

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

Satria Bima, Yulvi Zaika, As'ad Munawir

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang

Jl. MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

E-mail : satriabimo92@yahoo.com

ABSTRAK

Salah satu jenis tanah yang tergolong memiliki daya dukung ultimate yang rendah adalah tanah pasir poorly graded. Oleh sebab itu diperkukan suatu metode perkuatan dengan tujuan meningkatkan daya dukung tanah. Pada penelitian ini digunakan perkuatan kombinasi geotekstil dan anyaman bambu dua arah. Parameter yang diteliti adalah pengaruh variasi jarak (r) dan jumlah (n) lapis perkuatan kombinasi. Perbedaan daya dukung antara tanah tanpa perkuatan dengan menggunakan perkuatan dinyatakan dalam Bearing Capacity Improvement (BCI). Dari hasil penelitian diperoleh bahwa penambahan jumlah dan jarak lapis dapat meningkatkan daya dukung namun jaraknya masih dalam bidang runtuh. Penambahan jarak lapis dan penempatan anyaman bambu pada lapis teratas berkontribusi lebih besar dalam peningkatan daya dukung daripada penambahan jumlah dan penempatan geotekstil pada lapis teratas. Nilai BCI(u) dan BCI(s) terbesar didapat pada konfigurasi jarak 3,6 cm, jumlah 3 lapis dengan urutan perkuatan anyaman bambu – geotekstil – anyaman bambu. Perlu adanya penelitian terlebih dahulu tentang batas maksimum jarak antar lapis anyaman bambu dimana daya dukung masih meningkat.

Kata kunci : Daya dukung, pondasi menerus, geotekstil, anyaman bambu, pasir, BCI

PENDAHULUAN

Tanah yang terdapat di bawah suatu konstruksi harus dapat memikul beban yang ada di atasnya tanpa mengalami kegagalan geser (*shear failure*) dan dengan penurunan (*settlement*) yang dapat ditolerir untuk konstruksi tersebut. Permasalahan

utama pada pasir *poorly graded* adalah mudah terdensifikasi atau mudah memampat. Adanya penambahan beban di atasnya merupakan pemicu terjadinya pemampatan. Tanah pasir tersebut dapat diberikan suatu perkuatan yang dapat memberikan peningkatan daya dukung

pasir *poorly graded*, yakni seperti perkuatan geotekstil dan anyaman bambu.

Ketika tanah dan geotekstil atau anyaman bambu digabungkan, material komposit (tanah yang diperkuat) tersebut menghasilkan kekuatan tekan dan tarik tinggi sehingga dapat menahan gaya yang bekerja dan deformasi. Kelemahan bambu adalah tidak tahan lama terhadap fungsi waktu, sehingga akan kehilangan kekuatannya. Karena itulah pada penelitian ini bambu dikombinasikan dengan geotekstil, dikarenakan geotekstil yang lebih tahan lama dalam menjalankan fungsinya maka proses perkuatan tanah tetap dapat berjalan dengan baik.

Berdasarkan penelitian sebelumnya dimana perkuatan geotekstil serta anyaman bambu dapat meningkatkan nilai daya dukung, maka pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besar pengaruh penurunan terhadap beban pada tanah pasir *poorly graded* dengan variasi jarak dan jumlah lapis perkuatan kombinasi serta mengetahui jarak dan jumlah lapis perkuatan yang memberikan kontribusi paling besar terhadap peningkatan *Bearing Capacity Improvement* tanah pasir *poorly graded*.

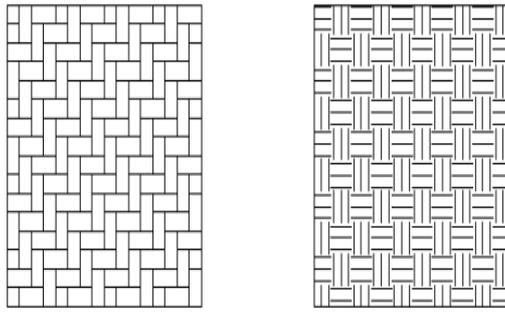
TINJAUAN PUSTAKA

Geotekstil

Pada umumnya penggunaan geotekstil dalam aplikasi geoteksinik memiliki salah satu dari keempat fungsi ini, yaitu separasi (*separation*), filtrasi (*filtration*), drainase (*drainage*), perkuatan (*reinforcement*). Manfaat perkuatan dengan geotekstil adalah menyediakan stabilitas kekuatan tanah sampai suatu waktu dimana tanah lunak mengalami konsolidasi (dan meningkatnya kekuatan geser tanah) sampai mempunyai cukup kekuatan untuk menahan beban di atasnya.

Anyaman Bambu (Gedek)

Anyaman bambu atau gedek diperoleh dari bambu yang sudah dibelah dan dianyam. Bambu bagian luar merupakan serat atau bagian terkuat dibandingkan yang lainnya, dan bagian terluar ini lebih sulit patah apabila dibengkokkan daripada bambu bagian dalam. Pemilihan bentuk dari anyaman bambu sangat dipengaruhi oleh jenis bambu yang digunakan dan kemudahan bambu untuk dijadikan serat. Jenis anyaman ini dibedakan berdasarkan cara menganyam. Beberapa jenis anyaman bambu digambarkan sebagai berikut :



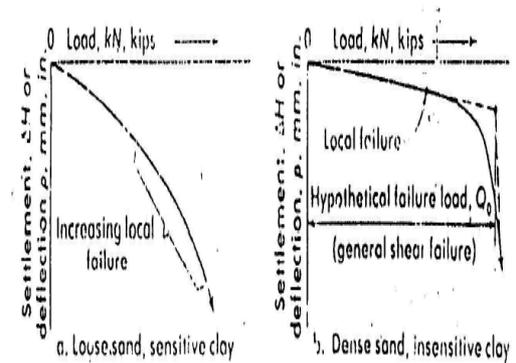
Gambar 1 : Jenis-jenis anyaman bambu

Tanah Pasir *Poorly Graded*

Ada syarat spesifik dalam penentuan apakah tanah pasir termasuk kriteria *poorly graded* atau tidak. Syarat-syarat tersebut yaitu tanah >50% lolos saringan No.4 dan tertahan saringan No. 200, $C_u < 6$ dan $1 < C_c < 3$.

Interaksi antara Tanah dan Beban

Kapasitas tanah untuk menahan beban bervariasi bukan hanya karena kekuatannya tetapi juga karena besar dan distribusi beban. Bertambahnya beban secara bertahap membuat tanah berdeformasi. Saat beban runtuh kritis (Q_0) tercapai angka deformasi yang bertambah besar sekalipun beban bertambahnya sedikit atau tidak sama sekali. Kurva beban dan penurunan pada beberapa jenis tanah ditunjukkan pada gambar 2.



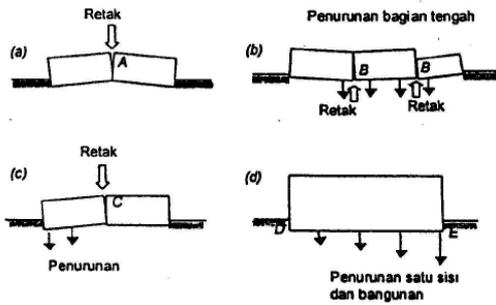
Gambar 2 : Kurva Beban – Penurunan untuk Pondasi

Penurunan

Jika tanah mengalami Pembebanan di atasnya maka tanah tersebut akan mengalami regangan dan penurunan (*settlement*). Penurunan dapat terjadi disebabkan berubahnya susunan tanah, relokasi partikel, deformasi partikel tanah, keluarnya air atau udara dari dalam pori, dan sebab-sebab lainnya. Ada beberapa penyebab terjadinya penurunan akibat pembebanan yang bekerja di atas tanah, yaitu :

1. Keruntuhan geser akibat terlampauinya daya dukung tanah, hal ini akan menyebabkan penurunan sebagian (*differential settlement*) dan penurunan diseluruh bangunan.
2. Kerusakan akibat defleksi yang besar pada pondasinya. Kerusakan ini umumnya terjadi pada pondasi dalam.

3. Distorsi geser pada tanah pendukungnya (*shear distorsion*) dari tanah pendukungnya.
4. Turunnya tanah akibat perubahan angka pori.

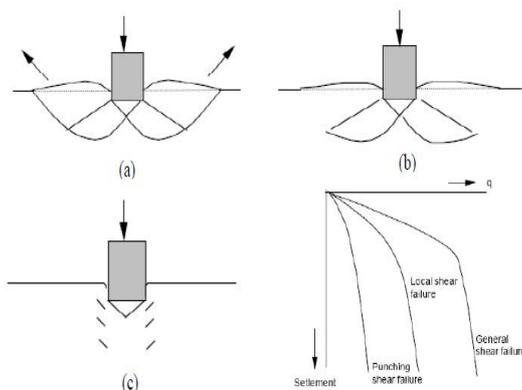


Gambar 3. Contoh Keruntuhan Bangunan Akibat Penurunan

Sumber : Hary Christady H, 1996 : 142

Model Keruntuhan Tanah Tanpa Perkuatan

Ada tiga macam keruntuhan yang diidentifikasi dan bentuk tekanan penurunannya secara umum diperlihatkan pada gambar 4 dibawah ini :



Gambar 4 : Tipe Keruntuhan Pondasi Serta Tipe Grafik Hubungan Beban dan Penurnan yang Menyebabkan Keruntuhan Pondasi

- (a).Keruntuhan Geser Umum (b).Keruntuhan geser Lokal (c).Keruntuhan Geser Pons

Sumber : Coduto, 1994 : 164

- a. Keruntuhan geser umum terjadi pada waktu yang relatif mendadak, bidang longsoran yang terbentuk berupa lengkungan dan garis lurus yang menembus hingga mencapai permukaan tanah.
- b. Keruntuhan geser lokal, dimana garis gelincir tampak jelas di bawah pondasi tapi penyebarannya hanya pada jarak pendek daam massa tanah dan tidak mencapai permukaan.
- c. Keruntuhan geser pons, dapat dikatakan keruntuhan geser tanah tidak terjadi. Pondasi hanya menembus dan menekan tanah ke samping yang menyebabkan pemampatan tanah di dekat pondasi.Hanya berkembang pada zona terbatas tepat di dasar dan di sekitar tepi pondasi.

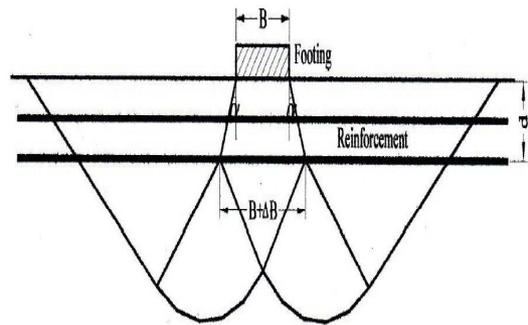
Daya Dukung

Analisis daya dukung tanah mempelajari kemampuan tanah dalam mendukung beban pondasi yang bekerja di atasnya. Daya dukung menyatakan tahanan geser tanah untuk melawan penurunan akibat pembebanan, yaitu tahanan geser yang dapat dikerahkan oleh tanah sepanjang bidang gesernya (Hury Christady H, 1996). Sedangkan

daya dukung ultimit (q_{ult}) didefinisikan sebagai tekanan terkecil yang dapat menyebabkan keruntuhan geser pada tanah pendukung tepat di bawah di sekeliling pondasi (R.F Craig, 1991)

Daya Dukung Pada Tanah Dengan Perkuatan

Huang dan Menq (1977) melakukan evaluasi pada tanah yang diberi perkuatan di bawah pondasi dengan suatu mekanisme keruntuhan yang dikemukakan oleh Schlosser et.al. (1983) seperti terlihat pada gambar 5. Menurut mekanisme keruntuhannya, keduanya memberikan efek saling menguatkan baik efek pada kedalaman dasar pondasi dan luas - plat, yang memberikan kontribusi pada peningkatan kapasitas daya dukung. Konsep dasar pada mekanisme keruntuhan ini adalah bahwa kapasitas daya dukung pada dasar pondasi (lebar: B) pada pondasi tanah yang diberi perkuatan adalah sama dengan penambahan lebar dasar pondasi (lebar: $B+\Delta B$) pada kedalaman d (jumlah kedalaman perkuatan) pada pondasi tanah tanpa perkuatan



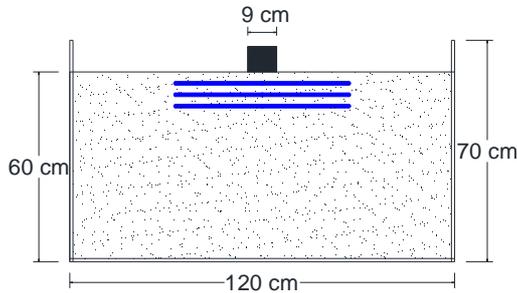
Gambar 5 : Mekanisme Keruntuhan Pondasi Tanah dengan Perkuatan
Sumber : Nugroho, 2010

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dalam dua tahapan. Tahap pertama merupakan penelitian yang dimaksudkan untuk mengetahui klasifikasi tanah pasir yang akan digunakan sebagai media penelitian. Tahap kedua merupakan penelitian yang dimaksudkan untuk memperoleh nilai daya dukung dan nilai penurunan yang terjadi dari tanah pasir tersebut yang telah diperkuat dengan lapis kombinasi geotekstil dan anyaman bambu dua arah dengan variasi jarak dan jumlah lapis, akibat pembebanan yang dilakukan.

Geotekstil dan anyaman bambu sebagai material perkuatan berukuran 54 cm x 70 cm. Model pondasi menerus dengan ukuran 9cm x 8 cm x 70 cm diberikan beban merata. Penempatan pondasi pada permukaan tanah pasir ($D_f=0$). Box uji yang digunakan berukuran 120 cm x 70 cm x 72 cm.

Berikut merupakan gambar contoh model tanah pasir dengan perkuatan. Dapat dilihat pada gambar 6:



Gambar 6 : Contoh Model Tanah Pasir Dengan Perkuatan Kombinasi

Berikut merupakan tabel rancangan penelitian yang akan dilakukan :

Tabel 1 : Rancangan Penelitian \

Benda Uji	Urutan Perkuatan	Jarak Antar Lapis	Pengulangan
Tanpa perkuatan	-	-	1x
2 lapis kombinasi	Geo-Bambu	1,8	1x
	Bambu-Geo		1x
	Geo-Bambu	2,7	1x
	Bambu-Geo		1x
	Geo-Bambu	3,6	1x
	Bambu-Geo		1x
3 lapis kombinasi	Geo-Bambu-Geo	1,8	1x
	Bambu-Geo-Bambu		1x
	Geo-Bambu-Geo	2,7	1x
	Bambu-Geo-Bambu		1x
	Geo-Bambu-Geo	3,6	1x
	Bambu-Geo-Bambu		1x
Total Benda Uji			13x

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah jarak dan jumlah lapis perkuatan kombinasi geotekstil dan anyaman bambu dua arah. Sedangkan variabel tak bebas adalah hasil pembebanan dan nilai pembacaan dial gauge. Variasi jarak antar lapis 0,2B; 0,3B; 0,4B dan variasi jumlah 2 dan 3 lapis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian tanpa perkuatan (hasil tes laboratorium) didapatkan daya dukung ultimate (q_{ult}) sebesar 32,540 kN/m² dan penurunan sebesar 17,360 mm². Sebagai pembandingan dilakukan pula perhitungan daya dukung secara teoritis.

Tabel 2 : Daya Dukung Secara Teoritis

Metode	k N / m ²
Terzaghi	34.339
Meyerhoff	30.971
Hansen	34.097
Vesic	35.475

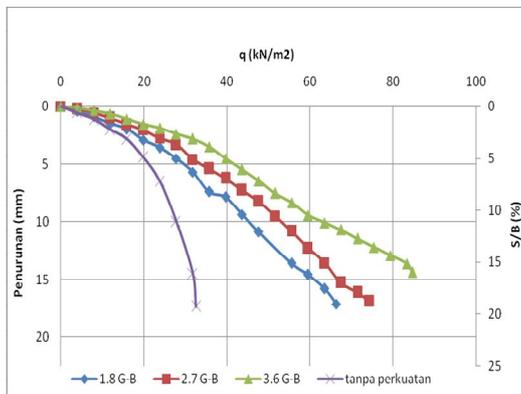
Peningkatan daya dukung ultimit terhadap adanya perkuatan dinyatakan dengan *bearing capacity improvement* (BCI) yang merupakan perbandingan antar tegangan tanah di bawah pondasi pada tanah diperkuat dengan tanah yang tidak diperkuat. BCI yang ditinjau berdasarkan daya dukung ultimit (BCI(u)) dan BCI berdasarkan penurunan (BCI(s)). Besarnya Daya dukung dan BCI(u) dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 : Daya dukung dan BCI(u)

Benda Uji	Jarak Lapis(cm)	q (kN/m ²)	BCI
Tanpa perkuatan	-	32.540	-
Geo-Bambu	1,8	66.349	2.039
Bambu-Geo		69.048	2.122
Geo-Bambu	2,7	74.286	2.283
Bambu-Geo		78.095	2.400
Geo-Bambu	3,6	84.603	2.600
Bambu-Geo		86.667	2.663
Geo-Bambu-Geo	1,8	69.524	2.137
Bambu-Geo-Bambu		71.111	2.185
Geo-Bambu-Geo	2,7	81.270	2.498
Bambu-Geo-Bambu		93.492	2.873
Geo-Bambu-Geo	3,6	91.111	2.800
Bambu-Geo-Bambu		105.079	3.229

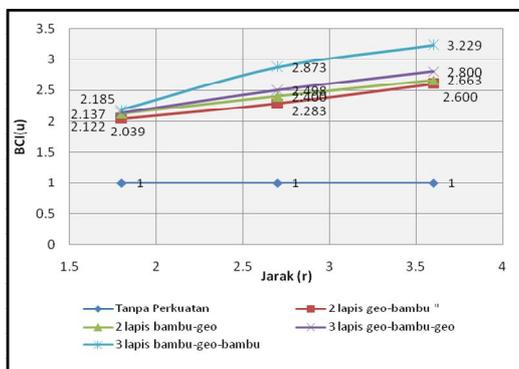
Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa daya dukung dan BCI terbesar didapat pada konfigurasi perkuatan dengan urutan perkuatan anyaman bambu – geotekstil – anyaman bambu dengan jarak lapis 3,6 cm, yaitu berturut-turut sebesar 105,79 kN/m² dan 3,229.

Berikut adalah contoh grafik hasil pembebanan variasi jarak lapis dengan jumlah (n) lapis 2 ,urutan geo-bambu



Gambar 7 : Grafik Hubungan Daya Dukung dan Penurunan Pada Variasi Jarak Lapis (n=2;Geo-Bambu)

Sedangkan gambar 8 adalah contoh dari grafik BCI(u) variasi jarak lapis.



Gambar 8 : Grafik Nilai BCI(u) untuk Variasi Jarak Lapis

Pada BCI(s) diambil s/b 4%; 6%; 8%; dan 10%. Berikut adalah tabel hasil dari BCI(s) yang ditunjukkan oleh tabel 4 – 7 :

Tabel 4 : Daya dukung dan BCI(s) 4%

Benda Uji	Jarak Lapis (cm)	q (kN/m ²)	BCI(s) 4%
Tanpa perkuatan	-	18.317	-
Geo-Bambu	1,8	23.950	1.308
Bambu-Geo		27.752	1.515
Geo-Bambu	2,7	29.407	1.605
Bambu-Geo		30.806	1.682
Geo-Bambu	3,6	36.275	1.980
Bambu-Geo		39.582	2.161
Geo-Bambu-Geo	1,8	27.230	1.487
Bambu-Geo-Bambu		30.278	1.653
Geo-Bambu-Geo	2,7	31.556	1.723
Bambu-Geo-Bambu		34.045	1.859
Geo-Bambu-Geo	3,6	38.361	2.094
Bambu-Geo-Bambu		47.256	2.580

Tabel 5 : Daya dukung dan BCI(s) 6%

Benda Uji	Jarak Lapis (cm)	q (kN/m ²)	BCI(s) 6%
Tanpa perkuatan	-	21.952	-
Geo-Bambu	1,8	30.881	1.407
Bambu-Geo		33.465	1.524
Geo-Bambu	2,7	35.784	1.630
Bambu-Geo		39.581	1.803
Geo-Bambu	3,6	43.405	1.977
Bambu-Geo		46.992	2.141
Geo-Bambu-Geo	1,8	35.565	1.620
Bambu-Geo-Bambu		37.497	1.708
Geo-Bambu-Geo	2,7	37.943	1.728
Bambu-Geo-Bambu		41.234	1.878
Geo-Bambu-Geo	3,6	47.777	2.176
Bambu-Geo-Bambu		59.978	2.732

Tabel 6 : Daya dukung dan BCI(s) 8%

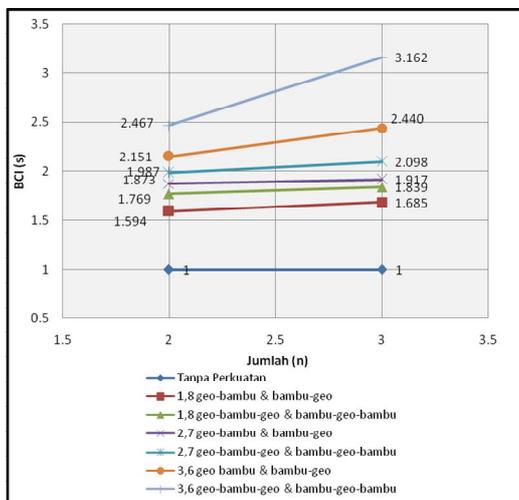
Benda Uji	Jarak Lapis (cm)	q (kN/m ²)	BCI(s) 8%
Tanpa perkuatan	-	24.968	-
Geo-Bambu	1,8	34.422	1.379
Bambu-Geo		39.527	1.583
Geo-Bambu	2,7	43.417	1.739
Bambu-Geo		46.486	1.862
Geo-Bambu	3,6	50.237	2.012
Bambu-Geo		54.474	2.182
Geo-Bambu-Geo	1,8	42.649	1.708
Bambu-Geo-Bambu		44.627	1.787
Geo-Bambu-Geo	2,7	48.449	1.940
Bambu-Geo-Bambu		50.023	2.003
Geo-Bambu-Geo	3,6	57.129	2.288
Bambu-Geo-Bambu		71.929	2.881

Tabel 7 : Daya dukung dan BCI(s) 10%

Benda Uji	Jarak Lapis (cm)	q (kN/m ²)	BCI(s) 10%
Tanpa perkuatan	-	26.789	-
Geo-Bambu	1,8	42.697	1.594
Bambu-Geo		47.255	1.764
Geo-Bambu	2,7	50.182	1.873
Bambu-Geo		51.349	1.917
Geo-Bambu	3,6	57.612	2.151
Bambu-Geo		65.368	2.440
Geo-Bambu-Geo	1,8	47.402	1.769
Bambu-Geo-Bambu		49.262	1.839
Geo-Bambu-Geo	2,7	53.218	1.987
Bambu-Geo-Bambu		56.190	2.098
Geo-Bambu-Geo	3,6	67.712	2.528
Bambu-Geo-Bambu		84.699	3.162

Dari tabel-tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin esbar persentase s/b, maka semakin besar pula BCI.

Berikut ini adalah contoh grafik BCI(s) 10% pada variasi urutan perkuatan yang ditunjukkan pada gambar 9 :



Gambar 9 : Grafik Nilai BCI(s) 10% untuk Variasi Urutan Perkuatan

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa data dan pembahasan mengenai pengaruh variasi jarak dan jumlah lapis perkuatan kombinasi geotekstil dan anyaman

bambu dua arah pada tanah pasir *poorly graded* dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Penambahan jumlah lapis dapat meningkatkan daya dukung
2. Penambahan jarak lapis dapat meningkatkan daya dukung, selama jarak tersebut tidak melebihi beidang runtuh dan jarak tersebut menjadikan perkuatan anyaman bambu masih merupakan satu kesatuan elemen
3. Penambahan jarak antar lapis berkontribusi lebih besar daripada jumlah lapis terhadap peningkatan daya dukung
4. Kontribusi anyaman bambu lebih besar dibandingkan geotekstil terhadap peningkatan daya dukung, namun perbedaan peningkatan daya dukung antara kedua perkuatan tersebut relatif kecil
5. Penempatan anyaman bambu pada lapisan paling atas lebih besar dalam meningkatkan daya dukung daripada penempatan geotekstil pada lapisan paling atas
6. Pada BCI(u), didapatkan bahwa penambahan jarak dan jumlah perkuatan akan meningkatkan nilai BCI. Begitu juga dengan penempatan anyaman bambu pada lapisan teratas akan meningkatkan nilai BCI

7. Pada BCI(s), didapatkan bahwa semakin besar persentase s/b maka akan semakin meningkatkan nilai BCI nya
8. Konfigurasi perkuatan yang paling daya dukungnya paling besar adalah pada jumlah (n) 3 lapis, jarak lapis (r) 3,6 cm dengan urutan perkuatan anyaman bambu-geotekstil-anyaman bambu.

SARAN

1. Perlu dilakukan penelitian tentang batas maksimum jarak antar lapis anyaman bambu dimana daya dukung masih meningkat
2. Perlu penambahan variasi urutan perkuatan, contohnya geotekstil-geotekstil-anyaman bambu atau anyaman bambu-anyaman bambu-geotekstil (tidak selang-seling).
3. Pada saat uji pembebanan, coba untuk memberikan tekanan yang konstan pada saat memompa hidrolis agar mengurangi kesalahan relatif pada penurunan yang terjadi.
4. Pembacaan penurunan pada LVDT diharapkan sedikitnya 3 kali pengulangan tiap beban 25 kg, dimaksudkan agar mengurangi kesalahan relatif.
5. Manfaatkanlah waterpass sebaik-baiknya agar pondasi tidak miring

dan agar lebih tepat dalam melihat retak yang terjadi.

6. Saat uji pembebanan perkuatan lebih baik dijepit di sisi-sisinya agar tidak terangkat saat terbebani.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Laboraturium Mekanika Tanah dan Laboraturium Struktur, Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang sebagai tempat pelaksanaan penelitian serta semua pihak atas dukungan dan partisipasinya selama penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J.E. 1993. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Jakarta: Erlangga.
- Das, Braja M. 1998. *Mekanika Tanah Jilid 1*. Jakarta: Erlangga
- Das, Braja M. 1998. *Mekanika Tanah Jilid 2*. Jakarta: Erlangga
- Hardiyatmo, HaryChristady. 2012. *Mekanika Tanah 1*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press
- Hardiyatmo, HaryChristady. 2010. *Mekanika Tanah 2*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press
- Indrawahyuni, Herlien. 2008. *Mekanika Tanah 1*. Malang: Bargie Media
- Indrawahyuni, Herlien. 2011. *Mekanika Tanah 2*. Malang: Bargie Media

International Code Council. 2006.
International Building Code
(IBC).Country Club Hills:
Illinois

Dirgantara, Eka Anjang Pradana. 2008.
Pengaruh Perkuatan Anyaman
Bambu Dengan Variasi
Kedalaman Pondasi Dan Jarak
Antar Lapis Perkuatan
Terhadap Daya Dukung
Pondasi Menerus Pada Tanah
Pasir “Poorly Graded”.
Malang: Universitas Brawijaya

Hidayat, Taufik. 2006. *Pengaruh*
Perkuatan Variasi Luas
terhadap Daya Dukung Tanah
Lempung Ekspansif dengan
model pondasi Lingkaran.
Malang: Universitas Brawijaya

Suyadi. Widodo. dkk. 2010. *Pengaruh*
Perkuatan Anyaman Bambu
Dengan Variasi Kedalaman
Pondasi Dan Jarak Antar Lapis
Perkuatan Terhadap Daya
Dukung Pondasi Menerus Pada
Tanah Pasir “Poorly Graded”.
Malang: Universitas Brawijaya