

ANALISIS DAYA DUKUNG PADA TANAH GAMBUT DAN LANAU MENGGUNAKAN CERUCUK KAYU MAHANG

Fajrian Saddek⁽¹⁾, Muhardi⁽²⁾, Ferry Fatnanta⁽³⁾

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

Email: fajrian.saddek@student.unri.ac.id

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

Email: muhardi@eng.unri.ac.id

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

Email: fatnanto1964@gmail.com

ABSTRACT

Soft soil is one of the soil type with low bearing capacity. Generally the problem that arises in the construction on soft soil is sliding. An attempt to improve low shear resistivity of soft soil can be accomplished through soil reinforcement methods. One of the method is by using wooden pile as foundation. Wooden pile can be resembled as a shortpile, one of a foundation type that widely used in soft soil layer especially to bear a large amount load.

This research was conducted through laboratory scale model approach method, but the behavior was made to resemble actual behavior in the field. Wooden pile type that will be used in this research is Mahang Wood and will be installed on peat soil and silt soil. Variations of installed wooden pile are 1 pile, 4 pile, and 9 pile with each pile divided into pile with bark and pile without bark. It is also varied with installation of piles for 1 day and 7 day. It is hoped that such small-scale behavior will result in additional theories of reinforcement in soft soil.

The result of this research is the increasing of soil bearing capacity along with the addition of pile number. The bark of the wood pile also affects the bearing capacity. Increased bearing capacity occurs from 1 day to 7 day installation.

Keywords : bearing capacity, wooden pile, soft soil, peat, silt

I. PENDAHULUAN

Tanah lunak merupakan tanah dengan daya dukung rendah, memiliki perubahan volume akibat pengaruh tekanan (kompresibel) yang tinggi, dan permeabilitas yang sangat rendah. Karena memiliki sifat-sifat tersebut, tanah ini cenderung memiliki potensi penurunan konsolidasi yang besar dan dalam waktu yang cukup lama. Tanah ini bermasalah apabila di atasnya didirikan suatu bangunan terutama bangunan bertingkat. Pada umumnya permasalahan yang timbul pada konstruksi di atas tanah lunak adalah geseran (*shearing*). Tanah lain yang termasuk dalam tanah lunak adalah gambut.

Indonesia memiliki areal gambut terluas di zona tropis, diperkirakan

mencapai 21 juta ha, mempersentasekan 70% areal gambut di Asia Tenggara dan 50% dari lahan gambut tropis di dunia (Wibowo, 2009). Lahan gambut Indonesia terpusat di tiga pulau besar yaitu Sumatera (35%), Kalimantan (32%), Papua (30%), dan pulau lainnya (3%) dengan total luas 21 juta ha (Wahyunto & Heryanto, 2005). Gambut yang lebih dikenal dengan nama *peat*, adalah campuran dari fragmen-fragmen material organik yang berasal dari tumbuh-tumbuhan yang telah membusuk.

Sejalan dengan lajunya pembangunan, terutama berkaitan dengan pekerjaan-pekerjaan teknik sipil seperti konstruksi bangunan gedung, jalan dan sebagainya, maka pekerjaan tersebut pada daerah tanah gambut menimbulkan banyak masalah bagi konstruksi yang akan dibangun di atasnya.

Tanah gambut mempunyai sifat yang kurang menguntungkan bagi konstruksi bangunan teknik sipil, karena mempunyai kadar air yang tinggi, kemampuan dukung rendah dan pemampatan yang tinggi. Tanah gambut termasuk sebagai tanah yang kurang baik bagi suatu konstruksi untuk dijadikan sebagai dasar pondasi maka diperlukan penanganan yang tepat dan benar agar konstruksi dapat berdiri dengan baik serta aman.

Salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk perkuatan tanah lunak adalah pondasi cerucuk. Pondasi cerucuk adalah salah satu jenis pondasi yang biasanya diaplikasikan di daerah dengan kondisi tanah yang kurang stabil seperti tanah lunak. Umumnya digunakan pada tanah lumpur ataupun tanah gambut dengan elevasi muka air yang cukup tinggi.

Sampai saat ini para perencana dan praktisi teknik sipil dalam perencanaan cerucuk belum ada acuan yang jelas, sehingga dalam penerapannya masih berdasarkan pengalaman dari beberapa perencana. Untuk mendapatkan metode penggunaan pondasi cerucuk tersebut maka perlu adanya penelitian yang mendalam tentang analisis interaksi tanah lunak dengan pondasi cerucuk dan dapat dibuktikan dengan model di laboratorium maupun skala di lapangan. Oleh karena itu berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya penulis ingin mengetahui kekuatan dan karakteristik kayu mahang dan peningkatan daya dukung pada tanah lunak dengan variasi tiang cerucuk mahang tunggal dan kelompok dengan memakai skala laboratorium.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Daya Dukung Tanah

Dalam perencanaan pondasi gedung atau bangunan lain ada 2 (dua) hal utama yang harus diperhatikan, yaitu:

1. Daya dukung, yaitu apakah tanah yang bersangkutan cukup kuat untuk menahan beban pondasi tanpa terjadi keruntuhan akibat menggeser (*shear failure*). Hal ini tergantung dari kekuatan geser tanah.

2. Penurunan yang akan terjadi, hal ini tergantung dari jenis atau macam tanah.

Studi literatur

Penggunaan pondasi tiang pancang sebagai pondasi bangunan apabila tanah yang berada dibawah dasar bangunan tidak mempunyai daya dukung (*bearing capacity*) yang cukup untuk memikul berat bangunan beban yang bekerja padanya (Sardjono HS, 1988).

Menurut Suroso, dkk (2008) Dalam kaitannya perkuatan tanah dengan pemakaian tiang untuk mendistribusikan beban secara vertical (lewat tahanan lekat) di dalam lapisan atau dengan mentransfer beban menjadi material yang buruk sampai didukung oleh tanah yang cukup kuat (tahanan ujung).

Cerucuk merupakan suatu metode perbaikan tanah yang sering dijumpai guna meningkatkan daya dukung pada tanah yang lunak maupun sebagai penguat lereng timbunan. Cerucuk bisa berupa tiang kayu berukuran panjang 4-6 meter dengan diameter 10 cm. Bisa juga tiang beton untuk tanah lunak yang lebih dalam, dan bila kapasitas daya dukung beban yang lebih besar diperlukan, penggunaan dari tiang beton pracetak lebih cocok. Tiang pracetak berbentuk persegi atau segitiga dengan sisi berukuran 10-40 cm, akan memberikan kapasitas daya dukung yang lebih besar (Departemen PU, 2005).

Tiang pancang atau cerucuk adalah tipe pondasi yang banyak digunakan pada lapisan tanah lunak terutama untuk memikul beban yang cukup besar. Cerucuk banyak dipakai untuk meningkatkan daya dukung pondasi dan mengurangi penurunan yang akan terjadi karena memiliki beberapa keunggulan antara lain biaya yang relatif murah, bahan mudah didapat, pelaksanaannya sederhana, mudah dikontrol serta waktu pelaksanaannya yang singkat (Affandi, 2009).

III. METODOLOGI PENELITIAN

Persiapan Benda Uji

Tanah gambut dan lanau yang digunakan pada penelitian ini diuji sifat fisis dan mekanisnya terlebih dahulu. Uji propertis yang dilakukan pada tanah tersebut berdasarkan pada ASTM. Selain tanah, kayu mahang sebagai pondasi cerucuk dalam penelitian ini juga diuji karakteristiknya terlebih dahulu.

Metode Uji Pembebanan

Sampel tanah sebelumnya dimasukkan kedalam bak pengujian, kemudian diaduk-aduk dengan cara menginjak dan menambahkan sedikit air sehingga mencapai nilai kuat geser tanah lunak yaitu ≤ 20 kPa. Setelah tanah tercampur rata dan nilai kuat geser terpenuhi maka selanjutnya dilakukan pemancangan cerucuk kayu dengan diameter ± 2 cm mahang hingga tertanam 30 cm dari panjang total 35 cm dan didiamkan selama 1 hari. Cerucuk kayu mahang yang ditanam dengan variasi tiang tunggal, kelompok tiang 4 dan kelompok tiang 9. Untuk setiap variasi susunan tiang juga dibagi antara tiang dengan kulit dan tanpa kulit.



Gambar 1. Pengujian Pembebanan

Setelah satu hari, selanjutnya dilakukan pengujian pembebanan seperti terlihat pada Gambar 1 menggunakan alat CBR lapangan dengan memutar tuas pada alat secara konstan (2 putaran per selama 15 detik). Pembacaan dilakukan dengan melihat

besaran gaya yang diterima pada manometer setiap penurunan 1 mm. Pembacaan dilakukan hingga penurunan 50 mm atau 5 cm untuk semua susunan tiang. Setelah pengujian saat umur pemancangan tiang 1 hari, tanah diaduk kembali dan dilakukan penanaman cerucuk kembali untuk umur pemancangan 7 hari. Langkah-langkah pengujian sama seperti umur pemancangan tiang 1 hari. Pengujian cerucuk tiang dilakukan pada tanah gambut terlebih dahulu kemudian pada tanah lanau. Data yang dikumpulkan selama uji pembebanan adalah data kuat geser tanah, penurunan tanah, dan tekanan yang diberikan.

Analisis Data

Data yang telah dikumpulkan selama pengujian dianalisis untuk mendapatkan nilai daya dukung ultimit tanah gambut dan lanau. Analisis yang dilakukan adalah :

1. Data hasil uji pembebanan diplot ke dalam grafik tekanan vs penurunan. Grafik ini kemudian diinterpretasi menggunakan metode penurunan 1 mm untuk mendapatkan nilai daya dukung ultimit tanah
2. Analisis daya dukung ultimit tanah secara teoritis. Ada dua macam analisis teoritis yang dilakukan. Analisis pertama dilakukan berdasarkan daya dukung tiang tunggal. Analisis kedua dilakukan berdasarkan daya dukung kelompok tiang.
3. Daya dukung ultimit dari hasil uji pembebanan dan analisis teoritis diplot ke dalam grafik daya dukung vs variasi sampel untuk melihat perbedaan daya dukung dari masing-masing analisis yang dilakukan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

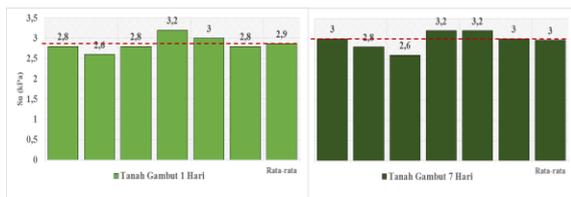
Properties Tanah Gambut

Hasil uji properties tanah gambut asli disajikan pada **Tabel 1**. Berdasarkan ASTM D 4427-92 klasifikasi tanah gambut asli yang digunakan pada penelitian ini adalah gambut *Sapric low ash*.

Tabel 1.Hasil Uji Properties Tanah Gambut

Properties Tanah	Satuan	Hasil
Kadar Air (w)	%	272,95
Berat Volume Basah (γ_b)	gr/cm ³	10,82
	kN/m ³	106,19
Berat Jenis (Gs)		1,53
Kadar Abu (Ac)	%	27,45
Kadar Organik (Oc)	%	72,55
Kadar Serat	%	5,50

Kuat geser tanah gambut diuji menggunakan alat *vane shear*. Nilai kuat geser tanah gambut rata-rata dalam bak saat umur pemancangan 1 hari dan 7 hari yaitu 2,9 kPa dan 3 kPa, nilai ini menandakan bahwa tanah gambut yang digunakan tergolong tanah sangat lunak. Kuat geser tanah gambut di dalam bak uji dicek setiap kali sebelum pemancangan tiang cerucuk. **Gambar 2** menampilkan nilai kuat geser rerata tanah gambut di dalam bak pengujian.



Gambar 2. Pengujian *vane shear* pada tanah gambut

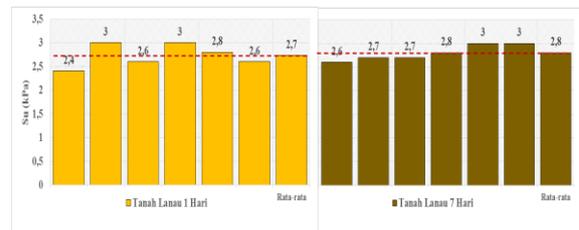
Properties Tanah Lanau

Hasil uji properties tanah lanau asli disajikan pada **Tabel 1**. Berdasarkan USCS klasifikasi tanah lanau yang digunakan pada penelitian ini adalah *Elastic Silt* dengan plastisitas tinggi (MH).

Tabel 2.Hasil Uji Properties Tanah Lanau

Properties Tanah	Satuan	Hasil
Kadar Air (w)	%	45,23
Berat Jenis (Gs)		2,41
Batas Cair (LL)	%	53,38
Batas Plastis (PL)	%	40,94
Indeks Plastisitas (IP)	%	12,44
Hidrometer		
Pasir	%	2,80
Lanau	%	84,60
Lampung	%	12,60

Nilai kuat geser tanah lanau rata-rata dalam bak saat umur pemancangan 1 hari dan 7 hari yaitu 2,7 kPa dan 2,8 kPa, nilai ini menandakan bahwa tanah lanau juga tergolong tanah sangat lunak. Kuat geser tanah lanau di dalam bak uji dicek setiap kali sebelum pemancangan tiang cerucuk. **Gambar 3** menampilkan nilai kuat geser rerata tanah gambut di dalam bak pengujian.



Gambar 3. Pengujian *vane shear* pada tanah lanau

Karakteristik Kayu

Jenis kayu yang digunakan pada penelitian ini adalah kayu mahang. Sebelum digunakan kayu diuji terlebih dahulu untuk mengetahui karakteristik kayu mahang. Pengujian kayu dilakukan sesuai *ASTM Designation D 143-94 (Reapproved 2000) e1 Standard Test Methods for Small Clear TTestimens of Timber 1*.

Tabel 3.Hasil Uji Karakteristik Kayu

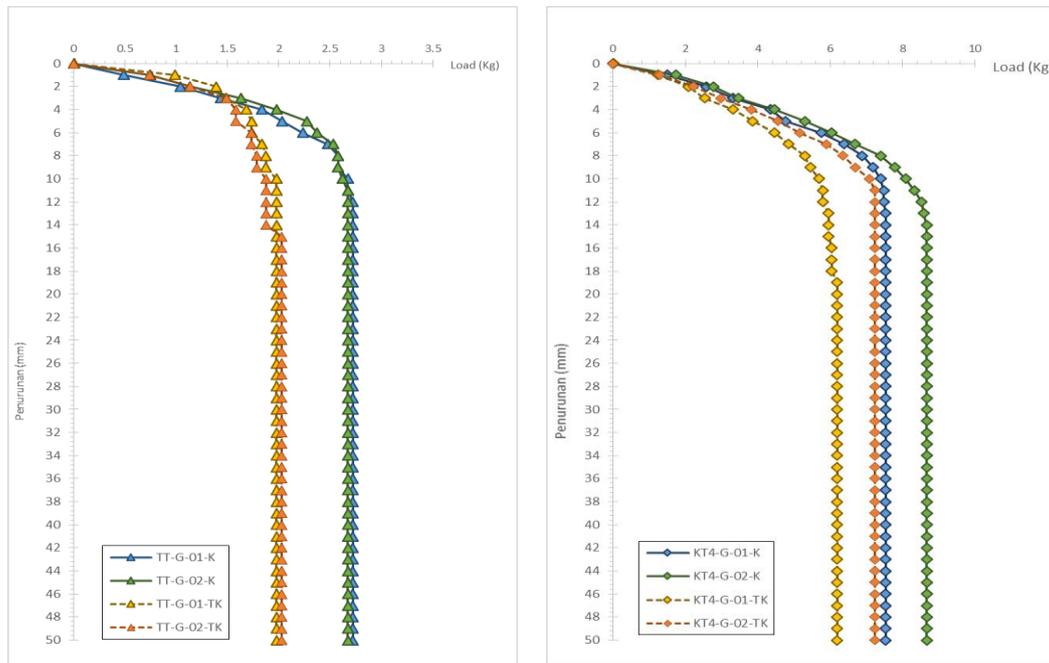
Pengujian	Satuan	Hasil
Kuat Tekan	N/mm ²	213
Kuat Tarik	N/mm ²	74,26
Kuat Lentur	N/mm ²	84,60

Berdasarkan hasil pengujian pada **Tabel 3** hasil kuat lentur adalah 281,15 kg/cm² dan kuat tekan sebesar 213 kg/cm² maka kayu termasuk dalam kuat kelas V berdasarkan PPKI tentang klasifikasi kuat kelas kayu.

Daya Dukung Cerucuk Kayu Mahang Pada Tanah Gambut

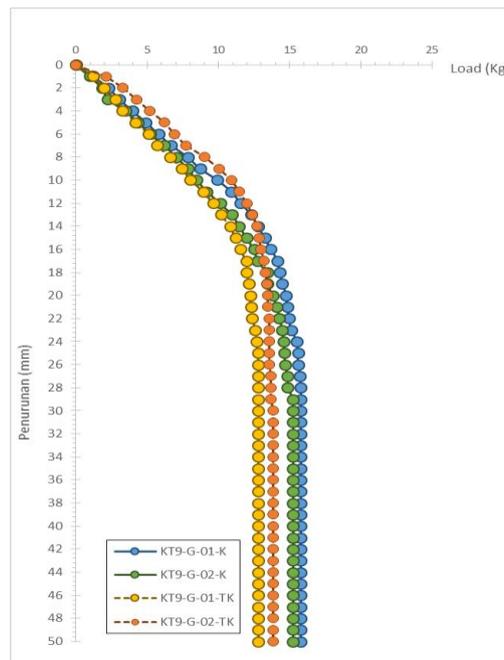
a. Analisis daya dukung hasil uji pembebanan umur pemancangan 1 hari

Gambar 4 menampilkan hasil uji pembebanan langsung pada tanah gambut yang telah diperkuat menggunakan cerucuk kayu mahang.



(a)

(b)

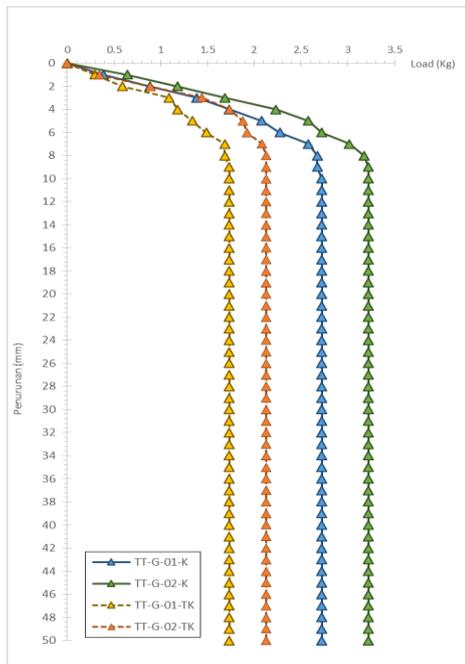


(c)

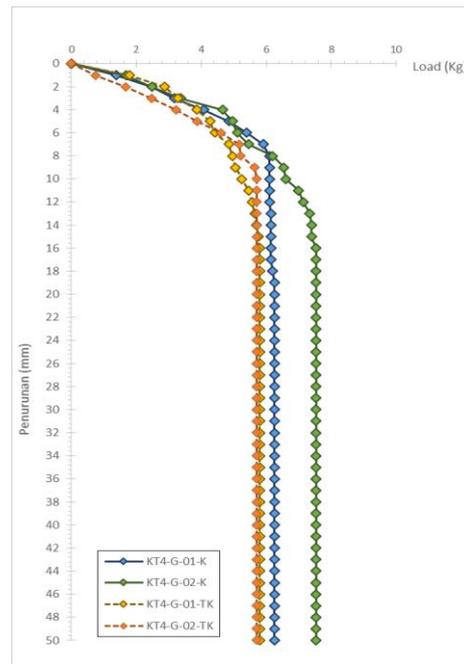
Gambar 4. Grafik Beban vs Penurunan Menggunakan Cerucuk Kayu Mahang Pada Tanah Gambut Saat Umur Pemancangan 1 Hari

b. Analisis daya dukung hasil uji pembebanan umur pemancangan 7 hari

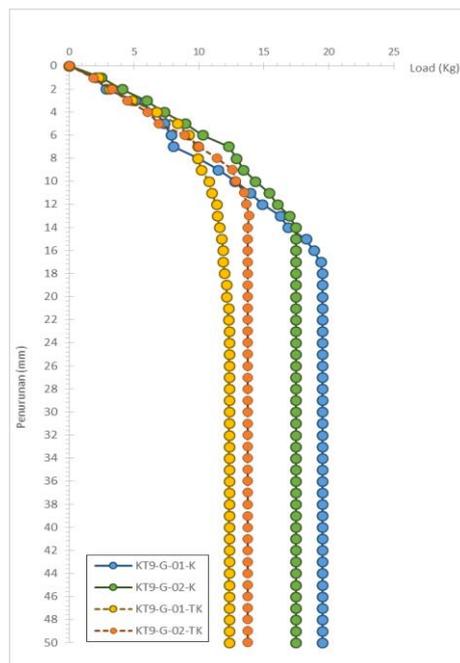
Gambar menampilkan hasil uji pembebanan langsung pada tanah gambut yang telah diperkuat menggunakan cerucuk kayu mahang.



(a)



(b)



(c)

Gambar 5. Grafik Beban vs Penurunan Menggunakan Cerucuk Kayu Mahang Pada Tanah Gambut Saat Umur Pemancangan 7 Hari

Untuk hasil data pengujian pengujian langsung dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 2. Hasil Pengujian Langsung Pada Tanah Gambut

Data	Direct Result	
	1 Hari	7 Hari
	Qult (Kg)	
TT-G-01-K	2,72	2,72
TT-G-02-K	2,67	3,22
TT-G-01-TK	1,98	1,73
TT-G-02-TK	2,03	2,13
KT4-G-01-K	7,53	6,25
KT4-G-02-K	8,68	7,54
KT4-G-01-TK	6,20	5,80
KT4-G-02-TK	7,24	5,70
KT9-G-01-K	15,78	19,49
KT9-G-02-K	15,24	17,46
KT9-G-01-TK	12,80	12,32
KT9-G-02-TK	13,83	13,77

Berdasarkan tabel diatas, pada pengujian langsung pada tanah gambut cenderung tidak terjadi peningkatan daya dukung berdasarkan umur pemancangan. Namun, ada juga yang mengalami peningkatan untuk beberapa tiang tunggal maupun kelompok. Selain itu, jumlah tiang dan kulit kayu juga berpengaruh dalam peningkatan nilai daya dukung.

c. Interpretasi pengujian pembebanan penuruna 25 mm

Grafik tekanan vs penurunan pada tanah gambut dengan perkuatan cerucuk kayu mahang iinterpretasi menggunakan metode penurunan 25 mm untuk mendapatkan nilai daya dukung ultimitnya. Rekapitulasi daya dukung tanah yang telah diperkuat berdasarkan hasil uji pembebanan ditampilkan pada **Tabel** .

Tabel 5. Rekapitulasi Daya Dukung Ultimit Tanah Gambut Dengan Penurunan 25 mm

Data	Penurunan 25 mm	
	1 Hari	7 Hari
	Qult (Kg)	
TT-G-01-K	2,72	2,72
TT-G-02-K	2,67	3,22
TT-G-01-TK	1,98	1,73
TT-G-02-TK	2,03	2,13

Data	Penurunan 25 mm	
KT4-G-01-K	2,72	6,25
KT4-G-02-K	2,67	7,54
KT4-G-01-TK	1,98	5,80
KT4-G-02-TK	2,03	5,70
KT9-G-01-K	15,59	19,49
KT9-G-02-K	14,64	17,46
KT9-G-01-TK	12,76	12,32
KT9-G-02-TK	13,57	13,77

Dari **Tabel 4** dan **Tabel 5** dapat dibandingkan antara pengujian pembebanan langsung dengan interpretasi pada tanah gambut. Untuk hasil pembebanan langsung dengan interpretasi penurunan 25 mm menunjukkan hasil yang sama pada tiang tunggal dan kelompok tiang 4. Namun, pada kelompok tiang 9 terdapat selisih nilai yang tidak terlalu besar pada KT9-01-K dan KT9-02-K saat umur pemancangan 1 hari

d. Analisis Daya Dukung Menggunakan Perhitungan Metode Alfa (*α-method*)

Rekapitulasi hasil perhitungan daya dukung menggunakan metode alfa dilihat pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Daya Dukung Ultimit Menggunakan Metode Alfa Pada Tanah Gambut

Data	Metode Alfa		Metode Alfa	
	<i>(Block Failure)</i>		<i>(Single Failure)</i>	
	1 Hari	7 Hari	1 Hari	7 Hari
	Qult (Kg)		Qult (Kg)	
TT-G-01-K	-	-	7,28	7,53
TT-G-02-K	-	-	7,15	7,39
TT-G-01-TK	-	-	6,57	6,79
TT-G-02-TK	-	-	6,88	7,12
KT4-G-01-K	17,23	17,83	29,13	30,14
KT4-G-02-K	17,24	17,83	28,59	29,58
KT4-G-01-TK	16,71	17,28	26,27	27,18
KT4-G-02-TK	17,22	17,81	27,53	28,48
KT9-G-01-K	27,76	28,71	65,55	67,81
KT9-G-02-K	28,84	29,84	64,33	66,55
KT9-G-01-TK	28,56	29,54	59,11	61,15
KT9-G-02-TK	26,80	27,72	61,93	64,07

e. Perbandingan Pengujian Langsung Dengan Perhitungan Metode Alfa

Tabel 127 menampilkan rekapitulasi daya dukung tanah hasil pengujian langsung dan analisis teor metode alfa. Dapat dilihat bahwa daya dukung hasil uji pembebanan lebih kecil dari metode alfa. Namun, hasil

pengujian langsung dengan metode alfa (*block failure*) memiliki hasil selisih yang tidak terlalu jauh dibanding dengan metode alfa (*single failure*). Hasil ini menunjukkan bahwa kelompok tiang 4 dan kelompok tiang 9 mengalami *block failure*.

Tabel 7. Perbandingan pengujian langsung dengan metode alfa pada tanah gambut

Data	Pembebanan		Metode Alfa		Metode Alfa	
	Langsung		<i>(Block Failure)</i>		<i>(Single Failure)</i>	
	1 Hari	7 Hari	1 Hari	7 Hari	1 Hari	7 Hari
	Qult (Kg)		Qult (Kg)		Qult (Kg)	
TT-01-K	2,72	2,72	-	-	7,28	7,53
TT-02-K	2,67	3,22	-	-	7,15	7,39
TT-01-TK	1,98	1,73	-	-	6,57	6,79
TT-02-TK	2,03	2,13	-	-	6,88	7,12
KT4-01-K	7,53	6,25	17,23	17,83	29,13	30,14
KT4-02-K	8,68	7,54	17,24	17,83	28,59	29,58
KT4-01-TK	6,20	5,80	16,71	17,28	26,27	27,18
KT4-02-TK	7,24	5,70	17,22	17,81	27,53	28,48
KT9-01-K	15,78	19,49	27,76	28,71	65,55	67,81
KT9-02-K	15,24	17,46	28,84	29,84	64,33	66,55
KT9-01-TK	12,80	12,32	28,56	29,54	59,11	61,15
KT9-02-TK	13,83	13,77	26,80	27,72	61,93	64,07

f. Efisiensi tiang

Hasil efisiensi kelompok tiang pada tanah lanau dapat dilihat pada **Tabel 8**.

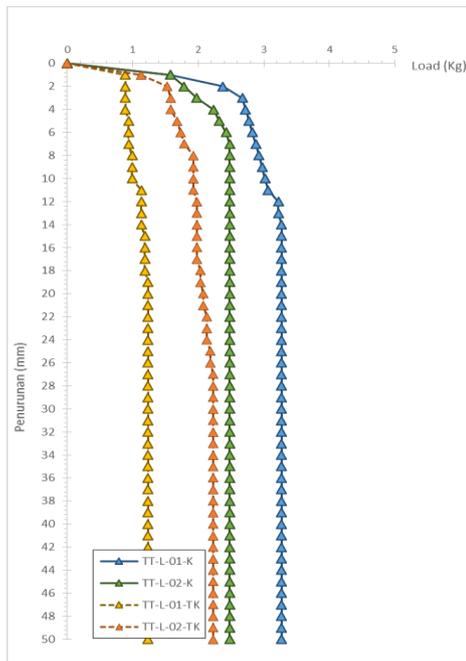
Tabel 8. Efisiensi Tiang Pada Tanah Gambut

Data	Efisiensi Tiang			
	1 Hari		7 Hari	
	Qult (Kg)		Qult (Kg)	
TT-G-K	2,70	-	2,97	-
TT-G-TK	2,00	-	1,93	-
KT4-G-K	8,10	0,75	6,89	0,58
KT4-G-TK	6,72	0,84	5,75	0,74
KT9-G-K	15,51	0,64	18,47	0,69
KT9-G-TK	13,32	0,74	13,04	0,75

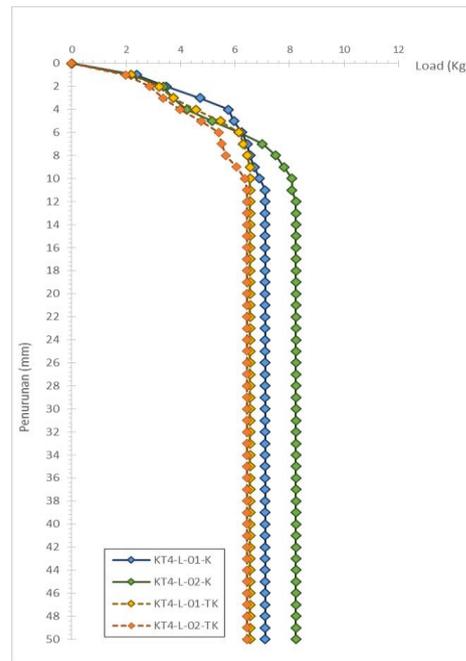
Daya Dukung Cerucuk Kayu Mahang Pada Tanah Lanau

a. Analisis daya dukung hasil uji pembebanan umur pemancangan 1 hari

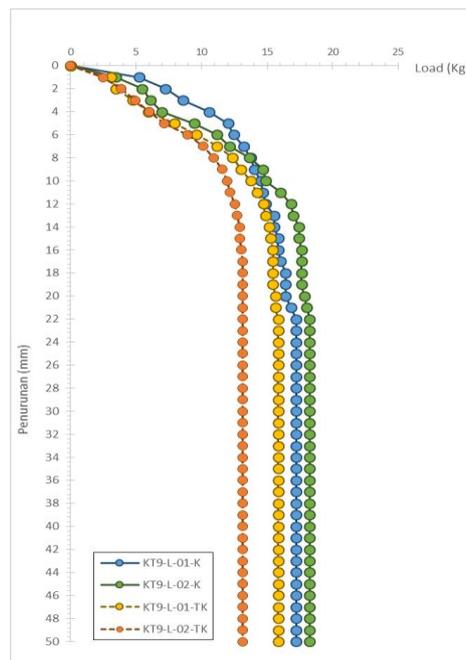
Gambar menampilkan hasil uji pembebanan langsung pada tanah lanau yang telah diperkuat menggunakan cerucuk kayu mahang.



(a)



(b)

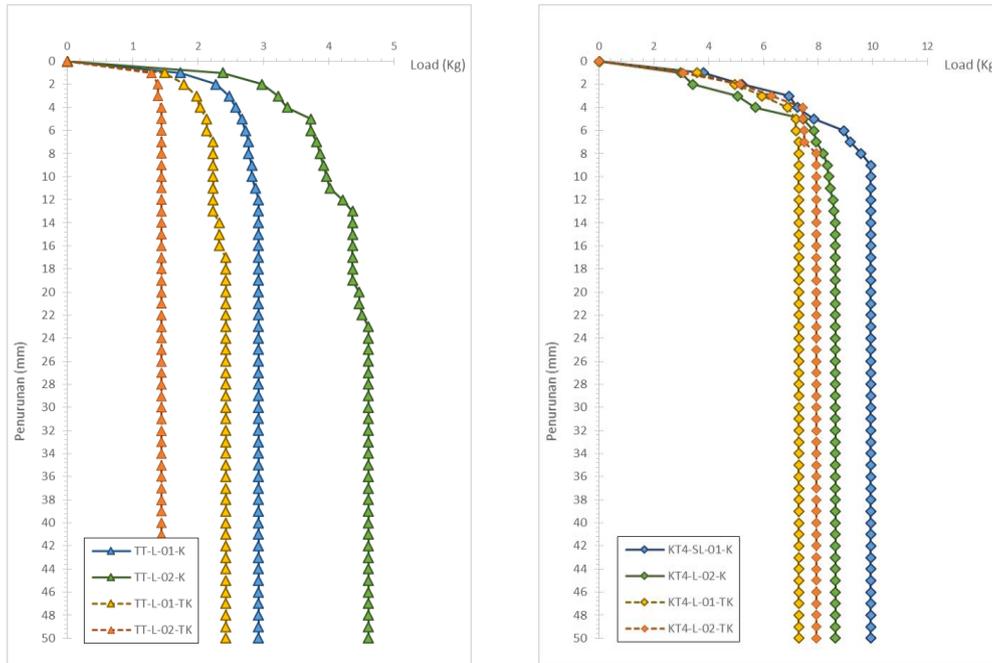


(c)

Gambar 6. Grafik Beban vs Penurunan Menggunakan Cerucuk Kayu Mahang Pada Tanah Lanau Saat Umur Pemancangan 1 Hari

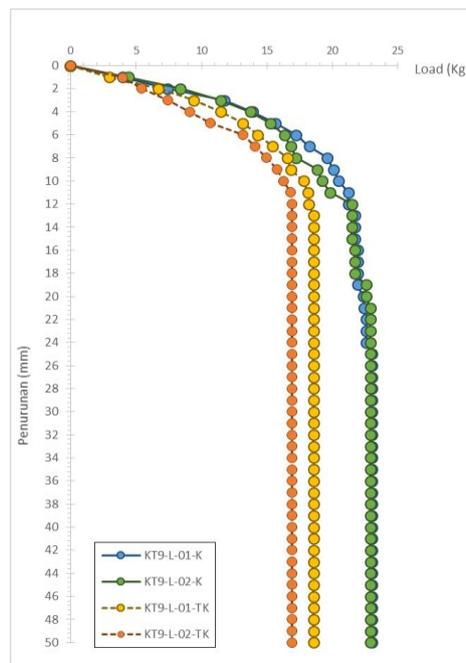
b. Analisis daya dukung hasil uji pembebanan umur pemancangan 7 hari

Gambar menampilkan hasil uji pembebanan langsung pada tanah lanau yang telah diperkuat menggunakan cerucuk kayu mahang.



(a)

(b)



(c)

Gambar 7. Grafik Beban vs Penurunan Menggunakan Cerucuk Kayu Mahang Pada Tanah Lanau Saat Umur Pemancangan 7 Hari

Untuk hasil data pengujian pengujian langsung dilihat pada **Tabel 9**.

Tabel 9. Hasil Pengujian Langsung Pada Tanah Lanau

Data	Direct Result	
	1 Hari	7 Hari
	Qult (Kg)	
TT-L-01-K	3,27	2,93
TT-L-02-K	2,48	4,61
TT-L-01-TK	1,23	2,43
TT-L-02-TK	2,18	1,44
KT4-L-01-K	7,10	9,92
KT4-L-02-K	8,23	8,63
KT4-L-01-TK	6,55	7,29
KT4-L-02-TK	6,45	7,93
KT9-L-01-K	17,21	22,98
KT9-L-02-K	18,23	22,89
KT9-L-01-TK	15,83	18,55
KT9-L-02-TK	13,15	16,89

Berdasarkan Tabel 9, pada pengujian langsung pada tanah lanau cenderung terjadi peningkatan daya dukung berdasarkan umur pemancangan. Namun, ada juga yang tidak mengalami peningkatan untuk beberapa tiang tunggal maupun kelompok. Selain itu, jumlah tiang dan kulit kayu juga berpengaruh dalam peningkatan nilai daya dukung.

c. Interpretasi Pengujian Pembebanan Penurunan 25 mm

Grafik tekanan vs penurunan pada tanah lanau dengan perkuatan cerucuk kayu mahang interpretasi menggunakan metode penurunan 25 mm untuk mendapatkan nilai daya dukung ultimitnya. Rekapitulasi daya dukung tanah yang telah diperkuat berdasarkan hasil uji pembebanan ditampilkan pada **Tabel 10**.

Tabel 10. Rekapitulasi Daya Dukung Ultimit Tanah Lanau Dengan Penurunan 25 mm

Data	Penurunan 25 mm	
	1 Hari	7 Hari
	Qult (Kg)	
TT-L-01-K	3,27	2,93

Data	Penurunan 25 mm	
	1 Hari	7 Hari
TT-L-02-K	2,48	4,61
TT-L-01-TK	1,23	2,43
TT-L-02-TK	2,18	1,44
KT4-L-01-K	7,10	9,92
KT4-L-02-K	8,23	8,63
KT4-L-01-TK	6,55	7,29
KT4-L-02-TK	6,45	7,93
KT9-L-01-K	17,21	22,98
KT9-L-02-K	18,23	22,89
KT9-L-01-TK	15,83	18,55
KT9-L-02-TK	13,15	16,89

Dari Tabel 9 dan Tabel 10 dapat dibandingkan antara pengujian pembebanan langsung dengan interpretasi pada tanah gambut. Untuk hasil pembebanan langsung dengan interpretasi penurunan 25 mm menunjukkan hasil yang sama pada tiang tunggal dan kelompok tiang 4. Namun pada kelompok tiang 9 ada selisih nilai yang tidak terlalu besar pada KT9-01-K dan KT9-02-K saat umur pemancangan 1 hari

d. Analisis Daya Dukung Menggunakan Perhitungan Metode Alfa (α -method)

Rekapitulasi hasil perhitungan daya dukung menggunakan metode alfa dilihat pada **Tabel 11**.

Tabel 11. Daya Dukung Ultimit Menggunakan Metode Alfa Pada Tanah Lanau

Data	Metode Alfa		Metode Alfa	
	<i>(Block Failure)</i>		<i>(Single Failure)</i>	
	1 Hari	7 Hari	1 Hari	7 Hari
	Qult (Kg)		Qult (Kg)	
TT-L-01-K	-	-	6,78	7,03
TT-L-02-K	-	-	6,65	6,90
TT-L-01-TK	-	-	6,11	6,34
TT-L-02-TK	-	-	6,41	6,64
KT4-L-01-K	16,04	16,64	27,12	28,13
KT4-L-02-K	16,05	16,64	26,62	27,60
KT4-L-01-TK	15,56	16,13	24,46	25,36
KT4-L-02-TK	16,03	16,63	25,63	26,58
KT9-L-01-K	25,84	26,80	61,03	63,29
KT9-L-02-K	26,85	27,85	59,89	62,11
KT9-L-01-TK	26,59	27,57	55,03	57,07
KT9-L-02-TK	24,95	25,88	57,66	59,80

g. e. Perbandingan Pengujian Langsung Dengan Perhitungan Metode Alfa

Tabel 12 menampilkan rekapitulasi daya dukung tanah hasil pengujian langsung dan analisis teor metode alfa. Dapat dilihat bahwa daya dukung hasil uji pembebanan lebih kecil dari metode alfa. Namun, hasil

pengujian langsung dengan metode alfa (*block failure*) memiliki hasil selisih yang tidak terlalu jauh dibanding dengan metode alfa (*single failure*). Hasil ini menunjukkan bahwa kelompok tiang 4 dan kelompok tiang 9 mengalami *block failure*.

Tabel 12. Perbandingan Pengujian Langsung Dengan Metode Alfa Pada Tanah Lanau

Data	Pembebanan		Metode Alfa		Metode Alfa	
	Langsung		<i>(Block Failure)</i>		<i>(Single Failure)</i>	
	1 Hari	7 Hari	1 Hari	7 Hari	1 Hari	7 Hari
	Qult (Kg)		Qult (Kg)		Qult (Kg)	
TT-L-01-K	3,27	2,93	-	-	6,78	7,03
TT-L-02-K	2,48	4,61	-	-	6,65	6,90
TT-L-01-TK	1,23	2,43	-	-	6,11	6,34
TT-L-02-TK	2,18	1,44	-	-	6,41	6,64
KT4-L-01-K	7,10	9,92	16,04	16,64	27,12	28,13
KT4-L-02-K	8,23	8,63	16,05	16,64	26,62	27,60
KT4-L-01-TK	6,55	7,29	15,56	16,13	24,46	25,36
KT4-L-02-TK	6,45	7,93	16,03	16,63	25,63	26,58
KT9-L-01-K	17,21	22,98	25,84	26,80	61,03	63,29
KT9-L-02-K	18,23	22,89	26,85	27,85	59,89	62,11
KT9-L-01-TK	15,83	18,55	26,59	27,57	55,03	57,07
KT9-L-02-TK	13,15	16,89	24,95	25,88	57,66	59,80

f. Efisiensi Tiang

Hasil efisiensi kelompok tiang pada tanah lanau dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Efisiensi Tiang Pada Tanah Lanau

Data	Efisiensi Tiang			
	1 Hari		7 Hari	
	Qult (Kg)		Qult (Kg)	
TT-L-K	2,88	-	3,77	-
TT-L-TK	1,71	-	1,93	-
KT4-L-K	7,66	0,67	9,27	0,62
KT4-L-TK	6,50	0,95	7,61	0,98
KT9-L-K	17,72	0,68	22,94	0,68
KT9-L-TK	14,49	0,94	17,72	1,02

V. KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil uji pembebanan, pada tanah gambut cenderung tidak terjadi peningkatan daya dukung saat umur pemancangan 1 hari dengan 7 hari. Sebaliknya, pada tanah lanau cenderung terjadi peningkatan daya dukung saat umur pemancangan 1 hari dengan 7 hari,
2. Jumlah tiang cerucuk berpengaruh terhadap peningkatan nilai daya dukung baik pada tanah gambut maupun tanah lanau,
3. Kulit pada tiang cerucuk berpengaruh terhadap peningkatan nilai daya dukung, .
4. Hasil pengujian langsung dan interpretasi penurunan 25 mm cenderung memiliki nilai yang sama.

5. Hasil pengujian langsung dengan hasil perhitungan metode alfa (*Block Failure & Single Failure*) memiliki selisih nilai yang cukup besar.
6. Berdasarkan hasil perbandingan pengujian langsung dengan perhitungan metode alfa menunjukkan bahwa kelompok tiang 4 dan kelompok tiang 9 mengalami *Block Failure*.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D 4427-92. Standard Classification of Peat Samples by Laboratory Testing, Pub. L. No. D 4427 (2002).
- Bowles, Joseph E. 1997. "Foundation Analysis and Design - 5th edition". Singapore : McGraw-Hill Companies, Inc.
- Budhu, Muni., 2010, Soil Mechanics and Foundations 3rd edition, New York : John Wiley & Sons.
- Das, B. M. 1985, "Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)". Alih bahasa Mochtar dan Endah, 1998. Jakarta: Erlangga.
- Depertemen Pekerjaan Umum. 1999. Tata Cara Pelaksanaan Pondasi Cerucuk Sebagai Peningkatan Pondasi Cerucuk Kayu Di Atas Tanah Lembek dan Tanah Gambut No.029/T/BM/1999. Jakarta: PT. Mediatama Saptakarya (PT. Medisa)
- Murthy, V.N.S., 1990, *Geotechnical Engineering - Principles and Practices of Soil Mechanics and Foundation Engineering*, Marcel Dekker Inc., New York.
- Putranto, A. R., Zaika, Y., & Suryo, E. A. (2015). Pengaruh Variasi Jarak dan Panjang Kolom Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansi di Bojonegoro dengan 15 % *Fly ash* Menggunakan Metode Deep Soil Mixing Berpola Single Square Terhadap Daya Dukung Tanah. Malang.
- Rusdiansyah, Indrasurya B.Mochtar, dan Endah Mochtar. 2015. Pengaruh Kedalaman Tancap, Spasi, dan Jumlah Cerucuk Dalam Peningkatan Tanahan Geser Tanah Lunak

Berdasarkan Pemodelan di Laboratorium. Pembangunan Berkelanjutan di Lahan Basah. *Prosiding Semnas T.Sipil UNLAM*.

- Suroso, Harimurti dan Harsono, M. (2008). Alternatif Perkuatan Tanah Lempung Lunak (Soft Clay), Menggunakan Cerucuk dengan Variasi Panjang dan Diameter Cerucuk, *Jurnal Rekayasa Sipil*, Volume 2, No. 1 – 2008 ISSN 1978 – 5658.
- Suroso, Munawir, A., Indrawahyuni, H. (2010). Pengaruh Penggunaan Cerucuk dan Anyaman Bambu pada Daya Dukung Tanah Lempung Lunak, *Jurnal Rekayasa Sipil*, Volume 4, No.3 – 2010 ISSN 1978 – 5658.
- Wibowo A. 2009. Peran lahan Gambut Dalam Perubahan Iklim Global. *Jurnal Tekno Hutan Tanaman*. 2(1): 19-26.
- Wahyunto dan Heryanto. B. 2005. Sebaran gambut dan Status terkini di Sumatera. Dalam CCFPI. 2005. Pemanfaatan Lahan Gambut Secara Bijaksana Untuk Manfaat Berkelanjutan. *Prosiding Lokakarya*. Indonesia Programe. Bogor