

PENGARUH JUMLAH LAPIS GEOGRID DAN LEBAR PONDASI MENERUS TERHADAP DAYA DUKUNG TANAH PASIR DENGAN KEPADATAN RC 70% KEDALAMAN $d/B = 0,5$ DAN JARAK LAPISAN ATAS $u/B = 0,25$

Muhamad Darmawan Putra, As'ad Munawir, Eko Andi Suryo

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Jalan Mayjen Haryono 167 Malang 65145 – Telp (0341) 567886 Email: m.darmawanputra@gmail.com

ABSTRAK

Daya dukung tanah perlu diperhitungkan dalam perencanaan pondasi. Apabila daya dukung tanah memiliki nilai yang lebih kecil dari beban yang akan diterima maka perlu adanya perbaikan pada tanah tersebut. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui nilai daya dukung tanah pasir kepadatan RC 70% terhadap variasi jumlah lapis geogrid dan lebar pondasi. Perbandingan nilai daya dukung tanah pasir tanpa perkuatan dengan menggunakan perkuatan geogrid. Pengamatan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu pengaruh variasi jumlah lapis geogrid 1,2,3 dan lebar pondasi menerus 6 cm, 8 cm, 10 cm terhadap daya dukung tanah pasir kepadatan RC 70%. Penelitian ini digunakan dengan rasio kedalaman $d/B=0,5$, rasio jarak lapisan atas $u/B=0,25$, rasio jarak antar lapis geogrid $s/v=0,25$, dan lebar geogrid 6B. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa semakin bertambahnya jumlah lapis geogrid dan lebar pondasi dapat meningkatkan daya dukung tanah. BCI paling maksimum terjadi pada lebar pondasi 10 cm dan jumlah lapis geogrid 3 dengan nilai 1,742.

Kata kunci : Daya dukung, Tanah pasir, Pondasi menerus, Geogrid, Jumlah lapisan geogrid, Lebar pondasi

ABSTRACT

Soil bearing capacity needs to be calculated in the footing. If soil bearing capacity has smaller value than load received by footing, improvement on the soil is needed. The purpose of this research is to determine the value of sand soil bearing capacity with density RC 70% to the variation of number of layer geogrid and width of footing. Comparison sand soil bearing capacity without geogrid reinforcement. Observation made on this research is the effect variations of number of layers 1,2,3 and width of strip footing 6 cm, 8 cm, 10 cm to sand soil bearing capacity density RC 70%. This research is using depth ratio $d/B=0,5$, distance top layer ratio $u/B=0,25$, space vertical geogrid ratio $s/v=0,25$, and geogrid width 6B. The result of this research shows that the higher number of geogrid layers and width of footing will increase soil bearing capacity. The most maximum BCI occurs at width of foundation 10 cm and number of geogrid layers 3 with value of 1,742.

Keywords : Bearing capacity, Sand soil, Strip footing, Geogrid, Number of geogrid layers, Width of foundation

PENDAHULUAN

Daya dukung tanah perlu diperhitungkan dalam perencanaan pondasi, hal ini dikarenakan daya dukung tanah memiliki peranan penting. Daya dukung pada tanah dipengaruhi oleh nilai kohesi dan sudut geser pada tanah. Tanah pasir merupakan tanah granular yang memiliki nilai kohesi yang rendah. Nilai daya dukung tanah pasir dapat ditingkatkan dengan penambahan material geosintetis salah satunya yaitu geogrid.

TUJUAN

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini untuk mengetahui kinerja geogrid pada tanah pasir serta perilaku yang terjadi pada daya dukung tanah

terhadap variasi lebar pondasi dan jumlah lapis perkuatan geogrid.

KAJIAN PUSTAKA

Kepadatan Relatif Tanah

Kepadatan relatif tanah merupakan perbandingan berat volume kering tanah di lapangan dengan berat volume kering maksimum tanah di laboratorium dalam bentuk presentase.

$$RC = \frac{yd \text{ lapangan}}{yd \text{ laboratorium}} \times 100\%$$

Hasil berat volume kering tanah di laboratorium didapat dari percobaan standar, dan

berat volume kering tanah di lapangan didapat dari usaha penggilasan menggunakan alat berat.

Teori Daya Dukung Pondasi

Keruntuhan geser dan penurunan perlu dipertimbangkan dalam perencanaan pondasi. Tahanan geser yang dikerahkan oleh tanah disepanjang bidang gesernya untuk melawan penurunan akibat pembebanan dinyatakan dalam kapasitas dukung. Meyerhoff (1963) menyarankan persamaan kapasitas daya dukung dengan mempertimbangkan bentuk pondasi, kemiringan beban dan kuat geser tanah diatas pondasi dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$q_u = s_c d_c i_c c N_c + s_q d_q i_q q N_q + s_\gamma d_\gamma i_\gamma 0,5 B' \gamma N_\gamma$$

Dimana:

q_u = Kapasitas daya dukung ultimit

N_c, N_q, N_γ = Faktor kapasitas daya dukung pondasi memanjang

s_c, s_q, s_γ = Faktor bentuk pondasi

d_c, d_q, d_γ = Faktor kedalaman pondasi

i_c, i_q, i_γ = Faktor kemiringan beban

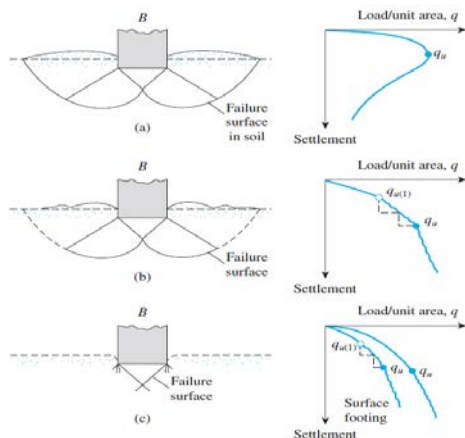
$$N_c = (N_q - 1) \text{ctg} \varphi$$

$$N_q = \text{tg}(45^\circ + \varphi/2) e^{(\pi \text{tg} \varphi)}$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \text{tg}(1,4\varphi)$$

Menurut Vesic (1963) mekanisme keruntuhan dibedakan menjadi tiga tipe keruntuhan, yaitu:

1. Keruntuhan geser umum (*general shear failure*)
2. Keruntuhan geser lokal (*local shear failure*)
3. Keruntuhan penetrasi (*penetration failure*)



Gambar 1 a). *general shear failure* b). *local shear failure* c). *penetration failure*

Sumber: Vesic (1963)

Geogrid

Geogrid merupakan salah satu jenis geosintetik berbahan polymer. Penggunaan berbahan polymer geogrid memiliki sifat kuat tarik serta ketahanan rangkai yang tinggi. Geogrid berbentuk jaring dan jala terbuka dengan ukuran tertentu sehingga mampu mengunci tanah di sekitarnya dan dapat menambah kekuatan pada tanah tersebut. Geogrid memiliki tiga tipe bukaan antaral lain geogrid uniaksial, geogrid biaksial, geogrid triaksial. Penelitian ini menggunakan geogrid biaksial dengan bentuk bukaan vertikal dan horisontal sama.

Penambahan Jumlah Lapisan Geogrid

Menurut Qiming (2007) dalam penelitiannya untuk mengetahui pengaruh dari penambahan jumlah lapis kekuatan pada tanah pasir digunakan geogrid dengan jumlah lapisan empat. Bertambahnya jumlah lapisan kekuatan geogrid nilai BCR semakin bertambah, tetapi penggunaan jumlah lapisan geogrid tiga merupakan paling efektif.

Pengaruh Lebar Geogrid

Menurut Shin et al. (2000) hasil dari penelitiannya didapatkan bahwa semakin bertambahnya lebar geogrid nilai BCR semakin bertambah. Lebar geogrid digunakan dengan rasio b/B=6 merupakan paling efektif. Hal ini dikarenakan tidak ada peningkatan signifikan antara rasio b/B=6 sampai b/B=10.

Penambahan Lebar Pondasi

Menurut Ahmed M.Gamal et al. (2015) dalam penelitiannya menggunakan tiga ukuran lebar pondasi yang berbeda yaitu sebesar : (a) 75 mm x 380 mm, (b) 100 mm x 380 mm dan (c) 120 mm x 380 mm. Hasil dari penelitian menunjukkan dengan bertambahnya lebar pondasi tegangan tanah juga ikut meningkat.

Bearing Capacity Improvement (BCI)

Bearing Capacity Improvement didapatkan dari hasil rasio perbandingan antara daya dukung dengan adanya tambahan kekuatan dibandingkan daya dukung tanpa adanya tambahan kekuatan.

$$BCI = \frac{q}{q_0}$$

Dimana :

BCI = *Bearing Capacity Improvement*

q = daya dukung dengan kekuatan

q_0 = daya dukung tanpa kekuatan

METODE PENELITIAN

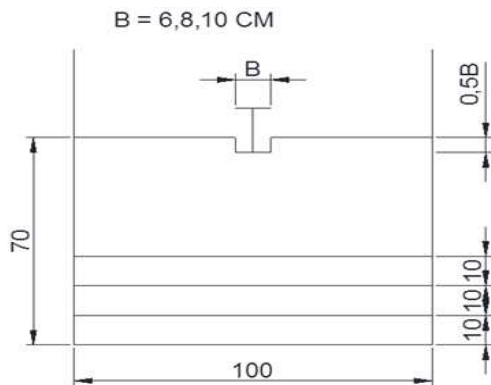
Pengujian Dasar

Pengujian dasar yang dilakukan antara lain:

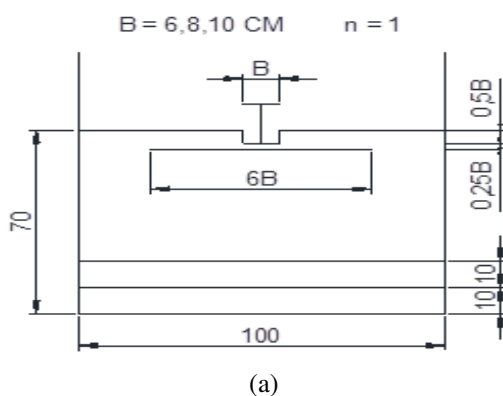
- Pemeriksaan analisis saringan terhadap tanah pasir menurut ASTM C-136-46
- Pemeriksaan *specific gravity* butiran tanah pasir mengikuti ASTM D-854-58
- Percobaan Pemasatan standar (*Standard Compaction Test*) mengikuti ASTM D-698-70
- Pemeriksaan kekuatan geser langsung (*Direct Shear*) menurut ASTM D-3080-72
- Pemeriksaan kadar air (*Water Content*) dalam tanah pasir mengikuti ASTM D-2216-90

Perlakuan Benda Uji

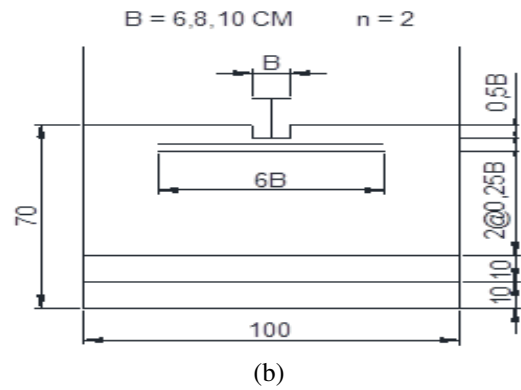
Penelitian yang akan dilaksanakan menggunakan 9 benda uji dengan beberapa variasi yang berbeda yaitu 3 variasi jumlah lapisan geogrid dan 3 variasi lebar pondasi. Tanah pasir direncanakan dengan RC 70%. Penelitian digunakan pondasi menerus dan diletakkan pada titik pusat boks uji. Jarak pondasi dengan lapis geogrid pertama digunakan kedalaman rasio 0,25B, jarak antar geogrid digunakan rasio 0,25B, dan kedalaman pondasi dengan rasio 0,5B



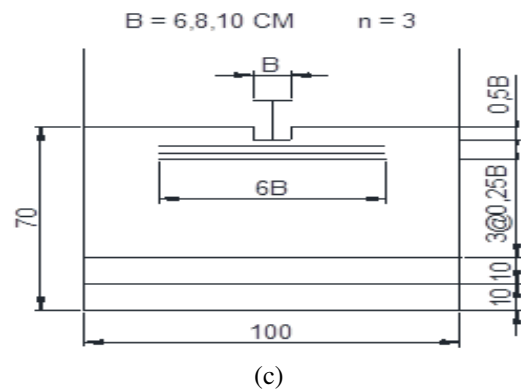
Gambar 2 Bentuk perlakuan benda uji tanpa menggunakan perkuatan



(a)



(b)

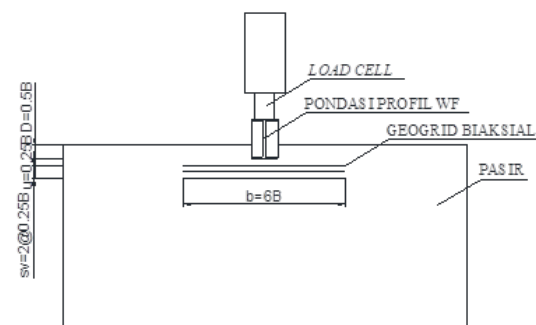


(c)

Gambar 3 Bentuk perlakuan benda uji terhadap variasi lebar pondasi jumlah lapis geogrid a). N=1 b). N=2 c). N=3

Pengujian Pembebanan Pondasi

Pengujian pembebanan pondasi dilakukan dengan cara penekanan pada pondasi menggunakan *load cell* dengan penempatan *LVDT* pada setiap ujung pondasi untuk membaca penurunan yang terjadi akibat beban yang diterima.



Gambar 4 Pemodelan pengujian pondasi

Metode Analisis Data

Hasil dari pembebanan yang dilakukan terhadap pondasi akan mendapatkan data beban dan penurunan yang terjadi. Data yang akan diolah dari pondasi tanpa menggunakan perkuatan maupun pondasi yang menggunakan perkuatan

geogrid dengan variasi jumlah lapis geogrid dan lebar pondasi.

Daya dukung ultimit dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$q_u = \frac{P_u}{A}$$

Dimana:

P_u = Beban maksimum yang terjadi pada saat pengujian pembebanan

A = Luas pondasi

PEMBAHASAN

Nilai Daya Dukung Pondasi Tanpa Perkuatan

Perhitungan dengan metode analitik untuk mendapatkan nilai daya dukung tanah tanpa adanya perkuatan dapat dicari dengan metode Meyerhoff, Hansen, dan Vesic. Nilai daya dukung tanah metode analitik dapat dilihat pada table berikut.

Tabel 1 Nilai Daya Dukung Tanah Tanpa Perkuatan Metode Analitik

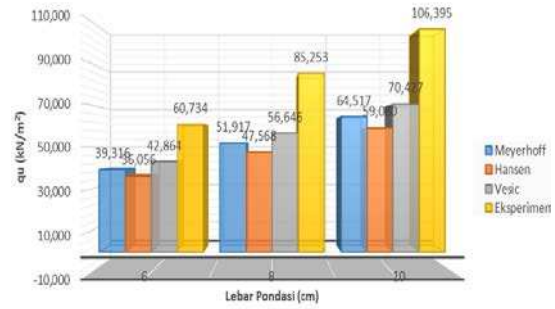
d/B	B (cm)	Daya Dukung Tanah Ultimit (kN/m ²)		
		Meyerhoff	Hansen	Vesic
0,5	6	39,316	36,06	42,86
	8	51,917	47,57	56,65
	10	64,517	59,08	70,43

Nilai daya dukung tanah tanpa perkuatan pada pondasi menerus dari hasil percobaan laboratorium ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 2 Nilai Daya Dukung Tanah Tanpa Perkuatan dengan Variasi Lebar Pondasi d/B= 0,5

d/B	B (cm)	Beban (kg)	Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (kN/m ²)
0,5	6	327,9	6	10	60,73
	8	613,8	8	10	85,25
	10	957,6	10	10	106,395

Hasil dari daya dukung tanah pada metode eksperimen yang telah didapatkan dapat dibandingkan dengan nilai daya dukung tanah dengan metode analitik. Berikut grafik perbandingan nilai daya dukung tanah metode analitik dengan metode eksperimen ditampilkan pada gambar 5.



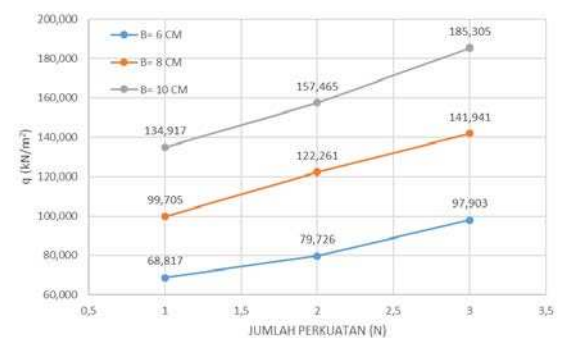
Gambar 5 Perbandingan nilai daya dukung tanah metode analitik dan eksperimen

Nilai Daya Dukung Tanah Perkuatan Geogrid

Penurunan didapatkan dari aksi beban yang diterima di titik pusat pondasi. Hasil dari proses tersebut akan didapatkan nilai daya dukung tanah dengan perkuatan geogrid yang ditampilkan pada table 3.

Tabel 3 Nilai Daya Dukung Tanah Perkuatan Geogrid

B (cm)	N	Beban (kg)	Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (kN/m ²)
6	1	371,612	6	10	68,817
	2	430,522	6	10	79,726
	3	528,674	6	10	97,903
8	1	717,877	8	10	99,705
	2	880,282	8	10	122,261
	3	1021,978	8	10	141,941
10	1	1214,255	10	10	134,917
	2	1417,183	10	10	157,465
	3	1667,742	10	10	185,305



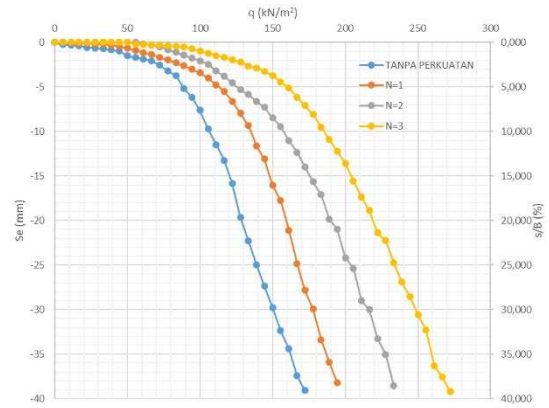
Gambar 6 Hubungan tegangan tanah (kN/m²) dan jumlah perkuatan geogrid (N) dengan variasi lebar pondasi



Gambar 7 Hubungan tegangan tanah (kN/m^2) dan lebar pondasi (cm) dengan variasi jumlah lapis perkuatan geogrid

Analisis Perbandingan Penurunan dan Tegangan Tanah Pasir RC 70% Tanpa Perkuatan dan Menggunakan Perkuatan Geogrid

Hasil dari pengujian yang telah dilakukan pada tanah pasir tanpa menggunakan perkuatan maupun diberikannya perkuatan geogrid menghasilkan data penurunan dan beban yang diterima pondasi. Berikut grafik hasil pengujian pada pondasi dengan variasi jumlah perkuatan geogrid ditampilkan pada gambar 8.



(c)

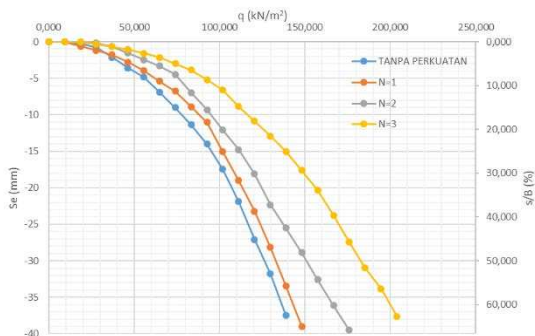
Gambar 8 Hubungan penurunan (mm) dengan tegangan tanah (kN/m^2) tanpa perkuatan dan menggunakan perkuatan geogrid a). B= 6 cm; b). B= 8 cm; c). B=10 cm

Grafik diatas dapat dijelaskan bahwa penggunaan perkuatan geogrid memberikan efek pada pondasi menerus. Semakin bertambahnya jumlah perkuatan geogrid yang digunakan semakin besar nilai daya dukung tanah tersebut.

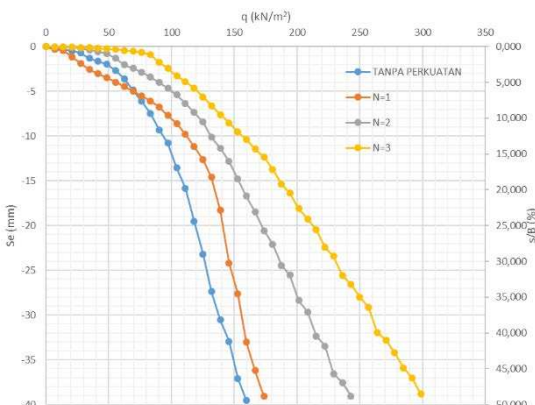
Analisis *Bearing Capacity Improvement (BCI)* Berdasarkan Nilai Daya Dukung Tanah Ultimit

Nilai daya dukung ultimit tanah didapatkan dari nilai tegangan tanah pada kondisi penurunan mencapai 10% dari lebar pondasi. Analisis BCI dapat digunakan untuk mengetahui peningkatan daya dukung tanah pasir sebelum diberikannya perkuatan geogrid dan setelah diberi tambahan perkuatan geogrid. Nilai BCI dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Nilai *Bearing Capacity Improvement (BCI)*

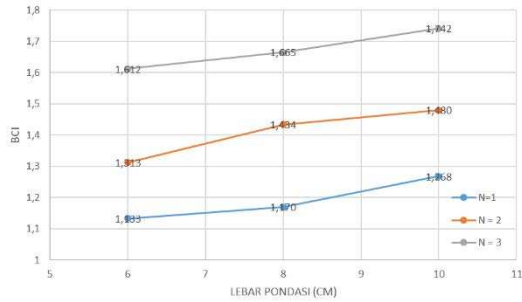


(a)

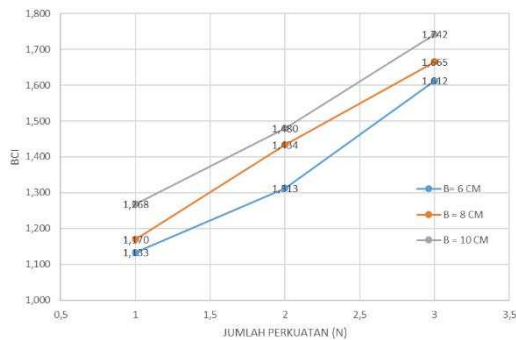


(b)

N	B (cm)	q_u Tanpa Perkuatan (kN/m^2)	q_u Dengan Perkuatan (kN/m^2)	BCI	Peningkatan (%)
1	6	60,734	68,817	1,133	13,308
	8	85,253	99,705	1,169	16,952
	10	106,395	134,917	1,268	26,807
2	6	60,734	79,726	1,313	31,270
	8	85,253	122,261	1,434	43,410
	10	106,395	157,465	1,479	48,000
3	6	60,734	97,903	1,612	61,198
	8	85,253	141,941	1,665	66,494
	10	106,395	185,305	1,742	74,166



Gambar 9 Hubungan nilai *Bearing Capacity Improvement* (BCI) dan lebar pondasi (cm) pada tanah pasir dengan variasi jumlah lapis perkuatan geogrid



Gambar 10 Hubungan nilai *Bearing Capacity Improvement* (BCI) dan jumlah lapis perkuatan geogrid (N) pada tanah pasir dengan variasi lebar pondasi (cm)

Pengaruh Jumlah Lapis Perkuatan Geogrid dan Lebar Pondasi Menerus terhadap Nilai Daya Dukung Tanah Pasir RC 70%

Pemodelan pada lebar pondasi 10 cm nilai daya dukung ultimit tanpa perkuatan mencapai 106,395 kN/m² meningkat sebesar 75,181% dari pondasi 6 cm dengan nilai daya dukung 60,734 kN/m². Sedangkan pemodelan tanah pasir diberi perkuatan geogrid nilai daya dukung tanah yang mengalami peningkatan terbesar terjadi pada lebar pondasi 10 cm dengan jumlah lapis perkuatan dua. Lebar pondasi 10 cm dengan jumlah lapis perkuatan geogrid dua nilai daya dukung tanahnya mencapai 157,465 kN/m² meningkat sebesar 97,507% dari pondasi 6 cm jumlah lapis perkuatan dua dengan nilai daya dukung sebesar 79,726 kN/m².

Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa jumlah lapis perkuatan geogrid tiga memiliki nilai daya dukung paling tinggi. Pada lebar pondasi 6 cm jumlah lapis perkuatan geogrid tiga nilai daya dukung tanah mencapai 97,903 kN/m² meningkat sebesar 61,198% dari 60,734 kN/m² pada tanah tanpa perkuatan. Lebar pondasi 8 cm jumlah lapis perkuatan geogrid tiga nilai daya dukung tanah pasir mencapai 141,941 kN/m² meningkat 66,494% dari 85,253 kN/m² pada tanah pasir tanpa

perkuatan. Sedangkan lebar pondasi 10 cm jumlah lapis perkuatan geogrid tiga nilai daya dukung mencapai 185,305 kN/m² meningkat 74,166% dari 106,395 kN/m² pada tanah pasir tanpa perkuatan.

Nilai BCI pada lebar pondasi 10 cm dengan jumlah lapis perkuatan geogrid dua mencapai 1,479 mengalami peningkatan sebesar 12,744% dari 1,313 pada lebar pondasi 6 cm dengan jumlah lapis perkuatan geogrid dua. Sedangkan peningkatan nilai BCI terbesar terjadi pada variasi jumlah lapis perkuatan geogrid tiga dengan lebar pondasi 10 cm mencapai 1,742 meningkat 74,166% dari lebar pondasi 10 cm tanpa perkuatan dan merupakan nilai BCI paling maksimum. Hasil tersebut dapat diketahui bahwa peningkatan jumlah lapis perkuatan geogrid lebih berpengaruh daripada penambahan lebar pondasi pada nilai daya dukung tanah pasir RC 70%.

KESIMPULAN

Mengacu pada hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Nilai daya dukung tanah pasir semakin meningkat seiring bertambahnya jumlah lapis geogrid dengan jumlah perkuatan geogrid tiga memiliki nilai daya dukung tanah paling tinggi.
2. Nilai daya dukung tanah pasir semakin meningkat seiring bertambahnya lebar pondasi dengan lebar pondasi 10 cm memiliki nilai daya dukung tanah paling tinggi.
3. Penggunaan perkuatan geogrid dan bertambahnya lebar pondasi dapat meningkatkan nilai daya dukung tanah daripada tanah tanpa perkuatan. Analisis *Bearing Capacity Improvement* yang didapat dari perbandingan nilai daya dukung tanah menggunakan perkuatan dengan tanah tanpa perkuatan pada pondasi 10 cm dan jumlah lapis perkuatan geogrid tiga memiliki nilai yang paling maksimum yaitu 1,742
4. Hasil dari presentase peningkatan nilai daya dukung tanah, penggunaan penambahan jumlah lapis perkuatan geogrid memiliki pengaruh lebih signifikan dibanding dengan penambahan lebar pondasi. Peningkatan terjadi sebesar 74,166% pada jumlah perkuatan geogrid tiga. Sedangkan peningkatan pada penambahan lebar pondasi dari 6 cm menjadi 10 cm sebesar 12,744%

SARAN

Perlu diberikan saran pada penelitian yang telah dilakukan ini dengan tujuan supaya dapat menghasilkan penelitian yang baik. Berikut

beberapa saran untuk penelitian selanjutnya antara lain:

1. Pada saat proses pemadatan tanah di dalam boks uji, dilakukan dengan seragam supaya pemadatan menjadi rata dan mendapatkan hasil daya dukung yang semakin baik.
2. Setelah pengujian dilakukan kadar air di dalam pasir perlu di kontrol dan tanah pasir ditutup dengan terpal atau semacamnya agar tidak berkontak langsung dengan suhu diluar.
3. Setiap lapisan perlu di cek elevasinya dengan tujuan penurunan yang terjadi pada tanah seragam, dan juga pada *load cell* perlu di cek kemiringannya supaya tidak terjadi eksentrisitas beban yang mengakibatkan momen.
4. Pengujian sebaiknya hanya menggunakan satu jenis *lvdt* agar tidak terjadi perbedaan pada perilaku penurunan

DAFTAR PUSTAKA

Bowles, J.E. 1993. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Jakarta: Erlangga.

Chen, Qiming. 2007. An Experimental Study on Characteristics and Behavior of Reinforced Soil Foundation. *Disertasi*. Tidak dipublikasikan. China: Tongji University.

Das, B.M. 1999. *Shallow Foundations Bearing Capacity and Settlement*. California: CRC Press LLC.

Direktorat Jendral Bina Marga. 2009. *Modul Pelatihan Geosintetik*. Jakarta: Direktorat Jendral Bina Marga.

Isparmo. 2011. Geogrid, Definisi dan Fungsi. (<http://geotextile.web.id/geogrid-definisi-dan-fungsi.html>), diakses pada 11 februari 2016.

Patra CR, Das MB, dan Shin EC. 2005. Ultimate Bearing Capacity Of Eccentrically Loaded Strip Foundation On Sand Reinforce With Geogrid .Makalah dalam *Symposium in Tsunami Reconstruction with Geosynthetics*. National Institue of Technology. Bangkok, 8-9 Desember 2005

Utomo, Pontjo. 2004. Daya Dukung Ultimit Pondasi Dangkal di Atas Tanah Pasir yang Diperkuat Gogrid. *Civil Engineering Dimension*. 6 (1):15-20. Palu: Fakultas Teknik Universitas Taduloko