

**PENGARUH VARIASI JARAK DAN JUMLAH LAPIS PERKUATAN KOMBINASI
GEOTEKSTIL DAN ANYAMAN BAMBU SATU ARAH TERHADAP DAYA DUKUNG
DAN PENURUNAN PONDASI MENERUS PADA TANAH PASIR POORLY GRADED**

JURNAL



Disusun oleh :

**AJI GIGIH NUR FADLI
NIM. 105060100111071**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2014**

PENGARUH VARIASI JARAK DAN JUMLAH LAPIS PERKUATAN KOMBINASI GEOTEKSTIL DAN ANYAMAN BAMBU SATU ARAH TERHADAP DAYA DUKUNG DAN PENURUNAN PONDASI MENERUS PADA TANAH PASIR POORLY GRADED

Aji Gigih Nur Fadli, Yulvi Zaika, Eko Andi Suryo
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya
Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia
E-mail: geejee87@gmail.com

ABSTRAK

Pembangunan yang ada di Indonesia saat ini hampir keseluruhan dalam skala yang besar, sedangkan jenis tanah yang ada di Indonesia sangat beraneka ragam, salah satu contohnya adalah tanah pasir poorly graded. Tanah ini tidak mampu menahan beban yang terlampau besar. Sehingga ditambahkan perkuatan untuk meningkatkan daya dukungnya. Sistem perkuatan yang digunakan adalah dengan memasang geotekstil geocomposite. Fungsi geotekstil dalam hal ini adalah untuk perkuatan tanah dimana geotekstil berinteraksi dengan tanah melalui gaya gesek atau gaya adhesi untuk menahan gaya tarik, sehingga daya dukung tanah dapat meningkat. Pada penelitian ini digunakan variasi jarak antar perkuatan yaitu 0.2B, 0.3B, dan 0.4B serta variasi jumlah perkuatan yaitu dua dan tiga buah. Hasil dari pemasangan geotekstil dalam penelitian ini menunjukkan bahwa tanah model mengalami peningkatan daya dukung. Dimana peningkatan daya dukung paling maksimum terjadi saat jarak antar perkuatan 0.4B dengan jumlah lapis sebanyak tiga. Berdasarkan pengujian ini dapat disimpulkan bahwa semakin jauh jarak antar perkuatan dan semakin banyak jumlah lapisan perkuatan maka daya dukung semakin besar pula, selama perkuatan masih dalam batas bidang runtuh dan jarak tersebut masih menjadikan perkuatan anyaman bambu masih merupakan satu kesatuan elemen

Kata kunci: daya dukung, poorly graded, geotekstil geocomposite, jarak antar perkuatan, jumlah lapis perkuatan.

PENDAHULUAN

Pada saat ini Indonesia telah menjadi negara yang berkembang. Banyak pembangunan yang dilakukan guna menunjang segala macam aktivitas yang ada. Pembangunan yang dilakukan mencakup sektor industri, pertanian, pertambangan, pendidikan, kesehatan dan sebagainya. Dari setiap bangunan yang akan dibangun, hal yang paling utama yang harus diperhatikan adalah masalah pondasi. Sebab semakin besar beban yang dipikul oleh suatu bangunan, maka diperlukan pondasi yang semakin kuat pula. Secara umum, pondasi dibagi menjadi dua jenis, yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam. Pemilihan jenis pondasi adalah berdasarkan seberapa besar

bangunan yang akan dibangun. Selain itu, berbagai macam jenis pondasi yang dapat digunakan juga tergantung pada jenis tanah yang ada dibawahnya.

Indonesia dikenal memiliki jenis tanah yang sangat beragam. Mulai dari tanah pasir sampai lanau tersebar hampir di seluruh penjuru wilayah di Indonesia. Sedangkan pembangunan - pembangunan yang dilakukan sekarang hampir merata di seluruh wilayah Indonesia. Selain itu pembangunan tidak hanya mencakup bangunan sederhana, namun lebih kearah bangunan dengan skala besar. Sehingga untuk membangunnya tanah harus memiliki daya dukung yang tinggi. Oleh karena itu tanah pasir jenis ini harus diperbaiki terlebih

dahulu sebelum dipakai sebagai landasan konstruksi agar memperoleh daya dukung yang lebih baik untuk mengoptimalkan fungsinya sebagai pendukung struktur di atasnya. Salah satunya adalah dengan memberikan perkuatan tanah (soil reinforcement) dengan menggunakan geosintetik. Salah satu jenis dari geosintetik adalah geotekstil. Bahan ini berfungsi mengandalkan kekuatan tarik material yang diletakkan sedemikian rupa sehingga memotong garis kelongsoran yang diperkirakan akan terjadi.

Selain perkuatan dengan geotekstil dapat juga digunakan bambu sebagai media perkuatan. Sebab, sifat mekanis bambu dapat memberikan kuat tarik yang cukup tinggi dalam perkuatan tanah, sehingga berfungsi sebagai penahan kuat tarik sedangkan tanah adalah sebagai media penahan kuat tekan. Bambu memiliki gaya tekan dan gaya tarik yang cukup tinggi namun memiliki gaya geser yang lemah. Bambu memberikan perkuatan yang sangat tinggi pada awal pemasangan, namun bambu tidak dapat bertahan lama, sehingga akan kehilangan fungsinya kelak. Maka dari itu, peneliti akan melakukan pengujian perkuatan dengan menggunakan bambu, namun dikombinasikan dengan geotekstil yang dapat bertahan lama dalam fungsinya memberikan perkuatan tanah.

Studi tentang model pondasi dangkal yang diperkuat dengan geosintetik ataupun bambu telah banyak dilakukan. Pontjo Utomo (2010) menyatakan bahwa peletakan perkuatan teratas dalam kisaran $0.25B - 0.5B$ dapat meningkatkan daya dukung timbunan tanah pasir, di mana B adalah lebar pondasi. Penelitian yang dilakukan Yusep Muslih Purwana (2002) menunjukkan penempatan lapisan anyaman kulit bambu sebagai perkuatan menyebabkan terjadinya peningkatan BCI (Bearing Capacity Improvement) maksimal sebesar 3,07 untuk perkuatan tunggal; 3,5 untuk perkuatan

rangkap 2; dan 3,7 untuk perkuatan rangkap 3. Sedangkan penelitian tentang perkuatan kombinasi geotekstil dan anyaman bambu telah dilakukan oleh Abdul Rahim bin Awang (2005) untuk tanah lempung. Hasil penelitian untuk kombinasi perkuatan pada tipe susunan bambu segiempat memberikan persentase kenaikan daya dukung hingga 1,27 kali terhadap daya dukung tanah yang tidak diberi perkuatan. Sedangkan untuk kombinasi perkuatan pada tipe susunan bambu sejajar memberikan persentase kenaikan daya dukung yang sama untuk $u/b = 0,25$ dan $s/b 0,5$.

Hal inilah yang menjadi dasar bagi peneliti untuk lebih mengetahui tentang pengaruh kombinasi perkuatan dengan geotekstil dan bambu. Khususnya pada penelitian yang dilakukan oleh Abdul Rahim bin Awang (2005) namun pada penelitian ini dilakukan pemodelan pondasi menerus dan terletak diatas tanah pasir poorly graded serta menggunakan perkuatan bambu yang searah (sejajar) yang dikombinasikan dengan geotekstil.

TUJUAN

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui perbandingan daya dukung dan penurunan pondasi menerus pada tanah pasir tanpa perkuatan dengan tanah pasir yang menggunakan perkuatan kombinasi geotekstil dan anyaman bambu satu arah.
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi jarak dan jumlah lapis dan urutan kombinasi perkuatan terhadap daya dukung pondasi menerus pada tanah pasir yang diperkuat.
3. Untuk mengetahui pengaruh variasi urutan kombinasi perkuatan terhadap daya dukung pondasi menerus pada tanah pasir yang diperkuat.
4. Untuk mengetahui kombinasi geotekstil dan anyaman bambu satu arah yang paling optimum terhadap daya dukung

pondasi menerus pada tanah pasir poorly graded.

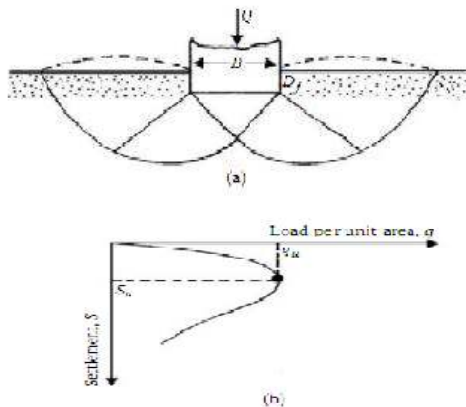
TINJAUAN PUSTAKA

Tipe Keruntuhan

Berdasarkan hasil uji model, Vesic (1963) membagi mekanisme keruntuhan pond menjadi tiga, yaitu:

1. Keruntuhan Geser Umum (General Shear Failure)

Keruntuhan ini terjadi pada tanah yang tidak mudah mampat. Suatu baji tanah terbentuk tepat pada dasar pondasi (zona A) yang menekan ke bawah hingga aliran tanah secara plastis pada zona B. Gerakan ke arah luar ditahan oleh tahanan pasif dibagian C. Sehingga pada saat tahanan pasif terlampaui, terjadi pengembangan dipermukaan, keruntuhan secara mendadak yang diikuti oleh penggulingan pondasi.



Gambar 1 General Shear Failure
(Sumber: Das, 2009)

2. Keruntuhan Geser Lokal (Local Shear Failure)

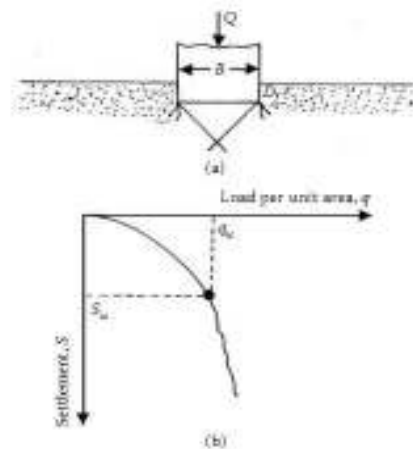
Keruntuhan ini terjadi pada tanah yang mudah mampat atau tanah yang lunak. Bidang gelincir tidak mencapai permukaan tanah tetapi berhenti di suatu tempat. Pondasi tenggelam akibat

bertambahnya beban pada kedalaman yang relatif dalam sehingga tanah yang didekatnya mampat. Terdapat sedikit pengembangan tanah, tetapi tidak terjadi penggulingan.

Gambar 2 Local Shear Failure
(Sumber: Das, 2009)

3. Keruntuhan Penetrasi (Punching Shear Failure)

Pada tipe keruntuhan ini, Pengembangan permukaan tanah tidak terjadi, akibat pembebanan pondasi bergerak ke bawah arah vertikal dengan cepat dan menekan tanah kesamping sehingga terjadi pemampatan tanah dekat pondasi. Penurunan bertambah secara linier dengan penambahan beban.



Gambar 3 Punching Shear Failure
(Sumber: Das, 2009)

Daya Dukung

Daya dukung tanah merupakan kemampuan tanah untuk menahan beban pondasi tanpa mengalami keruntuhan akibat geser yang juga ditentukan oleh kekuatan geser tanah. Tanah mempunyai sifat untuk meningkatkan kepadatan dan kekuatan gesernya apabila menerima tekanan. Analisis daya dukung (bearing capacity) mempelajari kemampuan tanah dalam mendukung beban pondasi dari struktur yang terletak di atasnya. Analisisnya dilakukan dengan menganggap bahwa tanah berkelakuan sebagai bahan yang bersifat plastis.

Geotekstil

Geotekstil merupakan Geosintetik yang bersifat permeable. Menurut ASTM D4439, Geotekstil didefinisikan sebagai : Geosintetik permeabel yang semata-mata berbentuk tekstil. Geotekstil digunakan pada pondasi, tanah, batuan, bumi, atau aplikasi Geoteknik lainnya sebagai material pelengkap dalam suatu produk, struktur maupun sistem buatan manusia.

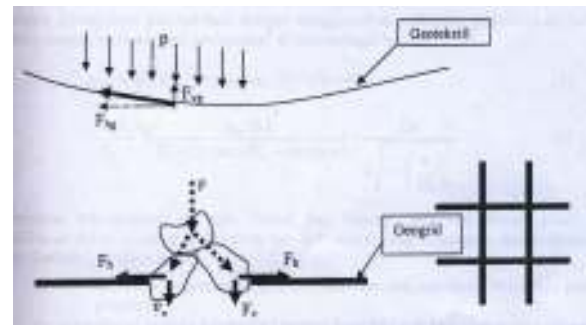
Geotekstil umumnya lolos air yang dipasang bersama pondasi, tanah, batuan atau material geoteknik lainnya sebagai suatu kesatuan dari sistem struktur, atau suatu produk buatan manusia. Sebagian besar Geotekstil terbuat dari Polypropylene, walaupun penggunaan Polyester dan Polyethylene cukup banyak ditemukan. Bahan – bahan polymer di atas dibentuk menjadi serat – serat (benang – benang) yang kemudian difabrikasikan menjadi Geotekstil woven dan non-woven. Beberapa detail dasar yang perlu diketahui dari bahan Geotekstil adalah tipe serat dan tipe penyatuan serat.

Berikut ini adalah fungsi secara umum dari Geotekstil yang banyak diterapkan dalam proyek-proyek sipil (McCarthy, 1995):

- a. Perkuatan (reinforcement)
- b. Drainage
- c. Proteksi (sediment control)
- d. Filtrasi
- e. Separator
- b. Proteksi (erosion control)

Cara Kerja Geotekstil

Cara kerja Geotekstil terutama jenis Woven adalah sebagai membrane effect, yang hanya mengandalkan tensile strength, sehingga tidak mereduksi terjadinya penurunan setempat (differential settlement) akibat tanah dasar yang lunak atau jelek. Sehingga saat getekstil datar, maka pastila dia berdeformasi dan akan mengalami perpanjangan (elongasi). Gambar 2.10 menggambarkan bagaimana cara kerja getekstil.



Gambar 4 Cara Kerja Geotekstil
(Sumber: Gouw / Liong, 1990)

Bambu

Bambu adalah bahan bangunan dari tumbuhan bukan kayu berbentuk pembuluh dan beruas-ruas dapat digunakan untuk tujuan konstruksi bangunan, seperti tiang, pipa air, atap atau cerucuk stabilisasi tanah (Krisdianto, 2006). Bila dibandingkan dengan bahan jenis kayu lainnya, bambu memiliki beberapa kelebihan diantaranya batangnya kuat, ulet, lurus, rata dan keras. Selain itu, dalam hal pelaksanaan konstruksi, bambu juga mudah dibelah, dibentuk dan dikerjakan, serta ringan sehingga mudah untuk diangkut.

Anyaman Bambu

Anyaman bambu merupakan hasil pengolahan bambu dalam bentuk anyaman dari pita-pita serat bambu (iratan bambu). Pada umumnya anyaman bambu (gedek) digunakan sebagai bahan konstruksi untuk dinding dan langit-langit pada rumah. Lembaran gedek memiliki ukuran yang bervariasi dan ukuran dari serat bambu pada gedek ini berkisar antara 2-5 cm. Pemotongan serat bambu ini disesuaikan dengan lingkaran atau keliling batang bambu serta ketebalan dari bambu bagian luar hingga bagian dalam.

Bambu yang diambil dan dibuat untuk serat pada anyaman bambu ini dipilih pada batang terluar hingga kira-kira $\frac{2}{3}$ ketebalan bambu. Untuk sisanya, yaitu bambu bagian dalam tidak digunakan karena kondisinya yang rapuh dan mudah patah. Bambu bagian luar merupakan serat atau bagian terkuat dibandingkan yang lainnya, dan bagian terluar ini lebih sulit patah apabila dibengkok-bengkokkan daripada bambu bagian dalam.

Analisis Bearing Capacity Improvement (BCI)

Bearing Capacity Improvement dapat ditentukan berdasarkan dua hal yaitu daya dukung pada beban ultimate dan daya dukung pada penurunan yang sama. BCI merupakan rasio antara daya dukung tanah yang diperkuat dengan daya dukung tanah tanpa perkuatan.

BCI daya dukung yaitu perbandingan daya dukung tanah dengan perkuatan dan tanpa perkuatan dimana hasilnya dapat ditampilkan kedalam grafik. Sedangkan BCI penurunan yaitu perbandingan penurunan dengan perkuatan dan tanpa perkuatan dimana hasilnya dapat ditampilkan kedalam grafik.. BCI dapat ditulis sebagai berikut:

$$BCI = \frac{q_u(R)}{q_u}, BCI = \frac{q(R)}{q}$$

Dengan:

- $q_u(R)$:Batas daya dukung dengan perkuatan
- q_u :Batas daya dukung tanpa perkuatan
- $q(R)$:Penurunan akibat beban dengan perkuatan
- q :Penurunan akibat beban tanpa perkuatan

METODE PENELITIAN

Pengujian Dasar

Analisis dilakukan pada tanah pasir poorly graded dengan kepadatan 76%. Sehingga perlu dilakukan pengujian sebagai berikut:

- Analisa Saringan
- Specific Gravity
- Direct Shear Test
- Density Test
- Water Content

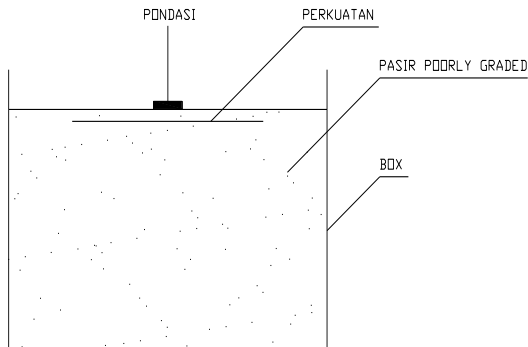
Penelitian yang dilakukan pada uji pemeriksaan dasar pada tanah yaitu :

- a. Pemeriksaan analisis saringan menurut ASTM C-136-46
- b. Pemeriksaan berat jenis butiran tanah mengikuti ASTM D-854-58
- c. Pemeriksaan kepadatan standart (compaction) mengikuti ASTM D-698-70
- d. Pemeriksaan kekuatan geser langsung (direct shear) menurut ASTM D-3080-72
- e. Pengujian density test untuk memperoleh kepadatan model 76%.

Jumlah dan Perlakuan Benda Uji

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan daya dukung dan penurunan pada pondasi menerus diatas tanah pasir tanpa perkuatan dan dengan perkuatan kombinasi susunan bambu dan geotekstil. Sehingga dibuat model tanah pasir tanpa perkuatan serta 12 model tanah pasir yang diperkuat dengan kombinasi

geotekstil dan anyaman bambu searah, dengan rincian 3 variasi jarak antar lapisan, 2 variasi jumlah lapis, dan 4 variasi urutan kombinasi geotekstil dan anyaman bambu. Susunan bambu yang digunakan adalah anyaman bambu satu arah (sejajar).



Gambar 5 Gambar Tampak Samping Model Perkuatan

Metode Pengambilan Data

Setelah pembuatan model selesai dikerjakan, dilakukan pengambilan data dengan variasi jarak antar perkuatan, serta jumlah perkuatan kombinasi yang digunakan. Pengambilan data pada penelitian ini minimal dikerjakan oleh tiga orang. Secara detail penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 1 Variasi perlakuan penelitian

Jumlah Perkuatan	Jarak antar perkuatan		
	0,2B	0,3B	0,4B
2 (geotekstil-anyaman bambu)	v	V	v
2 (anyaman bambu-geotekstil)	v	V	v
3 (geotekstil-anyaman bambu-geotekstil)	v	V	v
3 (anyaman bambu-geotekstil-anyaman bambu)	v	V	v

Berdasarkan hasil pengujian pembebanan, diperoleh data beban maksimum dan penurunan untuk model tanpa perkuatan serta beban maksimum dan penurunan untuk model dengan perkuatan

kombinasi anyaman bambu satu arah dan geotekstil. Daya dukung dihitung dengan rumus berikut:

$$qu = \frac{Pu}{A}$$

Dengan:

P_u : beban maksimum yang dicatat saat uji pembebanan

A : luasan pondasi

Untuk mengetahui pengaruh penggunaan perkuatan dalam meningkatkan daya dukung dilakukan analisis Bearing Capacity Improvement (BCI). Nilai BCI diperoleh dengan rumus:

$$BCI = \frac{qu \text{ dengan perkuatan}}{qu \text{ tanpa perkuatan}}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

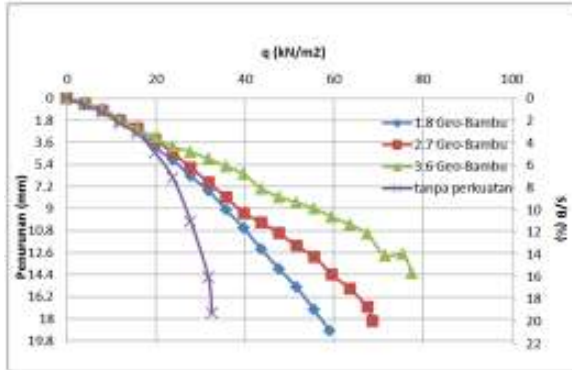
Analisis Daya Dukung untuk Variabel Jarak Antar Perkuatan

Analisis daya dukung untuk variasi jarak antar perkuatan menghasilkan bahwa nilai daya dukung yang paling tinggi sebesar 101,587 kN/m² pada jarak antar perkuatan 3,6 cm. Berdasarkan hasil pengujian eksperimen di laboratorium didapatkan hasil sebagai berikut:

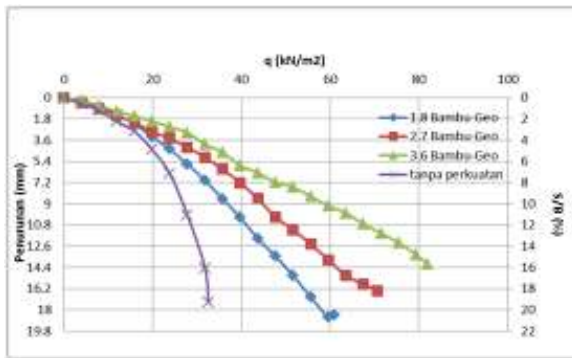
Tabel 2 Nilai daya dukung dan penurunan dengan variasi jarak antar perkuatan

perkuatan	Jarak antar perkuatan (cm)	Penurunan (cm)	q (kN/m ²)
Geotekstil – Anyaman bambu satu arah	1.8	18.998	59.048
	2.7	18.173	68.571
	3.6	14.246	77.460
Anyaman bambu satu arah – Geotekstil	1.8	18.467	60.952
	2.7	16.376	70.635
	3.6	14.145	81.905
Geotekstil – Anyaman bambu satu arah – Geotekstil	1.8	16.976	66.984
	2.7	15.094	78.571
	3.6	14.846	83.016

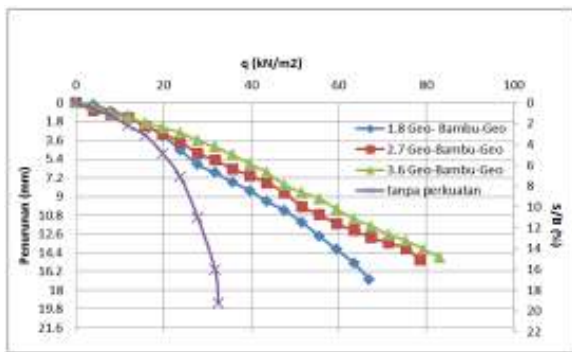
Anyaman bambu satu arah – Geotekstil – Anyaman bambu satu arah	1.8	16.433	69.682
	2.7	14.394	86.508
	3.6	13.374	101.587



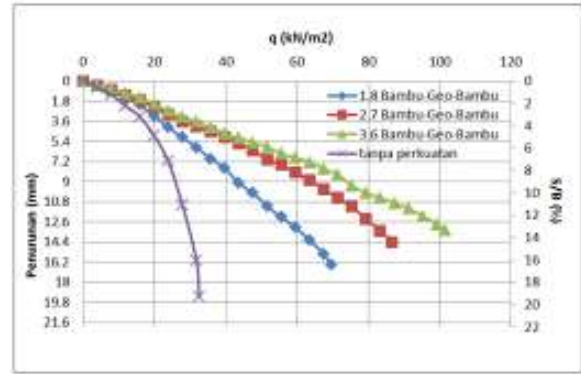
Gambar 6 Grafik hubungan daya dukung dan penurunan untuk perkuatan Geotekstil – Anyaman bambu satu arah



Gambar 7 Grafik hubungan daya dukung dan penurunan untuk perkuatan Anyaman bambu satu arah – Geotekstil



Gambar 8 Grafik hubungan daya dukung dan penurunan untuk perkuatan Geotekstil – Anyaman bambu satu arah – Geotekstil



Gambar 9 Grafik hubungan daya dukung dan penurunan untuk perkuatan Anyaman bambu satu arah – Geotekstil – Anyaman bambu satu arah

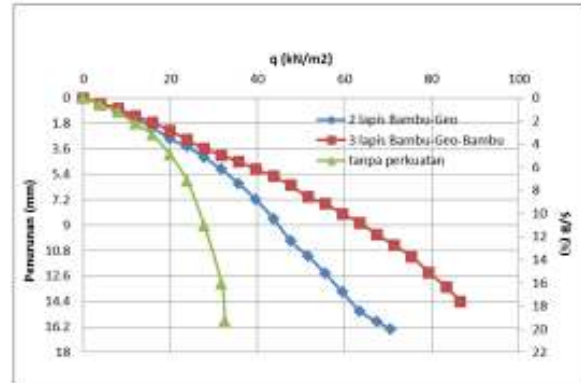
Analisis Daya Dukung untuk Variabel Jumlah Lapis Perkuatan

Analisis daya dukung untuk variasi jumlah lapis perkuatan menghasilkan bahwa nilai daya dukung yang paling tinggi sebesar 101,587 kN/m² jumlah pada jumlah perkuatan sebanyak tiga. Berdasarkan hasil pengujian eksperimen di laboratorium didapatkan hasil sebagai berikut:

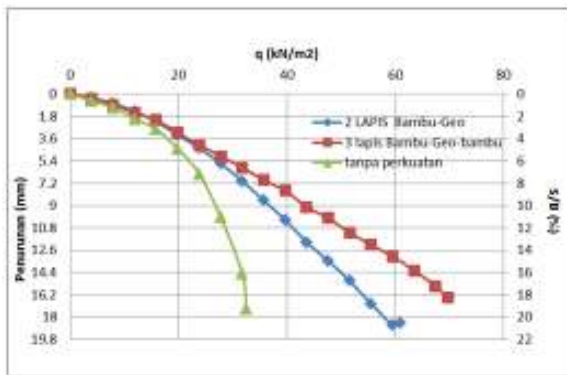
Tabel 3 Nilai daya dukung dan penurunan dengan variari jumlah lapis perkuatan

Jarak (cm)	perkuatan	Jumlah lapis	Penurunan (cm)	q (kN/m ²)
1,8	Geotekstil – Anyaman bambu satu arah	2	18.998	59.048
	Geotekstil – Anyaman bambu satu arah – Geotekstil	3	16.978	66.984
	Anyaman bambu satu arah – Geotekstil	2	18.467	60.952
	Anyaman bambu satu arah – Geotekstil – Anyaman bambu Satu arah	3	16.433	69.682
2,7	Geotekstil – Anyaman bambu satu arah	2	18.173	68.571
	Geotekstil – Anyaman bambu satu arah – Geotekstil	3	15.094	78.571

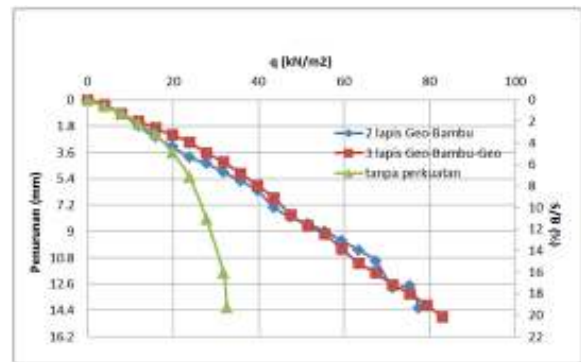
	Anyaman bambu satu arah – Geotekstil	2	16.376	70.635
	Anyaman bambu satu arah – Geotekstil – Anyaman bambu satu arah	3	14.394	86.508
3,6	Geotekstil – Anyaman bambu satu arah	2	14.246	77.460
	Geotekstil – Anyaman bambu satu arah – Geotekstil	3	14.846	83.106
	Anyaman bambu satu arah – Geotekstil	2	14.145	81.905
	Ayaman bambu satu arah – Geotekstil – Anyaman bambu satu arah	3	13.374	101.587



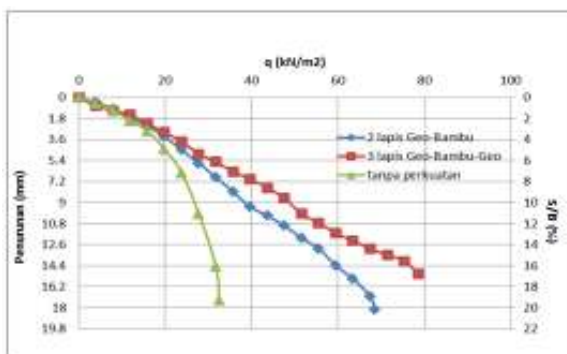
Gambar 12 Grafik hubungan daya dukung dan penurunan dengan jarak antar lapis 2,7 cm untuk lapis paling atas geotekstil



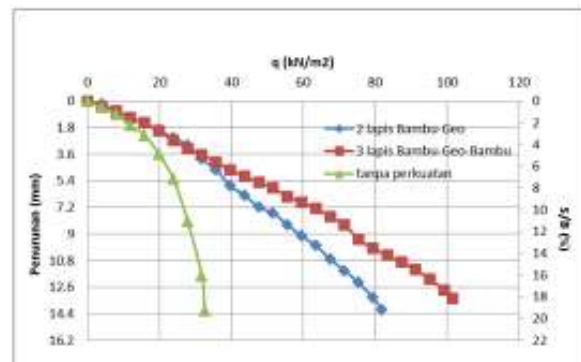
Gambar 10 Grafik hubungan daya dukung dan penurunan dengan jarak antar lapis 1,8 cm untuk lapis paling atas geotekstil



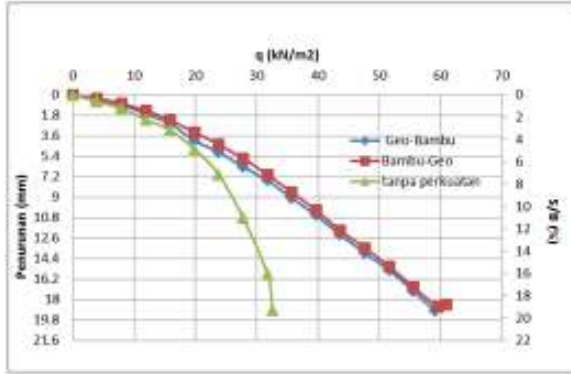
Gambar 13 Grafik hubungan daya dukung dan penurunan dengan jarak antar lapis 2,7 cm untuk lapis paling atas anyaman bambu satu arah



Gambar 11 Grafik hubungan daya dukung dan penurunan dengan jarak antar lapis 1,8 cm untuk lapis paling atas anyaman bambu satu arah



Gambar 14 Grafik hubungan daya dukung dan penurunan dengan jarak antar lapis 3,6 cm untuk lapis paling atas geotekstil



Gambar 15 Grafik hubungan daya dukung dan penurunan dengan jarak antar lapis 3,6 cm untuk lapis paling atas anyaman bambu satu arah

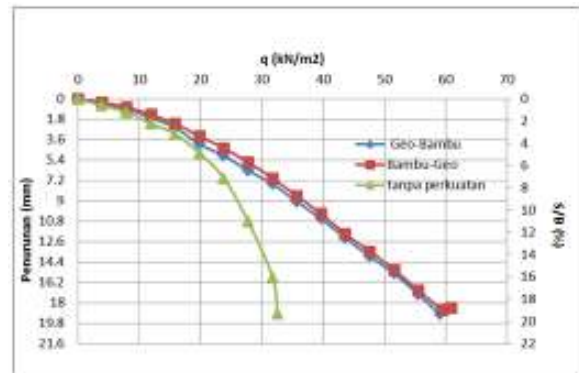
Analisis Daya Dukung untuk Variabel Urutan Perkuatan

Analisis daya dukung untuk variasi jarak antar perkuatan menghasilkan bahwa nilai daya dukung yang paling tinggi sebesar 101,587 kN/m² pada urutan perkuatan anyaman bambu satu arah – geotekstil – anyaman bambu satu arah. Berdasarkan hasil pengujian eksperimen di laboratorium didapatkan hasil sebagai berikut:

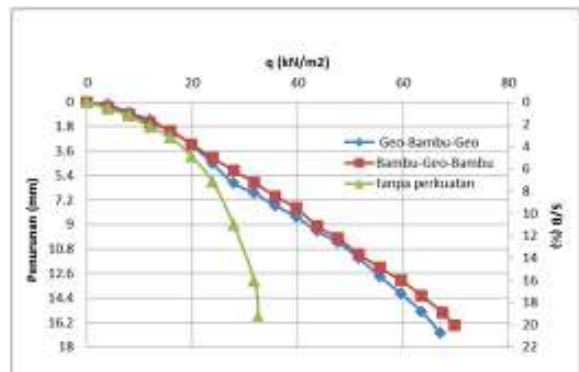
Tabel 4 Nilai daya dukung dan penurunan dengan variasi jumlah lapis perkuatan

Jarak (cm)	perkuatan	Jumlah lapis	Penurunan (cm)	q (kN/m ²)
1,8	Geotekstil – Anyaman bambu satu arah	2	18.998	59.048
	Anyaman bambu satu arah – Geotekstil	2	18.467	60.952
	Geotekstil – Anyaman bambu satu arah – Geotekstil	3	16.978	66.984
	Anyaman bambu satu arah – Geotekstil – Anyaman bambu Satu arah	3	16.433	69.682
2,7	Geotekstil – Anyaman bambu satu arah	2	18.173	68.571
	Anyaman bambu satu arah – Geotekstil	2	16.367	70.635
	Geotekstil – Anyaman bambu	3	15.094	78.571

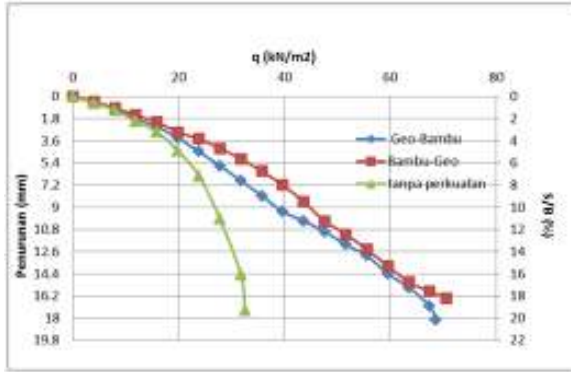
	satu arah – Geotekstil			
	Anyaman bambu satu arah – Geotekstil - Anyaman bambu satu arah	3	14.394	86.508
3,6	Geotekstil – Anyaman bambu satu arah	2	14.246	77.460
	Anyaman bambu satu arah – Geotekstil	2	14.145	81.905
	Geotekstil – Anyaman bambu satu arah – Geotekstil	3	14.846	83.016
	Anyaman bambu satu arah – Geotekstil - Anyaman bambu satu arah	3	13.374	101.587



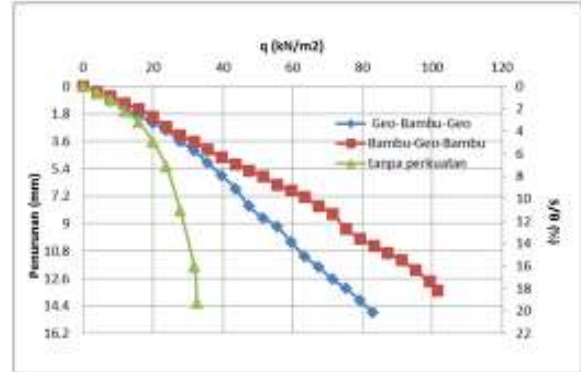
Gambar 16 Grafik hubungan daya dukung dan penurunan tanah 2 lapis dengan jarak antar lapis 1,8 cm



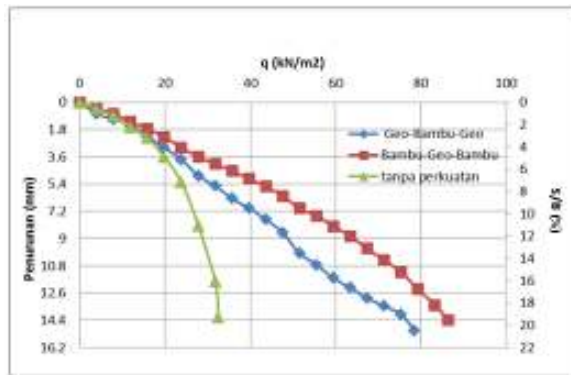
Gambar 17 Grafik hubungan daya dukung dan penurunan tanah 3 lapis dengan jarak antar lapis 1,8 cm



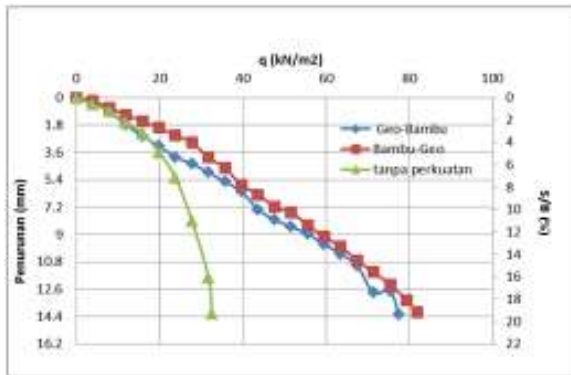
Gambar 18 Grafik hubungan daya dukung dan penurunan tanah 2 lapis dengan jarak antar lapis 2,7 cm



Gambar 21 Grafik hubungan daya dukung dan penurunan tanah 3 lapis dengan jarak antar lapis 3,6 cm



Gambar 19 Grafik hubungan daya dukung dan penurunan tanah 3 lapis dengan jarak antar lapis 2,7 cm



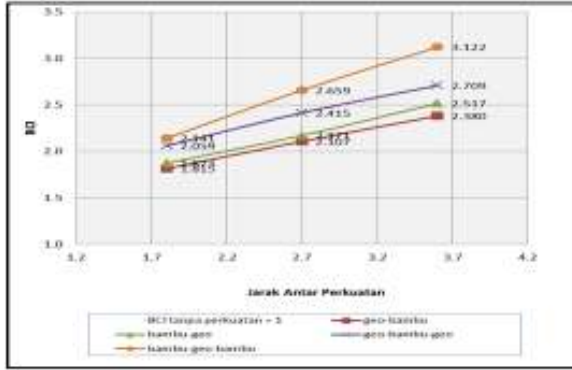
Gambar 20 Grafik hubungan daya dukung dan penurunan tanah 2 lapis dengan jarak antar lapis 3,6 cm

Analisis Bearing Capacity Improvement Berdasarkan Daya Dukung Ultimit ($BCI_{(u)}$)

Hasil analisis nilai $BCI_{(u)}$ untuk variasi jarak anatar perkuatan, jumlah perkuatan, dan urutan perkuatan disajikan pada tabel dan grafik berikut:

Tabel 4 Nilai $BCI_{(u)}$ untuk variasi jarak antar perkuatan

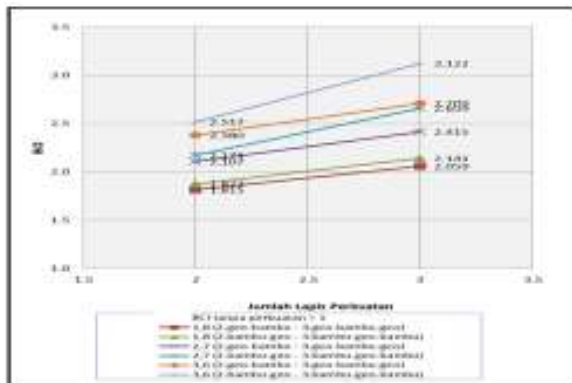
Perkuatan	Jarak Antar Perkuatan (cm)	q_u (kN/m ²)	q_u tanpa perkuatan (kN/m ²)	BCI	Kenaikan (%)
Geotekstil – Anyaman bambu satu arah	1.8	101.587	32.540	1.815	
	2.7	101.587		2.107	13.889
	3.6	101.587		2.380	11.475
Anyaman bambu satu arah – Geotekstil	1.8	101.587		1.873	
	2.7	101.587		2.171	13.708
	3.6	101.587		2.517	13.760
Geotekstil – Anyaman bambu satu arah – Geotekstil	1.8	101.587		2.059	
	2.7	101.587		2.415	14.747
	3.6	101.587		2.709	5.354
Anyaman bambu satu arah – Geotekstil – Anyaman bambu satu arah	1.8	101.587	2.141		
	2.7	101.587	2.659	19.450	
– Geotekstil – Anyaman bambu satu arah	3.6	101.587	3.122	14.844	



Gambar 22 Grafik $BCI_{(u)}$ untuk variasi jarak antar perkuatan

Tabel 5 Nilai $BCI_{(u)}$ untuk variasi jumlah lapis perkuatan

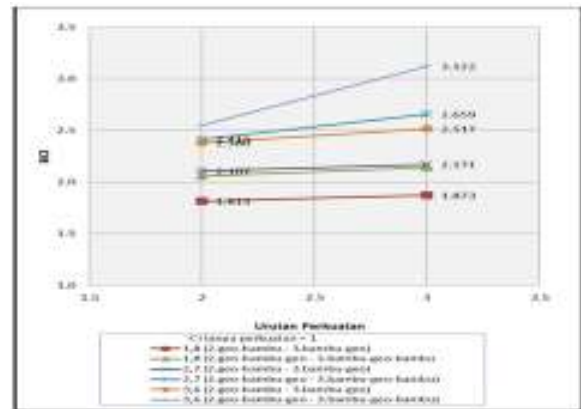
Jarak Antar Perkuatan (cm)	Jumlah Lapis	q_u (kN/m^2)	q_u tanpa perkuatan (kN/m^2)	BCI	Kenaikan (%)
1.8	2. Geo - Bambu	59.048	32.540	1.815	11.848
	3. Geo - Bambu - Geo	66.984		2.059	
2.7	2. Geo - Bambu	68.571		2.107	12.727
	3. Geo - Bambu - Geo	78.571		2.415	
3.6	2. Geo - Bambu	77.460		2.380	6.692
	3. Geo - Bambu - Geo	83.016		2.709	
1.8	2. Bambu - Geo	60.952		1.875	12.528
	3. Bambu - Geo - Bambu	69.683		2.141	
2.7	2. Bambu - Geo	70.635		2.171	18.349
	3. Bambu - Geo - Bambu	86.508		2.659	
3.6	2. Bambu - Geo	81.905		2.517	19.375
	3. Bambu - Geo - Bambu	101.587		3.122	



Gambar 23 Grafik $BCI_{(u)}$ untuk variasi jumlah lapis perkuatan

Tabel 6 Nilai $BCI_{(u)}$ untuk variasi urutan perkuatan

Jarak Antar Lapis	Perkuatan	q_u (kN/m^2)	q_u tanpa perkuatan (kN/m^2)	BCI	Kenaikan (%)
1.8	Geo - bambu	59.048	32.540	1.815	3.125
	Bambu - Geo	60.952		1.873	
2.7	Geo - bambu	68.571		2.107	2.921
	Bambu - Geo	70.635		2.171	
3.6	Geo - bambu	77.460		2.380	5.426
	Bambu - Geo	81.905		2.517	
1.8	Geo - Bambu - Geo	66.984		2.059	3.872
	Bambu - Geo - Bambu	69.683		2.141	
2.7	Geo - Bambu - Geo	78.571		2.415	9.174
	Bambu - Geo - Bambu	86.508		2.659	
3.6	Geo - Bambu - Geo	83.016		2.551	18.281
	Bambu - Geo - Bambu	101.587		3.122	



Gambar 24 Grafik $BCI_{(u)}$ untuk variasi urutan perkuatan

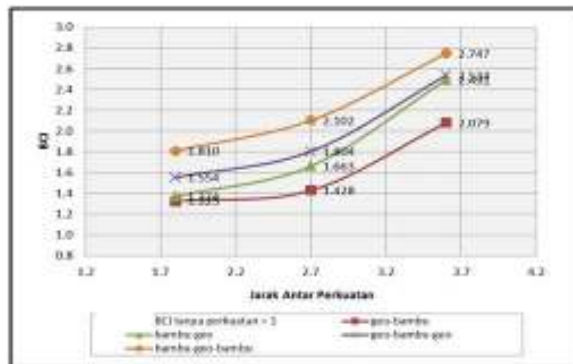
Berdasarkan tabel dan grafik di atas, dapat diketahui bahwa variasi jarak antar lapis perkuatan dan jumlah lapis perkuatan meningkatkan daya dukung lereng. Selain itu, variasi urutan perkuatan juga mempengaruhi nilai daya dukung. Hal ini ditunjukkan dengan nilai $BCI_{(u)}$ lebih besar dari 1. Adapun nilai $BCI_{(u)}$ maksimum diperoleh saat jarak pemasangan antar perkuatan kombinasi kombinasi 3,6 cm, jumlah lapis sebanyak tiga dengan urutan perkuatan anyaman bambu satu arah – geotekstil – anyaman bambu satu arah yaitu sebesar 3,122.

Analisis Bearing Capacity Improvement Berdasarkan Penurunan ($BCI_{(s)}$)

Hasil analisis nilai $BCI_{(s)}$ untuk variasi jarak antar lapis perkuatan, jumlah lapis perkuatan dan urutan perkuatan saat mencapai nilai penurunan tanpa perkuatan sebesar 9 mm ($s/B = 10\%$) disajikan pada tabel dan grafik berikut:

Tabel 7 Nilai $BCI_{(s)}$ untuk variasi jarak antar perkuatan

S/B	Perkuatan	Jarak Antar Perkuatan (cm)	q_u (kN/m ²)	q_u tanpa perkuatan (kN/m ²)	BCI	Kenaikan (%)
10%	geo-bambu	1.8	35.499	26.789	1.325	
		2.7	38.266		1.428	7.793
		3.6	55.682		2.079	45.514
	bambu-geo	1.8	36.802		1.374	
		2.7	44.541		1.663	21.029
		3.6	58.706		2.491	49.818
	geo-bambu-geo	1.8	41.617		1.554	
		2.7	48.334		1.804	16.140
		3.6	54.036		2.534	40.446
	bambu-geo-bambu	1.8	43.158		1.810	
		2.7	64.353		2.102	16.133
		3.6	73.581		2.747	30.671

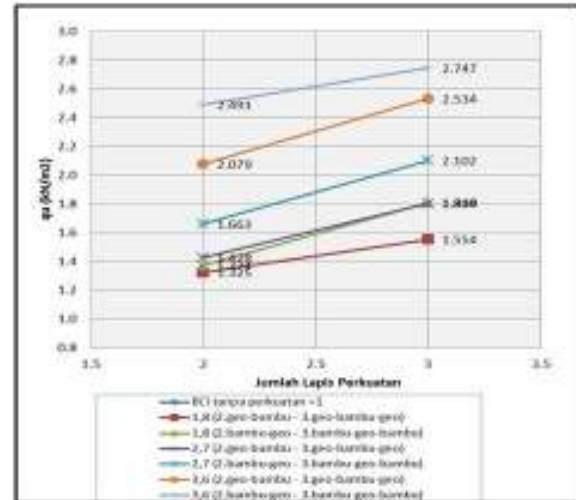


Gambar 25 Grafik $BCI_{(s)}$ untuk variasi jarak antar perkuatan

Tabel 8 Nilai $BCI_{(s)}$ untuk variasi jumlah lapis perkuatan

S/B	Jarak Antar Perkuatan (cm)	Jumlah Lapis	q_u (kN/m ²)	q_u tanpa perkuatan (kN/m ²)	BCI	Kenaikan (%)
10%	1.8	geo-bambu	35.499	26.789	1.325	
		geo-bambu-geo	41.617		1.554	17.232
	2.7	geo-bambu	38.266		1.428	
		geo-bambu-geo	48.334		1.804	26.310

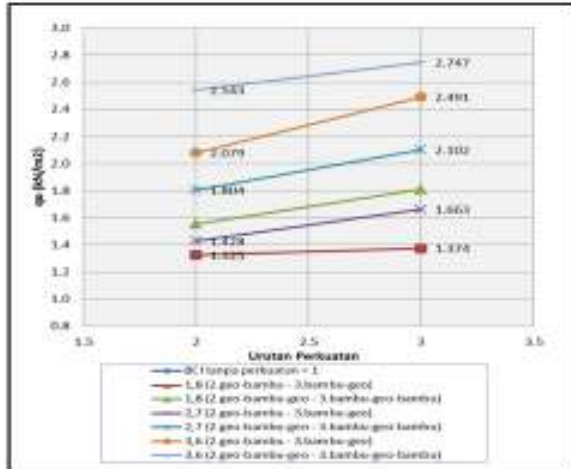
10%	3.6	geo-bambu	55.682	26.789	2.079	
		geo-bambu-geo	64.666		2.534	21.911
		bambu-geo	36.802		1.374	
	1.8	bambu-geo-bambu	43.158		1.810	31.752
		bambu-geo	44.541		1.663	
		bambu-geo-bambu	64.353		2.102	26.422
	2.7	bambu-geo	58.706		2.491	
		bambu-geo-bambu	73.581		2.747	10.265



Gambar 26 Grafik $BCI_{(s)}$ untuk variasi jumlah lapis perkuatan

Tabel 9 Nilai $BCI_{(s)}$ untuk variasi urutan perkuatan

S/B	Jumlah Lapis	Jumlah Lapis	q_u (kN/m ²)	q_u tanpa perkuatan (kN/m ²)	BCI	Selisih (%)
10%	1.8	geo-bambu	35.499	26.789	1.325	
		bambu-geo	36.802		1.374	3.669
		geo-bambu-geo	38.266		1.428	
	2.7	bambu-geo	44.541		1.663	16.399
		geo-bambu	44.541		1.663	
		geo-bambu-geo	55.682		2.079	
	3.6	bambu-geo	58.706		2.491	19.842
		geo-bambu-geo	41.617		1.554	
		bambu-geo-bambu	43.158		1.810	16.510
	2.7	geo-bambu-geo	48.334		1.804	
		bambu-geo-bambu	64.353		2.102	16.502
		3.6	geo-bambu-geo		54.036	2.543
bambu-geo-bambu	73.581		2.747	8.010		



Gambar 27 Grafik $BCI_{(s)}$ untuk variasi urutan perkuatan

Berdasarkan tabel dan grafik di atas, dapat diketahui bahwa variasi jarak antar lapis perkuatan dan jumlah lapis perkuatan meningkatkan daya dukung lereng. Selain itu, variasi urutan perkuatan juga mempengaruhi nilai daya dukung. Hal ini ditunjukkan dengan nilai $BCI_{(u)}$ lebih besar dari 1. Adapun nilai $BCI_{(u)}$ maksimum diperoleh saat jarak pemasangan antar perkuatan kombinasi kombinasi 3,6 cm, jumlah lapis sebanyak tiga dengan urutan perkuatan anyaman bambu satu arah – geotekstil – anyaman bambu satu arah yaitu sebesar 2,747.

KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil eksperimen dan analisis pengaruh perkuatan kombinasi geotekstil dan anyaman bambu satu arah terhadap nilai daya dukung pada tanah pasir tanpa perkuatan dengan perkuatan mengalami peningkatan yang dapat dibuktikan pada peningkatan nilai BCI.
2. Berdasarkan hasil eksperimen nilai dari penurunan pasir dengan perkuatan kombinasi geotekstil dan anyaman bambu satu arah lebih kecil daripada pasir tanpa perkuatan

3. Semakin jauh jarak antar perkuatan maka nilai daya dukung yang dihasilkan akan semakin meningkat. Semakin banyak jumlah perkuatan maka nilai daya dukung yang dihasilkan akan semakin meningkat pula, namun selama jarak perkuatan masih dalam bidang runtuh dan jarak tersebut masih menjadikan perkuatan anyaman bambu masih merupakan satu kesatuan elemen.
4. Berdasarkan hasil penelitian ini didapatkan bahwa semakin jauh antar perkuatan dan semakin banyak jumlah perkuatan nilai dari BCI semakin meningkat pula selama jarak perkuatan masih dalam bidang runtuh dan jarak tersebut masih menjadikan perkuatan anyaman bambu masih merupakan satu kesatuan elemen.
5. Semakin banyak jumlah perkuatan anyaman bambu satu arah yang ditambahkan pada perkuatan maka akan menghasilkan daya dukung dan BCI yang semakin meningkat pula
6. Untuk variasi urutan perkuatan akan menghasilkan nilai daya dukung dan BCI yang lebih besar apabila letak anyaman bambu satu arah yang dipasang ditempatkan lebih dekat dengan pondasi atau posisinya terletak diatas geotekstil.
7. Anyaman bambu satu arah memberikan kontribusi yang lebih besar dibandingkan dengan geotekstil

SARAN

Penelitian tentang pengaruh perkuatan sngatlah membutuhkan analisis yang kompleks dan teliti, oleh karena itu untuk penelitian selanjutnya diharapkan penelitian ini dapat menjadi lebih sempurna dengan memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

1. Melakukan percobaan pada variasi jarak antar lapis perkuatan, karena pada

penelitian ini masih belum ditemukan jarak optimum antar perkuatan yang dilakukan pada tanah pasir sehingga perlu dilakukan peninjauan lagi untuk kondisi tanah yang berbeda.

2. Memberikan penambahan variasi jumlah lapis perkuatan, karena pada penelitian ini variasi jumlah lapis hanya dua lapis dan tiga lapis.
3. Memberikan variasi urutan perkuatan, terutama untuk kondisi tiga lapis, karena pada penelitian ini hanya terdiri dari dua variasi saja yaitu geotekstil-anyaman bambu satu arah-geotekstil dan anyaman bambu satu arah-geotekstil-anyaman bambu satu arah

DAFTAR PUSTAKA

- Awang, Abdul Rahim. (2005). Keupayaan Galas Tanah Liat Lembut Bertetulang Menggunakan Gabungan Buluh-Geotekstil. Malaysi, Jurusan Geoteknik Universitas Teknologi Malaysia.
- Bowles, J.E. 1993. Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah. Jakarta : Erlangga
- Budi GS. 2011. Pondasi Dangkal. CV Andi Offset. Yogyakarta.
- Chen, Qiming. 2007. An Experimental Study On Characteristics And Behavior Of Reinforced Soil Foundation. Disertasi. Tidak diterbitkan. The Department of Civil and Environmental Engineering, Faculty of the Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College. China.
- Das, Braja M. 1998. Mekanika Tanah Jilid 1. Jakarta : Erlangga.
- Das, Braja M. 1998. Mekanika Tanah Jilid 2. Jakarta : Erlangga.
- Das, Braja M. 2009. Shallow Foundations. Second Edition. Taylor & Francis Group, USA.
- Dirjen Bina Marga. 2009. Perencanaan dan Pelaksanaan Perkuatan Tanah dengan Geosintetik. Jakarta.
- Dirjen Bina Marga. 2009. Spesifikasi Khusus Interm Seksi 3.5 Geotekstil. Jakarta.
- Gouw Tjie-Liong. 1990. Mechanically Stabilized Earth and Its Application. Jakarta.
- Hardiyatmo, HaryChristady. 2010. Mekanika Tanah 2. Yogyakarta, Gajah Mada University Press
- Hardiyatmo, HaryChristady. 2012. Mekanika Tanah 1. Yogyakarta, Gajah Mada University Press
- Janssen, J.J.A. 1981. Bamboo in building structures. Doctor's Thesis TH Eindhoven. Netherland (Unpublished).
- Janssen, J.J.A. 2000. Designing And Building With Bamboo. Journal of International Network for Bamboo and Rattan.
- Koerner, Robert M. 1994. Designing With Geosynthetics, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Krisdianto.2006. Sari Hasil Penelitian Bambu. Departemen Kehutanan. Jakarta.
- Kumar, S. K.S.Shula. I.Dev, P.B. Dobriyal. 1994. Bamboo Preservation Techniques. INBAR and ICFRE, New Delhi.
- McCarthy JE. 1995. Engineering Use of Geotextiles. Departements of The Army and The Air Force, USA
- Meyerhof, G.G. 1965. Shallow Foundation. Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division.
- Mochtar. B, Indrasurya. 2000. Teknologi Perbaikan Tanah dan Alternatif

- Perencanaan Pada Tanah Bermasalah (Problematic Soils). Surabaya : Jurusan Teknik Sipil-FTSP ITS
- Munawir A, et all. 2013. Bearing Capacity on Slope Modeling with Composite Bamboo Pile Reinforcement. International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT) ISSN: 2249 – 8958, Volume-2, Issue-5, June 2013.
- Purwana, Yusep Muslih. 2002. Uji Model Kapasitas Daya Dukung Pondasi Telapak Lingkaran Menggunakan Perkuatan bambu. Journal of Research and Development Agency, central Java Provincial, Semarang
- Rofik, Awnor. 2004. Pengujian dan Penyelidikan Sifat Mekanis Bambu (Dendrocalamus Asper) Sebagai Komponen Struktur. Skripsi, Tidak diterbitkan, Malang : Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Sekhar, A.C. Bhartari, R.K. 1960. Studies of strength of bamboo. A note on its mechanical behaviour. Indian Forester, 86(5), 296-301.
- Sharma, SN dan Mehra, MI. 1970. Variation of Specific Gravity and Tangential Shrinkage in the Wall Thickness of Bamboo and Its Possible Influence on Trend of The Shrinkage Moisturatio Content Characteristics. Indian Forest Buletin 259, 7.
- Suryolelono, K. B., 2000, Geosintetik Geoteknik, Nafiri, Yogyakarta, Indonesia.
- Terzaghi, K dan Peck, R. 1943. Theoretical Soil Mechanic. John Willey & Sons, New York.
- Terzaghi, K dan Peck RB. 1987. Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa. Jilid 1. Edisi Kedua. Jakarta : Erlangga.
- Utomo, P. 2004. Daya Dukung Ultimit Pondasi Dangkal di Atas Tanah Pasir yang diperkuat Geogrid. Surabaya. Indonesia: Jurnal Dimensi Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra.
- Vesic, A.S. 1973. Analysis of ultimate loads of shallow foundation. Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE.