



Perkuatan Tanah Gambut Ambarawa dengan Cerucuk Menggunakan Pemodelan *Finite Element Method*

Chyntia Helmalia Br S. Milala¹, Dora Melati Nurita Sandi², Mirza Ghulam Rifqi³

¹Teknik Sipil, Politeknik Negeri Banyuwangi

¹chyntiahelmalia@gmail.com, ²doranurita@poliwangi.ac.id*, ³mirza@poliwangi.ac.id

Abstract

Peat soils, which are mainly composed of semi-decayed plant remains, usually have high compressibility and low bearing capacity. The high compressibility and low bearing capacity mean that peat soil must be improved if construction is to be built on it. Research was conducted to find a method for soil improvement. Improvements were made by reinforcing the peat with bamboo stakes using the finite element method modeling. In the results of modeling and calculations using software based on the finite element method, the Ambarawa peat soil, before reinforcement with a bamboo stakes at a 5-day time interval, obtained a total deformation value of 7.18 m. After a 5-day interval, the soil collapsed due to its low bearing capacity, preventing further calculations and leaving the safety number unknown. In the Ambarawa peat soil after reinforcement with a bamboo stakes planned 8 m long bamboo stakes and a distance of 1 m between bamboo stakes based on calculations using finite element method modeling at a time interval of 5 days, the total deformation value was obtained at 3.98 m, a time interval of 10 days at 4.46 m, a time interval of 15 days at 4.46 m. Based on the known deformation value, the maximum safety value of this modeling was obtained at a time interval of 30 days, with a value of 1.173.

Keywords: Bamboo Stakes, Finite Element Method, Peat Soil.

Abstrak

Tanah gambut dimana pembentuk utamanya dari sisa-sisa tumbuhan setengah membusuk, biasanya memiliki kompresibilitas tinggi dan daya dukung rendah. Nilai kompresibilitas yang tinggi dan daya dukung yang rendah mengakibatkan tanah gambut harus diperbaiki jika ingin dibangun konstruksi diatasnya. Sehingga penelitian dilakukan untuk mendapatkan metode perbaikan tanah. Perbaikan dengan melakukan perkuatan dengan cerucuk menggunakan pemodelan *finite element method*. Dalam hasil pemodelan dan perhitungan menggunakan software berbasis *finite element method* tanah gambut Ambarawa sebelum dilakukan perkuatan dengan cerucuk pada interval waktu 5 hari didapatkan nilai deformasi total sebesar 7,18 m. Pada interval waktu 5 hari tanah mengalami runtuh (*collapse*) dikarenakan daya dukung tanah yang kecil sehingga perhitungan tidak dapat dilanjutkan dan nilai angka keamanan tidak dapat diketahui. Pada tanah gambut Ambarawa setelah dilakukan perkuatan dengan cerucuk yang direncanakan panjang cerucuk 8 m dan jarak antar cerucuk 1 m berdasarkan perhitungan menggunakan pemodelan *finite element method* pada interval waktu 5 hari didapatkan nilai deformasi total sebesar 3,98 m, interval waktu 10 hari sebesar 4,46 m, interval waktu 15 hari sebesar 4,46 m. Berdasarkan nilai deformasi yang telah diketahui nilai angka keamanan maksimal pemodelan ini diperoleh pada interval waktu 30 hari sebesar 1,173.

Kata kunci: Cerucuk, *Finite Element Method*, Tanah Gambut.

Diterima Redaksi : 2024-09-09 | Selesai Revisi : 2024-11-12 | Diterbitkan Online : 2025-11-12

1. Pendahuluan

Tanah gambut biasanya dihubungkan dengan material alam yang memiliki kompresibilitas yang tinggi dan kuat geser yang rendah. Material tanah gambut terdiri dari jaringan nabati yang memiliki tingkat pembusukan yang bervariasi. Permasalahan pada tanah gambut dimana pembentuk utamanya terdiri dari sisa-sisa tumbuhan

yang setengah membusuk, yang biasanya memiliki kompresibilitas yang tinggi dan daya dukung yang rendah, sehingga sulit untuk didirikan konstruksi di atasnya. Sifat lain dari tanah gambut adalah sifat mengering yang tidak kembali (*irreversible drying*) sehingga mengakibatkan penurunan permukaan tanah. Perlu dilakukan perkuatan terhadap tanah gambut



Lisensi
Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional

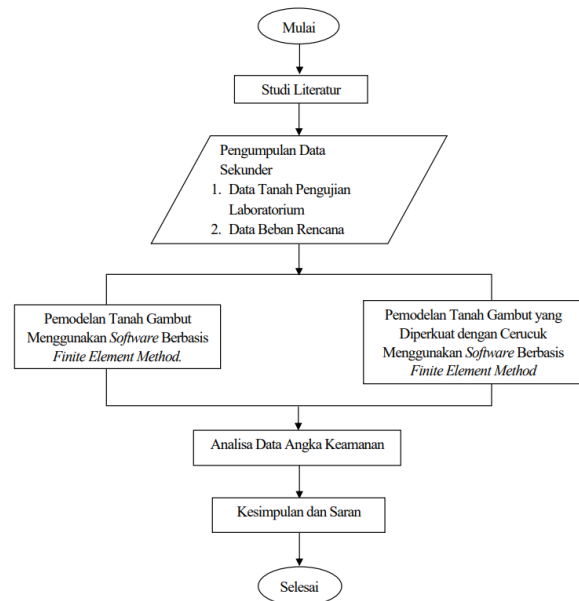
sehingga dapat meningkatkan daya dukung dan mengurangi sifat kompresibilitas yang tinggi. Beberapa penelitian telah dilakukan terkait dengan perkuatan tanah gambut. Penelitian perkuatan tanah gambut dengan menggunakan bambu terhadap daya dukung pondasi dangkal, dimana penelitian dilakukan dengan pemodelan laboratorium pondasi dengan bahan pelat besi. Ukuran dimensi pemodelan yaitu 15 cm x 15 cm x 2 cm. Pemodelan perkuatan dengan material bambu menggunakan pola anyaman dan grid diterapkan pada tanah gambut. Kemudian dilakukan test pembebanan, dan dicatat nilai penurunannya [1]. Penelitian terhadap perkuatan gambut dilakukan dengan menggunakan terpal dan grid bambu, pengujian dilakukan dengan menggunakan dongkrak hidraulis, LVDT dan data Logger [2]. Penelitian perkuatan tanah gambut dengan menggunakan tanah non organik dan semen. Perbandingan komposisi tanah gambut dengan tanah non organik adalah 40%:60%. Pengujian sampel meliputi pengujian sifat fisik dan pengujian mekanis berupa berat jenis, pemadatan standar dan CBR dan melakukan perbandingan antara sesudah dan sebelum penelitian [3]. Studi analisa perilaku interaksi tanah gambut terhadap geotekstil dilakukan untuk mengkaji efektivitas perkuatan geotekstil pada tanah gambut. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen skala laboratorium dengan kondisi benda uji tidak terendam air [4]. Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan terkait perkuatan tanah gambut, sehingga dilakukan penelitian perkuatan tanah gambut Ambarawa menggunakan cerucuk bambu metode yang digunakan dengan pemodelan berbasis *finite element method*.

Pengujian parameter tanah gambut Ambarawa dilakukan dengan pengujian konsolidasi, dihasilkan nilai kompresibilitas yang tinggi dengan nilai rata-rata 0,430473, *index swelling* dengan nilai rata-rata 0,00441. Tanah gambut memiliki tekstur yang terbuka dimana selain pori-pori makro, tekstur tanah gambut juga didominasi oleh pori-pori mikro yang berada di dalam serat gambut [5]. Karena tanah gambut memiliki daya dukung yang rendah dan penurunan yang besar maka kondisi ini menjadi masalah utama bagi struktur yang akan dibangun diatasnya. Agar dapat memanfaatkan tanah gambut Ambarawa sebagai lahan konstruksi, perlu dilakukan perbaikan terhadap sifat-sifat tanah yang kurang baik, salah satunya yaitu dengan cara perkuatan tanah dengan cerucuk menggunakan pemodelan dengan *software* berbasis *finite element method* [6]. Pada penelitian ini perkuatan tanah menggunakan cerucuk menggunakan pemodelan *finite element method*. Pemodelan dilakukan dengan menggunakan *software* berbasis *finite element method* yang merupakan salah satu program aplikasi komputer berdasarkan metode elemen hingga dua dimensi yang digunakan secara khusus untuk menganalisis deformasi dan stabilitas dalam bidang geoteknik. Metode yang dapat diaplikasikan dengan menyusun cerucuk dengan cara memasukkan secara vertikal pada tanah guna agar daya

dukung tanah meningkat jika diberi beban diatasnya menjadi kuat dan stabil [7] [8].

2. Metode Penelitian

Penelitian pemodelan tanah gambut Ambarawa dengan cerucuk menggunakan pemodelan *finite element method* dilakukan dengan beberapa tahapan yang disajikan dalam bentuk *flowchart*. *Flowchart* ini dapat mempermudah pemahaman dan pelaksanaan penelitian agar efisien. Adapun *flowchart* penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

2.1. Studi Literatur

Studi literatur dapat dilakukan sebagai pekerjaan awal ialah mengumpulkan materi serta metode yang digunakan dalam penelitian melalui literatur buku, jurnal, artikel dan penelitian terdahulu yang sejenis dan berhubungan dengan judul yang akan diambil. Tinjauan Pustaka dilakukan untuk menjelaskan teori penunjang yang diperlukan dalam menganalisis penelitian, terutama yang berkaitan dengan nilai parameter tanah, angka keamanan tanah.

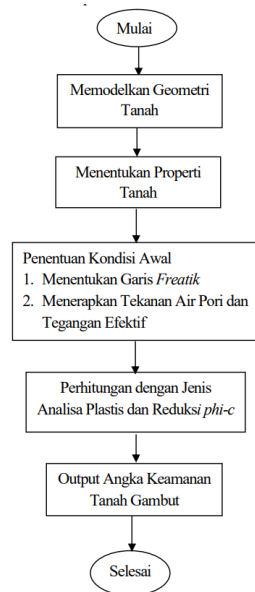
2.2. Pengumpulan Data Sekunder

Data yang digunakan dalam pengerjaan penelitian ini adalah data sekunder yang terdiri dari data tanah dari penelitian laboratorium, data beban rencana dan data properties cerucuk.

2.3. Pemodelan Tanah Gambut Menggunakan Software Berbasis Finite Element Method

Pada tahap ini maka pemodelan geometri dari tanah dapat dilakukan dengan pola pemodelan sesuai dengan lapisan tanah dengan kedalaman tanah gambut 3 m dan tanah asli 7 m [9]. Berikut merupakan *flowchart*

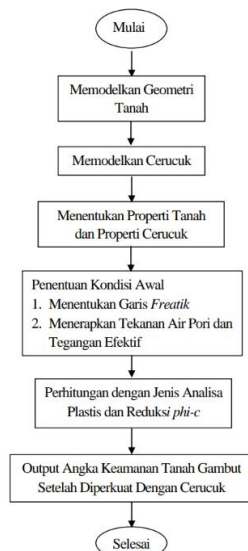
pemodelan tanah asli menggunakan *software* berbasis *finite element method* pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Pemodelan Tanah Gambut Tanpa Perkuatan

2.4. Pemodelan Tanah Gambut Yang Diperkuat Dengan Cerucuk Menggunakan *Software* Berbasis *Finite Element Method*

Pada tahap ini pemodelan tanah dengan cerucuk menggunakan diameter 10 cm, panjang cerucuk 8 m dan jarak antara cerucuk 1 m. Berikut merupakan flowchart pemodelan tanah yang diperkuat dengan cerucuk menggunakan *software* berbasis *finite element method* pada Gambar 3.



Gambar 3. Flowchart Pemodelan Tanah Gambut dengan Perkuatan Cerucuk Bambu

2.5. Analisa Data Angka Keamanan

Faktor keamanan dalam mekanika tanah yaitu perbandingan antara kuat geser yang tersedia terhadap kuat geser yang dibutuhkan untuk mencapai ekuilibrium.

Software berbasis *finite element method* dapat digunakan untuk menghitung faktor keamanan ini dengan menggunakan prosedur Reduksi *phi-c*.

2.6. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dapat berupa hasil angka keamanan perkuatan tanah gambut Ambarawa dengan cerucuk menggunakan metode *finite element method*. Saran pada penelitian ini dapat berupa rekomendasi untuk pengembangan penelitian lebih lanjut.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Data Tanah

Parameter yang digunakan berdasarkan data laboratorium dan korelasi dapat dilihat Tabel 1.

Tabel 1. Data Lapisan Tanah.

Parameter	Simbol	Kedalaman		Satuan
		0-3 m	3-10 m	
Jenis Tanah		Gambut	Tanah Asli	
Berat Isi Tanah Jenuh	γ_{sat}	12,5	15,8	kN/m ³
Berat Isi Tanah Tak Jenuh	γ_{dry}	2,7	14,8	kN/m ³
Permeabilitas	k	0	0	m/day
Angka Poisson	ν	0,35	0,35	-
Modulus Elastisitas	E	500	3105	kN/m ²
Kohesi	c	0,882	2,5	kN/m ²
Sudut Geser	ϕ	48,8	22,5	-

3.2. Data Cerucuk

Data propertis cerucuk, diambil dari data sekunder. Cerucuk yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis bambu petung dengan spesifikasi sebagai berikut:

Diameter : 10 cm
Modulus Elastisitas : 12888477 kN/m²
Berat : 0,17 gr/cm³
Angka Poisson : 0,091

Adapun data hasil pengolahan sebagai hasil yang akan dimasukkan kedalam program *finite element method* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Momen inersia cerucuk} &= \pi/64 \times D^4 \\ &= \pi/64 \times 0,1^4 \\ &= 4,90625 \times 10^{-6} \text{ m}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas penampang cerucuk} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 0,1^2 \\ &= 0,00785 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kekakuan aksial (EA)} &= \text{Modulus elastisitas} \times \text{luas penampang} \\ &= 12888477 \times 0,00785 \\ &= 101174,54445 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kekakuan lendutan (EI)} &= \text{Modulus elastisitas} \times \text{momen inersia cerucuk} \\ &= 12888477 \times 4,90625 \times 10^{-6} \end{aligned}$$

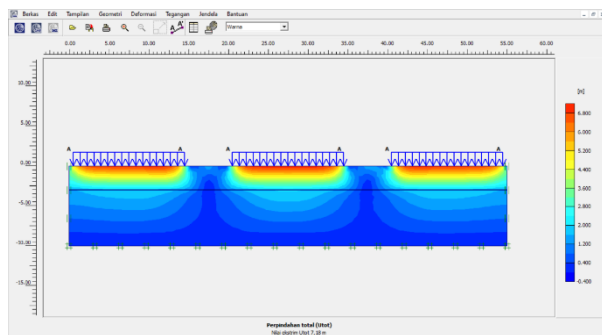
$$= 63,23409028 \text{ kN/m}^2/\text{m}$$

3.3. Data Pembebanan

Perhitungan pembebanan yang digunakan pada proyek akhir ini diperoleh dari perhitungan struktur beban rumah sederhana ukuran 14 m x 7 m dan jarak antar rumah pada pemodelan ini 6 m, dengan beban yang bekerja pada rumah sederhana yang dihitung adalah beban hidup dan beban mati. Dari hasil perhitungan pembebanan yang dilakukan didapatkan hasil beban sebesar 1324,21 kN.

3.4 Pemodelan Tanah Gambut Sebelum Diperkuat dengan Cerucuk

Hasil perhitungan deformasi dalam 5 hari secara total menggunakan program *finite element method* sebesar 7,18 m dapat dilihat pada Gambar 4.

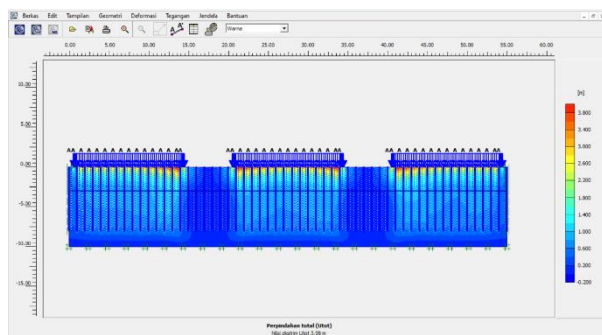


Gambar 4. Deformasi 5 Hari

Dikarenakan perhitungan pada pemodelan tanah gambut ini sudah terjadi *collapse* pada interval waktu 5 hari maka perhitungan tidak dapat dilanjutkan ke tahap berikutnya dan nilai angka keamanan tidak dapat diketahui. Nilai angka keamanan dapat dihitung jika *soil body* tidak mengalami keruntuhan.

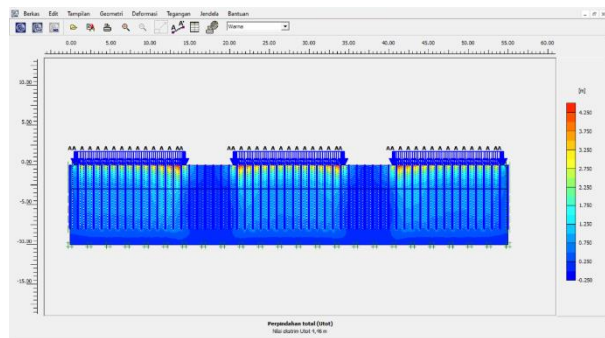
3.5 Pemodelan Tanah Gambut Setelah Diperkuat dengan Cerucuk

Dengan memodelkan cerucuk yang direncanakan panjang cerucuk 8 m dan jarak antar cerucuk 1 m, hasil perhitungan deformasi dalam 5 hari secara total menggunakan program *finite element method* sebesar 3,98 m dapat dilihat pada Gambar 5.



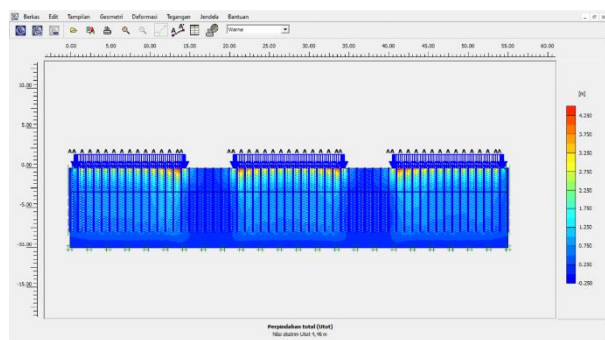
Gambar 5. Deformasi 5 Hari

Hasil perhitungan deformasi dalam 10 hari secara total menggunakan program *finite element method* sebesar 4,46 m dapat dilihat pada Gambar 6.



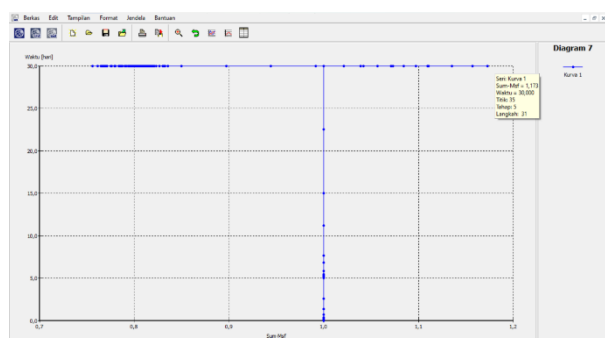
Gambar 6. Deformasi 10 Hari

Hasil perhitungan deformasi dalam 15 hari secara total menggunakan program *finite element method* sebesar 4,46 m dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Deformasi 15 Hari

Angka keamanan pada pemodelan ini berada pada interval waktu 30 hari merupakan hasil angka keamanan maksimal pada pemodelan ini. Dengan menunjukkan kurva didapatkan angka keamanan sebesar 1,173 yang dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Angka Keamanan

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan perkuatan tanah gambut Ambarawa dengan cerucuk menggunakan pemodelan *finite element method* dapat disimpulkan. Hasil deformasi tanah gambut Ambarawa sebelum dilakukan perkuatan dengan cerucuk berdasarkan perhitungan menggunakan pemodelan *finite element method* pada

interval waktu 5 hari didapatkan nilai deformasi total sebesar 7,18 m. Pada interval waktu 5 hari tanah mengalami runtuh (*collapse*) dikarenakan daya dukung tanah yang terlalu kecil oleh karena itu perhitungan tidak dapat dilanjutkan sehingga nilai angka keamanan tidak dapat diketahui. Hasil deformasi tanah gambut Ambarawa setelah dilakukan perkuatan dengan cerucuk yang direncanakan panjang cerucuk 8 m dan jarak antar cerucuk 1 m berdasarkan perhitungan menggunakan pemodelan *finite element method* pada interval waktu 5 hari didapatkan nilai deformasi total sebesar 3,98 m, pada interval waktu 10 hari sebesar 4,46 m, pada interval waktu 15 hari sebesar 4,46 m. Berdasarkan nilai deformasi yang telah diketahui nilai angka keamanan maksimal pada pemodelan ini diperoleh pada interval waktu 30 hari sebesar 1,173.

Banjar," in *Seminar Nasional Infrastruktur Berkelanjutan*, Malang, 2019.

- [5] J. E. Bowles, *Sifat-Sifat Fisis Dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*, Jakarta: Erlangga, 2013.
- [6] A. Gazali, M. G. Perdana and T. A. Rachman, "Studi Evaluasi Daya Dukung Tiang Pancang Tunggal Berdasarkan Data CPT Pembangunan Gedung Baru Uniska Handil Bakti Kabupaten Barito Kuala," *Jurnal Kacapuri*, 2021.
- [7] H. W. S. A. Laily Endah Fatmawati, "Analisis Perbaikan Tanah Dasar Menggunakan Metode Cerucuk (Mikropile)," *Jurnal Sondir*, pp. 3-6, 2023.
- [8] E. S. A. W. F. Dora Melati Nurita Sandi, "Perencanaan Pondasi Apung Untuk Tanah Lunak Dusun Glagah Agung Kabupaten Banyuwangi," *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Lingkungan*, 2019.
- [9] Siemon, "Prediksi Penurunan Tanah Akibat Beban Bangunan Rumah Sakit Bhayangkara TK.III Nganjuk," *Politeknik Negeri Banyuwangi, Banyuwangi*, 2023.

Daftar Rujukan

- [1] S. M. R. D. F. H. B. A. R. K. R. Yulindasari Sutejo, "Pemodelan Perkuatan Menggunakan Bambu Untuk Daya Dukung Pondasi Dangkal Pada Tanah Gambut," *Jurnal Penelitian dan Kajian Bidang Teknik Sipil*, vol. 9, no. 2, pp. 109-114, 2020.
- [2] F. Ramli, "Penggunaan Terpal dan Grid Bambu Sebagai Alternatif Perbaikan Tanah Terhadap Penurunan Pondasi Dangkal Pada Tanah Gambut," *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, vol. 2, no. 3, pp. 343-349, 2014.
- [3] M. A. Masrur, "Potensi Perkuatan Tanah Gambut dengan Penambahan Tanah Non Organik dan Semen," *Indonesian Journal of Civil Engineering Education*, vol. 8, no. 2, pp. 9-18, 2022.
- [4] I. S. D. P. H. Muhammad Fitriansyah, "Perilaku Interaksi Tanah Gambut-Geotekstil Studi Kasus di Tanah Gambut, Kabupaten