

**PENGARUH VARIASI JUMLAH DAN JARAK ANTAR LAPIS GEOTEKSTIL TERHADAP DAYA
DUKUNG DAN PENURUNAN PONDASI MENERUS PADA TANAH PASIR
*POORLY GRADED***

Gresi Dadik Wijaya, Ir. Suroso Dipl. HE. M. Eng, Ir. Harimurti. MT

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

E-mail: gresi19@gmail.com

ABSTRACT

The damages of the buildings construction such as of buildings wall cracks caused by shear failure on the decrease excess. The main problem on the poorly graded sand is a high decrease and low soil bearing capacity when given the imposition on it. A way to increase the bearing capacity can be reached by administration of reinforcement. The used reinforcement system is by installing geotextile geocomposite. The geotextile function is as the reinforcement soil where geotextile interacts with soil of friction or adhesion force to resist attractive force, so that the soil bearing capacity can be increased. This study used a variation on the distance between the reinforcement 0.2B, 0.3B, and 0.4B as well as variations in the amount of reinforcement that is one, two and three. The results of the installation of geotextile in this study indicates that the has increased bearing capacity models. Where an increase in the maximum bearing capacity occurs when the distance between the number of layers of reinforcement 0.2B and the others. Based on this test it can be concluded that the closer the distance between the reinforcement and the bigger number of layers of reinforcement, the bigger bearing capacity.

Keywords : bearing capacity, decrease, geotextile-geocomposite, distance between the reinforcement, amount of reinforcement, continuous foundation.

ABSTRAK

Kerusakan konstruksi pada bangunan seperti keretakan dinding bangunan disebabkan oleh keruntuhan geser pada tanah dan penurunan berlebih. Permasalahan utama pada tanah pasir *poorly graded* adalah penurunan yang tinggi dan daya dukung tanah yang rendah apabila diberikan pembebanan di atasnya. Salah satu cara untuk meningkatkan daya dukung tanah dapat ditempuh dengan melakukan pemberian perkuatan. 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 satu, 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 0.2B dengan jumlah lapis sebanyak tiga. Berdasarkan pengujian ini dapat disimpulkan bahwa semakin dekat jarak antar perkuatan dan semakin banyak jumlah lapisan perkuatan maka daya dukung semakin besar.

Kata-kata kunci: daya dukung, penurunan, geotekstil-geocomposite, jarak antar perkuatan, jumlah lapis perkuatan, pondasi menerus.

PENDAHULUAN

Kerusakan konstruksi pada bangunan seperti keretakan pada dinding bangunan disebabkan oleh keruntuhan geser pada tanah dan penurunan berlebih. Jenis tanah pasir memiliki beberapa sifat yang kurang menguntungkan bagi suatu konstruksi, terutama pada tanah pasir yang memiliki nilai kerapatan relatif yang rendah (pasir lepas). Tanah pasir *poorly graded* adalah pasir bergradasi buruk yang memiliki komponen butiran besar dan kecil, tapi dengan pembagian butiran yang relatif rendah pada ukuran sedang. Permasalahan utama pada tanah pasir *poorly graded* adalah penurunan yang tinggi dan daya dukung tanah yang rendah apabila diberikan pembebanan di atasnya. Untuk menghindari terjadi hal tersebut, sebelum pelaksanaan konstruksi terlebih dahulu dilakukan perbaikan tanah sebagai landasan konstruksi. Salah satu perbaikan tanah yang cukup efektif adalah perbaikan tanah dengan menggunakan geotekstil.

Berdasarkan fungsinya, geotekstil memiliki fungsi sebagai penyaring, drainasi, perlindungan, lapisan pemisah, dan perkuatan. Ketika tanah dan geotekstil digabungkan, material komposit (tanah yang diperkuat) tersebut menghasilkan kekuatan tekan dan tarik

tinggi sehingga dapat menahan gaya yang bekerja dan deformasi. Pada tahapan tersebut, geotekstil berlaku sebagai bagian tahanan tarik (gesekan, adhesi, saling mengikat (*interlocking*) atau pengurungan (*confinement*)) yang digabungkan ke tanah dan menjaga stabilitas massa tanah. Dapat dikatakan geotekstil berperan untuk menyediakan stabilitas kekuatan tanah sampai suatu waktu dimana tanah tanah lunak di bawah timbunan mengalami konsolidasi (dan meningkatkan kekuatan geser tanah) sampai mempunyai cukup kekuatan untuk menahan beban timbunan di atasnya. Maka dari itu pada penelitian ini digunakan geotekstil pada perkuatan tanah pasir, dikarenakan geotekstil dapat bertahan lama dalam menjalankan fungsinya maka proses perkuatan tanah tetap berjalan dengan baik.

Dengan sejalannya perkembangan teknologi, penggunaan geotekstil telah banyak dikembangkan oleh para ahli maupun pelaksana konstruksi. Studi tentang penggunaan geotekstil pertama kali dilakukan oleh **Binquet dan Lee (1975)** dalam perkuatan tanah pondasi yang menyimpulkan bahwa daya dukung tanah pasir meningkat tiga kali dengan sejumlah perkuatan dalam bentuk lembaran – lembaran alumunium.

Hasil penelitian **Michael T. Adams dan James G. Collins (1997)** menunjukkan bahwa perkuatan tanah dengan geogrid dan geocell pada pondasi dangkal persegi diatas tanah pasir dengan variasi jumlah lapis, jarak dan kedalaman lapisan pertama akan meningkatkan daya dukung batas dan daya dukung ijin pondasi pada pengukuran penurunan yang sama. BCR (Bearing Capacity Ratio) akan makin bertambah jika lapisan pertama berada pada kedalaman kurang dari 0,5 lebar pondasi (B) dengan BCR rata-rata lebih dari 2,6. Pada penelitian untuk kasus pondasi menerus oleh **E.C.Shin dan Braja M. Das (2000)**, mereka membuat pemodelan pondasi menerus yang ditanam pada tanah pasir *poorly graded* yang diberi perkuatan dengan 6 lapis geogrid dalam media box uji. Hasil dari penelitian didapatkan rasio daya dukung tanah meningkat seiring meningkatnya kedalaman (D_f), jarak dari dasar pondasi ke lapis perkuatan (u), jarak antar lapis perkuatan (h), dan lebar perkuatan (b) terhadap lebar dasar pondasi (B) yaitu pada angka $D_f/B = 0,6$; $u/B = 0,4$; $h/B = 0,4$; $b/B \geq 8$. Penelitian yang dilakukan oleh **Suyadi W,dkk (2010)** dengan model pondasi menerus pada tanah pasir *poorly graded* dengan variasi kedalaman pondasi dan jarak antar lapis perkuatan menghasilkan konfigurasi daya dukung paling tinggi adalah pada kedalaman pondasi 9 cm (B) dengan jarak antar lapis perkuatan 1,8 cm ($0,2B$), dimana menghasilkan nilai BCR yang paling besar diantara konfigurasi lain sebesar 4,3117. Kedalaman pondasi yang semakin besar dan

jarak antar lapis perkuatan yang semakin dekat akan meningkatkan daya. dukung tanah.

Berdasarkan pemaparan diatas penelitian ini dilakukan untuk melanjutkan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya yaitu mengenai pengaruh perkuatan geotekstil pada tanah pasir *poorly graded* terhadap daya dukung tanah. Untuk melanjutkan penelitian yang sebelumnya, pada penelitian dilakukan perkuatan tanah menggunakan geotekstil dengan variasi jumlah lapisan geotekstil dan variasi jarak antar lapis geotekstil.

TUJUAN

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh pembebanan pondasi yang menggunakan tanah pasir *poorly graded* pada tanah datar tanpa perkuatan dengan tanah datar yang menggunakan perkuatan geotekstil terhadap daya dukung dan penurunan pondasi.
2. Mengetahui pengaruh jarak antar lapis geotekstil yang optimum pada pondasi menerus terhadap daya dukung tanah pasir *poorly graded*.
3. Mengetahui pengaruh jumlah lapis geotekstil yang optimum pada pondasi menerus terhadap daya dukung tanah pasir *poorly graded*.

4. Mengetahui hubungan jumlah lapis dan jarak antar lapis perkuatan geotekstil dengan peningkatan rasio daya dukung tanah pasir *poorly graded*.

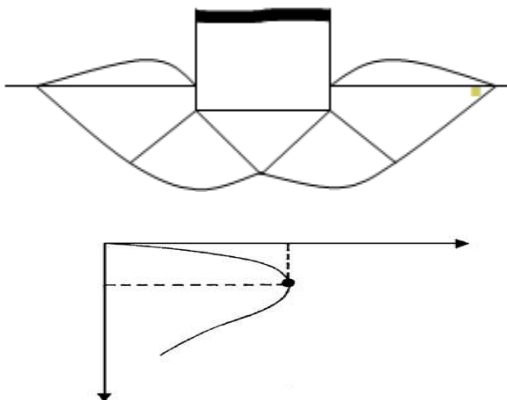
TINJAUAN PUSTAKA

Tipe Keruntuhan

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

1. Keruntuhan Geser Umum (*General Shear Failure*)

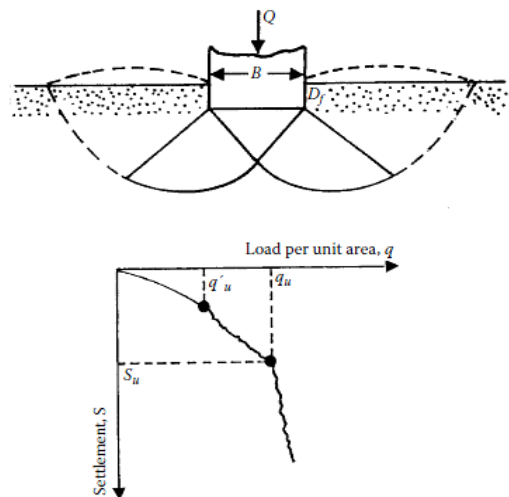
Keruntuhan pondasi terjadi menurut bidang runtuh yang dapat diidentifikasi dengan jelas. Bidang longsor yang terbentuk, berupa lengkungan dan garis lurus yang menembus hingga mencapai permukaan tanah. Saat keruntuhannya, terjadi gerakan massa tanah kearah luar dan atas. keruntuhan geser umum terjadi dalam waktu yang relatif mendadak, yang diikuti oleh penggulingan pondasinya. Tipe keruntuhan ini terjadi pada pasir padat (dense sand) yang memiliki $Dr > 67\%$.



Gambar 1. *General Shear Failure* (Zufialdi Zakaria, 2006 : 5)

2. Keruntuhan Geser Lokal (*Local Shear Failure*)

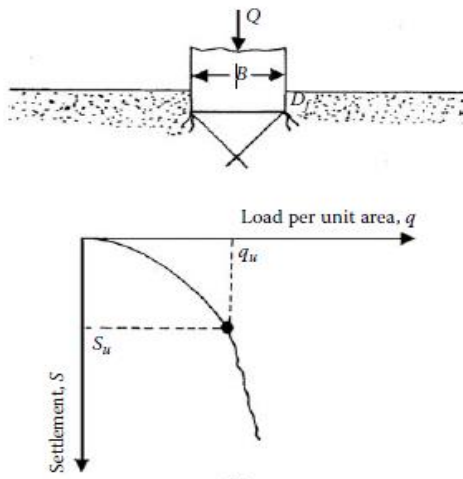
Tipe keruntuhannya hampir sama dengan keruntuhan geser umum, namun bidang runtuh yang terbentuk tidak sampai mencapai permukaan tanah. Jadi, bidang runtuh yang kontinu tidak berkembang. Pondasi tenggelam akibat bertambahnya beban pada kedalaman yang relatif dalam, yang menyebabkan tanah di dekatnya mampat. Tetapi, mampatnya tanah tidak sampai mengakibatkan kedudukan kritis keruntuhan tanahnya, sehingga zona plastis tidak berkembang seperti pada keruntuhan geser umum. Dalam tipe keruntuhan geser setempat, terdapat sedikit pengembangan tanah disekitar pondasi, namun tidak terjadi penggulingan pondasi. Tipe keruntuhan ini terjadi pada pasir medium dense sand yaitu pasir dengan Dr $30\% < Dr < 67\%$.



Gambar 2. *Local Shear Failure* (Zufialdi Zakaria, 2006 : 5)

3. Keruntuhan Penetrasi (*Punching Shear Failure*)

Pada tipe keruntuhan ini dapat dikatakan keruntuhan geser tanah tidak terjadi. Akibat bebannya, pondasi hanya akan menembus dan menekan tanah ke samping yang menyebabkan pemampatan tanah di dekat pondasi. Penurunan pondasi bertambah hampir secara linear dengan penambahan bebannya. Pemampatan tanah akibat penetrasi pondasi, berkembang hanya pada zona terbatas tepat di di dasar dan di sekitar pondasi. Penurunan yang terjadi tidak menghasilkan cukup gerakan arah lateral yang menuju kedudukan kritis keruntuhan tanahnya, sehingga kuat geser ultimit tanah tidak dapat berkembang. Pondasi menembus tanah ke bawah dan baji tanah yang terbentuk di bawah dasar pondasi hanya menyebabkan tanah menyisih. Saat keruntuhan, bidang runtuh tidak terlihat sama sekali. Tipe keruntuhan ini terjadi pada pasir lepas dengan $D_r < 30\%$.



Gambar 3. *Punching Shear Failure*
(Zufialdi Zakaria, 2006 : 5)

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. Konsep ini pertama kali dikenalkan oleh Prandtl (1921), yang kemudian dikembangkan oleh Terzaghi (1943), Meyerhof (1955) dan lainnya (*Hardiyatmo, H.C., 2011:110-111*).

Geotekstil

Perkembangan teknologi kimia organik telah menemukan bahan pengganti atau bahan sintetis yang terbuat dari bahan baku minyak mentah. Bahan tersebut dikenal dengan sebutan polimer (*polymer*) dan berkembang menjadi plastik, karet dan sintetis lainnya. Polimer berasal dari bahan organik yang berupa ikatan hidrokarbon (*hydrocarbon*). Struktur polimer terbentuk sebagai rantai molekul yang panjang dan merupakan ikatan yang fleksibel dengan unsur utama karbon. Pembuatan bahan polimer yang relatif murah ini menjadi pesat, sehingga bahan sintetis ini mampu menggantikan beberapa unsur lain yang umumnya dipergunakan saat itu. Sifat lain yang menguntungkan pada pembuatan

bahan polimer ini adalah kemudahan dalam pengendalian mutu serta mutu yang jauh lebih baik daripada bahan alam saingannya. Pada sebagian besar barang hasil industri saat ini, pemakaian logam dan kayu dapat digantikan dengan bahan sintetis yang memenuhi persyaratan dan dibuat dengan biaya yang relatif murah.

Dalam bidang geotekstil, telah diperkenalkan adanya bahan sintetis, yaitu polietilen (*polyethylene/PE*), poliester (*polyester*), polipropilen (*polypropylene/PP*), poliamid (*polyamide*) dan aramid sebagai bahan dasar pembuatan apa yang disebut dengan geosintetis (*geosynthetics*). Geosintetis berasal dari kata *geo* yang berarti bumi atau tanah dan sintetis yang secara kasar dapat diartikan sebagai bahan sintetis yang dipergunakan untuk keperluan geoteknik. Bahan-bahan termasuk ke dalam keluarga besar geosintetis adalah (*geotextile*), geogrid, geonet, geomembran (*geomembrane*), geokomposit (*geocomposite*) dan *geosynthetic clay liners / GCL*.

Berikut ini adalah fungsi secara umum dari Geotekstil yang banyak diterapkan dalam proyek-proyek sipil :

- a. Perkuatan (*reinforcement*)
- b. Drainasi
- c. Perlindungan (*protection*)
- d. Filtrasi
- e. Lapisan pemisah (*separator*)

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*

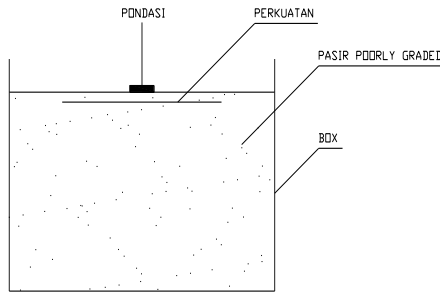
Penelitian yang dilakukan pada uji pemeriksaan dasar pada tanah yaitu :

- a. Pemeriksaan analisis saringan menurut ASTM C-136-46
- b. Pemeriksaan berat jenis butiran tanah mengikuti ASTM D-854-58
- c. Pemeriksaan kadar air tanah mengikuti AASHTO T-265 dan ASTM D-2216-90.
- d. Pemeriksaan kuat geser langsung (*direct shear test*) mengikuti AASHTO T-236-72 dan ASTM d-3080-72.
- e. Pemeriksaan uji pembebanan.

Rancangan Penelitian

Pada penelitian ini ditekankan variasi jumlah lapis dan jarak antar lapis perkuatan. Jumlah keseluruhan penelitian sebanyak 10 kali. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah jumlah lapis perkuatan dan jarak antar lapis perkuatan. Sedangkan variabel terikat adalah hasil pembebanan dan nilai pembacaan LVDT digital.

Penelitian ini menggunakan variasi jumlah lapis yaitu satu lapis, dua lapis, dan tiga lapis. Untuk variasi jarak antar lapis perkuatan (h) geotekstil digunakan 0,2B; 0,3B; dan 0,4B.



Gambar 4. Gambar Tampak Samping Model Perkuatan

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. Rancangan Penelitian

Jumlah Geotekstil	Posisi	Jarak antar lapis (cm)			Pengulangan
		lapis 1	lapis 2	lapis 3	
Tanpa geotekstil	-	-	-	-	1x
1	A	1,8	-	-	1x
	B	2,7	-	-	1x
	C	3,6	-	-	1x
2	A	1,8	1,8	-	1x
	B	2,7	2,7	-	1x
	C	3,6	3,6	-	1x
3	A	1,8	1,8	1,8	1x
	B	2,7	2,7	2,7	1x
	C	3,6	3,6	3,6	1x
				Total Benda Uji	10x

Berdasarkan hasil pengujian pembebanan, diperoleh data beban maksimum dan penurunan untuk model tanpa perkuatan serta beban maksimum dan penurunan untuk model dengan perkuatan geotekstil. Daya dukung dihitung dengan rumus berikut:

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

Dengan:

Pu : 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 Lapis Perkuatan

Analisis daya dukung untuk variasi jarak antar perkuatan menghasilkan bahwa nilai daya dukung yang paling tinggi sebesar 74,286 kN/m² pada jarak antar perkuatan 1,8 cm dengan 3 lapis geotekstil. Berdasarkan hasil pengujian eksperimen di laboratorium didapatkan hasil sebagai berikut:

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

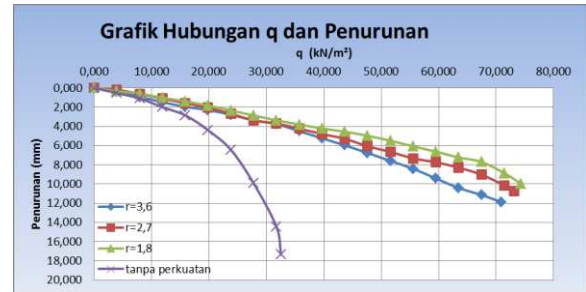
Jumlah lapis	Jarak antar lapis (cm)	Penurunan (mm)	q (kN/m ²)	BCI	Selisih (%)
1	1,800	11,482	54,127	1,663	
	2,700	12,890	50,635	1,556	6,452
	3,600	14,694	50,159	1,541	0,940
2	1,800	10,753	66,032	2,029	
	2,700	11,084	64,762	1,990	1,923
	3,600	12,697	64,444	1,980	0,490
3	1,800	9,965	74,286	2,283	
	2,700	10,744	73,175	2,249	1,496
	3,600	11,893	70,952	2,180	3,037
tanpa perkuatan		17,361	32,540	1,000	



Gambar 5. Grafik hubungan daya dukung dan penurunan untuk 1 lapis geotekstil dengan variasi jarak antar lapis geotekstil



Gambar 6. Grafik hubungan daya dukung dan penurunan untuk 2 lapis geotekstil dengan variasi jarak antar lapis geotekstil



Gambar 7. Grafik hubungan daya dukung dan penurunan untuk 3 lapis geotekstil dengan variasi jarak antar lapis geotekstil

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 74,286 kN/m² pada jarak antar perkuatan 1,8 cm dengan 3 lapis geotekstil. Berdasarkan hasil pengujian eksperimen di laboratorium didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 3. Nilai daya dukung dan penurunan dengan variasi jumlah lapis perkuatan

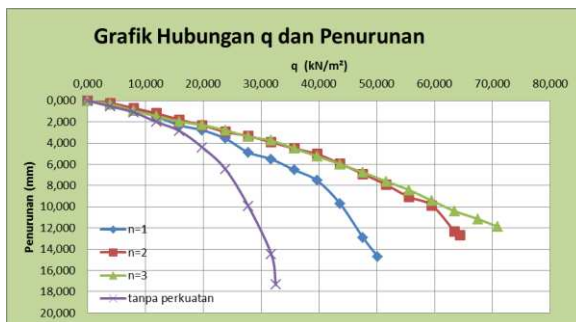
Jarak antar lapis (cm)	Jumlah lapis	Penurunan (mm)	q (kN/m ²)	BCI	Selisih (%)
1,800	1	11,482	54,127	1,663	
	2	10,753	66,032	2,029	18,029
	3	9,965	74,286	2,283	11,111
2,700	1	12,890	50,635	1,556	
	2	11,084	64,762	1,990	21,814
	3	10,744	73,175	2,249	11,497
3,600	1	14,694	50,159	1,541	
	2	12,697	64,444	1,980	22,167
	3	11,893	70,952	2,180	9,172
tanpa perkuatan		17,361	32,540	1,000	



Gambar 8. Grafik hubungan daya dukung dan penurunan untuk jarak antar lapis 1,8 cm dengan variasi jumlah lapis



Gambar 9. Grafik hubungan daya dukung dan penurunan untuk jarak antar lapis 2,7 cm dengan variasi jumlah lapis



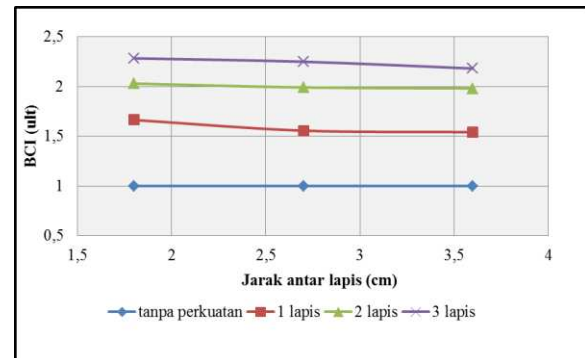
Gambar 10. Grafik hubungan daya dukung dan penurunan untuk jarak antar lapis 3,6 cm dengan variasi jumlah lapis

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

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

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

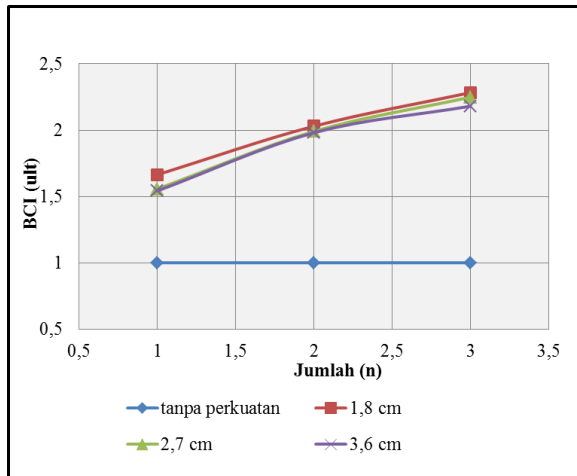
Jumlah lapis	Jarak antar lapis (cm)	Penurunan (mm)	q ult (kN/m ²)	BCI ult	Selisih (%)
1	1,8	11,482	54,127	1,663	
	2,7	12,890	50,635	1,556	6,452
	3,6	14,694	50,159	1,541	0,940
2	1,8	10,753	66,032	2,029	
	2,7	11,084	64,762	1,990	1,923
	3,6	12,697	64,444	1,980	0,490
3	1,8	9,965	74,286	2,283	
	2,7	10,744	73,175	2,249	1,496
	3,6	11,893	70,952	2,180	3,037
tanpa perkuatan		17,361	32,540	1,000	



Gambar 11. Grafik $BCI_{(u)}$ untuk variasi jarak antar perkuatan

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

Jarak antar lapis (cm)	Jumlah lapis	Penurunan (mm)	q (kN/m ²)	BCI	Selisih (%)
1,8	1	11,482	54,127	1,663	
	2	10,753	66,032	2,029	18,029
	3	9,965	74,286	2,283	11,111
2,7	1	12,890	50,635	1,556	
	2	11,084	64,762	1,990	21,814
	3	10,744	73,175	2,249	11,497
3,6	1	14,694	50,159	1,541	
	2	12,697	64,444	1,980	22,167
	3	11,893	70,952	2,180	9,172
tanpa perkuatan		17,361	32,540	1,000	



Gambar 12. Grafik $BCI_{(ult)}$ untuk variasi jumlah lapis perkuatan

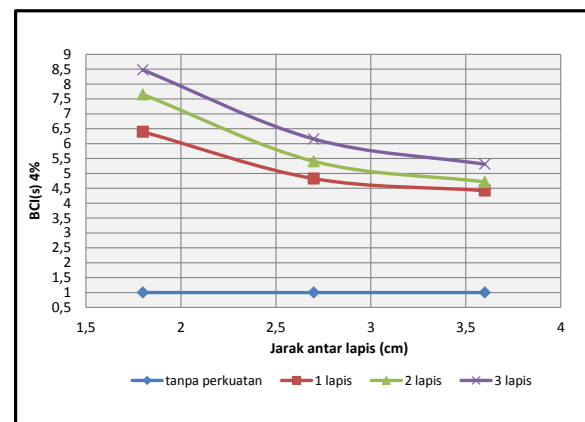
Berdasarkan tabel dan grafik di atas, dapat diketahui bahwa variasi jarak antar lapis perkuatan dan jumlah lapis perkuatan meningkatkan daya dukung tanah. Hal ini ditunjukkan dengan nilai $BCI_{(ult)}$ lebih besar dari 1. Adapun nilai yang maksimum dari variasi jarak antar lapis ini diperoleh pada perkuatan 3 lapis geotekstil dengan jarak antar lapis 1,8 didapat nilai $BCI_{(ult)}$ sebesar 2,283. Dari grafik dapat dilihat jarak antar lapis mempengaruhi peningkatan daya dukung yang sedikit dan belum mencapai optimum. Hal ini disebabkan karena pada waktu pembebanan, parameter yang digunakan adalah saat tanah mengalami keretakan disekitar pondasi sehingga grafik daya dukung dan penurunannya belum mencapai *failed*.

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

Hasil analisis nilai $BCI_{(s)}$ untuk variasi jarak antar lapis perkuatan dan jumlah lapis perkuatan disajikan pada tabel dan grafik berikut:

Tabel 6. Nilai $BCI_{(s)}$ 4% untuk variasi jarak antar lapis lapis perkuatan

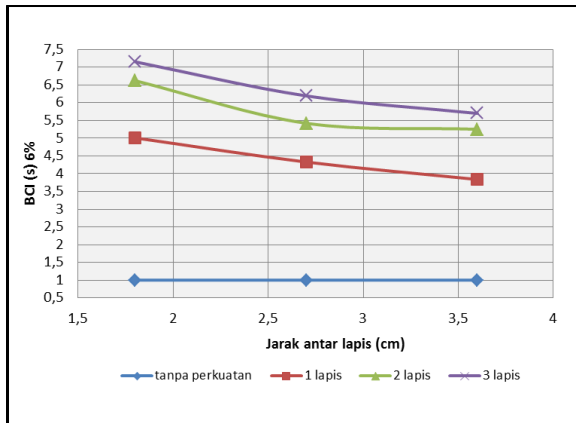
S/B	Jumlah Lapis (n)	Jarak antar Lapis (r) cm	q (kN/m ²)	q tanpa perkuatan (kN/m ²)	BCI (s)	selisih (%)
4%	1	1.8	41,168	6,436	6,396	24,548
		2.7	31,062		4,826	8,375
		3.6	28,460		7,651	29,336
	2	1.8	49,245		5,407	12,782
		2.7	34,799		4,715	8,473
		3.6	30,351		6,156	27,353
	3	1.8	54,537		5,307	13,784
		2.7	39,620			
		3.6	34,159			



Gambar 13. Grafik $BCI_{(s)}$ 4% untuk variasi jarak antar lapis perkuatan

Tabel 7. Nilai $BCI_{(s)}$ 6% untuk variasi jarak antar lapis perkuatan

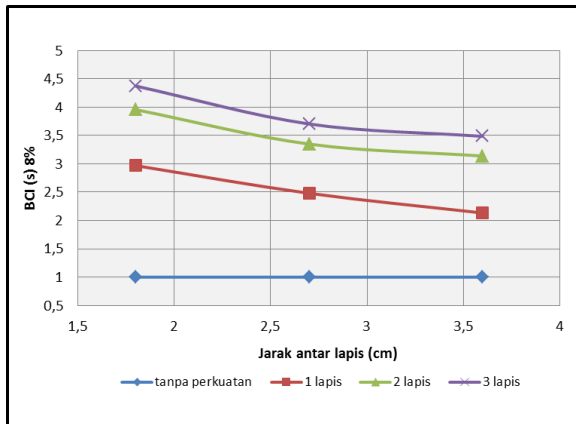
S/B	Jumlah Lapis (n)	Jarak antar Lapis (r) cm	q (kN/m ²)	q tanpa perkuatan (kN/m ²)	BCI (s)	selisih (%)
6%	1	1.8	35,658	7,118	5,009	13,575
		2.7	30,817		4,329	11,338
		3.6	27,323		6,620	18,094
	2	1.8	47,124		5,422	3,132
		2.7	38,597		7,153	
		3.6	37,388		6,193	13,421
	3	1.8	50,918		5,699	7,980
		2.7	44,085			
		3.6	40,567			



Gambar 14. Grafik $BCI_{(s)}$ 6% untuk variasi jarak antar lapis perkuatan

Tabel 8. Nilai $BCI_{(s)}$ 8% untuk variasi jarak antar lapis lapis perkuatan

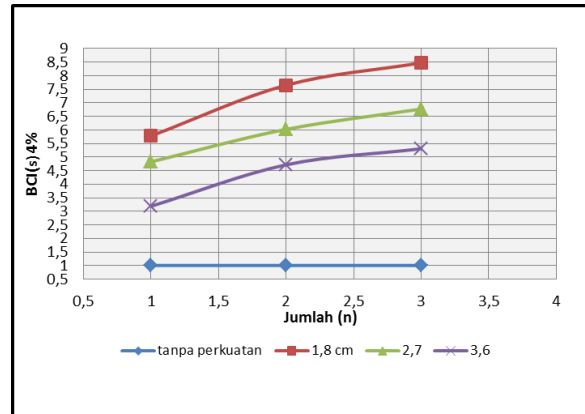
S/B	Jumlah Lapis (n)	Jarak antar Lapis (r) cm	q (kN/m ²)	q tanpa perkuatan (kN/m ²)	BCI (s)	selisih (%)
8%	1	1.8	42,781	14,418	2,967	
		2.7	35,749		2,479	16,439
		3.6	30,746		2,132	13,994
	2	1.8	57,018		3,955	
		2.7	48,270		3,348	15,343
		3.6	45,233		3,137	6,291
3	1.8	63,036	4,372			
	2.7	53,391	3,703	15,301		
		3.6	50,240	3,485	5,902	



Gambar 15. Grafik $BCI_{(s)}$ 8% untuk variasi jarak antar lapis perkuatan

Tabel 9. Nilai $BCI_{(s)}$ 4% untuk variasi jumlah lapis perkuatan

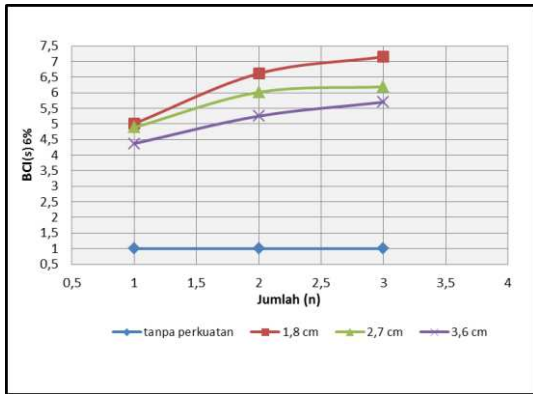
S/B	Jarak antar Lapis (r) cm	Jumlah Lapis (n)	q (kN/m ²)	q tanpa perkuatan (kN/m ²)	BCI (s)	selisih (%)
4%	1.8	1	41,168	6,436	6,396	
		2	49,245		7,651	16,403
		3	54,537		8,473	9,704
	2.7	1	31,062		4,826	
		2	34,799		5,407	10,740
		3	39,620		6,156	12,168
	3.6	1	20,524		3,189	
		2	30,351		4,715	32,378
		3	34,159		5,307	11,148



Gambar 16. Grafik $BCI_{(s)}$ 4% untuk variasi jumlah lapis perkuatan

Tabel 10. Nilai $BCI_{(s)}$ 6% untuk variasi jumlah lapis perkuatan

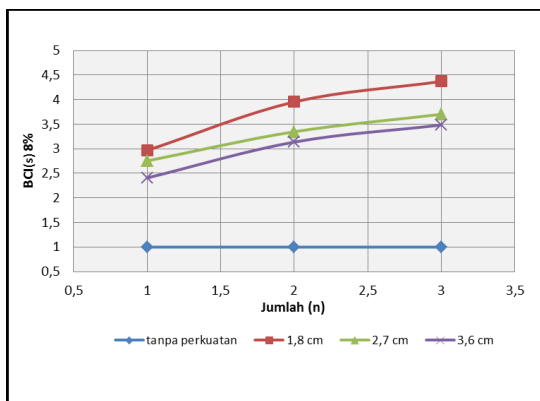
S/B	Jarak antar Lapis (r) cm	Jumlah Lapis (n)	q (kN/m ²)	q tanpa perkuatan (kN/m ²)	BCI (s)	selisih (%)
6%	1.8	1	35,658	7,118	5,009	
		2	47,124		6,620	24,332
		3	50,918		7,153	7,452
	2.7	1	30,817		4,329	
		2	38,597		5,422	20,158
		3	44,085		6,193	12,448
	3.6	1	27,323		3,838	
		2	37,388		5,252	26,921
		3	40,567		5,699	7,835



Gambar 17. Grafik $BCI_{(s)}$ 6% untuk variasi jumlah lapis perkuatan

Tabel 11. Nilai $BCI_{(s)}$ 8% untuk variasi jumlah lapis perkuatan

S/B	Jarak antar Lapis (r) cm	Jumlah Lapis (n)	q (kN/m ²)	q tanpa perkuatan (kN/m ²)	BCI (s)	selisih (%)
8%	1.8	1	42.781	14.418	2.967	
		2	57.018		3.955	24.970
		3	63.036		4.372	9.546
	2.7	1	35.749		2.479	
		2	48.270		3.348	25.941
		3	53.391		3.703	9.591
	3.6	1	30.746		2.132	
		2	45.233		3.137	32.028
		3	50.240		3.485	9.966



Gambar 18. Grafik $BCI_{(s)}$ 8% untuk variasi jumlah lapis perkuatan

Berdasarkan penelitian didapatkan bahwa variasi jumlah dan jarak antar lapisan

geotekstil cukup berpengaruh terhadap daya dukung dan penurunan. Untuk pengaruhnya terhadap peningkatan daya dukung dapat dibuktikan pada hasil analisis BCI yang menunjukkan bahwa pemasangan geotekstil pada tanah datar pasir meningkatkan nilai daya dukung. Hal ini ditunjukkan dengan nilai $BCI > 1$, dimana BCI untuk tanah tanpa perkuatan sebesar 1. Untuk pengaruhnya terhadap penurunan dapat ditunjukkan pada grafik hubungan daya dukung dan penurunan yang mengalami penurunan lebih kecil dibanding penurunan yang tidak menggunakan perkuatan.

Dengan penambahan jumlah lapisan geotekstil menghasilkan daya dukung yang juga bertambah, hal ini dapat dibuktikan pada hasil analisis $BCI > 1$ dengan daya dukung paling maksimum diperoleh pada jumlah lapis 3 lapisan geotekstil. Untuk penurunannya mengalami penurunan yang lebih kecil dibanding tanpa perkuatan geotekstil, hal ini dapat ditunjukkan pada grafik hubungan daya dukung dan penurunan yang mengalami penurunan lebih kecil dibanding tidak menggunakan perkuatan. Dengan penurunan paling kecil diperoleh pada jumlah lapis 3 lapisan geotekstil.

Dengan variasi jarak antar lapis geotekstil menghasilkan daya dukung yang juga bertambah, hal ini dapat dibuktikan pada hasil analisis $BCI > 1$ dengan daya dukung paling maksimum diperoleh pada jarak antar lapis geotekstil sebesar 1,8 cm. Untuk penurunannya mengalami penurunan yang lebih kecil dibanding tanpa perkuatan geotekstil, hal ini

dapat ditunjukkan pada grafik hubungan daya dukung dan penurunan yang mengalami penurunan lebih kecil dibanding tidak menggunakan perkuatan. Dengan penurunan paling kecil diperoleh pada jarak antar lapis geotekstil sebesar 1,8 cm.

KESIMPULAN

Dari hasil analisa data dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil eksperimen dan analisis pengaruh geotekstil terhadap nilai daya dukung pada tanah datar tanpa perkuatan dengan tanah datar menggunakan perkuatan geotekstil mengalami peningkatan yang dapat dibuktikan pada nilai $BCI > 1$, dimana BCI untuk tanah tanpa perkuatan sebesar 1. Sedangkan pengaruh geotekstil terhadap penurunan mengalami penurunan yang lebih kecil dibanding yang tidak menggunakan perkuatan, hal ini dapat dilihat dari grafik hubungan daya dukung dan yang mengalami penurunan lebih kecil dibanding tidak menggunakan perkuatan.
2. Berdasarkan grafik $BCI_{(ult)}$ untuk jarak antar lapis geotekstil menunjukkan tidak ada jarak antar lapis yang optimum, karena parameter yang diamati pada waktu penelitian adalah saat terjadi keretakan tanah disamping pondasi

sehingga pada grafik daya dukung dan penurunannya belum mencapai *failed*. Hanya jarak antar lapis 1,8 cm mempunyai daya dukung paling besar, yakni 74,286 kN/m² dengan penurunan sebesar 9,965 mm.

3. Berdasarkan grafik $BCI_{(ult)}$ untuk jumlah lapis geotekstil menunjukkan tidak ada jumlah lapis yang optimum, karena parameter yang diamati pada waktu penelitian adalah saat terjadi keretakan tanah disamping pondasi sehingga pada grafik daya dukung dan penurunannya belum mencapai *failed*. Hanya jumlah lapis 3 mempunyai daya dukung paling besar, yakni 74,286 kN/m² dengan penurunan sebesar 9,965 mm.
4. Dengan jarak antar lapis sebesar 1,8 cm dan jumlah lapis 3 akan menghasilkan daya dukung yang paling tinggi sebesar 74,286 kN/m² dan penurunan sebesar 9,964 mm. Daya dukung ini meningkat 2,28 kali lebih besar dibandingkan tanpa perkuatan.

SARAN

Berdasarkan hasil-hasil yang diperoleh selama penelitian di laboratorium, maka saran yang dapat disampaikan adalah sebagai berikut :

1. Memberikan penambahan variasi jumlah dan jarak antar lapis perkuatan geotekstil pada tanah datar dengan pasir *poorly graded*, karena pada penelitian ini masih

belum ditemukan panjang optimum pada geotekstil sehingga perlu dilakukan peninjauan yang lain untuk kondisi tanah datar tertentu.

2. Pembacaan penurunan pada LVDT diharapkan sedikitnya 3 kali pengulangan tiap beban 25 kg, dimaksudkan agar mengurangi kesalahan relatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, M.T and Collin, J.G 1997. Large Model Spread Footing Load Test on Geosynthetic Reinforced Soil Foundations. *Journal of Geotechnical Engineering*. ASCE. Vol. 123, No.1, pp.66-72
- Binquet, J. And Lee, K.L. 1975. Bearing Capacity Analysis of Reinforce Earth Slabs. *Journal of the Geotechnical Engineering Divisio.*, ASCE. Vol. 101, No. GT12, pp. 1257-1276
- Bowles, Joseph, E. 1992. *Analisis dan Desain Pondasi Edisi Keempat Jilid 1*. Erlangga: Jakarta
- Bowles, Joseph, E. 1992. *Analisis dan Desain Pondasi Edisi Keempat Jilid 2*. Erlangga: Jakarta
- Bowles, Joseph, E. 1993. *Analisis dan Desain Pondasi Jilid 1*. Erlangga: Jakarta
- Bowles, Joseph, E. 1993. *Analisis dan Desain Pondasi Jilid 2*. Erlangga: Jakarta
- Braja M. Das. 1990. *Principles of Foundation Engineering*, PWS-KENT Publishing at. Carbondale, Boston
- Das, Braja, M. 2007. *Principles of Geotechnical Engineering sixth edition*. Canada: Thompson Canada Limited
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2010. *Mekanika Tanah 1*. Gajah Mada University Press: Yogyakarta
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2010. *Mekanika Tanah 2*. Gajah Mada University Press: Yogyakarta
- Koerner, Robert M. 1994. *Designing with Geosynthetic*. Third Edition. Prentice Hall Inc, New Jersey, USA
- Shin, E.C and Das, Braja, M. 2000. Experimental Study of Bearing Capacity of a Strip Foundation on Geogrid Reinforced Sand. *Geosynthetics International*, Vol. 7, No. 1, pp. 59-71
- Suyadi. W, 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. *Jurnal Rekayasa Sipil*, Vol. 4, No 1-2010. ISSN 1978-5658

Terzaghi, K and Peck, R.B. 1987. *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa Jilid.*
Penerbit Erlangga

Vesic, A.S. 1963. Ultimate Loads and Settlements of Deep Foundation in Sand. *Proc. Symp. On Bearing Capacity and Settlement of Foundation,* Duke University