

Pengaruh Model Perkuatan Bambu Terhadap Nilai CBR Tanah Lempung Lunak

Aazokhi Waruwu¹, Fembriaman Gea^{1,*}, Jefri Yanto Agustria H.¹, Ebtanas Murni W.¹, Memotani Zega¹

Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Medan, Medan¹

Koresponden*, Email: jefrihia98@gmail.com

Info Artikel		Abstract
Diajukan	20 April 2021	<i>Soft clay soil has a low bearing capacity and CBR, this affects the ability of the road subgrade to withstand the load on it. Poor subgrade characteristics can be improved by reinforcement of bamboo grids and bamboo mats. This study aims to obtain the effectiveness of reinforcement in increasing the CBR value of the road subgrade. The study was conducted on soft clay soil reinforced with 1-3 layers of both bamboo grid and bamboo mat with densities of standard compaction of 3 and 5 layers respectively. The CBR values of soil were obtained from laboratory CBR testing. The results showed that the reinforcement was quite effective in increasing the CBR value of soft clay soils. This can be seen from the CBR value of the unreinforced soil is only 2.75%, but the reinforced soil is able to produce a maximum CBR value of 5.70% on 3 layers of bamboo mats.</i>
Diperbaiki	22 Juli 2021	
Disetujui	15 Maret 2022	

Keywords: Soft clay soil, bamboo grids, bamboo mats, CBR value.

Abstrak

Tanah lempung lunak memiliki daya dukung rendah dan CBR rendah, hal ini berpengaruh pada kemampuan tanah dasar jalan dalam menahan beban di atasnya. Karakteristik tanah dasar yang kurang baik dapat diperbaiki dengan perkuatan grid bambu dan matras bambu. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan efektifitas perkuatan dalam meningkatkan nilai CBR tanah dasar jalan. Penelitian dilakukan pada tanah lempung lunak yang diperkuat dengan 1-3 lapis baik grid bambu maupun matras bambu dengan kepadatan dari pemadatan standar masing-masing 3 dan 5 lapis. Nilai CBR didapatkan dari pengujian CBR laboratorium. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perkuatan cukup efektif dalam meningkatkan nilai CBR tanah lempung lunak. Hal ini terlihat dari nilai CBR tanah tanpa perkuatan hanya 2,75%, akan tetapi tanah dengan perkuatan mampu menghasilkan nilai CBR maksimum 5,70% pada 3 lapis matras bambu.

Kata kunci: Tanah lempung lunak, Grid bambu, Matras bambu, Nilai CBR.

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang dengan jumlah penduduk yang cukup banyak. Perkembangan infrastruktur jalan beberapa tahun terakhir menunjukkan kemajuan yang cukup pesat. Peningkatan ini tidak dapat menghindari dari berbagai kondisi tanah dasar konstruksi jalan. Salah satu kondisi tanah yang kurang baik dan sering dijumpai pada tanah dasar jalan adalah tanah lempung lunak [1].

Permasalahan tanah lempung lunak pada pekerjaan konstruksi jalan dapat terjadi akibat tanah ini memiliki daya dukung tanah rendah dan CBR rendah, hal ini berpengaruh pada kemampuan tanah dalam menahan beban perkerasan dan kendaraan di atasnya. Konstruksi perkerasan jalan mengalami kerusakan seperti retak-retak, jalan berlubang, dan terjadi penurunan. Kerusakan-kerusakan ini dapat juga disebabkan oleh perencanaan tebal dan mutu perkerasan yang tidak sebanding dengan berat kendaraan yang melintas di atasnya [2].

Upaya yang dilakukan untuk menangani permasalahan pembangunan konstruksi jalan di atas tanah lunak yaitu dengan cara melakukan perbaikan tanah dasar (*subgrade*).

Perbaikan tanah dengan perkuatan tanah dapat menggunakan material geotekstil, geogrid, grid bambu, matras bambu, sel bambu, dan perkuatan tiang.

Geosintetik terdiri dari berbagai jenis dan diklasifikasikan dalam beberapa bentuk di antaranya geotekstil dan geogrid. Pertimbangan biaya pembuatan geosintetik yang relatif mahal menjadi alasan untuk mengkaji alternatif material lain yang lebih murah. Salah satu alternatif pengganti bahan dasar yaitu dengan menggunakan bahan lokal seperti bambu yang dibuat matras bambu maupun grid bambu.

Perkuatan anyaman bambu dan grid bambu dapat meningkatkan daya dukung pondasi pada tanah kohesif dan mengurangi penurunan yang terjadi [3] dan [4]. Rasio perbandingan daya dukung tanah diperkuat dengan daya dukung asli tanah meningkat hampir linear dengan jumlah lapisan dan lebar perkuatan.

Penelitian grid bambu sebagai perkuatan menunjukkan kinerja yang cukup baik dalam mengurangi penurunan dan meningkatkan daya dukung tanah [5] dan [6]. Hasil reduksi penurunan dengan perkuatan 2-3 lapis grid bambu pada tanah gambut sebesar 55,53-63,88% [7].

Reduksi penurunan akibat beban berulang pada tanah gambut untuk tiga lapis grid bambu sebesar 49,65-78,07% [8]. Perkuatan grid bambu dapat mereduksi penurunan sebesar 54-68 % dan meningkatkan modulus reaksi tanah dasar akibat beban dinamis pada tanah gambut sebesar 175-258 % [9]. Pengaruh jumlah lapis pada penempatan grid dan matras bambu lapis kedua dan ketiga dapat menjadi faktor perkuatan tanah lempung lunak sebagai tanah dasar jalan.

Nilai CBR merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui daya dukung tanah dasar dalam perencanaan lapis perkerasan. Pengujian CBR digunakan untuk mengevaluasi potensi kekuatan material lapis digunakan untuk mengevaluasi potensi kekuatan material lapis tanah dasar, fondasi bawah dan fondasi atas, termasuk material yang didaur ulang untuk perkerasan jalan dan lapangan terbang [10]. Menurut Bowles [11], klasifikasi umum tanah berdasarkan nilai CBR dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Klasifikasi Umum Tanah Berdasarkan Nilai CBR [11]

CBR (%)	Klasifikasi umum
0-3%	Sangat rendah
3-7%	Rendah sampai sedang
7-20%	Sedang
20-50%	Baik
> 50%	Sangat baik

Metode perbaikan tanah lempung lunak pada penelitian ini menggunakan metode dengan menyisipkan material perkuatan grid bambu sebagai pengganti geogrid dan matras bambu sebagai pengganti geotekstil. Anyaman matras bambu fungsinya sama dengan geotekstil sedangkan grid bambu memiliki fungsi seperti geogrid. Konfigurasi yang diterapkan adalah variasi jumlah lapisan dan model perkuatan. Penelitian diharapkan dapat menghasilkan model perkuatan bambu dan jumlah lapisan yang ideal dalam meningkatkan nilai CBR (*California Bearing Ratio*) tanah.

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui nilai CBR tanah yang diperkuat dengan grid bambu.
2. Untuk mengetahui nilai CBR tanah yang diperkuat dengan matras bambu dan perbandingannya dengan grid bambu.
3. Untuk menentukan pengaruh jumlah lapis perkuatan grid bambu terhadap peningkatan nilai CBR tanah.
4. Untuk menentukan pengaruh jumlah lapis perkuatan matras bambu terhadap peningkatan nilai CBR tanah dan perbandingannya dengan grid bambu.

2. Metode

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Institut Teknologi Medan (ITM), mulai pada November 2020 sampai Januari 2021. Tanah lempung yang digunakan pada penelitian ini adalah tanah yang berasal dari Desa Pematang Biara, Kecamatan Pantai Labu, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara. Tanah ini dipilih karena tergolong sebagai tanah dengan karakteristik lunak [1].

Tanah diambil dari kedalaman 70-100 cm dan berbentuk bongkahan untuk sampel terganggu dan dimasukkan dalam tabung untuk sampel tak terganggu. Sampel terganggu dijemur dan disaring dengan saringan No. 40.

Bambu yang digunakan sebagai bahan perkuatan diambil dari daerah Simalingkar, Kecamatan Medan Tuntungan. Bambu dibentuk di Laboratorium Mekanika Tanah, dengan cara memotong secara tipis atau pipih sesuai dengan bentuk matras dan grid bambu.

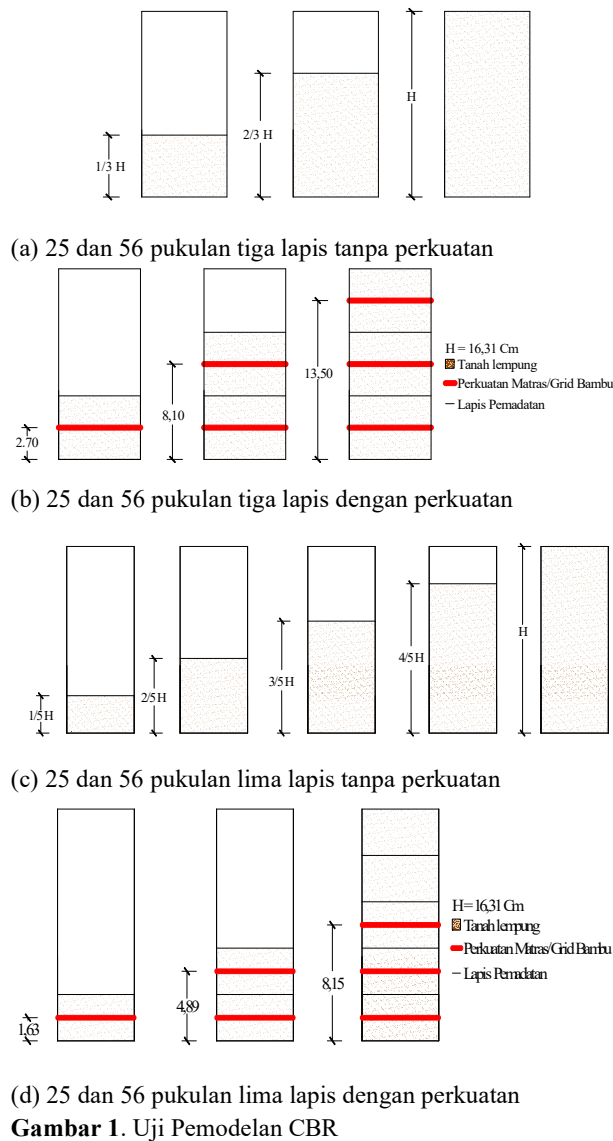
Bambu yang digunakan adalah bambu apus, yang didesain berbentuk grid dan matras dengan lebar setiap sisinya 12 mm, dan tebal 2 mm dengan tujuan agar kekuatan arah x dan y adalah sama.

Pengujian awal dilakukan untuk mengetahui kadar air, berat jenis, batas-batas konsistensi (*Atterberg limit*), dan distribusi ukuran butiran. Pengujian-pengujian ini diperlukan untuk memastikan tanah yang diteliti merupakan tanah lempung dengan plastisitas tinggi dan lempung lunak berdasarkan nilai indeks plastisitas dan kuat tekan tanah.

Pengujian utama adalah CBR laboratorium untuk mengetahui pengaruh perkuatan grid dan matras bambu terhadap nilai CBR tanah lempung. Pemadatan dan jumlah air sampel tanah ditentukan berdasarkan hasil uji pemadatan standar.

Pengujian CBR dilakukan pada tanah asli yang diperkuat dengan grid bambu dan matras bambu, masing-masing 1 lapis, 2 lapis, dan 3 lapis perkuatan. Matras dan grid bambu ini digunakan sebagai perkuatan tanah yang diletakkan pada kedalaman 2,7 cm, 8,1 cm, dan 13,5 cm untuk yang 3 lapis pemadatan dan pada kedalaman 1,63 cm, 4,89 cm, dan 8,15 cm untuk yang 5 lapis pemadatan dari permukaan tanah. Bentuk grid bambu yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 1**.

Penempatan perkuatan matras dan grid bambu diharapkan dapat memperkecil bidang runtuh tanah, sehingga daya dukung tanah meningkat. Bambu yang digunakan adalah bambu apus yang didesain berbentuk grid dan matras dengan lebar setiap sisinya 12 mm dan tebal 2 mm seperti ditunjukkan pada **Gambar 2**. Matras bambu disusun dengan rapat sedangkan grid bambu diberi jarak antar sisi luar grid sama dengan lebar sisinya.



Pengujian pemadatan CBR di laboratorium dilakukan sebanyak 3 lapis dan 5 lapis masing-masing 25 dan 56 pukulan dengan variasi 1-3 lapis perkuatan. Kemudian tanah dimasukkan ke dalam mold CBR lalu ditumbukkan secara merata di setiap lapisannya dengan palu penumbuk. Hal yang sama dilakukan untuk sampel lainnya dengan menyisipkan perkuatan sesuai variasi yang digunakan. Benda uji yang sudah disiapkan diuji menggunakan alat uji CBR laboratorium seperti terlihat pada **Gambar 3**.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian awal dilakukan pada tanah untuk memastikan bahwa tanah yang diteliti merupakan tanah lempung dengan

karakteristik lunak. Sifat-sifat tanah lempung terlihat dari kadar air, berat jenis, batas-batas konsistensi (*Atterberg limit*), maupun hasil uji analisa saringan. Karakteristik tanah lunak dapat diketahui dari daya dukung rendah dan CBR rendah. Daya dukung rendah apabila nilai kuat tekan lebih kecil 50 kPa atau nilai kuat geser *undrained* lebih kecil 25 kPa [12]. Nilai CBR sangat rendah apabila hasil pengujian CBR laboratorium lebih kecil dari 3% [11].



(a) Matras bambu



(b) Grid bambu

Gambar 2. Perkuatan Bambu



Gambar 3. Benda Uji CBR

Penelitian ini difokuskan pada kajian peningkatan nilai CBR tanah yang diperkuat dengan menggunakan grid bambu dan matras bambu. Hasil uji CBR laboratorium pada tanah yang diberi perkuatan dianalisis dan dibandingkan dengan CBR tanah tanpa perkuatan. Berdasarkan hal ini, maka dikaji peningkatan nilai CBR tanah yang dapat mencapai nilai CBR maksimum yang dapat diperoleh.

Hasil Uji Tanah Lempung Tanpa Perkuatan

Berdasarkan hasil uji tanah lempung lunak dapat dilihat bahwa tanah dari kecamatan pantai Labu ini memiliki nilai batas cair sebesar (LL) 60,96%, indeks plastisitas (PI) sebesar 21,78%, dan distribusi lolos saringan No. 200 sebesar 98,64% (**Tabel 2**).

Berdasarkan hasil uji sifat fisik, maka tanah ini dapat dikategorikan tanah berjenis lempung dengan lolos saringan No. 200 > 35%, $LL > 41\%$, $PI > 11\%$, menurut klasifikasi AASHTO [12].

Tabel 2. Hasil Pengujian Tanah Tanpa Perkuatan

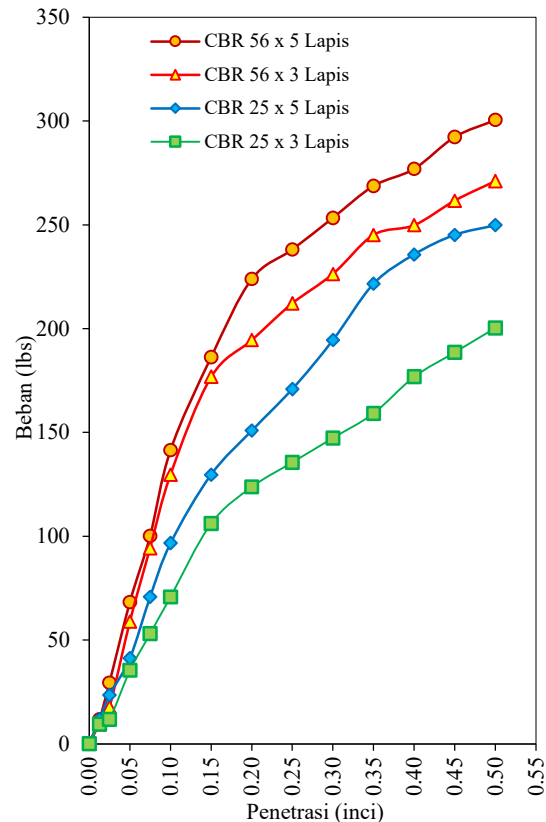
Sifat-sifat Tanah	Satuan	Nilai
Kadar air (w)	%	83,17
Berat jenis (G_s)	-	2,65
Batas cair (LL)	%	60,96
Batas plastis (PL)	%	39,17
Indeks plastis (PI)	%	21,78
Lolos saringan No. 200	%	98,64
Nilai kuat tekan (qu)	kN/m ²	39,8
Nilai kuat geser	kN/m ²	19,603
<i>undrained</i>		
<i>(Cu)</i>		
Berat volume kering maksimum (γ_{dmax})	kN/m ³	1,31
Kadar air optimum	%	32
<i>(w_{opt})</i>		

Hasil uji kuat tekan bebas (*unconfined compressive strength*) pada tanah lempung tidak terganggu didapatkan nilai kuat tekan (qu) sebesar $39,8 \text{ kN/m}^2 < 50 \text{ kN/m}^2$ dan nilai kuat geser *undrained* (C_u) sebesar $19,603 \text{ kN/m}^2 < 25 \text{ kN/m}^2$. Dengan demikian tanah ini tergolong sebagai tanah lempung lunak.

Hasil Uji CBR Tanah Lempung Tanpa Perkuatan

Hasil pengujian CBR tanah lempung tanpa perkuatan dapat dilihat pada **Gambar 4**. Hasil pengujian ini merupakan hasil pengujian CBR laboratorium dengan pemadatan 3 lapis dan 5 lapis masing-masing pukulan sebanyak 25 dan 56. Nilai CBR tanah lempung lunak tanpa perkuatan, dengan

pemadatan 3 lapis 25 pukulan sebesar 2,75%, dan 56 pukulan sebesar 4,32 % sedangkan nilai CBR tanah dengan pemadatan 5 lapis 25 pukulan sebesar 3,35%, dan 56 pukulan sebesar 4,98%.



Gambar 4. Hasil Uji CBR tanah tanpa perkuatan

Nilai CBR tanah tanpa perkuatan dengan pemadatan 3 lapis 25 pukulan didapatkan lebih kecil dari 3%, sehingga tergolong sebagai tanah dengan CBR sangat rendah. Jumlah pukulan dan lapis pemadatan mempengaruhi peningkatan nilai CBR tanah, semakin banyak pukulan dan lapis pemadatan maka nilai CBR semakin tinggi.

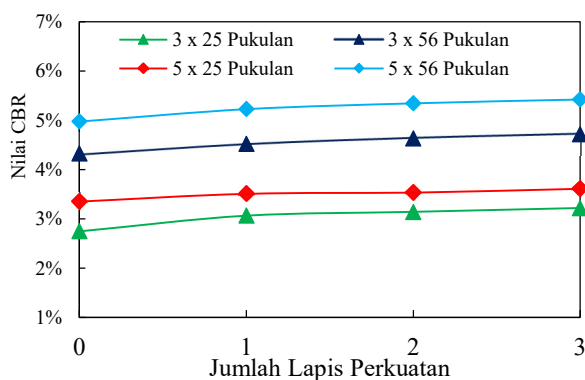
Pengaruh Perkuatan Grid Bambu Terhadap Nilai CBR

Hubungan nilai CBR dengan jumlah lapis perkuatan grid bambu dapat dilihat pada **Gambar 5**. Jumlah pukulan dengan jumlah lapis perkuatan terlihat dapat mempengaruhi peningkatan nilai CBR. Peningkatan nilai CBR yang besar terjadi pada pemadatan 5 lapis 56 pukulan dengan nilai 5,23% dengan variasi 1 lapis perkuatan, 5,34% dengan variasi 2 lapis perkuatan dan yang paling tertinggi 5,42% dengan variasi 3 lapis perkuatan.

Penggunaan perkuatan dapat meningkatkan nilai CBR tanah. Pada perkuatan grid bambu nilai CBR dengan 3 lapis

25 pukulan adalah 3,22%, untuk 3 lapis 56 pukulan sebesar 4,71%, untuk 5 lapis 25 pukulan sebesar 3,61%, dan untuk 5 lapis 56 pukulan sebesar 5,42 %.

Penggunaan grid bambu sebanyak 1-3 lapis sebagai perkuatan memperlihatkan nilai CBR lebih tinggi dari 3%, sehingga tanah dapat digolongkan sebagai tanah dengan CBR sedang. Peningkatan nilai CBR maksimal terjadi pada 3 lapis grid bambu dengan pemadatan 5 x 56 pukulan.



Gambar 5. Pengaruh Perkuatan Grid Bambu Terhadap Nilai CBR

Pengaruh Perkuatan Matras Bambu Terhadap Nilai CBR

Hubungan nilai CBR dengan jumlah lapis perkuatan matras bambu ditunjukkan pada **Gambar 6**. Jumlah pukulan dan jumlah lapis perkuatan mempengaruhi peningkatan nilai CBR tanah.

Nilai CBR tanah dengan perkuatan matras bambu untuk 3 lapis 25 pukulan didapatkan sebesar 3,42%, untuk 3 lapis 56 pukulan sebesar 4,99%, untuk 5 lapis 25 pukulan sebesar 4,05%, dan untuk 5 lapis 56 pukulan sebesar 5,70 %.

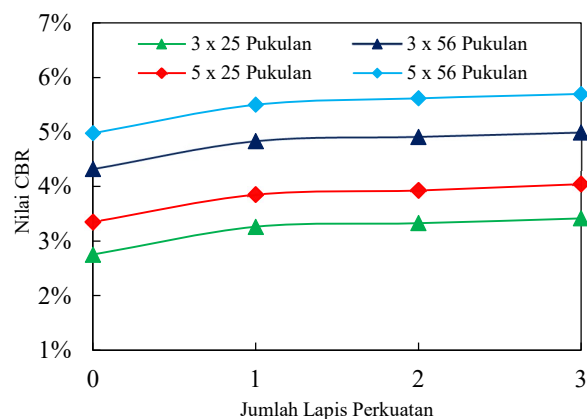
Berbeda dengan grid bambu, peningkatan CBR yang signifikan untuk matras bambu terlihat jelas mulai dari penggunaan 1 lapis perkuatan. Hal ini dapat disebabkan oleh bentuk matras bambu yang lebih rapat dibandingkan dengan grid bambu. Bentuk matras bambu ini berpengaruh pada kinerja perkuatan dalam menahan beban sehingga mengurangi penurunan dan meningkatkan nilai CBR tanah.

Peningkatan nilai CBR yang cukup tinggi terjadi pada pemadatan 5 lapis 56 pukulan. Nilai CBR didapatkan sebesar 5,50 % untuk 1 lapis perkuatan, 5,62 % untuk 2 lapis perkuatan, dan tertinggi 5,70 % untuk variasi 3 lapis perkuatan. Dalam hal ini, kinerja perkuatan matras bambu lebih baik dibandingkan grid bambu.

Pengaruh Jumlah Lapis Perkuatan Terhadap Nilai CBR

Pengaruh jumlah lapis perkuatan terhadap nilai CBR tanah dengan pemadatan 3 lapis 25 pukulan dan 56 pukulan

dapat dilihat pada **Gambar 7**. Pada tanah lempung tanpa perkuatan dengan 25 pukulan didapatkan nilai CBR sebesar 2,75 %, pada tanah lempung dengan variasi 1-3 lapis perkuatan mengalami peningkatan nilai CBR sebesar 3,06 %, 3,14 % dan 3,22%. Tanah lempung tanpa perkuatan dengan 56 pukulan didapatkan nilai CBR sebesar 4,32 %, sedangkan CBR tanah lempung dengan variasi 1-3 lapis perkuatan mengalami peningkatan nilai CBR sebesar 4,52 %, 4,64%, dan 4,71%.



Gambar 6. Pengaruh Perkuatan Matras Bambu Terhadap Nilai CBR

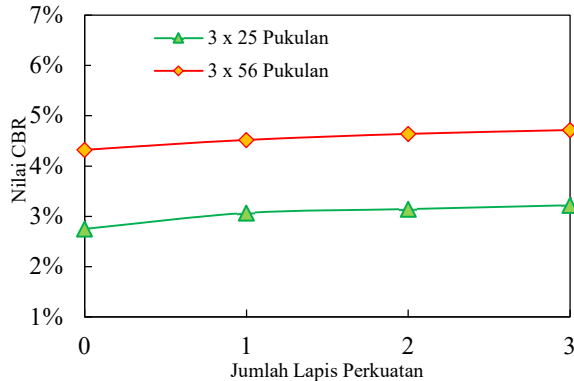
Pemadatan sebanyak 3 lapis memperlihatkan nilai CBR tanah di bawah 5% baik untuk 1 lapis perkuatan, 2 lapis perkuatan, maupun 3 lapis perkuatan.

Hasil penelitian pada tanah dengan perkuatan grid bambu menunjukkan bahwa terjadi peningkatan nilai CBR seiring dengan penambahan jumlah lapis perkuatan. Peningkatan maksimum untuk 3 pemadatan didapatkan sebesar 17,09% pada 3 lapis perkuatan grid bambu.

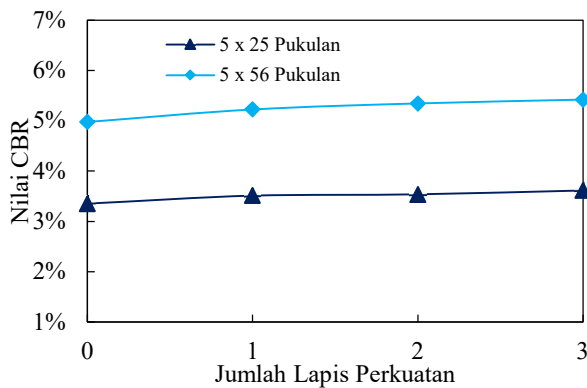
Pengaruh jumlah lapis perkuatan terhadap nilai CBR untuk pemadatan 5 lapis 25 pukulan dan 56 pukulan dapat dilihat pada **Gambar 8**. Nilai CBR tanah lempung tanpa perkuatan didapatkan sebesar 3,35%, sedangkan tanah lempung dengan pemadatan 25 pukulan didapatkan sebesar 3,51-3,61%. Nilai CBR tanpa perkuatan untuk pemadatan 56 pukulan didapatkan sebesar 4,98 %, sedangkan penggunaan perkuatan 1-3 lapis mengalami peningkatan nilai CBR sebesar 5,23-5,42%. Hasil penelitian pada tanah dengan perkuatan grid bambu menunjukkan bahwa ada peningkatan nilai CBR dengan penambahan jumlah lapis.

Pengaruh jumlah lapis perkuatan matras bambu terhadap nilai CBR tanah dengan pemadatan 3 lapis 25 pukulan dan 56 pukulan dapat dilihat pada **Gambar 9**. Nilai CBR tanah lempung tanpa perkuatan dengan 25 pukulan didapatkan

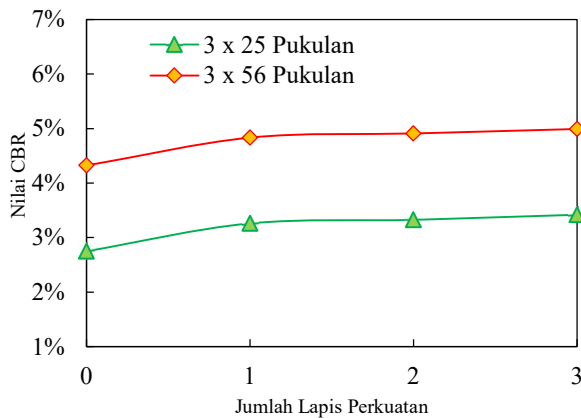
sebesar 2,75%, sedangkan nilai CBR pada tanah lempung dengan perkuatan 1-3 lapis matras bambu didapatkan sebesar 3,26-3,42%. Nilai CBR pada tanah lempung tanpa perkuatan dengan 56 pukulan didapatkan sebesar 4,32%, sedangkan nilai CBR tanah lempung dengan 1-3 lapis perkuatan matras bambu didapatkan sebesar 4,83-4,99%.



Gambar 7. Pengaruh Jumlah Lapis Perkuatan Grid Bambu Terhadap Nilai CBR untuk Pemadatan 3 Lapis



Gambar 8. Pengaruh Jumlah Lapis Perkuatan Grid Bambu Terhadap Nilai CBR untuk Pemadatan 5 Lapis



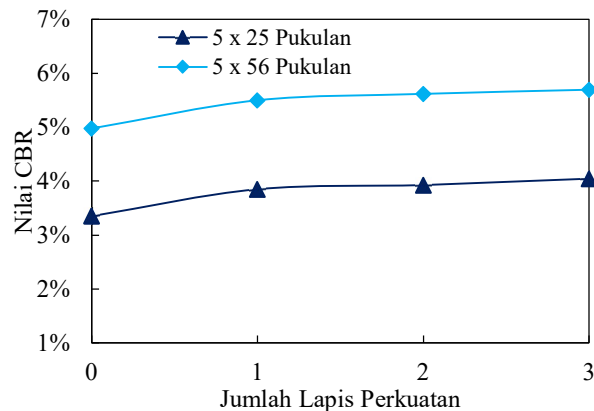
Gambar 9. Pengaruh Jumlah Lapis Perkuatan Matras Bambu Terhadap Nilai CBR untuk Pemadatan 3 Lapis

Hasil penelitian terlihat bahwa penambahan jumlah lapis perkuatan matras bambu berpengaruh pada peningkatan nilai CBR tanah. Peningkatan nilai CBR yang paling tinggi dapat mencapai 24,29% untuk 3 lapis matras bambu pada tanah dengan pemadatan 25 pukulan.

Pengaruh jumlah lapis perkuatan matras bambu pada tanah dengan pemadatan 5 lapis 25 pukulan dan 56 pukulan dapat dilihat pada **Gambar 10**. Nilai CBR tanah lempung tanpa perkuatan dengan pemadatan 25 pukulan didapatkan sebesar 3,35%, sedangkan pada tanah lempung dengan 1-3 lapis perkuatan didapatkan sebesar 3,85-4,05%. Nilai CBR tanah lempung tanpa perkuatan dengan 56 pukulan didapat sebesar 4,98%, sedangkan pada tanah lempung dengan 1-3 lapis perkuatan didapatkan sebesar 5,50-5,70%.

Hasil yang didapat terlihat bahwa nilai CBR tanah mengalami peningkatan seiring dengan penambahan jumlah lapis perkuatan matras bambu. Adapun peningkatan nilai CBR terhadap jumlah lapis perkuatan untuk pemadatan 5 lapis mencapai 20,89%.

Penambahan jumlah lapis perkuatan dapat meningkatkan nilai CBR. Nilai CBR tanah untuk 3 lapis perkuatan lebih tinggi daripada 1 dan 2 lapis perkuatan.



Gambar 10. Pengaruh Jumlah Lapis Perkuatan Matras Bambu Terhadap Nilai CBR untuk Pemadatan 5 Lapis

Peningkatan CBR tanah dengan pemadatan 3 lapis 25 pukulan menggunakan perkuatan grid bambu sebesar 17,09% (CBR tanpa perkuatan = 2,75% dan CBR dengan perkuatan 3 lapis grid bambu = 3,22%). Peningkatan CBR tanah dengan pemadatan 3 lapis 56 pukulan menggunakan perkuatan grid bambu sebesar 9,03% (CBR tanpa perkuatan = 4,32% dan CBR dengan perkuatan 3 lapis grid bambu = 4,71%).

Nilai CBR tanah dengan pemadatan 5 lapis 25 pukulan menggunakan perkuatan grid bambu meningkat sebesar 7,76% (CBR tanpa perkuatan=3,35% dan CBR dengan

perkuatan 3 lapis grid bambu=3,61%). Nilai CBR tanah dengan pemadatan 5 lapis 56 pukulan menggunakan perkuatan grid bambu sebesar 8,83% (CBR tanpa perkuatan=4,98% dan CBR dengan perkuatan 3 lapis grid bambu=5,42%).

Peningkatan CBR tanah dengan pemadatan 3 lapis 25 pukulan menggunakan perkuatan matras bambu sebesar 24,29% (CBR tanpa perkuatan=2,75% dan CBR dengan perkuatan 3 lapis matras bambu=,42%). Peningkatan CBR tanah dengan pemadatan 3 lapis 56 pukulan menggunakan perkuatan matras bambu sebesar 15,45% (CBR tanpa perkuatan=,32% dan CBR dengan perkuatan 3 lapis matras bambu=4,99%).

Nilai CBR tanah dengan pemadatan 5 lapis 25 pukulan menggunakan perkuatan matras bambu sebesar 20,89% (CBR tanpa perkuatan=3,35% dan CBR dengan perkuatan 3 lapis matras bambu=4,05%). Nilai CBR tanah dengan pemadatan 5 lapis 56 pukulan menggunakan perkuatan matras bambu sebesar 14,45% (CBR tanpa perkuatan=4,98% dan CBR dengan perkuatan 3 lapis matras bambu=5,70%).

4. Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya maka dapat diambil beberapa simpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan model perkuatan dari grid bambu dapat meningkatkan nilai CBR tanah dengan nilai maksimum sebesar 5,42% yang didapatkan pada 3 lapis perkuatan dengan pemadatan tanah 5 lapis 56 pukulan. Nilai CBR ini memenuhi syarat sebagai CBR tanah dasar jalan.
2. Model perkuatan dari matras bambu menghasilkan nilai CBR maksimum sebesar 5,70% yang terjadi pada penggunaan 3 lapis perkuatan dengan pemadatan tanah 5 lapis 56 pukulan. Nilai CBR tanah dengan perkuatan matras bambu lebih tinggi dibandingkan dengan perkuatan grid bambu.
3. Peningkatan tertinggi nilai CBR tanah didapatkan pada sampel tanah dengan pemadatan 3 lapis 25 pukulan menggunakan 3 lapis perkuatan grid bambu. Nilai CBR tanah tanpa perkuatan sebesar 2,75% menjadi 3,22% pada tanah dengan perkuatan 3 lapis grid bambu atau meningkat sebesar 17,09%.
4. Penggunaan perkuatan matras bambu menghasilkan peningkatan tertinggi pada sampel tanah dengan pemadatan 3 lapis 25 pukulan menggunakan 3 lapis perkuatan. Nilai CBR tanah tanpa perkuatan sebesar 2,75% menjadi 3,42% atau meningkat sebesar 24,25%. Tinjauan terhadap pemadatan tanah menunjukkan matras bambu

tetap memberikan kinerja yang lebih baik daripada grid bambu.

Daftar Pustaka

- [1] A. Darmawandi, A. Waruwu, T. Halawa, D. Harianto, and Muammar, "Karakteristik Tanah Lunak Sumatera Utara Berdasarkan Pengujian Kuat Tekan Bebas," in *Semnastek UISU*, 2020, vol. 1, pp. 16–20.
- [2] S. B. Wasono, A. Wahyuni, and A. Muhtadi, "Analisis Penyebab Kerusakan Perkerasan Jalan Beton di Ruas Jalan Darmo Sugondo Gresik," *J. Apl. Tek. Sipil*, vol. 18, no. 2, pp. 337–344, 2019, doi: 10.12962/j2579-891X.v18i2.4722.
- [3] N. S. Surjandari, "Pengaruh Anyaman Bambu Terhadap Daya Dukung dan Penurunan Pondasi Dangkal pada Tanah Kohesif," *Media Tek. Sipil*, vol. 7, no. 1, pp. 49–56, 2007.
- [4] R. Dewi and S. Sarino, "Pengaruh Perkuatan Anyaman Bambu Terhadap Peningkatan Daya Dukung Tanah Lempung," *J. Ilmu Tek.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–7, 2013.
- [5] A. Waruwu, "Bamboo Reinforcement in Shallow Foundation on the Peat Soil," *J. Civ. Eng. Res.*, vol. 2014, no. 3A, pp. 96–102, 2014, doi:10.5923/c.jce.201402.16.
- [6] A. Waruwu and R. D. Susanti, "Behavior of Soil Peat with Reinforcement of Bamboo Grid," *IOSR J. Eng. www.iosrjen.org ISSN*, vol. 5, no. 11, pp. 29–36, 2015, [Online]. Available: www.iosrjen.org.
- [7] A. Waruwu, Maulana, and H. Halim, "Settlement Estimation of Peat Reinforced with Bamboo Grid under Embankment," *Int. Rev. Civ. Eng.*, vol. 8, no. 6, pp. 299–306, 2017, doi: 10.15866/irece.v8i6.13130.
- [8] A. Waruwu, H. Halim, T. Nasution, and Y. Hanova, "Bamboo Grid Reinforcement on Peat Soil under Repeated Loading," *J. Eng. Appl. Sci.*, vol. 13, no. 8, pp. 2190–2196, 2018, doi: 10.3923/jeasci.2018.2190.2196.
- [9] A. Waruwu, R. D. Susanti, and J. A. P. Bululolo, "Effect of Dynamic Loads on The Compressibility Behavior of Peat Soil Reinforced by Bamboo Grids," *J. Appl. Eng. Sci.*, vol. 17, no. 2, pp. 157–162, 2019, doi: 10.5937/jaes17-16937.
- [10] B. M. Das, *Mekanika Tanah (Prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Penerbit Erlangga, 1995.
- [11] J. E. Bowles, *Engineering Properties of Soil and Their Measurement*. England: McGraw-Hill Book Company Limited, 1992.
- [12] H. C. Hardiyatmo, *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta:

Gajah Mada University Press, 2002.