

PERILAKU KUAT TEKAN BEBAS PADA TANAH GAMBUT DENGAN TAMBAHAN PORTLAND CEMENT

Frederiko¹ dan Aniek Prihatiningsih²

¹Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No. 1, Jakarta, Indonesia
Frederiko.325200089@ft.untar.ac.id

²Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No. 1, Jakarta, Indonesia
aniekp@ft.untar.ac.id

Masuk: 27-06-2024, revisi: 15-07-2024, diterima untuk diterbitkan: 31-07-2024

ABSTRACT

Indonesia has 33.4 million hectares of swamp land spread across Sumatra, Kalimantan, and Papua. The soil in swamp land is generally peat soil, which has low bearing capacity. One method to improve soil bearing capacity is by adding cement. Portland composite cement (PCC) is widely available in Indonesia. This study aims to determine the characteristics of peat/swamp soil and evaluate the potential improvements after adding portland composite cement (PCC). The characteristic tests include specific gravity (G_s), water content, and grain size tests. Unconfined Compression Tests were conducted to determine the unconfined compressive strength of the soil. The tests were performed on soil with cement content of 4.7%, 9.3%, and 14%, with curing times of 7 days, 14 days, and 21 days. The characteristic test results showed that peat soil has a G_s of 1.50 and a water content of 187.73%. The Unconfined Compression Test results with 5% PCC content at 7 days showed a value of 119.11 kN/m² with an increase of 87.9%. With 15% PCC content at 21 days, the value was 217.78 kN/m² with an increase of 243.6%. It was concluded that the higher the cement content and the longer the curing time, the higher the unconfined compressive strength value.

Keywords: Peat soil; soil improvement; portland composite cement; unconfined compressive strength

ABSTRAK

Indonesia memiliki lahan rawa seluas 33,4 juta hektar yang tersebar di Sumatera, Kalimantan, dan Papua. Tanah yang terdapat pada lahan rawa umumnya adalah tanah Gambut. Tanah Gambut merupakan tanah yang memiliki daya dukung yang rendah. Salah satu metode perbaikan tanah untuk menaikkan daya dukung adalah dengan menambahkan semen. *Portland composite cement* (PCC) merupakan semen yang banyak dijual di masyarakat Indonesia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik dari tanah gambut/rawa dan mengevaluasi potensi peningkatan yang terjadi setelah ditambahkan PCC. Pengujian karakteristik mencakup uji *specific gravity* (G_s), *water content*, dan *grainsize*. Uji Tekan Bebas dilakukan untuk menentukan nilai kuat tekan bebas dari tanah. Pengujian dilakukan pada tanah dengan kadar semen 4,7%, 9,3%, dan 14%. Lama waktu pemeraman yaitu, 7 hari, 14 hari, 21 hari. Hasil pengujian karakteristik didapatkan tanah gambut memiliki G_s sebesar 1,50, dengan water content sebanyak 187,73%. Hasil Uji Tekan bebas dengan kadar PCC 5% pada 7 hari sebesar 119,11 kN/m² dan persentase peningkatan 87,9%. Pada kadar PCC 15% pada 21 hari sebesar 217,78 kN/m² dan persentase peningkatan 243,6%. Disimpulkan semakin tinggi kadar semen dan semakin lama waktu pemeraman maka nilai kuat tekan bebas akan meningkat.

Kata kunci: Tanah gambut; perbaikan tanah; *portland composite cement*; kuat tekan bebas

1. PENDAHULUAN

Tanah merupakan elemen vital dalam konstruksi, berperan sebagai pendukung pondasi bangunan. Jenis tanah yang padat meningkatkan stabilitas bangunan, sedangkan tanah yang lunak bisa menimbulkan masalah, sehingga diperlukan perbaikan tanah. Tanah rawa merupakan tanah yang dikenal memiliki sifat yang lunak, sehingga tanah ini sering menimbulkan masalah dalam bidang geoteknik. Upaya yang dapat dilakukan dalam mengatasinya adalah salah satunya dengan perbaikan tanah (Elendra & Prihatiningsih, 2019).

Indonesia memiliki 33,40 juta hektar lahan rawa (Gambar 1) yang terbagi menjadi rawa pasang surut dan rawa lebak. Lahan rawa, terutama tanah gambut yang kaya bahan organik, sering menyebabkan penurunan tanah dan kerusakan bangunan, seperti yang sering terjadi di pulau Sumatera, Kalimantan dan Papua. Bangunan di wilayah ini sering mengalami kerusakan akibat tanah gambut yang mudah kering dan menyerap air, menyebabkan penurunan permukaan tanah saat musim kemarau (Manuamorn & Raina, 2020).



Gambar 1 Peta persebaran lahan rawa di Indonesia (Manuamorn & Raina, 2020)

Salah satu metode perbaikan tanah yang umum digunakan adalah mencampurkan *portland composite cement* (PCC), yang mudah didapatkan dan tidak memerlukan persyaratan khusus. Meskipun biaya perbaikan tanah dengan semen cukup tinggi, penggunaan jumlah semen yang tepat dapat mengurangi biaya secara signifikan (Darwis, 2017).

Penelitian ini akan menguji tanah dari daerah Riau untuk mengetahui karakteristik tanah, kuat tekan bebas tanah natural sebelum dan sesudah ditambahkan PCC.

Tanah gambut

Menurut ASTM D4427 - 92, tanah gambut atau peat soil adalah jenis tanah organik yang terdiri dari sisa-sisa tumbuhan yang telah terdekomposisi sebagian. Tanah gambut biasanya mempunyai kadar air yang tinggi, berat spesifik butiran yang rendah, dan berat volume yang kecil (Braja, 1995).

Semen dengan tanah

Tanah mengalami peningkatan dalam kekuatan uji desak bebas dengan penambahan semen semakin lama durasi pemeraman, kuat tekan bebasnya juga akan meningkat (Consoli et al., 2010)(Sentosa et al., 2018). Menurut Darwis (2017), penggunaan semen dengan partikel yang lebih halus dari saringan No. 300 dapat meningkatkan kekuatan geser hingga 40%

Menurut Darwis (2017) proses reaksi semen dengan tanah sebagai berikut:

- Absorpsi air dan pertukaran ion.
Ketika semen *portland* ditambahkan ke tanah, ion kalsium (Ca^{++}) dilepaskan melalui hidrolisa dan terjadi pertukaran ion di permukaan partikel lempung. Hal ini menyebabkan partikel lempung menggumpal dan meningkatkan konsistensi tanah.
- Pembentukan kalsium silikat dan kalsium aluminat.
Hidrasi senyawa dalam semen, seperti $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ dan $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, menghasilkan kalsium silikat hidrat dan kalsium aluminat hidrat. Reaksi ini meningkatkan kekuatan tanah.
- Reaksi Pozolan.
Silika (SiO_2) dan alumina (Al_2O_3) dalam tanah bereaksi dengan kapur dan air membentuk senyawa seperti tobermorit dan gehlenit hidrat, yang tidak larut dalam air. Pembentukan senyawa ini memperkuat dan menstabilkan tanah secara bertahap.

2. METODE PENELITIAN

Langkah awal yang dilakukan dalam penelitian ini merupakan menentukan karakteristik tanah. Penentuan karakteristik tanah dilakukan dengan beberapa pengujian.

Pengujian yang dilakukan berupa uji *water content*, *specific gravity* (G_s), dan *grainsize*.

Uji *specific gravity* merupakan uji untuk mendapatkan mengidentifikasi jenis tanah. Pengujian ini dilakukan sesuai prosedur SNI 1964:2008. Kandungan organik dengan nilai G_s berhubungan linear, semakin tinggi kandungan Organiknya maka G_s akan menurun (Gui et al., 2021).

Tabel 1 Hubungan G_s dengan jenis tanah (Darwis, 2017)

Macam Tanah	Berat Jenis (G_s)
Kerikil	2,65 – 2,68
Pasir	2,65 – 2,68
Lanau Anorganik	2,62 – 2,68
Lempung Organik	2,58 – 2,65
Lempung Anorganik	2,68 – 2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25 – 1,80

Pembuatan campuran dan sampel

Perhitungan penambahan semen pada tanah menggunakan berat kering oven tanah. Seperti contoh perhitungan berikut:

$$\text{Kadar air} = 200\%$$

$$\text{Berat tanah asli} = 1000 \text{ gram}$$

$$\text{Kadar semen} = 10\%$$

$$\text{Berat kering oven tanah} = \frac{1000 \cdot 100\%}{(100\% + 200\%)} = 333,3 \text{ gram}$$

$$\text{Berat semen} = 10\% \times 333,3 = 33,33 \text{ gram}$$

Campuran tanah dan semen yang telah disiapkan kemudian dijadikan sampel uji. Sampel uji dibuat menggunakan cetakan uji tekan tak terkurung dengan ukuran tinggi ± 75 mm dan diameter ± 35 mm. Sampel dibuat dengan memasukkan tanah hingga sepertiga tinggi cetakan, kemudian ditumbuk menggunakan palu karet sebanyak 10 kali. Proses ini diulang hingga cetakan penuh dengan tanah. Pembuatan sampel dilakukan sebanyak 9 kali untuk setiap variasi campuran. Variasi campuran yang digunakan adalah 4,7% kadar semen, 9,3% kadar semen, dan 14% kadar semen.

Perawatan sampel dan pengujian uji desak bebas

Setelah sampel sudah dibuat, sampel akan disimpan didalam kontainer. Waktu Pemeraman dilakukan selama 7, 14, dan 21 hari. Sampel diuji setelah 7, 14, dan 21 hari. Pengujian uji desak bebas dilakukan di laboratorium mekanika tanah Universitas Tarumanagara.

Uji tekan bebas (UCT) bertujuan untuk mengukur kuat tekan bebas pada tanah kohesif dan menentukan kuat geser tanah tersebut (Gambar 2). Kuat tekan bebas merupakan tegangan aksial maksimum yang dapat ditahan oleh sampel sebelum mengalami keruntuhan geser. Pada pengujian ini SNI 3638:2012 akan dipakai sebagai standar pedoman tentang uji desak bebas.



Gambar 2 Hasil sampel yang telah diuji dengan alat uji desak bebas

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 2 menunjukkan *water content* dengan rata – rata sebesar 181,73%. Berdasarkan hasil ini tanah memiliki kadar air yang sangat tinggi.

Tabel 2 Hasil Pengujian *Water Content*

<i>No Sampel</i>	MT91	MT26	MT45
<i>Berat Can (gr)</i>	10,2	10	9,9
<i>Berat Can + Tanah Asli (gr)</i>	42,6	40	36,1
<i>Berat Can + Tanah Kering Oven (gr)</i>	23	19,4	19,5
<i>Kadar Air, w %</i>	153,13	219,15	172,92
<i>Kadar Air rata-rata, w %</i>		181,73	

Tabel 3 menunjukkan nilai G_s dengan rata – rata sebesar 1,50. Jika dilihat dari **Error! Reference source not found.**, jenis tanah riau adalah tanah gambut.

Tabel 3 Hasil pengujian G_s

No Sampel	G_s	G_s rata-rata
1	1,58	
2	1,46	1,50
3	1,46	

Tabel 4 menunjukkan hasil *sieve analysis/grainsize*, didapatkan tanah paling banyak tertahan pada ayakan No. 10, 20, dan 40.

Tabel 4 Hasil *grainsize*

<i>Sieve no</i>	<i>Particle diameter (mm)</i>	<i>Retained (%)</i>	<i>Finer (%)</i>
4	40	0,00	100,00
10	4,75	24,48	75,52
20	2	29,59	45,93
40	0,85	19,39	26,53
60	0,425	11,03	15,50
140	0,25	5,85	9,64
200	0,106	4,87	4,77
Pan	0,075	0,59	4,17

Tabel 5-6 menunjukkan kuat tekan dari tanah yang telah dicampur dengan PCC, dengan hasil paling tinggi pada 21 hari.

Tabel 5 Hasil Pengujian Uji Tekan Bebas

Kadar Semen	qu, kuat tekan bebas (kN/m²)			
	Natural	7 Hari	14 Hari	21 Hari
4,7%		119,11	152,36	178,91
9,3%	63,38	150,59	165,57	189,12
14%		192,11	208,44	217,78

Tabel 6 Hasil persentase peningkatan terhadap sampel natural

Kadar semen	Peningkatan		
	7 hari	14 hari	21 hari
4,7%	87,9%	140,4%	182,3%
9,3%	137,6%	161,2%	198,4%
14%	203,1%	228,9%	243,6%

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Sampel tanah setelah diuji nilai G_s memiliki nilai sebesar 1,50 sehingga dikatakan tanah gambut jika dilihat pada Tabel 1. Natural Water Content yang didapatkan adalah sebesar 181,73%. Dari hasil pengujian uji desak bebas didapatkan bahwa, kadar PCC mempengaruhi nilai kuat tekan dengan semakin tinggi kadar PCC maka tanah kuat tekan bebas tanah akan mengalami peningkatan. Lamanya waktu pemeraman pada tanah yang ditambahkan PCC akan mempengaruhi hasilnya, dengan semakin lama waktu maka nilai kuat tekannya akan semakin meningkat dengan peningkatan tertinggi pada pengujian di 21 hari. Hasil tertinggi dari pengujian uji desak bebas berada pada kadar PCC sebesar 15% dengan lama waktu pemeraman 21 hari dengan nilai (q_u) kuat tekan bebas sebesar 217,78 kN/m² dan persentase peningkatan 243,6%. Hasil terendah dari pengujian uji desak bebas berada pada kadar PCC sebesar 5% dengan lama waktu pemeraman 7 hari dengan nilai (q_u) kuat tekan bebas sebesar 119,11 kN/m² dan persentase peningkatan 87,9%.

Saran

Untuk mendapatkan jenis tanah yang lebih akurat bisa dilakukan pengujian selanjutnya bisa dilakukan kadar organik, kadar serat. Perlu diperhatikan dengan teliti ketika menguji kadar air tanah gambut, pastikan sesuai dengan aturan SNI atau ASTM yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM International. (1997). *Standard classification of peat samples by laboratory testing* (ASTM D4427-92).
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *Cara uji berat jenis tanah* (SNI 1964:2008.)
- Badan Standardisasi Nasional. (2012). *Metode uji kuat tekan-bebas tanah kohesif* (SNI 3638:2012).
- Braja, M. D. (1995). *Mekanika tanah (prinsip-prinsip rekayasa geoteknik)*. Erlangga.
- Consoli, N. C., Bassani, M. A., & Festugato, L. (2010). Effect of fiber-reinforcement on the strength of cemented soils. *Geotextiles and Geomembranes*, 28(4), 344–351. <https://doi.org/10.1016/j.geotexmem.2010.01.005>
- Darwis, H. (2017). *Dasar-dasar teknik perbaikan tanah*. Pustaka AQ.
- Elendra, & Prihatiningsih, A. (2019). Analisis tanah ekspansif dengan perbaikan semen putih dan semen hitam menggunakan UCT. *Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 2(3), 53–59. <https://doi.org/10.24912/jmts.v2i3.5781>
- Gui, Y., Zhang, Q., Qin, X., & Wang, J. (2021). Influence of organic matter content on engineering properties of clays. *Advances in Civil Engineering*, 2021, 6654121. <https://doi.org/10.1155/2021/6654121>
- Manuamorn, O. P., & Raina, L. (2020). *Improving governance of indonesia's peatlands and other lowland ecosystems*. World Bank. <https://www.sidalc.net/search/Record/dig-okr-1098634071/Description>
- Sentosa, G. S., Prihatiningsih, A., & Kosasih, D. (2018). Perilaku kuat uji desak bebas tanah Gunung Sarik (SumBar) yang dipadatkan dan direndam di laboratorium. *Jurnal Sains, Teknologi, Kedokteran dan Ilmu Kesehatan*, 2(1), 305–311. <https://doi.org/10.24912/jmstkik.v2i1.1709>

