Individual dan uji lapangan metode Mazurkiewicz, Buttler&Hoy dan De Beer.

dibandingkan dengan data uji lapangan, dan sebagian lagi, uji lapangan memiliki nilai yang lebih dibandingkan dengan hasil teori.



Gambar 4.4 Perbandingan Daya Dukung teori metode Geser Silinder dan uji lapangan metode Mazurkiewicz, Buttler&Hoy dan De Beer.

Nilai korelasi dari perbandingan daya dukung dengan metode Helix Individual dengan metode Mazurkiewicz, Buttler&Hoy dan De Beer berturut-turut adalah 0.641, 0.570 dan 0.633. Dari nilai korelasi tersebut di dapatkan bahwa semua metode memberikan nilai korelasi dengan kriteria hubungan yang sedang.

Hal ini juga terlihat pada nilai korelasi dari perbandingan metode Geser Silinder dengan metode Mazurkiewicz, Buttler&Hoy dan De Beer berturut-turut adalah 0.476, 0.506 dan 0.473, dari nilai ini kriteria hubungan metode geser silinder memiliki hubungan yang sama dengan helix individual tetapi nilai geser silinder nilai korelasinya lebih kecil dari helix individual.

4.5 Efisiensi dari Helical Pile Pada Model dengan Daya Dukung Maksimum

Kapasitas daya dukung dalam menentukan nilai efisiensi ini diambil dari nilai uji lapangan dengan metode Mazurkiewicz, Buttler & Hoy dan De Beer karena berdasarkan nilai korelasi yang dihasilkan metode ini memberikan kategori yang hampir sama dalam hal menentukan daya dukung lapangan.

Tabel 4.6. Rekapitulasi Nilai Efisiensi data uji lapangan

Model Helical Pile	Rasio Jarak	Mazurkiewicz		Buttler&Hoy		De Beer	
		Q _{ultimit} (kN)	η (%)	Q _{ultimit} (kN)	η (%)	Q _{ultimit} (kN)	η (%)
L	-	5,00	100,00	5,00	100,00	5,00	100,00
L-L 20	0,57	8,20	82,00	4,20	42,00	5,00	50,00
L-L 30	0,86	12,90	129,00	8,30	83,00	6,80	68,00
L-L 50	1,43	14,00	140,00	9,05	90,50	7,80	78,00
L-L-L 20	0,57	9,10	60,67	4,85	32,33	6,90	45,97
L-L-L 30	0,86	13,50	90,00	8,50	56,67	7,10	47,33
L-L-L 50	1,43	14,00	93,33	9,00	60,00	8,00	53,33

Dari tabel 4.6 terlihat bahwa model L-L 50 memiliki efisiensi daya dukung yang cukup besar dari setiap model yang ada dengan nilai rasio jarak 1,43.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah :

1. Kapasitas daya dukung Helical Pile dapat disimpulkan sebagai berikut :
 - a. Daya dukung helical pile yang terjadi pada tanah lunak (gambut/peat) tidak berpengaruh besar terhadap rasio S/Dh yang mensyaratkan metode Helix individual dan metode Geser silinder dimana dalam penelitian ini nilai rasio yang ada $0.57 < S/Dh < 2$.
 - b. Berdasarkan analisa daya dukung ultimate yang dipengaruhi oleh jarak helix kontribusi terbesar terlihat pada model L-L-L 30 dan Model L-L-L 50.
 - c. Berdasarkan analisa daya dukung ultimate yang dipengaruhi oleh jumlah helix kontribusi terbesar terlihat pada model L-L 50.
 - d. Berdasarkan analisa daya dukung ultimate yang dipengaruhi oleh diameter helix kontribusi terbesar terlihat pada

- model dengan menggunakan diameter terbesar (L = 35cm) dan seragam.
2. Dari kedua model Helical Pile yang mempunyai nilai kontribusi yang terbesar maka model dengan menggunakan diameter terbesar (L=35cm) pada model L-L 50 bisa dijadikan model dengan efisiensi yang baik untuk menjadi tolak ukur pemilihan model helical pile untuk kondisi tanah gambut/peat.
 3. Dari segi nilai beban ultimate jika dibandingkan dengan cerocok kayu, model Helical Pile yang mempunyai diameter terbesar (L=35cm) dan seragam mempunyai nilai daya dukung yang baik untuk dijadikan pilihan sebagai pengganti.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Sprince, A., & Pakrastinsh, L. 2010, "HELICAL PILE BEHAVIOUR AND LOAD TRANSFER MECHANISM IN DIFFERENT SOILS", The 10th International Conference, Faculty Of Civil Engineering, Vilnius Gediminas Technical University. Vilnius Lithuania.
- Lutenecker, A. J. 2011, Department of Civil & Environmental Engineering, University of Massachusetts Amherst, Ma. USA 01003, "Behavior of Multi-Helix Screw Anchors in Sand", Pan-AM CGS Geotechnical Conference.
- BATTERED CHANCE, 2006. "HELICAL ANCHORS/PILES for LATERAL LOADING", Hubbell Power Systems, Inc.
- Livneh, B & El Naggar, M. H, 2008. "Axial testing and Numerical Modeling of Square shaft helical piles under compressive and tensile loading", Can. Geotech. J45:1142-1155.
- White, B, PE, and friend 2009. "High Starin Dynamic Load Testing on Helical Piles-Case Study". GRL Engineers, Inc. 30735 Aurora Rd. Solon, Ohio 44139.
- Weech, C. N., & Howie, J.A., 2010., "HELICAL PILES IN SOFT SENSITIVE SOILS – A FIELD STUDY OF DISTURBANCE EFFECTS ON PILE CAPACITY".
- Tsuha, C.H.C., Aoki, N., Rault, G., Thorel, L., and Garnier, J., 2012. "Evaluation of the efficiencies of helical anchor plates in sand by centrifuge model tests", CANADIAN GEOTECHNICAL JOURNAL, OTTAWA, v. 49, n. 9, p. 1102-1114.
- Clyton, D. J. PE, 2005. "Basic Helical Screw Pile Design", Earth Contact Product, LLC.
- Willis, D. P. E, 2009. "How to Design Helical Piles per the 2009 International Building Code", Ram Jack Systems Distribution (RJSD) Senior Engineer, 3065 Forest Lane, Garland, 2009.
- Saeki, E & Ohki, H, 2000. "A Study of Screwed Pile, The Result of Instalation and Loading Tests and Analysis of Penetration Mechanisms". Nippon Steel Technical Report NO. 82 July 2000
- Priadi, E, 2008. By the Faculty of Geowissenschaften, Geotechnik und Bergbau of the Technischen Universität Bergakademie Freiberg, "BEHAVIOUR OF TIANG TONGKAT FOUNDATION OVER PONTIANAK SOFT ORGANIC SOIL USING 3D - FINITE ELEMENT ANALYSIS", Dissertation, Freiberg
- Perko, H. A, 2009. "A Practical Guide to Design and Installation", by John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved.
- Narashimha Rao S, Prasad YVSN, Shetty MD., 1991. "The Behavior of Model Screw Piles in Cohesive Soils.", Soil and Foundations 31: 53-50 CrossRef.
- Niroumand, H., Kassim, K. A., Ghafooripour A., Nazir, R. & Chuan H.S., 2012, "Performance of Helical

- Anchors in Sand", EJGE (Vol.17, 2012), Bunt. T.
- Woodcock, J. 2012, "Finite Element Analysis of Screw Piles". 1st Civil and Environmental Engineering Student Conference, 25-26 June 2012, Imperial College London.
- Kristen M. Tappenden, "Predicting the Axial Capacity of Screw Piles Installed in Western Canadian Soils", A thesis submitted to the Faculty of Graduate Studies and Research in partial fulfillment of the requirements for the degree of MASTER OF SCIENCE In GEOTECHNICAL ENGINEERING, Edmonton, Alberta Spring 2007.
- Lakhdar Salhi, Ouahcene Nait-Rabah, Christian Deyrat, Christophe Roos. "Numerical Modeling of Single Helical Pile Behavior under Compressive Loading in Sand", EJGE (Vol.18, 2013), Bunt. T.
- ISKANDAR, R., 2002. "BEBERAPA KENDALA APLIKASI TEORI PERHITUNGAN DAYA DUKUNG AKSIAL PONDASI DALAM", by USU digital library.
- Abdelghany, Y., El Naggar M. H., 2010. "Full-Scale Experimental Investigations & Numerical Analysis of Different Innovative Instrumented Composite Helical Screw Piles under Axial & Lateral Monotonic & Cyclic Loadings".
- Elsherbiny, Z. H., El Naggar, M. H., 2013. Department of Civil and Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Western University, London, ON N6A 5B9, Canada. "Axial compressive capacity of helical piles from field tests and numerical study", Canadian Geotechnical Journal, 2013, 50(12): 1191-1203, 10.1139/cgj-2012-0487