

ANALISIS KAPASITAS DAYA DUKUNG CERUCUK PADA TANAH GAMBUT DAN LUNAK DI KABUPATEN SIAK

Sudarwanto¹, Muhardi², Ferry Fatnanta³

¹Mahasiswa Magister Teknik Sipil, Universitas Riau,
Jl. Subrantas KM 12,5 Pekanbaru 28293
Email : sudarwanto.uwais@gmail.com.

²⁻³Dosen Magister Teknik Sipil, Universitas Riau,
Jl. Subrantas KM 12,5 Pekanbaru 28293

ABSTRACT

*Generally, the problems which occurred on constructions on peat soils are related to shear problems. The mechanism of equilibrium failure can occur on the soils with low bearing capacity, due to the weight of soil itself. This research was about wooden bearing capacity on peat and soft soils. In this research, the single wooden model and group model were embedded into three kinds of different soils i.e., peat, swamp, and soft soil with the group wooden model of 0 space. Those wooden were embedded on soils and were kept for 24 hours long. Next, the soils were added with some reinforcements consisted of mahang wood (*Macaranga hypoleuca*), by keeping the soil's shear strength unchanged. The expectation of this researach was to produce the increments of soil's bearing capacity by giving reinforcements of single wooden model and group model. In this research, there were some increments of soil's bearing capacity which were reinforced by single wooden model. On peat, it was 14,65%. On swamp, it was 10,94% and 0,72% on soft soil. The largest increment of soil's bearing capacity by single wooden model was on peat, i.e. 14,65%. As for group wooden model, it was 52,06% on peat, 70,31% on swamp, and 59,72% on soft soil. The largest increment of soil's bearing capacity by group wooden model was on swamp, i.e. 70,31%.*

Keywords: soil's bearing capacity, reinforcement model, peat, swamp, soft soil

ABSTRAK

*Pada umumnya permasalahan yang timbul pada konstruksi di atas tanah lunak adalah geseran. Mekanisme kehilangan keseimbangan dapat terjadi pada tanah dengan daya dukung rendah, diakibatkan dari beban berat tanah itu sendiri. Penelitian ini tentang kapasitas daya dukung cerucuk pada tanah gambut dan lunak Pada penelitian ini menggunakan cerucuk model tunggal dan kelompok yang dipancangkan pada tiga jenis tanah yang berbeda yaitu tanah gambut, rawa dan lunak dengan cerucuk model kelompok 0 spasi. Cerucuk dipancangkan setelah sampel tanah selama 24 jam didiamkan dan selanjutnya tanah diberi perkuatan dengan cerucuk kayu mahang (*Macaranga hypoleuca*), dengan menjaga kuat geser tanah tidak berubah, diharapkan hasil penelitian ini menghasilkan peningkatan kapasitas daya dukung tanah yang beri perkuatan cerucuk model tunggal dan kelompok. Pada penelitian ini terdapat peningkatan daya dukung tanah yang diperkuat dengan cerucuk model tunggal, pada tanah gambut sebesar 14,65 %, tanah rawa sebesar 10,94 %, tanah lunak sebesar 0,72 %. Peningkatan daya dukung tanah terbesar pada cerucuk model tunggal dimiliki tanah gambut sebesar 14,65 %. Cerucuk model kelompok, pada tanah gambut sebesar 52,06 %, tanah rawa sebesar 70,31 %, tanah lunak sebesar 59,72 %. Peningkatan daya dukung tanah terbesar pada cerucuk model kelompok dimiliki tanah rawa sebesar 70,31 %.*

Katakunci: *kapasitas daya dukung tanah, model perkuatan, tanah gambut, tanah rawa, tanah lunak*

1. Pendahuluan

Tanah lunak merupakan tanah yang bermasalah apabila di atasnya didirikan suatu bangunan terutama bangunan bertingkat. Pada umumnya permasalahan yang timbul pada konstruksi di atas tanah lunak adalah geseran. Mekanisme kehilangan keseimbangan dapat terjadi pada tanah dengan daya dukung rendah, diakibatkan dari beban berat tanah itu sendiri. Permasalahan lain biasanya berupa tolakan ke atas yang banyak terjadi pada lapisan lempung dan lanau akibat perbedaan tekanan air dan juga sering terjadinya penurunan permukaan ini pada umumnya disebabkan oleh beratnya beban yang harus ditanggung oleh tanah lunak [1].

Tanah lunak pada umumnya mempunyai daya dukung yang rendah dan memiliki sifat kompresibel 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. Beberapa daerah di Propinsi Riau seperti Kabupaten Siak, Bengkalis dan beberapa daerah yang memiliki kawasan tanah lempung, rawa dan gambut menggunakan cerucuk kayu mahang (*Macaranga hypoleuca*) sebagai konstruksi bangunan. Secara tradisional, tanaman kayu mahang sudah dimanfaatkan oleh masyarakat, kayunya sering digunakan untuk konstruksi sementara dan pada bagian rumah yang tidak berhubungan langsung dengan tanah [2].

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Tanah Lunak

Tanah lunak adalah agregat partikel-partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan, dan bersifat plastis dalam selang kadar air sedang sampai luas. Dalam keadaan kering sangat keras dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Permeabilitas lempung sangat rendah [3].

2.2 Tanah Gambut

Tanah Gambut adalah tanah organik yang mengandung kadar abu lebih kecil dari 25% atau kadar organik $\geq 75\%$ [4]. Gambut adalah bahan organis setengah lapuk berserat atau suatu tanah yang mengandung bahan organis berserat dalam jumlah besar. Gambut mempunyai angka poriyang sangat tinggi dan sangat kompresibel [5]. Lapisan tanah gambut adalah tipe lapisan tanah lempung atau lanau yang bercampur dengan serat-serat flora dari tumbuhan tebal diatasnya. Pada kondisi tanah dengan serat yang melapuk atau fauna yang membusuk maka tanah tersebut menjadi tipe lapisan tanah organik. Menurut Terzaghi dan Peck [3], gambut adalah agregat agak berserat yang berasal dari serpihanmakroskopik danmikroskopik tumbuh- tumbuhan.

2.3 Tanah Rawa

Rawa adalah daerah rendah yang selalu tergenang air baik dari air hujan, air tanah atau air permukaan lainnya dan tidak ada jalan untuk pelepasan airnya secara lancar. Rawa adalah lahan genangan air secara ilmiah yang terjadi terus-menerus atau musiman akibat drainase yang terhambat serta mempunyai ciri-ciri khusus secara fisika, kimiawi dan biologis. Di Indonesia, rawa-rawa biasanya terdapat di hutan.

2.4 Metode Menentukan Daya Dukung Tiang Pancang

Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk menentukan daya dukung tiang pancang, yaitu:

a. Metode Alpha

Metode Alpha disebut juga sebagai metode *undrained analysis* atau metode *Total Stress Analysis*. Dikatakan demikian karena parameter tanah yang digunakan adalah *undrained shear strength* tanah (atau sering dinotasikan dengan notasi *cu* atau *su*). Lebih dari ini, definisi gampang dari situasi *undrained* adalah tekanan air pori tambahan di dalam tanah tidak diijinkan untuk disipasi pada saat *loading* ataupun *unloading*. Asumsi ini cukup logis pada tanah lempung mengingat nilai permeabilitas tanahnya yang sangat kecil ($\sim 1E-9$ m/s) dibandingkan dengan kecepatan pembebanan. Tentu saja untuk jangka panjangnya, tekanan air pori tambahan akan terdisipasi dan kembali ke kondisi *equilibrium* yaitu kondisi *hydrostatic*. Proses disipasi ini dinamakan

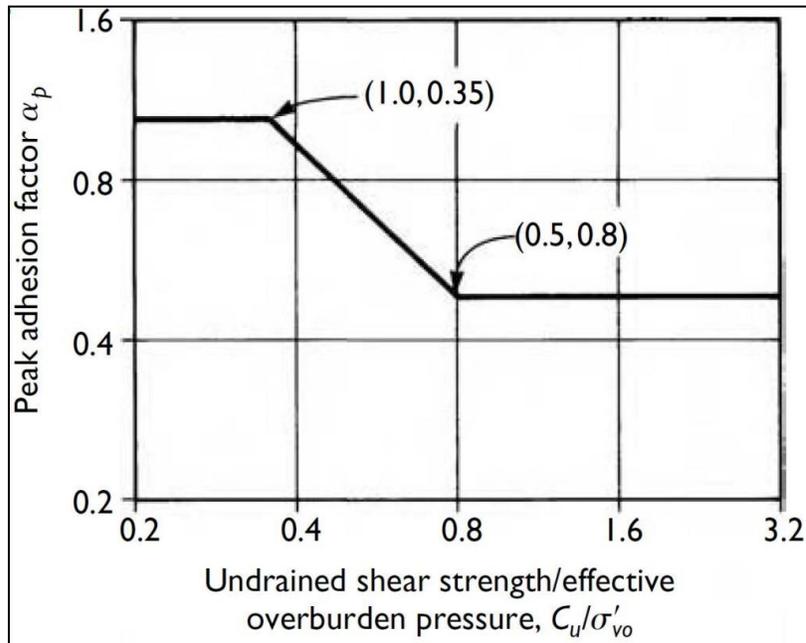
konsolidasi yang dibarengi dengan penurunan tanah dan kuat geser tanah akan meningkat juga. Situasi pada akhir konsolidasi dinamakan *drained* yang parameter tanahnya tidak lagi dikarakterisasi dengan c_u tapi dengan c' dan Φ' . Dengan kata lain, metode *undrained* ini adalah untuk kondisi jangka pendek dan metode *drained* adalah untuk kondisi jangka panjang.

Perhitungan kapasitas atau tahanan ultimit selimut tiang (f_s) dengan metode Alpha menggunakan rumus yang sangat sederhana yaitu faktor Alpha (α) dikalikan dengan kuat geser undrained tanah (c_u). Secara matematis:

$$f_s = \alpha \cdot C_u \tag{1}$$

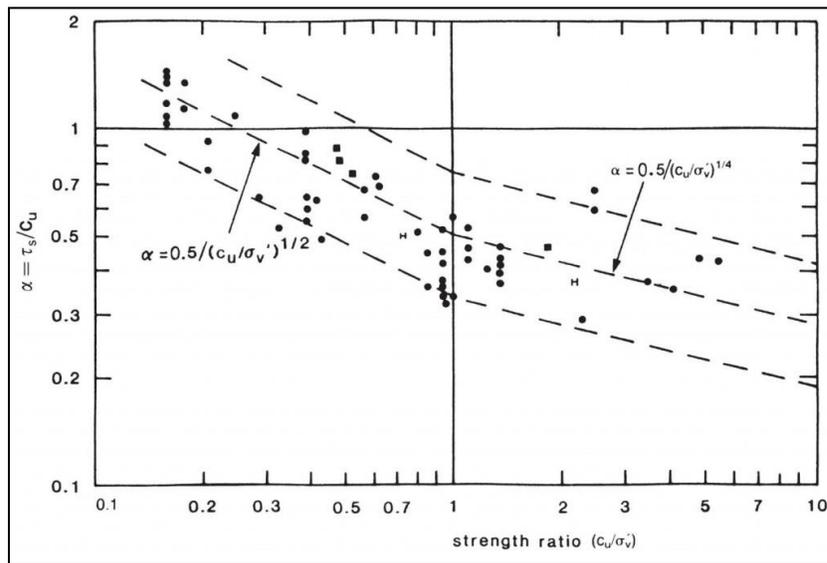
Faktor Alpha, atau dikenal juga dengan sebutan faktor adhesi, ini sifatnya empiris dan tergantung kepada jenis pondasi tiang apakah itu tiang bor atau tiang pancang. Secara implisit, faktor Alpha ini mengandung efek konstruksi yang terjadi pada saat pelaksanaan tiang yang notabene sulit dianalisa secara teoritis terutama untuk tiang bor. Efek-efek konstruksi seperti efek pemancangan yang mengakibatkan tekanan air pori tambahan akibat terdesaknya tanah secara lateral dan kemudian yang diikuti oleh terdisipasinya tekanan air pori tambahan tersebut untuk mencapai kondisi *equilibrium* lalu diikuti oleh proses pembebanan tiang, semuanya diperhitungkan secara tersembunyi atau implisit melalui faktor Alpha.

Untuk pondasi tiang pancang, ada dua jenis korelasi yang populer digunakan yaitu dari Tomlinson [6, 7] dan Randolph and Murphy [8]. Korelasi Alpha Tomlinson berdasarkan database dari hasil uji beban statis pada tiang-tiang pancang di *on-shore* (terutama dari UK), sedangkan korelasi Randolph and Murphy [8] berdasarkan database tiang-tiang *off-shore*. Korelasi alpha Randolph and Murphy juga direkomendasikan di dalam standard American Petroleum Institute (API) RP2A. Tomlinson [7] dari hasil perbandingannya dengan uji beban statis 40 tiang pancang pada tanah *stiff clay* menyimpulkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan dari kedua korelasi tersebut. Korelasi Alpha Tomlinson [7] bisa dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Korelasi alpha Tomlison [1]

Korelasi Alpha dari Randolph and Murphy [8], diberikan juga di Randolph and Gourvenec [9] dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Korelasi Alpha dari Randolph and Murphy [1]

Korelasi Alpha yang mula-mula direkomendasikan oleh Tomlinson [6] berbeda dengan publikasi yang sekarang dimana pada sumbu horizontal kurvanya menggunakan nilai c_u bukan c_u/σ_v' seperti saat ini dan yang juga digunakan oleh Randolph and Murphy [8]. Hal tersebut dimotivasi oleh berbagai riset yang menunjukkan bahwa nilai c_u dipengaruhi oleh OCR tanah. Randolph and Wroth [5] merekomendasikan bahwa nilai alpha bisa dikorelasikan dengan rasio c_u/σ_v' yang secara tidak langsung memperhitungkan faktor OCR.

Nilai Alpha ini umumnya mendekati 1 untuk tanah *very soft clay* dan turun ke angka sekitar 0.5 atau dibawahnya untuk tanah *stiff* dan *very stiff clay*. Kurva Alpha diatas memberikan rekomendasi awal untuk perhitungan kapasitas pondasi tiang pancang. Untuk detail desain, nilai Alpha ini bisa dikalibrasi dari hasil uji beban statis pada tiang uji yang dilaksanakan sampai gagal atau ultimit.

Kapasitas atau tahanan 'ultimit; ujung pondasi tiang diestimasi berdasarkan konsep mekanisme kegagalan dalam analisa daya dukung untuk pondasi dangkal. Tidak ada perbedaan dalam melakukan perhitungan untuk pondasi tiang pancang dan tiang bor. Rumus tahanan 'ultimit' ujung (q_b) diberikan oleh:

$$q_b = N_c \cdot C_u \quad (2)$$

Dimana:

N_c = koefisien daya dukung ujung tiang Skempton.

$N_c = 9$ sering digunakan dan nilai ini sesuai dengan nilai-nilai teoretikal yang diturunkan berdasarkan solusi *cavity expansion*.

Kapasitas total pondasi tiang diberikan oleh kumulatif dari tahanan ultimit selimut tiang dan tahanan 'ultimit' ujung tiang. Secara matematis,

$$Q_{ult} = \sum f_s \cdot A_s + q_b \cdot A_b \quad (3)$$

Dimana:

A_s = luas selimut tiang atau keliling pondasi tiang dikalikan dengan ketebalan lapisan tanah,

A_b = luas pondasi tiang.

b. Metode perhitungan dengan data N-SPT

Meyerhoff [4] menganjurkan formula daya dukung untuk tiang pancang sebagai berikut:

$$Q_u = 40 N_b \cdot A_p + 0,2 N \cdot A_s \quad (4)$$

Dimana:

Q_u = daya dukung ultimit pondasi tiang pancang (ton)

N_b = harga N-SPT pada elevasi dasar tiang

A_p = luas penampang dasar tiang (m^2)

A_s = luas selimut tiang (m^2)

N = harga N-SPT rata rata

Untuk tiang dengan desakan tanah yang kecil seperti tiang bor dan tiang baja H, maka daya dukung selimut hanya diambil separuh dari formula diatas, sehingga menjadi:

$$Q_{ult} = 40 N_b \cdot A_p + 0,1 N \cdot A_s \quad (5)$$

Harga batas untuk N_b adalah 40 dan harga batas untuk $0,2 N$ adalah $10 \text{ ton}/m^2$

3. Metodologi Penelitian

3.1 Bahan Uji dan Jumlah Sampel Pengujian

3.1.1 Bahan Uji

Tanah yang diperlukan dari lapangan adalah $2,16 \text{ m}^3$, tetapi sampel yang akan diambil dilapangan melebihi jumlah tersebut. Hal ini untuk mengantisipasi terjadinya kekurangan sampel. Proses memasukan tanah lunak ke dalam bak pengujian dilakukan sedikit demi sedikit dan hati-hati, supaya tidak terdapat rongga udara yang ada diantara gumpalan tanah. Setelah pengisian tanah selesai dilakukan, penjagaan terhadap kadar air dan kuat geser tanah terus dilakukan, dengan cara menutup tanah dengan kain basah/lembab, sehingga tidak terjadi penguapan.

3.1.2 Jumlah Sampel Pengujian

Model pondasi cerucuk menggunakan kayu mahang, dengan ukuran yang diseragamkan sebanyak 18 kali dengan rincian 9 kali untuk model tunggal dan 9 kali untuk model kelompok dengan 3 jenis tanah yaitu tanah gambut, rawa dan lunak. Pemancangan cerucuk dilakukan setelah tanah didiamkan selama 24 jam. Menggunakan skala 1 : 10 dengan panjang cerucuk 4 meter dan diameter yang digunakan 20 cm. Untuk pemodelan skala laboratorium digunakan cerucuk kayu mahang ukuran 2 cm dan panjang 40 cm.

3.2 Pengujian Pembebanan

Model pengujian pembebanan perkuatan cerucuk menggunakan kayu mahang sebagai bahan perkuatan. Pengujian dilakukan sebanyak 18 kali, dilaksanakan sesudah tanah didiamkan selama 24 jam. Pengujian ini dibedakan atas dua jenis, yaitu pengujian model tunggal dan model kelompok yang masing-masing dilakukan 3 kali pengujian dengan tiga jenis tanah yakni tanah gambut, rawa dan lunak. Cerucuk diberikan pembebanan dengan menggunakan Pump Hydraulic dengan diameter piston 2,45 cm. Adapun langkah-langkah pengujian pembebanan sebagai berikut:

1. Penelitian dimulai dengan mempersiapkan peralatan dan sampel tanah yang digunakan
2. Mempersiapkan sampel tanah dengan cara mengeluarkan tanah dalam karung goni, selanjutnya tanah dicampur dengan cara mengadon dengan tangan dan ditambah sedikit air, untuk mengganti air yang hilang pada saat perjalanan pengambilan sampel tanah.
3. Setelah tanah tercampur rata, kemudian dimasukkan ke dalam bak uji dengan jumlah volume tanah yang sesuai dan dilakukan pengujian Vane shear sebagai pengawasan kualitas dan didiamkan selama 24 jam.
4. Setelah sampel tanah dan cerucuk sudah siap, pengujian pembebanan dapat dilakukan. Hasil pengujian diplot ke dalam grafik beban vs penurunan dan daya dukungnya ditentukan menggunakan metode penurunan 25 mm. Nilai rerata dari 3 kali uji pembebanan pada setiap variasi sampel.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Sifat Fisik Tanah Gambut

Sifat fisik dan propertis tanah yang digunakan dalam penelitian ini diuji terlebih dahulu di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Universitas Riau. Berdasarkan hasil pengujian propertis tanah gambut yang digunakan dalam penelitian ini diklasifikasikan menurut ASTM D4427-92 adalah gambut jenis *Medium Ash-Pet* (tanah gambut dengan kadar abu sedang) dan juga sebagai tanah gambut berserat (*fibrous peat*) karena mengandung < 15 % kandungan seratnya.

4.2 Sifat Fisik Tanah Rawa

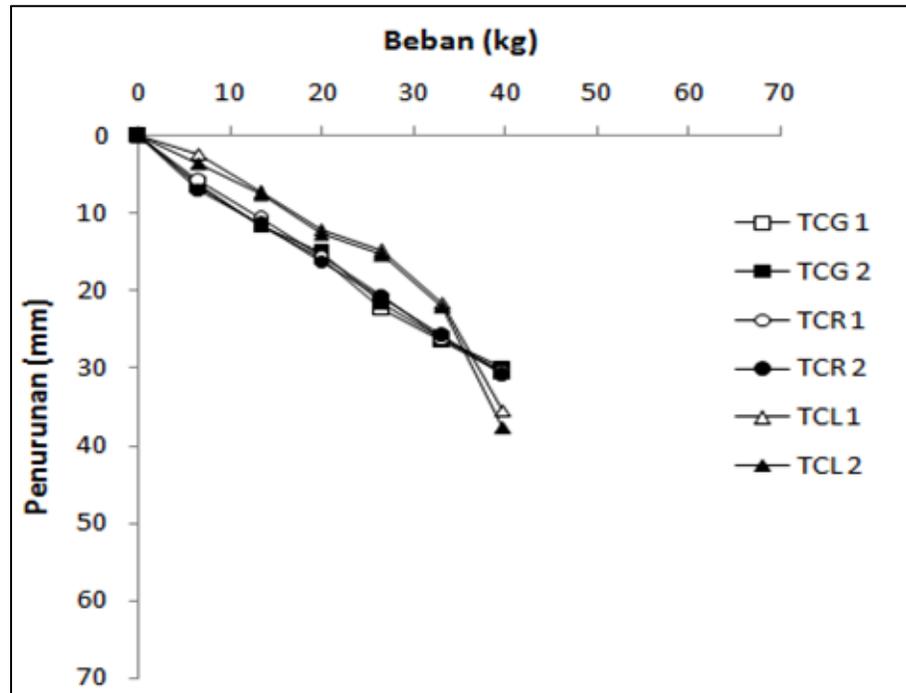
Berdasarkan hasil pengujian propertis tanah lunak rawa menunjukkan nilai kadar air rata-rata 34,07 %, berat jenis rata-rata 2,51 gram, batas cair 46,38 % dan batas plastis sebesar 32,32 %. Klasifikasi menurut USCS maka tanah di atas termasuk pada jenis ML (*Silt / Lanau* plastisitas rendah) dengan kadar Pasir (S) 0,94 %, Lanau (M) 80,64 %, Lempung (C) 18,42 %.

4.3 Sifat Fisik Tanah Lunak

Berdasarkan hasil pengujian properties tanah lunak menunjukkan nilai kadar air rata-rata 45,23 %, berat jenis rata-rata 2,41 gram, batas cair 53,38 % dan batas plastis sebesar 40,94 %. Klasifikasi menurut USCS maka tanah di atas termasuk pada jenis MH (*Elastic Silt* / Lanau plastisitas tinggi) dengan kadar pasir (S) 2,80 %, lanau (M) 84,60 %, lempung (C) 12,60 %.

4.4 Perilaku Pembebanan Tanpa Cerucuk

Data yang dikumpulkan selama pengujian adalah data penurunan dan tekanan. Data yang sudah dikumpulkan kemudian diplot ke dalam grafik beban vs penurunan. Untuk tanah yang belum diberi cerucuk ditampilkan di Gambar 3.



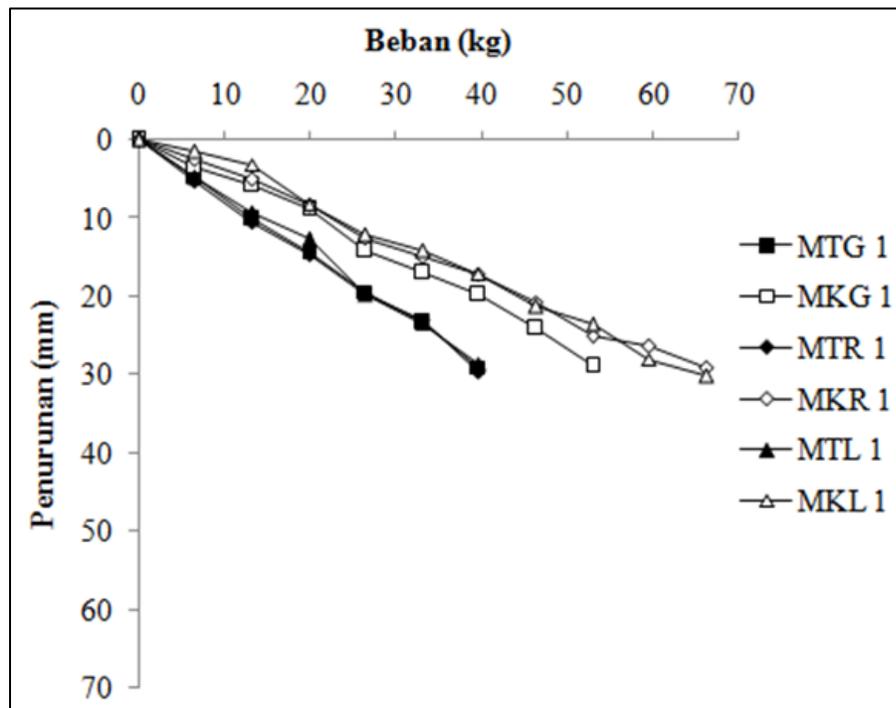
Gambar 3. Beban vs Penurunan Tanah Tanpa Cerucuk

Dari Gambar 3 terlihat pada beban yang sama penurunan tanah gambut dan tanah rawa hampir sama. Sementara itu, penurunan tanah lunak lebih kecil dibandingkan tanah gambut dan rawa. Hal ini mengindikasikan bahwa tanah lunak memiliki daya dukung lebih besar dibandingkan tanah gambut dan rawa. Grafik beban vs penurunan tanah tanpa cerucuk pada tanah lunak lebih melengkung hal ini kemungkinan disebabkan oleh

sifat tanah yang memiliki plastisitas tinggi, berbeda dengan tanah gambut dan rawa memiliki plastisitas rendah yang mengalami penurunan yang signifikan.

4.5 Perilaku Perkuatan Cerucuk Tunggal dan Kelompok

Uji pembebanan pada tanah yang sudah diperkuat cerucuk dengan model tunggal dan kelompok dilakukan sebanyak 3 kali. Gambar 4 menampilkan grafik beban vs penurunan tanah yang diperkuat dengan cerucuk model tunggal dan kelompok pada 3 jenis tanah.



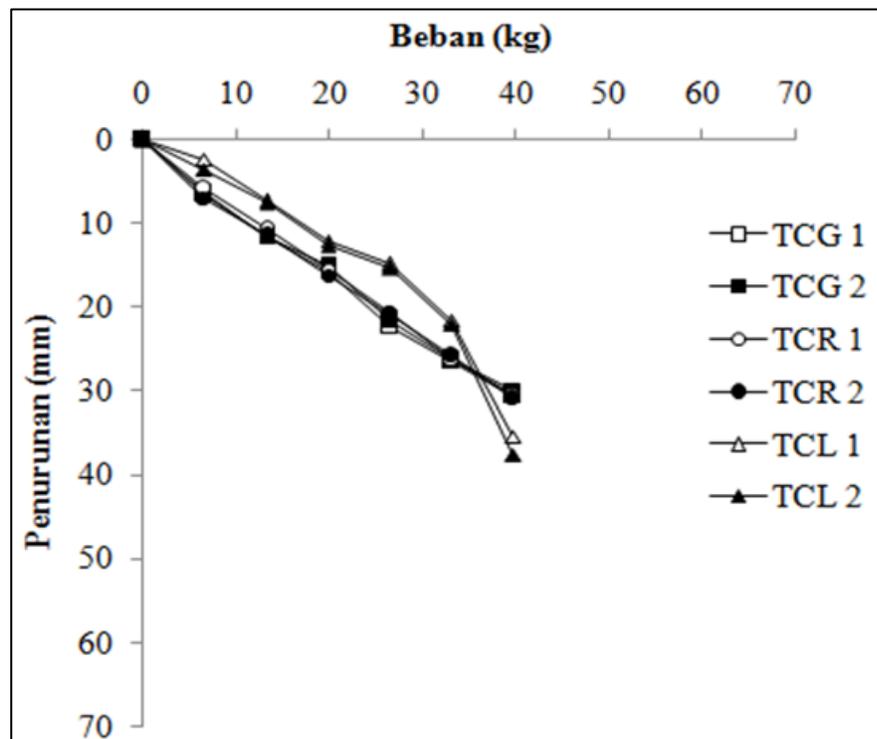
Gambar 4. Beban vs Penurunan Tanah dengan Perkuatan Cerucuk Tunggal

Pada Gambar 4 terlihat grafik beban vs penurunan tanah dengan perkuatan cerucuk pada tanah gambut cenderung lurus, sementara pada tanah rawa dan tanah lunak terjadi sedikit lengkungan pada saat beban 25 kg sampai 35 kg, hal ini disebabkan penurunan tanah rawa dan lunak lebih kecil pada saat beban 25 kg sampai 35 kg tersebut. Lengkungan yang terjadi pada tanah rawa lebih besar dibandingkan tanah lunak. Hal ini mengindikasikan daya dukung tanah rawa yang diperkuat dengan cerucuk model tunggal lebih besar dibanding daya dukung tanah lunak dan gambut.

Dari Gambar 4 terlihat bahwa perilaku penurunan tanah yang diperkuat dengan cerucuk model kelompok hampir sama dengan tanah yang diperkuat cerucuk model tunggal. Grafik penurunan tanah gambut cenderung linear dan memiliki penurunan lebih besar dibanding tanah rawa dan tanah lunak. Pada tahap awal pembebanan tanah rawa memiliki penurunan lebih besar dibanding tanah lunak, namun setelah pembebanan memasuki tahap beban 25 kg tanah rawa mulai memiliki penurunan yang lebih kecil. Hal ini mengindikasikan setelah melewati beban tertentu tanah rawa yang diperkuat menggunakan cerucuk penurunannya perlahan-lahan mulai berkurang.

4.6 Perhitungan Daya Dukung Tanah Tanpa Perkuatan

Meyerhoff [4] mengusulkan untuk menentukan daya dukung izin tanah dengan asumsi penurunan pondasi sebesar 25 mm. Daya dukung izin berdasarkan penurunan 25 mm ini digunakan sebagai acuan dalam menentukan daya dukung ultimit tanah. Grafik penentuan daya dukung tanah tanpa cerucuk menggunakan metode penurunan 25 mm ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Penentuan Daya Dukung Tanah Tanpa Cerucuk

Dari Gambar 5 didapatkan nilai daya dukung ultimit untuk tanah tanpa perkuatan cerucuk. Rekapitulasi daya dukung tanah tanpa cerucuk berdasarkan hasil pengujian pembebanan ditampilkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Daya Dukung Tanah Tanpa Cerucuk Hasil Pengujian
Pembebanan Penurunan 25 mm

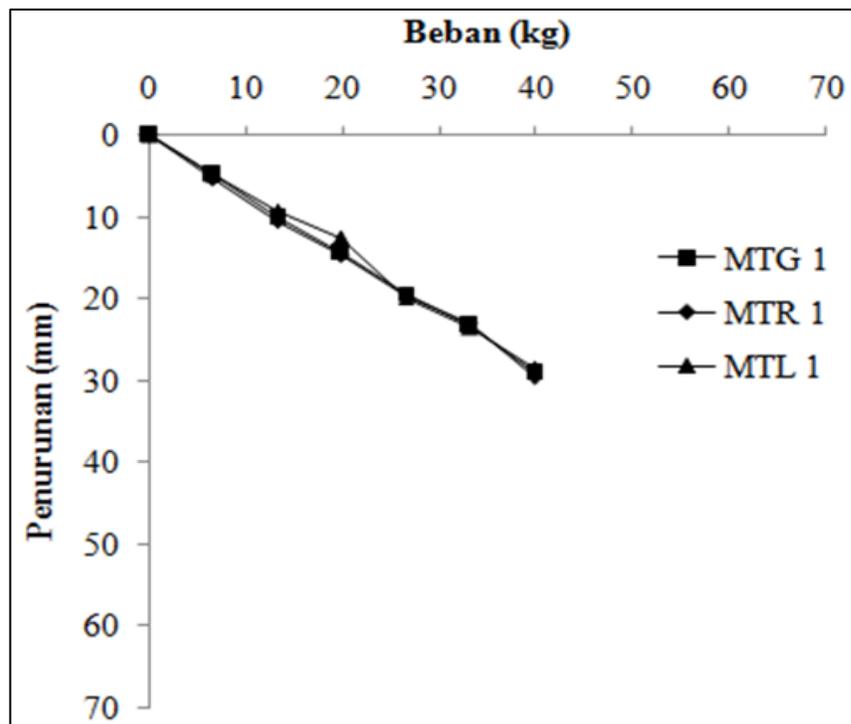
Jenis Tanah	Daya Dukung (kg)		
	Pengujian 1	Pengujian 2	Rerata
Tanah Gambut	30,50	31,00	30,75
Tanah Rawa / <i>Silt</i> (ML)	32,00	32,00	32,00
Tanah Lunak / <i>Elastic Silt</i> (MH)	35,00	34,50	34,75

Data daya dukung ultimit tersebut dapat diplot ke dalam grafik untuk melihat perbandingan daya dukung dari setiap jenis tanah.

4.7 Perhitungan Daya Dukung Tanah Perkuatan Cerucuk

4.7.1 Model Tunggal

Uji pembebanan pada tanah yang sudah diperkuat cerucuk dengan model tunggal dilakukan sebanyak 3 kali [10]. Gambar 6 menampilkan grafik penurunan tanah yang diperkuat dengan cerucuk model tunggal pada 3 jenis tanah.



Gambar 6. Beban vs Penurunan Tanah dengan Perkuatan Cerucuk Model Tunggal

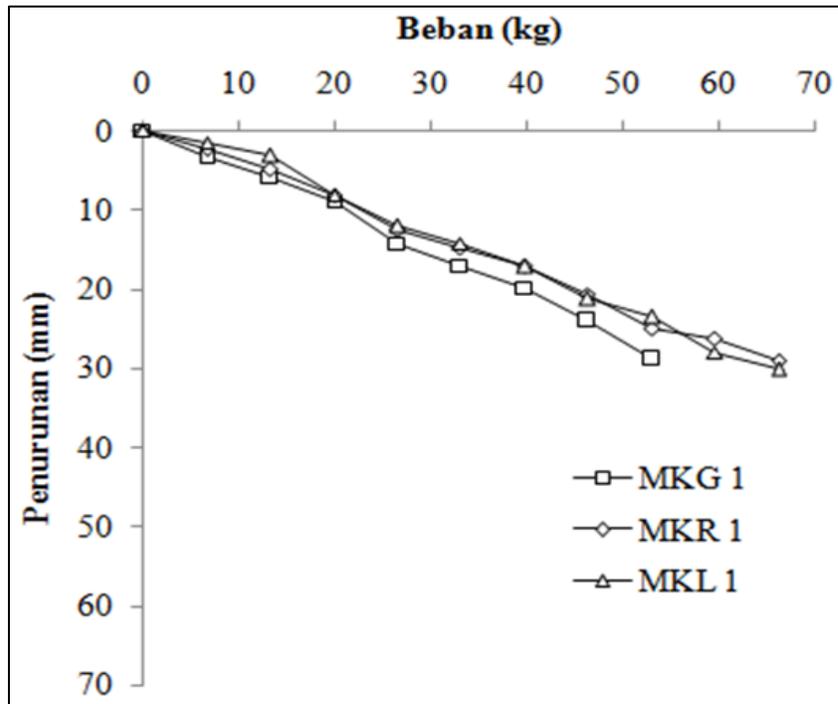
Daya dukung ultimit untuk tanah yang diperkuat cerucuk model tunggal dianalisis menggunakan metode penurunan 25 mm. Gambar 4.4 menampilkan grafik penentuan daya dukung ultimit tanah yang diperkuat cerucuk tunggal pada 3 jenis tanah. Dari Gambar 6 didapatkan nilai daya dukung tanah yang diperkuat dengan cerucuk model tunggal. Rekapitulasi daya dukung tanah yang diperkuat cerucuk model tunggal disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Daya Dukung Tanah dengan Perkuatan Cerucuk Model Tunggal

Konfigurasi Cerucuk	P1 (kg)	P2 (kg)	P3 (kg)	Daya Dukung Rerata (kg)
Model Tunggal Gambut (MTG)	35,50	35,00	35,00	35,17
Model Tunggal Rawa (MTR)	35,50	35,50	35,50	35,50
Model Tunggal Lunak (MTL)	35,00	35,00	35,00	35,00

4.7.2 Model Kelompok

Uji pembebanan pada tanah yang sudah diperkuat cerucuk model kelompok dilakukan sebanyak 3 kali pada setiap jenis tanah. Gambar 7 menampilkan grafik beban vs penurunan tanah yang diperkuat dengan cerucuk model kelompok pada 3 jenis tanah.



Gambar 7. Beban vs Penurunan Tanah dengan Perkuatan Cerucuk Model Kelompok

Grafik beban vs penurunan dianalisis menggunakan metode penurunan 25 mm untuk mendapatkan nilai daya dukung ultimit. Gambar 7 memperlihatkan penentuan daya dukung ultimit tanah yang telah diperkuat menggunakan cerucuk model kelompok pada setiap jenis tanah. Rekapitulasi daya dukung ultimit tanah yang telah diperkuat dengan cerucuk model kelompok disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Daya Dukung Ultimit Tanah dengan Perkuatan Cerucuk Model Kelompok

Konfigurasi Cerucuk	P1 (kg)	P2 (kg)	P3 (kg)	Daya Dukung Rerata (kg)
Model Kelompok Gambut (MKG)	47,50	46,00	45,00	46,17
Model Kelompok Rawa (MKR)	53,00	56,00	56,00	55,00
Model Kelompok Lunak (MKL)	55,50	55,50	55,50	55,50

4.8 Daya Dukung Tanah Tanpa Cerucuk dengan Perkuatan Cerucuk

Perbandingan antara daya dukung tanah yang belum diperkuat cerucuk dengan tanah yang telah diperkuat cerucuk disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Daya Dukung Tanah Tanpa Cerucuk dengan Perkuatan Cerucuk

Jenis Tanah	Konfigurasi Cerucuk		
	Tanpa Cerucuk	Tunggal	Kelompok
Tanah Gambut	30,75	35,17	46,17
Tanah Rawa	32,00	35,50	55,00
Tanah Lunak	34,75	35,00	55,50

Dari Tabel 5 dapat dilihat peningkatan daya dukung tanah pada ketiga jenis tanah yaitu tanah gambut, rawa dan lunak. Pada Tabel 5 menampilkan nilai daya dukung tanah pada model tunggal dan kelompok.

Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa terdapat peningkatan daya dukung tanah cerucuk model tunggal pada tanah gambut sebesar 14,65 %, tanah rawa 10,94 %, dan tanah lunak 0,72 %. Dari Tabel 5 juga memperlihatkan peningkatan daya dukung tanah pada cerucuk model kelompok. Pada tanah gambut sebesar 52,06 %, tanah rawa 70,31 % dan tanah lunak 59,72 %. Dari Tabel 5 terdapat perbedaan yang signifikan peningkatan daya dukung tanah sebelum diberikan perkuatan cerucuk dan setelah diberikan perkuatan cerucuk model kelompok. Perkuatan cerucuk model kelompok memberikan peningkatan daya dukung pada tanah gambut, tanah rawa dan tanah lunak > 50%.

Tabel 5. Peningkatan Daya Dukung Tanah Model Tunggal dan Kelompok

Konfigurasi Cerucuk		Tanah Gambut			
		P1	P2	P3	Rerata
Tanpa Cerucuk	(TCG)	30.50	31.00		30.75
Model Tunggal	(MTG)	35.50	35.00	35.00	35.17
Model Kelompok	(MKG)	47.50	46.00	45.00	46.17
Peningkatan Daya Dukung (%)	Model Tunggal	16.39	12.90		14.65
	Model Kelompok	55.74	48.39		52.06
Konfigurasi Cerucuk		Tanah Rawa			
		P1	P2	P3	Rerata
Tanpa Cerucuk	(TCR)	32.00	32.00		32.00
Model Tunggal	(MTR)	35.50	35.50	35.50	35.50
Model Kelompok	(MKR)	53.00	56.00	56.00	55.00
Peningkatan Daya Dukung (%)	Model Tunggal	10.94	10.94		10.94
	Model Kelompok	65.63	75.00		70.31
Konfigurasi Cerucuk		Tanah Lunak			
		P1	P2	P3	Rerata
Tanpa Cerucuk	(TCL)	35.00	34.50		34.75
Model Tunggal	(MTL)	35.00	35.00	35.00	35.00
Model Kelompok	(MKL)	55.50	55.50	55.50	55.50
Peningkatan Daya Dukung (%)	Model Tunggal	0.00	1.45		0.72
	Model Kelompok	58.57	60.87		59.72

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis dalam penelitian ini, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penelitian ini menghasilkan daya dukung tanah tanpa perkuatan cerucuk sebesar pada tanah gambut 30,75 kg, tanah rawa 32 kg dan tanah lunak 34,75 kg. Daya dukung terbesar dimiliki oleh tanah lunak yaitu sebesar 34,75 kg.

2. Pada penelitian ini terdapat peningkatan daya dukung tanah yang diperkuat dengan cerucuk model tunggal, pada tanah gambut sebesar 14,65 %, tanah rawa sebesar 10,94 %, tanah lunak sebesar 0,72 %. Peningkatan daya dukung tanah terbesar pada cerucuk model tunggal dimiliki tanah gambut sebesar 14,65 %.
3. Pada penelitian ini terdapat peningkatan daya dukung tanah yang diperkuat dengan cerucuk model kelompok, pada tanah gambut sebesar 52,06 %, tanah rawa sebesar 70,31 %, tanah lunak sebesar 59,72 %. Peningkatan daya dukung tanah terbesar pada cerucuk model kelompok dimiliki tanah rawa sebesar 70,31 %.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan pengujian cerucuk kayu mahang pada tanah gambut dan lunak dengan posisi model bentuk yang lain, posisi kayu miring atau posisi pola yang lain dan model diameter, model kedalaman dan efek waktu dalam pembebanan.
2. Perlu dilakukan penelitian dalam skala penuh 1:1 (full scale test), agar hasil perilaku penurunan yang terjadi pada tanah gambut, rawa, dan lunak bisa didapatkan hasil yang lebih teliti.

Daftar Pustaka

- [1] Das, B.M. 1995, *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Alih Bahasa Mochtar dan Endah, 2009. Jakarta: Erlangga.
- [2] Departemen 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).
- [3] Dunn. 1980. *Dasar-dasar Analisis Geoteknik*, 1980. Semarang: IKIP Semarang Press.
- [4] Meyerhof. 1956. *The Ultimate Bearing Capacity of Foundations*. Geotechnique, Vol. 2(4), Page 301-331.
- [5] Randolph, Wroth. 1982. *Recent Developments in Understanding the Axial Capacity of Piles in Clay*. Ground Engineering, October 1982.
- [6] Tomlinson, M. J. 1975. *Pile Design and Construction Practice*. London: A Viewpoint Publication.
- [7] Tomlinson .2008. *Pile Design and Construction Practice*, 5th Edition.
- [8] Randolph, Murphy. 1985. *Shaft Capacity of Driven Piles in Clay*. Proc. Annu. Offshore Tech. Conf. Houston.
- [9] Randolph, Gourvenec. 2011, *Offshore Geotechnical Engineering*. Spon Press.
- [10] Suroso, Munawir, A., Indrawahyuni, H. 2010. *Pengaruh Penggunaan Cerucuk dan Anyaman Bambu pada Daya Dukung Tanah Lempung Lunak*. Jurnal Rekayasa Sipil, Vol. 4(3).