

PENGARUH *PRELOADING* TERHADAP KUAT TEKAN DAN NILAI CBR TANAH GAMBUT

Solata Zebua, Syukur Renaldo Sarumaha, Cindy Meutia Dewi, A'azokhi Waruwu
Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Medan, Jalan Gedung Arca no. 32, Medan
Email: sukawatizebua02@gmail.com

ABSTRAK: Tanah gambut merupakan tanah yang kurang baik untuk dijadikan tanah dasar konstruksi. Oleh sebab itu, perlu dilakukan pembebanan terlebih dahulu dengan menggunakan metode *preloading*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui peningkatan kuat tekan dan nilai CBR tanah gambut yang diberi *preloading*. Penelitian ini dilakukan melalui uji model di laboratorium menggunakan bak uji ukuran 150 cm x 180 cm x 70 cm. Tanah gambut dipadatkan dalam bak uji sampai mencapai ketebalan 50 cm, kemudian diberi *preloading* dengan tekanan sebesar 3,02 kPa, 6,05 kPa, 9,07 kPa, dan 12,09 kPa. Pengujian CBR dan kuat tekan bebas dilakukan sebelum dan sesudah *preloading*. Penyusunan beban dilakukan dengan waktu masing-masing 1 hari dan 1 minggu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *preloading* dapat meningkatkan nilai kuat tekan bebas dan nilai CBR tanah gambut. Semakin besar tekanan dan lamanya waktu yang diberikan sebagai *preloading*, maka semakin besar nilai kuat tekan bebas tanah gambut dan nilai CBR. Peningkatan terbaik didapatkan pada tahapan beban selama 1 minggu.

Kata kunci: tanah gambut, *preloading*, CBR, kuat tekan bebas

THE EFFECT OF PRELOADING ON THE UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH AND CBR VALUES OF PEAT SOIL

Abstract: Peat soil is a soil that is not suitable for subgrade construction. Therefore, it is necessary to load it first using the *preloading* method. The purpose of this study was to determine the increase in compressive strength and CBR value of preloaded peat soil. This research was conducted through a model test in the laboratory using a test box measuring 150 cm x 180 cm x 70 cm. The peat soil was compacted in a test box until it reached a thickness of 50 cm, then preloaded with pressures of 3.02 kPa, 6.05 kPa, 9.07 kPa, and 12.09 kPa. CBR and unconfined compressive strength tests were carried out before and after *preloading*. The preparation of the load is carried out with a time of 1 day and 1 week, respectively. The results showed that *preloading* could increase the unconfined compressive strength and CBR values of peat soils. The greater the pressure and the length of time given as *preloading*, the greater the value of the unconfined compressive strength of peat soil and the value of CBR. The best increase was obtained at the load stage for 1 week.

Keywords: peat soil, *preloading*, CBR, unconfined compressive strength

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan daerah dengan penyebaran lahan gambut yang cukup luas dan tersebar di berbagai lokasi. Seiring dengan perkembangan pembangunan di berbagai sektor, maka pemerintah Indonesia terus meningkatkan infrastruktur yang mampu menunjang kesejahteraan masyarakat. Salah satunya adalah pembangunan jalan raya untuk menghubungkan daerah yang satu dengan daerah lainnya.

Pembangunan jalan tidak dapat menghindari lahan gambut yang tersebar di banyak lokasi di Indonesia. Tanah gambut merupakan salah satu jenis tanah yang mudah mampat dan paling bermasalah sebagai tanah dasar ketika pelaksanaan pekerjaan konstruksi sipil (Waruwu et al., 2019).

Tanah gambut yang digunakan sebagai tanah dasar konstruksi memerlukan metode perbaikan yang efektif dalam meningkatkan daya dukung sebelum pembangunan konstruksi di atasnya. Beberapa penelitian yang membahas tentang perbaikan tanah gambut di antaranya perbaikan tanah gambut dengan menggunakan timbunan yang diperkuat dengan grid bambu dan tiang beton (Waruwu dan Nasution, 2020). Penelitian perbaikan tanah gambut berserat yang menggunakan campuran CaCO_3 dan *Pozolan* (Mochtar et al., 2014). Stabilisasi tanah gambut dengan campuran *portland cement* dan gypsum sintesis (Nugroho, 2008). Perbaikan masalah penurunan dengan penambahan *sodium silicate*, semen, dan *kaolinite* pada tanah gambut (Kazemian dan Moayedi, 2014).

Salah satu metode yang dilakukan untuk memperbaiki tanah gambut adalah metode *preloading* yang dapat meningkatkan daya dukung tanah gambut di bawah beban timbunan (Susanti et al., 2017). Prapembebanan (*preloading*) merupakan pembebanan awal sebelum beban konstruksi diterapkan, tujuannya adalah untuk meniadakan atau mereduksi penurunan konsolidasi primer. Konsolidasi tanah gambut dapat dipercepat dengan penambahan material granuler seperti pasir (Hassan et al., 2013). Perbaikan penurunan berlebih dan penurunan tidak seragam saat beban timbunan diterapkan dapat dilakukan dengan konsolidasi vakum dengan

prefabricated vertical drain (PVD) (Yohanson dan Ilyas, 2020).

Preloading dapat diterapkan secara konvensional maupun dengan metode konsolidasi vakum. Metode *preloading* konvensional dilakukan dengan beban timbunan sedangkan metode konsolidasi vakum dilakukan dengan pompa vakum (Long et al., 2013).

Preloading dengan beban timbunan memerlukan tekanan yang besar agar konsolidasi tanah dapat dipercepat. Hanya saja, tinggi timbunan berhubungan dengan faktor keamanan. Timbunan yang semakin tinggi akan memperkecil faktor keamanan (Islam et al., 2012). Tahapan beban timbunan perlu dipertimbangkan dalam mempercepat pemampatan tanah gambut (Waruwu et al., 2020).

Pada penelitian ini tidak sebatas pada perbaikan dengan *preloading*, tetapi perlu kajian lebih lanjut pada perbaikan nilai CBR dan kuat tekan tanah gambut yang telah mengalami *preloading*. Maksud dari *preloading* adalah untuk meniadakan atau mereduksi penurunan konsolidasi primer, yaitu dengan membebani tanah lebih dulu sebelum pelaksanaan bangunannya (Hardiyatmo, 2010).

Peningkatan daya dukung melalui penerapan *preloading* erat kaitannya dengan kuat tekan bebas dan nilai *California Bearing Ratio* (CBR) tanah. Nilai kuat tekan bebas dan nilai CBR pada tanah gambut yang diberi *preloading* terlebih dahulu penting untuk diketahui pada pekerjaan konstruksi jalan. Peningkatan nilai kuat tekan bebas dan CBR pada tanah dapat memberikan petunjuk bahwa tanah tersebut juga mengalami peningkatan daya dukung. Dengan demikian, efektifitas perbaikan tanah dengan *preloading* dapat diketahui.

Penelitian ini difokuskan pada penelitian nilai kuat tekan bebas dan CBR pada tanah gambut yang telah diberi *preloading*. *Preloading* dilakukan di atas permukaan tanah gambut yang dipadatkan mendekati kepadatan lapangan dengan menggunakan bak uji. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui peningkatan nilai CBR dan kuat tekan bebas tanah gambut akibat tekanan *preloading* dan lama waktu *preloading*.

METODE

Penelitian ini dilakukan melalui uji model di Laboratorium dengan menggunakan bak uji berukuran 150 cm x 180 cm x 70 cm yang berada di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Medan. Media utama yang digunakan adalah tanah gambut dari Tanjung Balai Asahan.

Beban yang digunakan untuk *preloading* berupa besi nako berbentuk balok 4 x 1,9 x 1,9 cm³. Beban disusun dengan alas kertas saring ukuran 30 cm x 60 cm di atas permukaan tanah gambut.

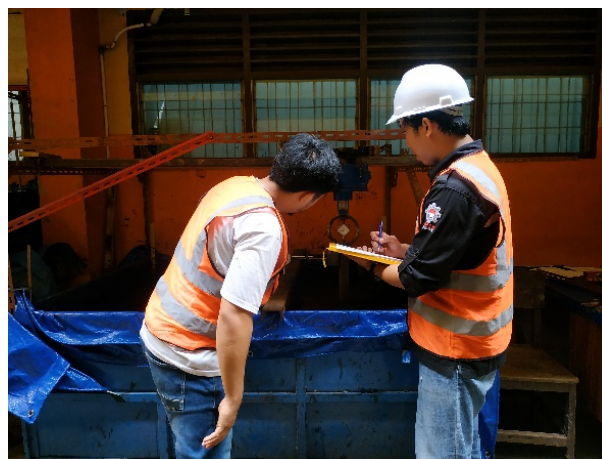
Bak uji dilapisi dengan terpal untuk menghindari kebocoran. Pipa paralon diletakkan secara horizontal di semua bagian sisa bawah bak uji dan disambungkan dengan pipa vertikal yang dipasang di setiap sudut bak uji (Gambar 1). Tanah gambut yang telah

disiapkan, kemudian dipadatkan secara merata setiap ketebalan 10 cm sampai mencapai tebal 50 cm. Kepadatan gambut disesuaikan dengan kepadatan tanah gambut di lapangan. Uji *core cutter* dilakukan pada setiap lapisan untuk mengetahui volume basah (γ_b) dari tanah gambut dalam bak uji, sehingga mendekati kondisi di lapangan.

Penjenuhan tanah gambut dilakukan dengan pengaliran air melalui pipa paralon di setiap sudut bak uji. Tanah gambut dibiarkan selama satu minggu sebelum diberi *preloading*. Uji CBR dan kuat tekan bebas pada tanah gambut dilakukan untuk mengetahui kondisi awal sebelum diberi *preloading* (Gambar 2). Uji CBR dilakukan langsung pada permukaan gambut, sedangkan uji kuat tekan bebas dilakukan pada sampel yang dicetak dari dalam bak uji.



Gambar 1. Rangkaian pipa PVC didalam bak uji



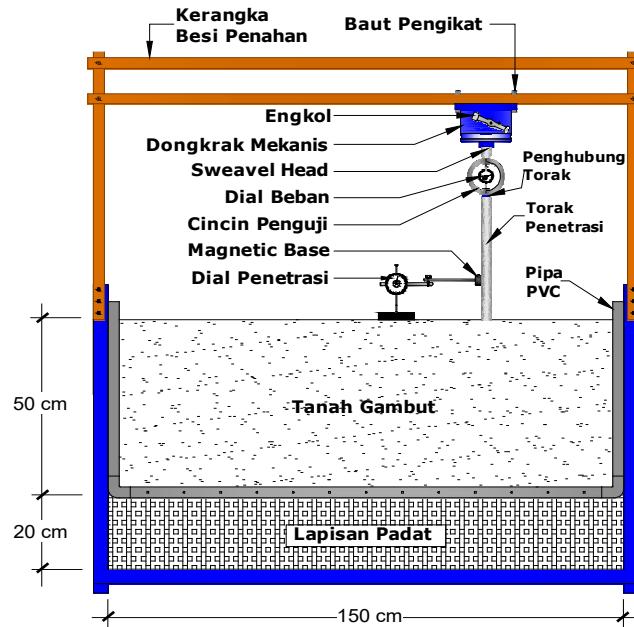
Gambar 2. Uji CBR pada tanah gambut

Tahapan selanjutnya adalah tahapan *preloading* dengan sistem beban timbunan. Pelat penurunan dipasang di setiap jarak 15

cm sebagai tempat dudukan dial penurunan. Model uji *preloading* di laboratorium menggunakan besi nako secara bertahap 2

lapis, 4 lapis, 6 lapis, dan 8 lapis. Tekanan akibat beban sebesar 3,02 kPa, 6,05 kPa, 9,07 kPa, dan 12,09 kPa. Beban disusun dengan kemiringan 1:1. Beban diberi secara bertahap selama 1 hari dan 1 minggu. Pembacaan penurunan melalui dial gauge akibat beban *preloading* dilakukan pada waktu-waktu tertentu. Setelah *preloading* selesai

dilakukan, maka diteruskan dengan uji kuat tekan dengan alat *unconfined* dari sampel tanah yang telah diberi *preloading* dan uji CBR pada permukaan tanah yang telah mengalami *preloading*. Skema pengujianya seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Skema Uji dalam bak uji

HASIL DAN PEMBAHASAN

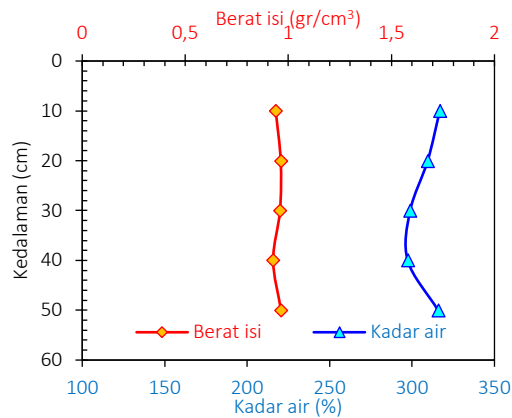
Sifat Fisik Tanah Gambut

Hasil pengujian sifat fisik dan karakteristik Tanah Gambut Desa Sei Sepayang, Kabupaten Asahan, provinsi Sumatra Utara sebagai mana hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil uji sifat tanah gambut dalam bak uji ditunjukkan dalam Gambar 4.

Berdasarkan hasil uji *core cutter* pada tanah gambut dalam bak uji didapatkan berat isi rata-rata sebesar 0,95 gr/cm³ mendekati sama dengan berat isi tanah gambut di lapangan sebesar 0,986 gr/cm³. Kadar air rata-rata tanah gambut dalam bak uji sebesar 308% mendekati sama dengan kadar air tanah gambut di lapangan sebesar 303,72%.

Tabel 1. Sifat fisik tanah gambut Sei Sepayang

Parameter	Nilai
Kadar air	303,72%
Berat volume basah	0,986 gr/cm ³
Kadar serat	23%
Kadar abu	25%
Kadar organik	75%
Berat jenis	1,38

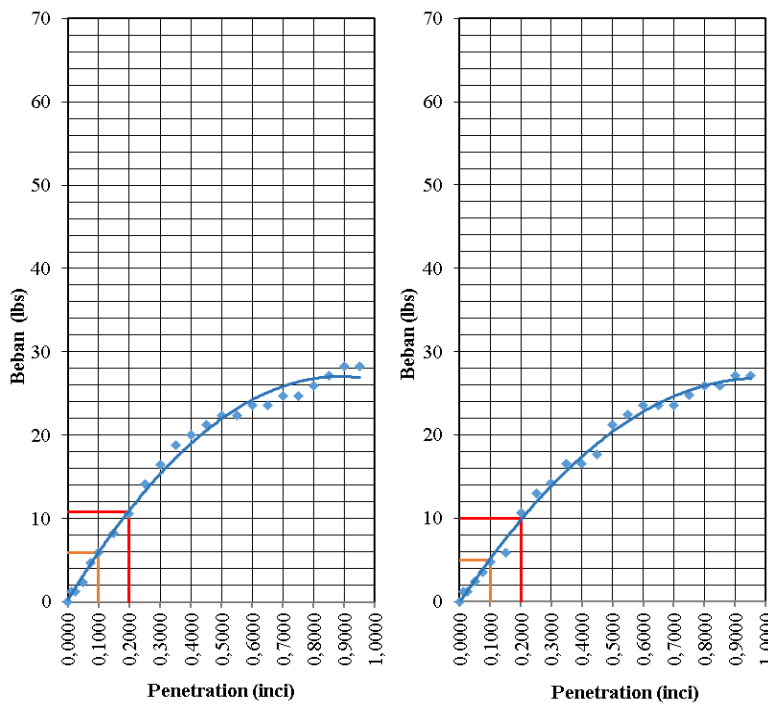


Gambar 4. Hasil uji core cutter

Hasil Uji CBR dan Unconfined Sebelum Preloading

Hasil pengujian CBR pada tanah gambut sebelum dilakukan *preloading* ditunjukkan dalam Gambar 5. Nilai CBR sampel 1 pada 0,1” sebesar 0,20% dan pada 0,2” sebesar 0,24%, sehingga nilai CBR yang digunakan adalah nilai CBR maksimum yaitu 0,24%.

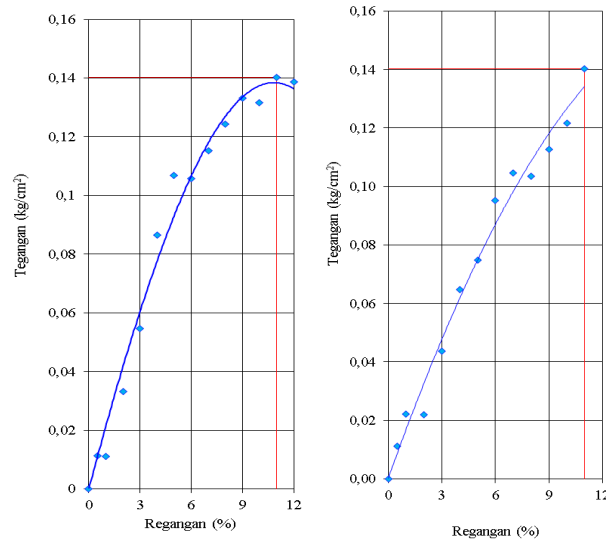
Nilai CBR sampel 2 pada 0,1” sebesar 0,16% dan pada 0,2” sebesar 0,22%, sehingga nilai CBR yang digunakan adalah nilai CBR maksimum yaitu 0,22%. Berdasarkan hasil uji dari kedua sampel tersebut, maka diambil nilai CBR rata-rata kedua sampel yaitu 0,23%.



Gambar 5. Hasil uji CBR tanpa *preloading* (a) Sampel 1; (b) Sampel 2

Hasil pengujian UCS pada tanah gambut sebelum dilakukan *preloading* ditunjukkan dalam Gambar 6. Nilai kuat tekan (q_u) sampel 1 didapatkan sebesar 0,14 kg/cm² dan nilai q_u pada sampel 2 didapatkan sebesar 0,14

kg/cm². Nilai kuat tekan rata-rata dari kedua sampel yang diuji pada tanah gambut tanpa *preloading* diperoleh sebesar 0,14 kg/cm².

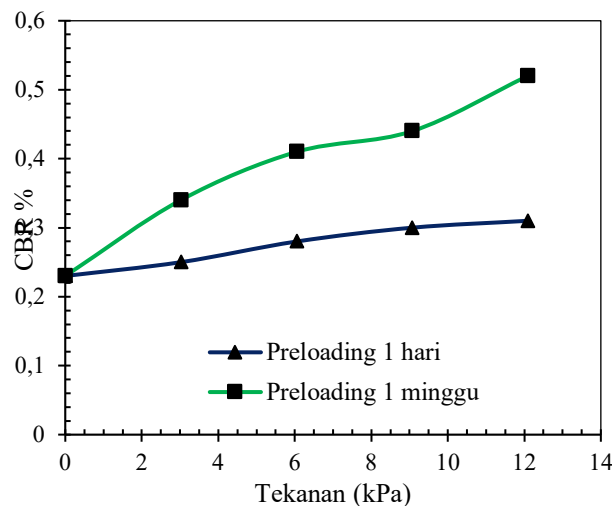


Gambar 6. Hasil uji *unconfined* tanpa *preloading* (a) Sampel 1; (b) Sampel 2

Pengaruh Tekanan *Preloading* Terhadap nilai CBR dan Kuat Tekan Tanah Gambut

Pengaruh tekanan *preloading* terhadap peningkatan nilai CBR dapat dilihat pada Gambar 7. Hasil uji memperlihatkan bahwa tekanan pada *preloading* berpengaruh pada peningkatan nilai CBR tanah tersebut. Nilai CBR tanah gambut tanpa *preloading* hanya 0,23%, akan tetapi tekanan *preloading* 12,09 kPa selama 1 hari mampu meningkatkan nilai CBR tanah gambut menjadi 0,31%. Apabila dilihat dari besarnya nilai CBR yang dicapai terlihat masih cukup kecil, akan tetapi peningkatannya cukup besar yaitu 34,78% (0,23% menjadi 0,31%).

Hasil penelitian pada tekanan *preloading* 12,09 kPa untuk 1 minggu, nilai CBR tanah gambut menjadi 0,52% atau peningkatan sebesar 126,09% dari nilai CBR tanpa *preloading*. Peningkatannya yang terjadi cukup signifikan, karena hanya dengan *preloading* 12,09 kPa selama 1 hari, nilai CBR sudah mengalami peningkatan, demikian dengan *preloading* 12,09 kPa selama 1 minggu. Terlihat bahwa peningkatan nilai CBR masih terus berlanjut seiring dengan penambahan tekanan *preloading*.

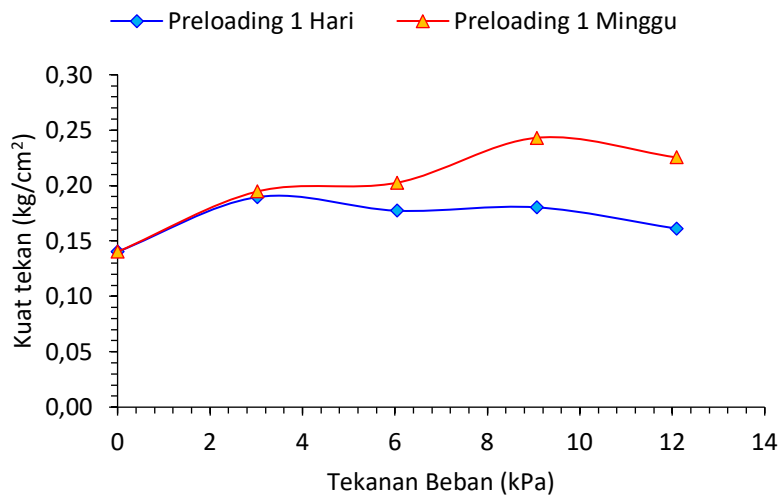


Gambar 7. Hubungan tekanan *preloading* dengan nilai CBR

Pengaruh tekanan *preloading* terhadap peningkatan nilai kuat tekan dapat dilihat pada Gambar 2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tekanan pada *preloading* berpengaruh pada peningkatan nilai kuat tekan tanah. *Preloading* dengan tekanan sebesar 3,02 kPa selama 1 hari diperoleh nilai kuat tekan 0,18 kg/cm², sedangkan *preloading* dengan tekanan sebesar 6,05 kPa selama 1 hari diperoleh nilai kuat tekan 0,17 kg/cm², *preloading* dengan tekanan sebesar 9,07 kPa selama 1 hari diperoleh nilai kuat tekan 0,18 kg/cm², *preloading* dengan tekanan sebesar 12,09 kPa selama 1 hari diperoleh nilai kuat tekan 0,16 kg/cm².

Preloading dengan tekanan sebesar 3,02 kPa selama 1 minggu diperoleh nilai kuat tekan 0,19 kg/cm², *preloading* dengan tekanan sebesar 6,05 kPa selama 1 minggu diperoleh nilai kuat tekan 0,20 kg/cm², *preloading*

dengan tekanan sebesar 9,07 kPa selama 1 minggu diperoleh nilai kuat tekan 0,24 kg/cm², dan *preloading* dengan tekanan sebesar 12,09 kPa selama 1 minggu diperoleh nilai 0,22 kg/cm². Kuat tekan tanah gambut yang diberi *preloading* terlihat meningkat secara maksimal pada tekanan 9,07 kPa. Kuat geser *undrained* (c_u) didapatkan dari nilai kuat tekan dibagi dua ($q_u/2$). Nilai c_u adalah 0,12 kg/cm² atau 12 kPa untuk tekanan 9,07 kPa. Tanah gambut memiliki daya dukung yang masih cukup untuk menerima tekanan dari *preloading*. Akan tetapi, tekanan *preloading* 12,09 kPa terlihat nilai c_u adalah 11 kPa. Daya dukung tanah gambut tidak mampu memikul beban dari tekanan *preloading*. Dengan demikian, tekanan *preloading* yang relevan dengan daya dukung tanah gambut adalah 9,07 kPa untuk beban bertahap 1 minggu.



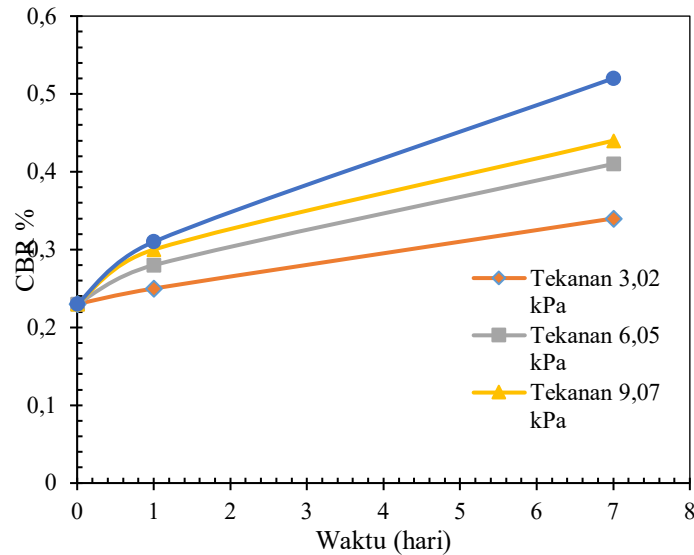
Gambar 8. Hubungan tekanan *preloading* dengan nilai kuat tekan

Pengaruh Waktu *Preloading* Terhadap nilai CBR dan Kuat Tekan Tanah Gambut

Pengaruh waktu *preloading* terhadap peningkatan nilai CBR ditunjukkan pada Gambar 9. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lamanya waktu *preloading* jua dapat mempengaruhi peningkatan nilai CBR tanah tersebut. Peningkatan nilai CBR untuk 1 minggu *preloading* jauh lebih tinggi daripada nilai CBR untuk 1 hari *preloading*. Tanah gambut semakin padat sejalan dengan

lamanya *preloading*, sehingga tanah makin kuat menahan beban yang ditunjukkan dari peningkatan nilai CBR.

Peningkatan nilai CBR akibat waktu *preloading* dapat dilihat bahwa dengan tekanan 12,09 kPa, nilai CBR sebesar 0,31% untuk 1 hari *preloading* dan 0,52% untuk 1 minggu *preloading*. Peningkatan nilai CBR tanah gambut yang diberi *preloading* selama 1 minggu sebesar 67,74% dari 1 hari *preloading* dengan tekanan 12,09 kPa.

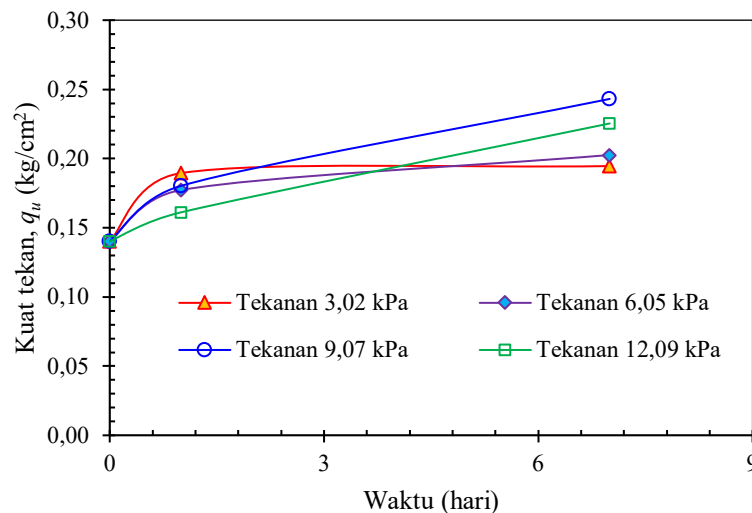


Gambar 9. Pengaruh waktu *preloading* terhadap peningkatan nilai CBR

Hasil pengujian kuat tekan bebas pada tanah yang telah diberi *preloading* menunjukkan bahwa lamanya waktu *preloading* juga dapat mempengaruhi peningkatan nilai kuat tekan tanah gambut. Pengaruh waktu *preloading* terhadap peningkatan nilai kuat tekan ditunjukkan pada Gambar 10.

Peningkatan nilai kuat tekan tanah gambut dipengaruhi oleh waktu *preloading* dan tekanan yang diberikan. Berdasarkan hasil penelitian ini didapatkan bahwa untuk waktu *preloading* 1 hari, nilai kuat tekan maksimum diperoleh pada tekanan 3,02 kPa, sedangkan untuk waktu *preloading* 1 minggu, nilai kuat tekan maksimum diperoleh pada tekanan 9,07 kPa. *Preloading* yang lebih lama

memberikan pengaliran air yang lebih banyak dari dalam pori-pori tanah, sehingga tanah semakin mampat akibat terkonsolidasi, dan pada akhirnya daya dukung tanah semakin meningkat. Waktu *preloading* yang lebih lama dapat diikuti dengan tekanan yang lebih tinggi, akan tetapi untuk waktu yang lebih singkat, *preloading* harus dengan tekanan rendah. Hal ini bertujuan untuk menyesuaikan daya dukung tanah yang meningkat sejalan dengan proses konsolidasi dalam tanah.



Gambar 10. Pengaruh waktu *preloading* terhadap peningkatan nilai kuat tekan

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin besar tekanan yang dihasilkan dari *preloading*, maka nilai CBR dan kuat tekan tanah gambut juga semakin meningkat. Peningkatan tertinggi didapatkan pada tekanan *preloading* 12,09 kPa dengan peningkatan 126,09% (0,23% menjadi 0,52%). Nilai kuat tekan bebas maksimum terjadi pada tekanan *preloading* 9,07 kPa selama 1 minggu dengan nilai q_u sebesar 24 kPa dan nilai c_u sebesar 12 kPa. Terjadi peningkatan kuat tekan sebesar 73% (dari 14 kPa menjadi 24,31 kPa).
2. Semakin lama waktu penerapan *preloading*, maka nilai CBR dan kuat tekan tanah gambut semakin tinggi. Waktu *preloading* yang baik dalam penelitian ini adalah selama 1 minggu. Waktu ini cukup memberikan waktu pada tanah gambut untuk terkonsolidasi, sehingga daya dukungnya semakin meningkat. Tekanan *preloading* yang relevan pada daya dukung tanah gambut yang diteliti adalah 9,07 kPa dengan beban bertahap 1 minggu.
3. Berdasarkan hasil penelitian ini didapatkan bahwa tekanan *preloading* yang tinggi asalkan diberikan dengan tahapan beban yang lama. Tekanan *preloading* diusahakan supaya mendekati sama atau lebih kecil dari nilai c_u tanah gambut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung sepenuhnya oleh tim asisten dan kepala Laboratorium Mekanika Tanah Institut Teknologi Medan.

DAFTAR PUSTAKA

Hardiyatmo, H. C. 2010. *Mekanika Tanah II*. Gadjah Mada University Press.

Hassan, Z. A., Daud, M. N. M., Yahya, M. A., dan Shaharuddin, M. S. 2013. Effect of Granular Material on the Rate of Consolidation of Peat Soil. *Electronic Journal of Geotechnical Engineering*, 18 Z, 6113–6123.

Islam, M. N., Gnanendran, C. T., dan Sivakumar, S. T. 2012. Effectiveness of Preloading on the Time Dependent Settlement Behaviour of an

Embankment. *GeoCongress @ ASCE*, 2253–2262.

Kazemian, S., dan Moayedi, H. (2014). Improvement of Settlement Problems of Fibrous Peat. *Application of Nanotechnology in Pavements, Geological Disasters, and Foundation Settlement Control Technology GSP 244* © ASCE 2014, 125–132.

Long, P. V, Bergado, D. T., Nguyen, L. V, dan Balasubramaniam, A. S. 2013. Design and Performance of Soft Ground Improvement Using PVD with and without Vacuum Consolidation. *Geotechnical Engineering Journal of the SEAGS & AGSSEA*, 44(4), 36–51.

Mochtar, N. E., Yulianto, F. E., dan Satrya, T. R. 2014. Pengaruh Usia Stabilisasi pada Tanah Gambut Berserat yang Distabilisasi dengan Campuran CaCO₃ dan Pozolan. *Jurnal Teknik Sipil*, 21(1), 57–64.

Nugroho, U. 2008. Stabilisasi Tanah Gambut Rawapening dengan Menggunakan Campuran Portland Cement dan Gypsum Sintetis (CaSO₄·2H₂O) Ditinjau dari Nilai California Bearing Ratio (CBR). *Jurnal Teknik Sipil Dan Perencanaan*, 10(2), 161–170.

Susanti, R. D., Maulana, dan Waruwu, A. 2017. Bearing Capacity Improvement of Peat Soil by Preloading. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 12(1), 121–124.

Waruwu, A., dan Nasution, T. H. 2020. Analisis Penurunan Tanah dengan Timbunan yang Diperkuat Grid Bambu dan Tiang Beton. *Jurnal Jalan Jembatan*, 37(1), 15–27.

Waruwu, A., Susanti, R. D., dan Buulolo, J. A. P. 2019. Effect of Dynamic Loads on The Compressibility Behavior of Peat Soil Reinforced by Bamboo Grids. *Journal of Applied Engineering Science*, 17(2), 157–162.

Waruwu, A., Susanti, R. D., Endriani, D., dan Hutagaol, S. 2020. Effect of loading stage on peat compression and deflection of bamboo grid with concrete pile. *International Journal of GEOMATE*, 18(66), 150–155.

Yohanson, R., dan Ilyas, T. 2020. Back Analysis Parameter Konsolidasi pada Pembebanan Vakum dengan PVD. *Jurnal Konstruksia*, 12(1), 81–92.