

## **PREDIKSI KAPASITAS DAYA DUKUNG *HELICAL PILE* TUNGGAL BERDASARKAN DATA SONDIR PADA TANAH GAMBUT**

### **Suratman**

Mahasiswa Magister Teknik Sipil Universitas Riau  
Jl. HR Subrantas Km 12,5 Simpang Baru, Tampan Pekanbaru  
e-mail : [suratman21@gmail.com](mailto:suratman21@gmail.com)

### **Ferry Fatnanta**

Magister Teknik Sipil Universitas Riau  
Jl. HR Subrantas Km 12,5 Simpang Baru, Tampan Pekanbaru  
e-mail : [fatnanto1964@gmail.com](mailto:fatnanto1964@gmail.com)

### **Syawal Satibi**

Dosen Magister Teknik Sipil Universitas Riau  
Jl. HR Subrantas Km 12,5 Simpang Baru, Tampan Pekanbaru  
e-mail : [sstbi@yahoo.com](mailto:sstbi@yahoo.com)

### **Abstrak**

Sebagian besar dari wilayah provinsi Riau merupakan tanah gambut. Tanah gambut merupakan tanah yang terbentuk dari tumbuhan yang mengalami pembusukan ribuan tahun. Daya dukung fondasi merupakan permasalahan baru yang harus diselesaikan dalam pembangunan infrastruktur diatas lahan gambut. Perkuatan pada fondasi diperlukan untuk menaikan kapasitas daya dukung gambut. Salah satu alternatif untuk meningkatkan daya dukung gambut adalah fondasi helical pile. Penggunaan data sondir untuk memprediksi daya dukung tanah gambut disebabkan karena pengujian sondir sangat familier di kalangan praktisi di Indonesia. Penelitian ini akan mencari metode analitis yang sesuai untuk prediksi daya dukung *helical pile* dengan membandingkan dengan hasil uji pembebanan. Interpretasi hasil pembebanan menggunakan metode penurunan 25 mm dan tangent intersection. Metode analitis yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Meyerhoff dan LCPC. Dari hasil pembebanan diperoleh diperoleh Qult sebesar 2,90 kN dengan metode interpretasi penurunan 25 mm dan 2,10 kN untuk interpretasi metode tangent intersection. Hasil analitis kapasitas daya dukung helical pile untuk metode Mayerhoff, Schmertmann, dan Tumay&Fakroo memberikan hasil 6,03 kN, 8,67 dan 6,30 sedangkan dengan metode LCPC, Philipponat, dan De Beer memberikan hasil 2,15 kN, 1,97 kN, dan 2,67 kN. Berdasarkan hasil penelitian maka metode LCPC, Philipponat dan De Beer lebih sesuai untuk memprediksi kapasitas daya dukung helical pile di tanah gambut jika dibandingkan dengan metode Meyerhoff, Schmertmann dan Tumay&Fakhroo yang cenderung over estimate.

**Kata Kunci :** Gambut, sondir , helical pile, daya dukung, pembebanan

### **Abstract**

*Most of the lands in Riau province are peats. The peat itself consisted of decomposed vegetation for more than thousand of years. Foundation's bearing capacity is a recent issue which needs to be solved in construction matters related to infrastructures on peat. An advanced reinforcement on foundation is needed in order to increase the bearing capacity of peat. One of the alternatives to do so, is by using pile foundation. Cone Penetrometer Test (CPT) data is widely used to predict peat's bearing capacity due to lots of researchers in Indonesia have already familiar with this kind of test. This study aims to discover the proper analytic method in order to predict the pile foundation's bearing capacity by comparing load test results. Loading results were interpreted by using 25 mm settlement method and tangential intersection method. The used analysis method in this research were Mayerhoff, LCPC, Philliponat, Schmertmann and Tumay&Fakhroo method. According to Load test results, the magnitude of  $Q_{ult}$  was 2,90 kN for 25 mm settlement method and 2,10 kN by using tangential intersection method. The results of pile's bearing capacity analysis by using Mayerhoff, Schmertmann, and Tumay & Fakhroo were respectively 6,03 kN, 8,67 kN, and 6,30 kN. Whereas by using LCPC, Philliponat, and De Beer method were respectively 2,15 kN, 1,97 kN, and 2,67 kN. Based on these results, LCPC, Philliponat and De Beer method are more suitable to be applied in predicting helical bearing capacity on peat rather than Mayerhoff, Schmertmann, and Tumay & Fakhroo which tend to show over-estimated prediction results.*

**Key Word:** *Peat, sondir, helical pile, bearing capacity, load test*

## **A. PENDAHULUAN**

### **1. Latar Belakang**

Provinsi Riau adalah satu daerah yang mempunyai luas lahan gambut mencapai 3.867.413 Ha atau sekitar 60,08 % dari luas lahan gambut di pulau Sumatera (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2011). Dengan bertambahnya jumlah penduduk menjadi masalah baru dalam penyediaan lahan untuk pemukiman dan infrastruktur sehingga pembangunan dilakukan pada tanah gambut.

Gambut mempunyai daya dukung yang sangat rendah, tipe dan dimensi fondasi harus direncanakan dengan kekuatan untuk menjaga kestabilan fondasi tersebut. Kekuatan yang biasa dipakai adalah cerucuk, terutama untuk

bangunan 1 dan 2 lantai. Dengan keterbatasan ketersediaan cerucuk dan kebutuhan pembangunan yang tidak dapat dihindari, dalam penelitian ini dicoba untuk menggunakan *helical pile* sebagai alternatif fondasi. Fondasi *helical pile* merupakan suatu sistem fondasi tiang yang pada bagian bawahnya dilengkapi dengan suatu pelat yang menyerupai ulir (*helical plate*) dikenal sebagai pondasi *helical pile*. Fungsi dari *helical plate* adalah untuk memperbesar titik penahan (*point bearing*) dari tiang fondasi. Fatnanta, (2016) meneliti tentang pengaruh jumlah plat helix terhadap daya dukung tiang helix pada tanah gambut. Pengaruh variasi diameter plat helical terhadap daya dukung pondasi di tanah gambut dilakukan oleh Sapria Adi, (2016). Maulana *et al.*, (2017) membandingkan

nilai uji beban *tiang helical* tunggal dengan menggunakan data sondir yang dilakukan skala penuh pada model. Dengan familiernya alat sondir dikalangan praktisi geoteknik, maka dalam penelitian ini akan dicoba untuk memprediksi daya dukung *helical pile* pada tanah gambut dengan data sondir.

**2. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah di dalam penelitian ini adalah mencari formula yang tepat untuk menentukan daya dukung *helical pile* di tanah gambut dengan menggunakan data sondir atau CPT (*cone penetration test*). Hasil perhitungan akan dibandingkan dengan hasil pembebanan (*loading test*).

**3. Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Pengujian skala penuh (*full scale*) dilakukan pada tanah gambut di Jl. Angsa Putih, Kel. Simpang Tiga, Kec. Bukit Raya, Kota Pekanbaru.
2. *Helical pile* yang digunakan adalah tipe LMS-30, dengan diameter tiang utama 6 cm terdiri dari 3 (tiga) buah pelat heliks dengan diameter 15 cm, 25 cm dan 35 cm, dengan jarak antar pelat heliks 30 cm.
3. Pengujian sondir dilakukan sebelum pemasangan *helical pile*.
4. Metode perhitungan yang digunakan adalah Meyerhoff, LCPC, Philipponat, De Beer, Schmertmann dan Tumay & Fakhroo.

**4. Tujuan dan Manfaat Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan metode perhitungan

berdasarkan data sondir yang mendekati dengan hasil pembebanan *helical pile*.

Penelitian ini akan bermanfaat bagi praktisi geoteknik dalam memprediksi kapasitas dukung *helical pile* dengan data sondir.

**B. TINJAUAN PUSTAKA**

**1. Gambut**

Didalam ASTM Book D4427-84 tanah gambut adalah material yang berasal dari tumbuhan yang terjadi secara alami dan memiliki kadar organik yang tinggi. (Ratmini, 2012) menyatakan bahwa tanah gambut tersebar luas di Indonesia dan dapat dijumpai di pulau-pulau besar seperti Sumatera, Kalimantan dan Papua. Tanah gambut memiliki keunikan tersendiri apabila dibandingkan dengan tanah lainnya. Tanah gambut biasanya memiliki warna coklat tua atau hitam dan memiliki bau yang khas (Craig, 1992) dalam (Huat, Prasad, Asadi, & Kazemian, 2014).

Sifat Fisis tanah gambut meliputi kadar air, kadar abu, kadar organik, kadar serat, dan berat spesifik (*specific gravity*).

Untuk mengklasifikasikan tanah gambut mengacu pada standar (ASTM D4427-92, 1997) dengan berdasarkan kadar serat, kadar abu pH, kemampuan menyerap air, dan kandungan botanis gambut. Klasifikasi gambut berdasarkan kadar serat dan kadar abu di tampilkan pada Tabel 1. dan Tabel 2.

**Tabel 1.** Klasifikasi Gambut Berdasarkan Kadar Serat

Klasifikasi	Keterangan
<i>Fibric</i>	Gambut dengan kadar serat > 67%
<i>Hemic</i>	Gambut dengan kadar serat antara 33% sampai 67%
<i>Sapric</i>	Gambut dengan kadar serat < 33%

Sumber : ASTM D 4427-92

**Tabel 2.** KlasifikasiGambutBerdasarkan Kadar Abu

Klasifikasi	Keterangan
<i>Low Ash</i>	Gambut dengan kadar abu < 5%
<i>Medium Ash</i>	Gambut dengan kadar abu antara 5% sampai 15%
<i>High Ash</i>	Gambut dengan kadar abu > 15%

Sumber : ASTM D 4427-92

## 2. *Helical pile*

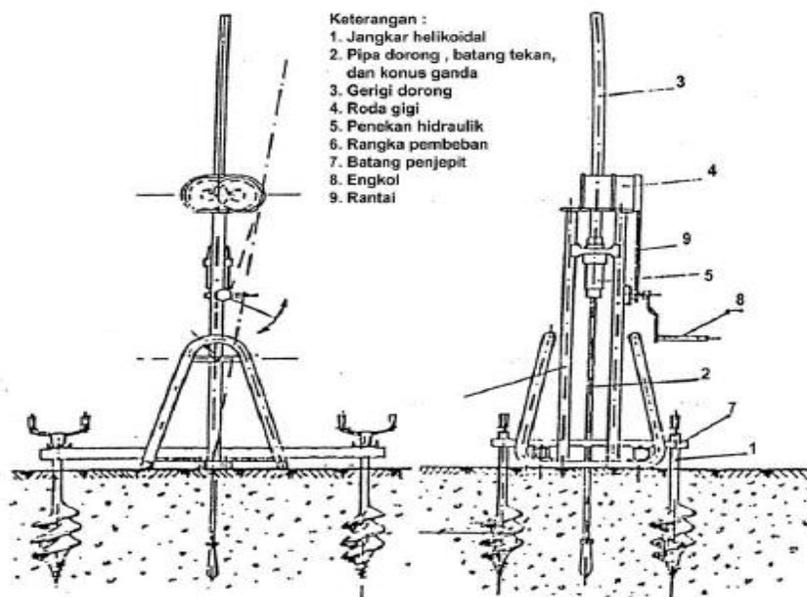
Fondasi tiang *helical* adalah fondasi tiang yang terbuat dari baja fabrikasi yang terdiri dari satu atau lebih plat *helical* yang di instalasi dengan cara memutar fondasi tersebut kedalam tanah (Willis, 2009).

Keuntungan lain dari fondasi *helical pile* ini adalah tidak adanya efek yang mengganggu bangunan sekitar maupun lingkungan seperti getaran, kebisingan, dan limbah lumpur seperti pemasangan jenis fondasi pile lainnya. Perhitungan nilai daya dukung fondasi *helical* bisa dilakukan dengan mengkonversikan torsi yang diperoleh pada saat pemasangan. Fondasi *helical pile* bisa digunakan untuk menahan gaya tekan

dan tarik. Fondasi ini sering digunakan untuk mendukung struktur dengan beban sederhana dan untuk menara transmisi, proyek-proyek perumahan, *underpins* atau *tie back anchors* untuk galian. Selain itu *helical pile* bisa digabungkan dalam kelompok dalam menerima beban-beban yang lebih besar untuk konstruksi yang komersial(Perko, 2009).

## 3. *Cone Penetration Test (CPT)*

*Cone Penetration Test (CPT)* atau lebih dikenal dengansondir adalah salah satu alat uji penetrasi di lapangan yang sangat familier dikalangan praktisi geoteknik di Indonesia (gambar 1).



**Gambar 1.**RangkaianAlatSondir

Sumber : SNI 2827:2008

Pengujian sondir banyak digunakan dalam menentukan daya dukung dan karakteristik propertis tanah. Sondir menjadi solusi terhadap kesulitan pada pengambilan data pada tanah kohesif, lumpur, atau tanah dengan konsistensi sangat rendah. Hal ini disebabkan tingkat kesulitan yang tinggi dalam mendapatkan sampel tanah tak terganggu (*undisturbed sample*) untuk dilakukan pengujian di laboratorium. Sesuai dengan (SNI 2827, 2008) metode pengujian lapangan dengan alat sondir dapat digunakan untuk alat penetrasi konus tunggal maupun ganda (*biconus*) yang ditekan secara mekanik (*hidraulic*). Parameter yang diperoleh berupa perlawanan konus ( $q_c$ ), perlawanan geser ( $f_s$ ), angka banding geser ( $R_f$ ), dan geseran total tanah ( $T_f$ ). Selain akan memberikan data secara terus menerus setiap kedalaman 20 cm, dari pengujian sondir juga bisa di prediksi jenis tanah setiap lapisan berdasarkan nilai *friction ratio* ( $R_f$ ). Peralatan uji penetrasi ini antara lain terdiri atas peralatan penetrasi konus, bidang geser, bahan baja, pipa dorong, batang dalam, mesin pembeban hidraulik, dan perlengkapan lainnya.

#### 4. Analisa Daya Dukung Teoritis Dengan Data Sondir (*Cone Penetration Test, CPT*)

Jenis penyelidikan tanah yang sangat familier di Indonesia untuk menentukan kapasitas daya dukung tiang adalah dengan data sondir atau (*cone penetrometer test, CPT*). Dari data CPT atau sondir dapat diklasifikasikan setiap lapisan tanah dengan melihat nilai *fiction ratio* ( $FR$ ). Data tanah sangat diperlukan dalam merencanakan kapasitas daya dukung (*bearing capacity*) suatu fondasi.

Secara umum kapasitas dukung fondasi tiang dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$Q = Q_u + Q_s \quad (1)$$

$$Q = A \times F \quad (2)$$

$$Q = A \times R_f \quad (3)$$

$$Q = A \times q_c + A \times f_s \quad (4)$$

dengan :

$Q_u$  = kapasitas dukung ultimit tiang

$Q_b$  = Kapsitas dukung ujung tiang

$Q_s$  = kapasitas dukung kulit tiang

$A_b$  = luas ujung tiang bawah

$A_s$  = luas selimut tiang

$q_c$  = tahanan ujung kerucut statis

$f_s$  = tahanan gesek dinding satuan

Meyerhof menyarankan nilai  $q_c$  rata rata diambil dari 8D diatas ujung tiang sampai 4D di bawah dasar tiang (Das, 2007). Untuk menghitung daya dukung ultimit ( $Q_u$ ) *helical pile* berdasarkan data hasil pengujian sondir dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa metode.

##### a) Metode Meyerhoff

$$Q = (q_c \times A_b) + (JHL \times K) \quad (5)$$

dengan:

$Q_{ult}$  = Kapasitas daya dukung tiang pancang tunggal

$q_c$  = Tahanan ujung sondir

$A_p$  = Luas penampang tiang

JHL = Jumlah hambatan lekat

K = Keliling tiang

Daya dukung ijin fondasi dinyatakan dengan rumus :

$$Q = \frac{q_c \times A_b}{3} + \frac{JHL}{5} \quad (6)$$

dengan :

$Q_{ijin}$  = Kapasitas daya dukung ijin fondasi

$q_c$  = Tahanan ujung sondir

$A_p$  = Luas penampang tiang

JHL = Jumlah hambatan lekat

K = Keliling tiang

Kapasitas daya dukung ujung diprediksi dari persamaan 3 dimana  $q_c$  rata-rata ditentukan dalam zona 1,5D di atas dan 1,5D di bawah ujung tiang, dan  $K_c$

adalah faktor kapasitas daya dukung empiris yang bervariasi dari 0,15 hingga 0,6 tergantung pada jenis pemasangan dan prosedur pemasangan tiang pancang. Metode ini cocok untuk semua jenis tiang dan tanah.

$$q_u = q_c k_c \quad (7)$$

dengan :

$q_c$  = Tahanan ujung konusekuivalen pada kedalaman pelat *helical*

$k_c$  = Faktor penetrometer daya dukung ujung.

Tappenden 2004 menyarankan nilai  $k_c$  sebesar 0,45 untuk perhitungan pondasi *helical* (Perko, 2009).

Tegangan geser selimut,  $T$  didapat dari persamaan

$$T = q_s \quad (8)$$

dengan :

$q_s$  = tegangan *skin friction* dari uji Sondir

b) Metode Philipponat

Untuk memprediksi kapasitas daya dukung tiang berbasis data CPT, Philipponat (1980) menyarankan nilai  $q_c$  rata-rata yang diperoleh dari jarak 3D ke atas dan ke bawah dari ujung tiang. Komponen daya dukung tersebut diperoleh dengan :

$$f_p = q_c (s) \cdot \frac{\alpha}{F_s} \leq f_{p(m)} \quad (9)$$

$$q_b = k_b \cdot q_c (t) \quad (1)$$

dengan :

$f_p$  = Tahanan selimut tiang

$q_{ca(side)}$  = rata-rata bacaan

$q_b$  = Tahanan ujung tiang

$q_{ca(tip)}$  = nilai  $q_c$  pada ujung tiang

$k_b$  = Koefisien bergantung jenis tanah

c) Metode De Beer

Untuk tanah pasir (non cohesive) :

$$P = q \times \frac{A}{2} \quad (11)$$

Untuk tanah kohesif :

$$P = \frac{q \times A}{3} \quad (2)$$

dengan :

$q_c$  = tekanan conus

$A$  = luas penampang tiang

$Of$  = jumlah hambatan pelekat

$U$  = keliling tiang, 2 dan 3 angka keamanan

d) Metode Schmertmann

Schmertmann menyarankan persamaan berikut untuk menghitung daya dukung ujung ( $q_t$ ) dari hambatan ujung konus ( $q_c$ ):

$$q_t = \frac{q_{c1} + q_{c2}}{2} \quad (3)$$

dengan :

$q_{c1}$  = nilai rata-rata  $q_c$  pada zona mulai dari 0,7 D ke 4D di ujung pelat *helical*.

$q_{c2}$  = nilai rata-rata  $q_c$  sondir dari ujung pelat *helical* pada zona perlawanan 8D di atas ujung pelat *helical*.

e) Metode Tumay & Fakhroo

Untuk menentukan daya dukung ujung menggunakan persamaan metode Tumay & Fakhroo :

$$q_t = \frac{q_{c1} + q_{c2}}{4} + \frac{q_a}{2} \quad (4)$$

dengan :

$q_{c1}$  = nilai rata-rata  $q_c$  pada zona 4D di ujung pelat *helical*.

$q_{c2}$  = nilai rata-rata minimum  $q_c$  pada zona 4D di ujung pelat *helical*.

$q_a$  = nilai rata-rata  $q_c$  pada zona 8D di atas pelat *helical*.

Tumay dan Fakhroo menyarankan nilai  $q_t$  tidak boleh melebihi 15 MPa. Untuk tegangan kulit ( $f$ ) diperoleh dari persamaan :

$$f = m f_s \quad (15)$$

dengan :

$$m = 0.5 + 9.5e^{-9f_s} \text{ (factor adhesi)}$$

$$f_s = \frac{F_t}{L} \text{ (rata-rata lokal friksi, } F_t \text{ adalah Total Cone Penetration)}$$

Tumay dan Fakhroo menyarankan nilai  $f$  tidak boleh melebihi 0.72 MPa.

### C. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini ada dua jenis pengujian yaitu pengujian propertis tanah gambut. Untuk menentukan sifat fisik dan mekanis dari gambut dilakukan pengujian sondir. Pengambilan sampel dilakukan untuk pengujian laboratorium. Kedua adalah pengujian model fondasi *helical pile* skala penuh untuk mengetahui nilai daya dukung dengan penurunannya.

#### 1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan secara skala penuh (*full scale*) di Jl. Angsa Putih, Kelurahan Simpang Tiga, Kecamatan Bukit Raya, Kota Pekanbaru.

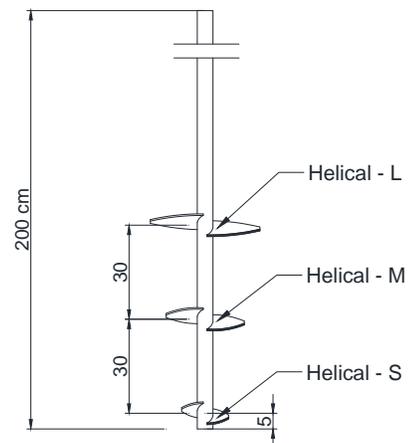
#### 2. Alat Pengujian

Alat-alat pengujian pada penelitian ini dibagi atas 2 kelompok, yaitu alat lapangan dan alat laboratorium antara lain :

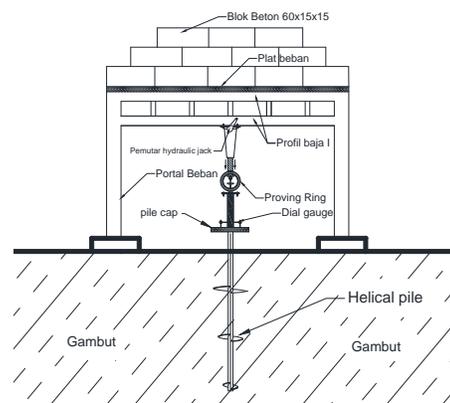
- a) Alat Lapangan
  - Sondir
  - Dial Gauge
  - Proving Ring
  - Hydraulik Jack
  - Rangkaian portal uji beban
- b) Alat laboratorium
  - Alat uji kadar air
  - Alat uji Kadar serat
  - Alat uji kadar abu dan kadar organik
  - Alat uji *specific gravity*
  - Alat uji berat volume (*unit weight*)

Penampang dari helical pile tipe LMS-30 dijelaskan pada Gambar 2. Sedangkan Gambar 3 menjelaskan

skema pengujian pembebanan dilapangan.



Gambar 2. Helical pile LMS-30



Gambar 3. Skema Pengujian

### D. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Hasil Pengujian Propertis Tanah Gambut

Untuk mendapatkan propertis tanah gambut, dilakukan pengambilan sampel di lokasi penelitian pada kedalaman 1,50 m. Berdasarkan hasil pengujian propertis gambut pada tabel 3, dan didasarkan pada tabel 1 dan tabel 2 maka klasifikasi gambut di lokasi penelitian digolongkan kedalam *Hemicmedium ash* (gambut dengan kadar serat dan kadar abu sedang). Ringkasan hasil pengujian propertis gambut disajikan pada tabel 3.

**Tabel 3.** Rekapitulasi Hasil Pengujian Propertis Gambut

Propertis Tanah Gambut		Unit	Hasil
Kadar air rerata	(w)	%	714.55
Berat Volume basah	$\gamma_{wet}$	gr/cm <sup>3</sup>	1.10
Berat Volume basah	$\gamma_{wet}$	kN/m <sup>3</sup>	10.75
Berat Volume kering	$\gamma_{dry}$	gr/cm <sup>3</sup>	1.45
Specific Gravity	GS	-	1.43
Kadar Abu	Ac	%	10.57
Kadar organic	Oc	%	89.43
Kadar Serat	Fc	%	37.69

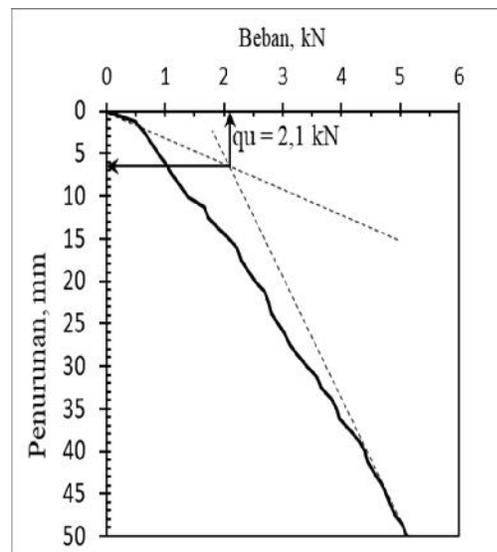
## 2. Daya Dukung Hasil Pengujian Lapangan

Pengujian model fondasi di lapangan dilakukan dengan cara memberikan beban dengan metode CRP (*constant rate of penetration*) (ASTM D1143-81, 1994). Pengujian pembebanan ini bertujuan untuk memperoleh data beban dan data penurunan fondasi *helical pile*. Pembebanan dilakukan sampai terjadi penurunan sebesar 50 mm. Hasil pengujian ini di plot dalam sebuah grafik hubungan antara beban (*load*) dengan penurunan. Besarnya daya dukung fondasi ditentukan dengan menggunakan metode penurunan 25 mm dan metode *tangent intersection*.

- a) Analisa Daya Dukung *Helical Pile* Tipe LMS-30 Menggunakan Metode Penurunan 25 mm.

Daya dukung aksial ultimit ( $Q_{ult}$ ) hasil pengujian pembebanan dilapangan, ditentukan dengan metode penurunan 25 mm. Pada pengujian ini menggunakan *helical pile* tipe LMS-30. Besaran daya dukung aksial ultimit untuk *helical pile* LMS-30 tiang tunggal diperlihatkan pada Gambar 4.

Berdasarkan pada gambar 4, nilai daya dukung axial *helical pile* tunggal pada tanah gambut dengan metode interpretasi penurunan 25 mm diperoleh daya dukung ultimate sebesar 2,90 kN.

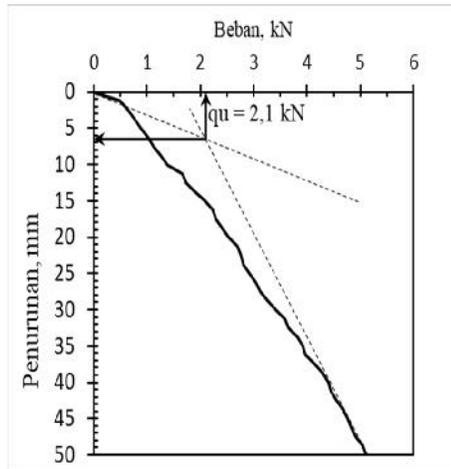


**Gambar4.** Daya Dukung ultimate metode Penurunan 25 mm

- b) Analisa Daya Dukung Fondasi *Helical Pile* Tipe LMS-30 Menggunakan Metode *Tangent Intersection*

Interpretasi daya dukung hasil uji beban yang kedua adalah menggunakan metode *tangent intersection*. Metode yang diusulkan oleh Trautmann dan Kulhawy pada tahun 1988 adalah metode yang sesuai untuk menginterpretasikan daya dukung *ultimite* dari suatu pengujian tiang. Hasil dari kapasitas dukung *helical pile* dengan menggunakan metode *tangent*

*intersection* disajikan dalam bentuk Gambar 5.



**Gambar 5.** Daya dukung ultimate metode *Tangent Intersection*

Berdasarkan pada **Gambar 5**, nilai daya dukung aksial *helical pile* tunggal pada tanah gambut dengan interpretasi menggunakan metode *tangent intersection* diperoleh daya dukung ultimate sebesar 2,10 kN.

Hasil dari interpretasi kedua metode menunjukkan hasil yang hampir sama, hal ini bisa disimpulkan bahwa kedua metode ini cukup sesuai untuk

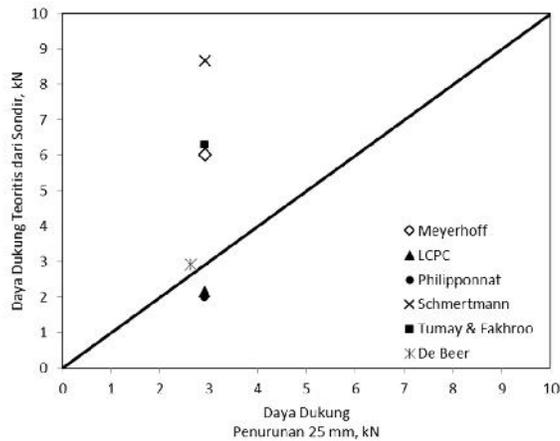
menginterpretasikan hasil pembebanan (*loading test*) *helical pile* pada tanah gambut.

- c) Perhitungan Teoritis Daya Dukung Aksial *Helical Pile* Menggunakan Data Sondir (*Cone Penetration Test, CPT*)

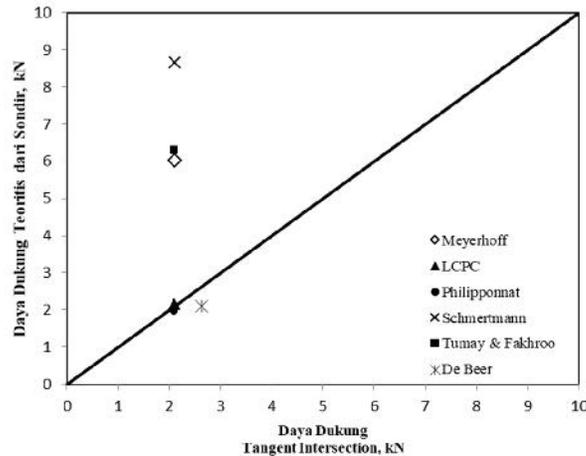
Perhitungan kapasitas daya dukung aksial *helical pile* menggunakan perumusan dari data sondir. Untuk mendapatkan nilai daya dukung kelompok *helical pile* dilakukan dengan menghitung daya dukung *helical pile* tunggal. Dalam menentukan nilai daya dukung ultimit ( $Q_{ult}$ ) *helical pile* digunakan perumusan dari metode Meyerhoff, LCPC, Philipponnat, De Beer, Schmertmann, dan Tumay & Fakhroo. Hasil pengujian lapangan dan daya dukung analitis dari data sondir disajikan pada Tabel 4. Selanjutnya hasil perhitungan dibuat gambar hubungan hasil pengujian pembebanan dan daya dukung analitis dari data sondir Gambar 6 dan Gambar 7.

**Tabel 4.** Hasil pengujian dan hasil perhitungan

Tipe Tiang LMS-30	Pengujian Lapangan		Metode Analitis					
	Penurunan 25 mm	<i>Tangent intersection</i>	Meyerhoff	LCPC	Philipponnat	De Beer	Schmertmann	Tumay & Fakhroo
	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN
Tunggal	2.92	2.10	6.03	2.15	1.97	2.63	8.67	6.30



**Gambar 6.** Hubungan hasil pengujian lapangan metode penurunan 25 mm dan daya dukung analitis dari sondir



**Gambar 7.** Hubungan hasil pengujian lapangan metode *tangent intersection* dan daya dukung analitis dari sondir

Berdasarkan pada Gambar 6 dan Gambar 7, perhitungan teoritis dari data sondir tiga metode perhitungan yaitu, Meyerhoff, Schmertmann, dan Tumay & Fakhroo memberikan hasil lebih besar (*over estimate*) dari hasil pembebanan di lapangan. Sementara untuk hasil perhitungan menggunakan metode LCPC, De Beer, dan Philipponnat memberikan hasil yang lebih mendekati dari hasil pembebanan di lapangan.

## E. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan bisa diambil beberapa kesimpulan

1. Tanah gambut yang digunakan untuk penelitian diklasifikasikan dalam *Hemicmedium ash* (gambut dengan kadar serat dan kadar abu sedang).
2. Daya dukung untuk helical pile tunggal hasil pengujian pembebanan dengan interpretasi menggunakan metode penurunan

25 mm menghasilkan nilai 2,90 kN, sedangkan dengan metode *tangent intersection* memberikan nilai daya dukung 2,10 kN.

3. Hasil analitis dengan data sondir untuk metode mayerhoff memberikan kapasitas dukung aksial sebesar 6,03 kN, Schmertmann 8,67 kN dan Tumay & Fakhroo 6,30 kN.
4. Hasil analitis dengan data sondir untuk metode LCPC memberikan kapasitas dukung aksial sebesar 2,15 kN, Philipponat 1,97 kN dan De Beer 2,63 kN.
5. Berdasarkan hasil ini perhitungan dengan metode LCPC, De Beer, dan Philipponat bisa digunakan sebagai acuan untuk memprediksi kapasitas daya dukung *helical pile* di tanah gambut.

#### DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D1143-81, 1994, *Standard Test Method for Piles Under Static Axial Compressive Load*, in ASTM.
- ASTM D4427-92, 1997, *Standard Classification of Peat Samples by Laboratory Testing*, in ASTM Standard Guide, pp. 1–2.
- Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, K. P., 2011, *Peta Lahan Gambut Indonesia*, Jakarta.
- Book, A. A., 1985, *Standard Classification of Peat Samples by Laboratory Testing (D4427-84)*, ASTM, Section.
- Das, B. M., 2007, *Principles Of Foundation Engineering\_0.pdf. 6th edn.*, Edited by Evelyn Veitch. Chris Carson.
- Fatnanta, F., 2016, *Pengaruh Jumlah Plat Helical terhadap Daya Dukung Pondasi Tiang Helical Pada Tanah Gambut*, *Jom FTEKNIK*, 3(Helical Piles), pp. 1–7.
- Huat, B. B. K. et al., 2014, *Geotechnics of Organic Soils and Peat*.
- Maulana, G. et al. (2017) *Analisis Kekuatan Daya Dukung Pondasi Helical Menggunakan Data Sondir Pada Tanah Gambut*, *Jom FTEKNIK*, 1(Helical Piles), pp. 1–7.
- Perko, H. A., 2009, *Bearing Capacity Solutions.pdf*, in *Helical piles*, pp. 103–149.
- Ratmini, N. P. S., 2012, *Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Gambut untuk Pengembangan Pertanian Characteristics and Management of Peatland for Agricultural Development*, 1(2), pp. 197–206.
- Sapria Adi, at A., 2016., *Analisis pengaruh variasi diameter pelat helical terhadap daya dukung pondasi helical pada tanah gambut*, *jom FTEKNIK*, 3(Helical Piles), pp. 1–8.
- SNI 2827 ,2008, *Cara uji penetrasi lapangan dengan alat sondir*, SNI, pp. 1–23.
- Willis, D., 2009, *How to Design Helical Piles per the 2009 International Building Code*, Usa, pp. 1–11.