

**PENGARUH LEBAR PONDASI DAN JUMLAH LAPIS  
PERKUATAN GEOGRID TERHADAP DAYA DUKUNG PONDASI  
MENERUS PADA PEMODELAN LERENG PASIR DENGAN  
KEMIRINGAN 46<sup>0</sup>**

**NASKAH TERPUBLIKASI**

**TEKNIK SIPIL**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh  
gelar Sarjana Teknik



**ZULFIKAR PURNAMA RAHMAN**

**NIM. 115060100111035**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**MALANG**

**2016**

# **PENGARUH LEBAR PONDASI DAN JUMLAH LAPIS PERKUATAN GEOGRID TERHADAP DAYA DUKUNG PONDASI MENERUS PADA PEMODELAN LERENG PASIR DENGAN KEMIRINGAN 46<sup>0</sup>**

Zulfikar Purnama Rahman, As'ad Munawir, Harimurti

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya  
Jalan MT. Haryono 167 Malang 65145, Jawa Timur - Indonesia  
Email : zulfikar.purnama@gmail.com

## **ABSTRAK**

Longsor sering kerap terjadi, yang utamanya sering terjadi pada daerah dataran tinggi dan lembah. Dengan kondisi seperti ini, cukup banyak masyarakat khususnya yang berada pada dataran tinggi membuat pemukiman di lembah maupun di lereng yang sewaktu-waktu dapat terjadi kelongsoran. Untuk mencegah kelongsoran yang akan terjadi yaitu perlu digunakan perkuatan pada tanah, contohnya yaitu dengan perkuatan geogrid. Penelitian dilakukan dengan menggunakan uji model lereng pada tanah pasir dengan kepadatan relatif 85%. Variasi yang digunakan yaitu variasi lebar pondasi antara lain 4 cm, 6 cm dan 8 cm dan variasi jumlah lapis perkuatan geogrid yaitu antara lain 1 lapis, 2 lapis dan 3 lapis. Dalam penelitian ini, lereng terbentuk dalam 7 lapis tanah dengan tinggi pada setiap lapisan yaitu 10 cm. Berdasarkan pada penelitian ini didapatkan hasil yaitu bertambahnya jumlah lapis perkuatan geogrid lebih dominan daripada bertambahnya lebar pondasi terhadap peningkatan daya dukung pada lereng.

**Kata kunci :** daya dukung, lereng, geogrid, variasi lebar pondasi, variasi jumlah lapis perkuatan geogrid.

## **ABSTRACT**

Landslides frequently occur, primarily common in highland areas and valleys. With these conditions, quite a lot of people especially those who are live at highland in the valley and on the slopes which sometimes can happen landslide. To prevent sliding that will happen is necessary to use reinforcement on the ground, for example, that the geogrid reinforcement. Research carried out by using a test model of the slope on sandy soil with a relative density of 85%. Variations used is wide variation between the foundation another 4 cm, 6 cm and 8 cm and the variation of the number of layers of geogrid reinforcement among others, 1 layer, 2 layers and 3 layers. In this study, the slopes are formed in 7 layers of soil to the height at each layer is 10 cm. Based on this study showed that increasing the number of layers of geogrid reinforcement is more dominant than the increase in the width of the foundation to increase the bearing capacity of the slopes.

**Keywords:** Bearing Capacity, slope, geogrid, variation of foundation width, variations in the number of layers of geogrid reinforcement.

## PENDAHULUAN

Kelongsoran yang banyak terjadi merupakan permasalahan yang hingga kini masih banyak dibahas dalam penelitian. Kurangnya lahan di dataran rendah menyebabkan banyaknya ekspansi masyarakat untuk tinggal di dataran tinggi, khususnya pada lembah ataupun lereng. Namun, resiko yang dapat terjadi pada pembangunan di daerah lereng yaitu kelongsoran. Maka dari itu, metode perbaikan tanah sangat diperlukan untuk meningkatkan daya dukung pondasi.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui variasi lebar pondasi dan variasi jumlah lapis perkuatan geogrid yang maksimum untuk daya dukung pondasi pada saat tidak menggunakan geogrid dan pada saat menggunakan perkuatan geogrid.

## METODE

### Solusi Meyerhoff

Meyerhoff memberikan solusi teoritis untuk menentukan besarnya daya dukung ultimit pada pondasi dangkal diatas lereng. Solusi tersebut merupakan pengembangan dari persamaan daya dukung batas pondasi dangkal pada tepi lereng. Solusi daya dukung batas berdasarkan Meyerhoff ditulis sebagai berikut.

$$q_u = cN_{cq} + \frac{1}{2} \gamma B N_{\gamma q}$$

Untuk tanah kohesif ( $\phi = 0$ ) persamaan diatas menjadi

$$q_u = cN_{cq}$$

Sedangkan, untuk tanah granular ( $c = 0$ )

$$q_u = \frac{1}{2} \gamma B N_{\gamma q}$$

Dengan :

$q_u$	= Daya dukung ( $\text{kN/m}^2$ )
$\gamma$	= Berat isi tanah ( $\text{gr/cm}^3$ )
$B$	= Lebar Pondasi (cm)
$N_{\gamma q}, N_{cq}$	= Faktor daya dukung
$C$	= kohesi ( $\text{kN/m}^2$ )

### Solusi Hensen dan Vesic

Untuk kondisi  $b = 0$  pada gambar 2.14 (pondasi tepat berada di tepi lereng), Hensen menyatakan daya dukung batas dari pondasi menerus tersebut dengan persamaan sebagai berikut:

$$q_u = cN_c \lambda_{c\beta} + qN_q \lambda_{q\beta} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma \lambda_{\gamma\beta}$$

Dimana :

$N_c, N_q, N_\gamma$  = Faktor-faktor daya dukung Hansen

$\lambda_{c\beta}, \lambda_{q\beta}, \lambda_{\gamma\beta}$  = Faktor-faktor lereng

$$q = \gamma D_f$$

### Solusi Gempeline

Shields bersama dengan peneliti lainnya telah mencoba melakukan penelitian terhadap faktor daya dukung  $N_{\gamma q}$  untuk sebuah pondasi pada lereng yang memiliki sudut geser yang rendah.

$$N_{\gamma q} = f_\phi \times f_B \times f_{D/B} \times f_{B/Lp} \times f_{D/B}$$

$$f_{B/Lp} \times f_{\alpha, b/B} \times f_{\alpha, b/D, D/B} \times f_{\alpha, b/B, B/Lp}$$

Dengan :

$\phi$	= sudut geser dalam tanah ( $^\circ$ )
$\beta$	= sudut kemiringan lereng ( $^\circ$ )
$B$	= lebar pondasi (inchi)
$D$	= kedalaman pondasi (inchi)
$Lp$	= panjang pondasi (inchi)
$b$	= jarak pondasi ke puncak lereng

$$\begin{aligned}
f_{\phi} &= 10^{(0,1159\phi - 2,386)} \\
f_B &= 10^{(0,34 - 0,2 \log B)} \\
f_{D/B} &= 1 + 0,65 (D/B) \\
f_{B/L} &= 1 - 0,27 (B/L) \\
f_{D/B, B/Lp} &= 1 + 0,39 (D/L) \\
f_{\beta, b/B} &= 1 - 0,8 [ 1 - ( 1 - \tan \beta )^2 ] \{ 2/[2 + (b/B)^2 \tan \beta ] \} \\
f_{\beta, b/D, D/B} &= 1 + 0,6 (B/L) [ 1 - ( 1 - \tan \beta )^2 ] \{ 2/[2 + (b/B)^2 \tan \beta ] \} \\
f_{\beta, b/B, B/L} &= 1 + 0,33 (D/B) \tan \beta \{ 2/[2 + (b/B)^2 \tan \beta ] \}
\end{aligned}$$

### Bearing Capacity Improvement (BCI)

Pengaruh adanya perkuatan baik menggunakan geotekstil ataupun perkuatan yang lain, digambarkan dalam bentuk besaran non-dimensional yang biasanya disebut BCI. Dalam menentukan besar BCI digunakan rumus,

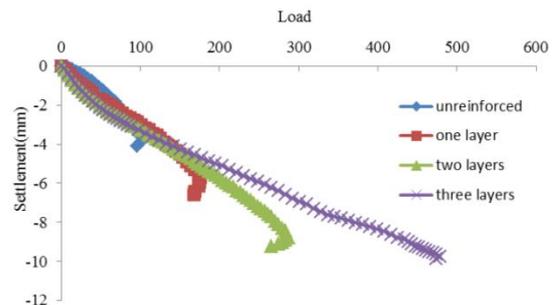
$$BCI = \frac{q}{q_0}$$

Dimana,

BCI = *Improvement Bearing Capacity*  
Q = dayadukungdenganperkuatan geogrid menurutkemiringansudutlerengandan dimensipondasi  
q<sub>0</sub> = dayadukungtanpaperkuatan geogrid

### Pengaruh Jumlah Lapis Geogrid terhadap daya Dukung Pondasi di Dekat Lereng

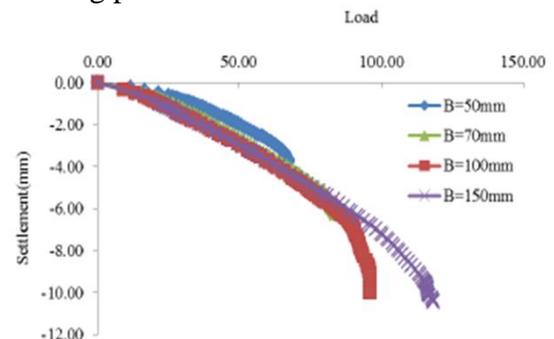
Mohd Raihan Taha dan Enas B. Altalhe (2013) telah meneliti tentang pengaruh jumlah lapis perkuatan terhadap daya dukung pondasi.



**Gambar 2.** Grafik load-settlement dengan variasi jumlah lapis perkuatan dari penelitian oleh Mohd Raihan Taha dan Enas B. Altalhe.

### Pengaruh Lebar Pondasi terhadap Daya Dukung Pondasi di Dekat Lereng

Mohd Raihan Taha dan Enas B. Altalhe (2013) telah meneliti tentang pengaruh lebar pondasi terhadap daya dukung pondasi.



**Gambar 3.** Grafik load-settlement dengan variasi lebar pondasi (B) berdasarkan penelitian oleh Mohd Raihan Taha dan Enas B. Altalhe.

### Pengujian Dasar

Beberapa pengujian dasar pada tanah dengan kepadatan relatif 85%, antara lain :

1. Pemeriksaan analisis saringan menurut
2. Pemeriksaan *specific gravity* butiran tanah
3. Kepadatan standar (*Compaction*)
4. Pemeriksaan kekuatan geser langsung (*Direct Shear*)

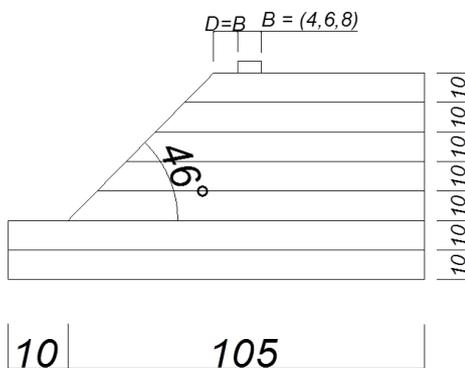
## Jumlah dan Perlakuan Benda Uji

Pada percobaan ini dengan 3 variasi lebar pondasi dan 3 variasi jumlah lapis perkuatan geogrid untuk pondasi menerus yang diletakkan di permukaan lereng dengan RC 85%. Benda uji yang dibuat dengan tiga variasi lebar pondasi yaitu 4 cm, 6 cm dan 8 cm dan tiga variasi jumlah lapis perkuatan geogrid yaitu 1 lapis, 2 lapis dan 3 lapis.

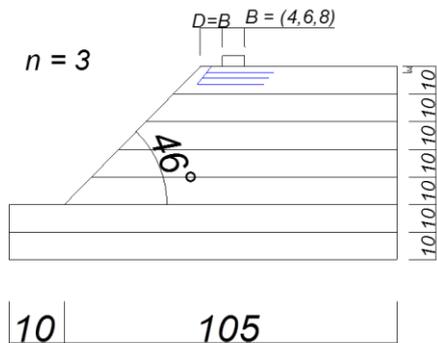
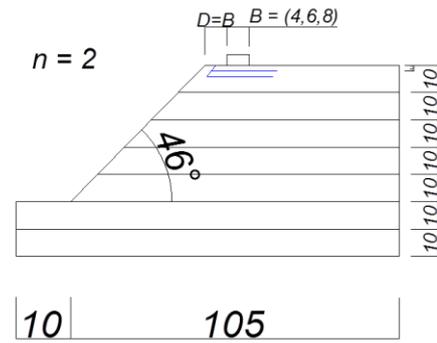
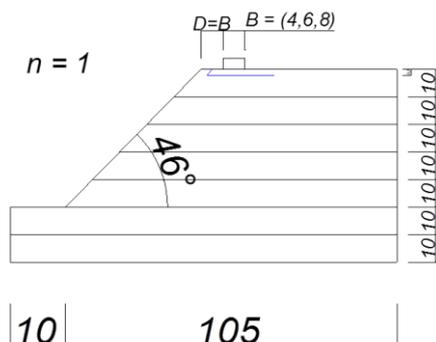
**Tabel 1.** Variasi perlakuan lereng

RC 85% d = B H = 50 cm Sv = 3 cm A = 46°	Jumlah Lapis Geogrid		
	n = 1	n = 2	n = 3
B = 4 cm	√	√	√
B = 6 cm	√	√	√
B = 8 cm	√	√	√

Perlakuan benda uji tanpa perkuatan ditunjukkan seperti model tes lereng pada **Gambar 4** dan perlakuan benda uji tanpa perkuatan ditunjukkan berdasarkan model tes lereng pada **Gambar 5**.



**Gambar 4.** Model test lereng tanpa perkuatan



**Gambar 5.** Model test lereng dengan perkuatan 1 lapis, 2 lapis dan 3 lapis geogrid

## Metode Analisis Data

Setelah kita mendapatkan hasil dari pengujian pembebanan, maka kita memperoleh data beban ( $P$ ) hingga beban maksimum ( $P_u$ ) dan penurunan ( $S$ ) untuk lereng dengan perkuatan dan tanpa perkuatan geogrid.

Daya dukung dapat dihitung dengan persamaan berikut :

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

Dimana,

$P_u$  = beban maksimum

$A$  = luas pondasi yang diuji

Setelah mendapatkan nilai daya dukung ultimate ( $qu$ ), maka selanjutnya dilakukan analisis BCI untuk mengetahui besar rasio peningkatan yang terjadi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Daya dukung Lereng Pasir Tanpa Perkuatan

Salah satu tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui daya dukung maksimum yang terjadi. dengan percobaan pembebanan yang sudah dilakukan pada lereng tanpa perkuatan, hasil pengujian daya dukung yang diperoleh dari eksperimen dibandingkan dengan perhitungan daya dukung dari metode meyerhoff-gemperline dan metode hansen & vesic disajikan dalam **Tabel 2** berikut ini.

**Tabel 2.** Nilai Daya Dukung antara Eksperimen dan analitik

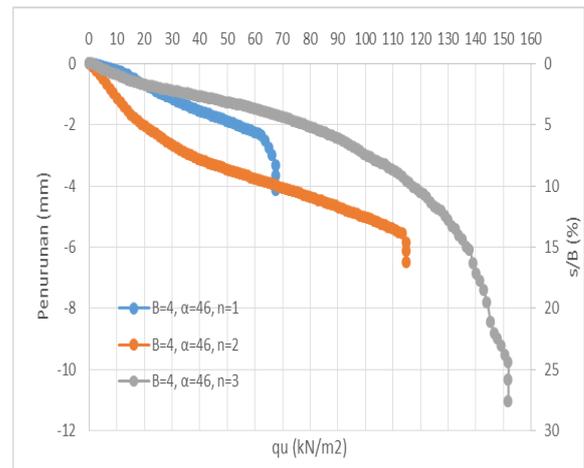
B	qu (kN/m <sup>2</sup> )		
	Eksperimen	Gemperline	Hansen-Vesic
4	46,556	148,502	30,172
6	43,878	205,505	45,200
8	38,265	258,683	60,228

### Analisis Daya Dukung Lereng Dengan Perkuatan

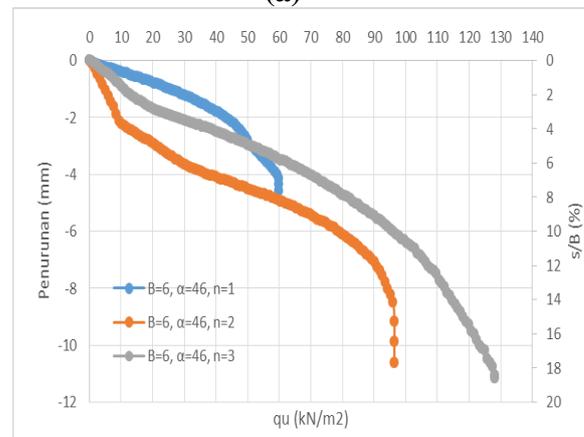
Pada pengujian yang dilakukan pada lereng dengan perkuatan geogrid dengan variasi lebar pondasi, didapatkan nilai daya dukung yang disajikan **Tabel 3** berikut ini.

**Tabel 3.** Nilai Daya Dukung Berdasarkan Eksperimen untuk Lereng Menggunakan Perkuatan dengan Variasi Lebar Pondasi

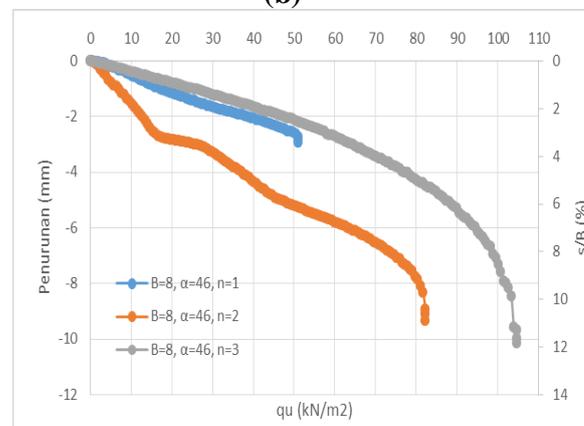
n	B (cm)	Beban (Kg)	Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (Kg/cm <sup>2</sup> )	qu (kN/m <sup>2</sup> )
1	4	265	4,16	10,400	0,676	67,602
	6	352	4,595	7,658	0,599	59,864
	8	400	2,935	3,669	0,510	51,020
2	4	450	6,505	16,263	1,148	114,796
	6	567	10,625	17,708	0,964	96,429
	8	645	9,335	11,669	0,823	82,270
3	4	595	11,045	27,613	1,518	151,786
	6	753	11,16	18,600	1,281	128,061
	8	820	10,135	12,669	1,046	104,592



(a)



(b)



(c)

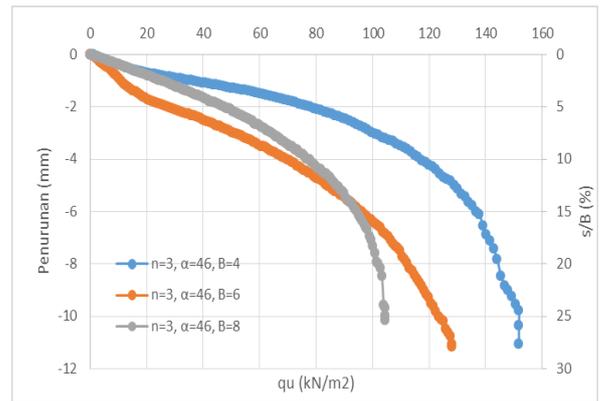
**Gambar 6.** Grafik Hubungan  $Q_u$  Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Dengan Perkuatan Dengan:

- (a) Lebar Pondasi ( $B$ ) = 4;
- (b) Lebar Pondasi ( $B$ ) = 6;
- (c) Lebar Pondasi ( $B$ ) = 8

Dilakukan pengujian pada lereng dengan perkuatan geogrid dengan variasi jumlah lapis perkuatan geogrid didapatkan nilai daya dukung yang disajikan **Tabel 4** berikut ini.

**Tabel 4.** Nilai Daya Dukung Berdasarkan Eksperimen untuk Lereng Menggunakan Perkuatan dengan Variasi Jumlah Perkuatan Geogrid

B (cm)	n	Beban (Kg)	Penurunan (mm)	s/B (%)	$q_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$q_u$ (kN/m <sup>2</sup> )
4	1	265	4,16	10,400	0,676	67,602
	2	450	6,505	16,263	1,148	114,796
	3	595	11,045	27,613	1,518	151,786
6	1	352	4,595	7,658	0,599	59,864
	2	567	10,625	17,708	0,964	96,429
	3	753	11,16	18,600	1,281	128,061
8	1	400	2,935	3,669	0,510	51,020
	2	645	9,335	11,669	0,823	82,270
	3	820	10,135	12,669	1,046	104,592



(c)

**Gambar 7.** Grafik Hubungan  $Q_u$  Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Dengan Perkuatan Dengan:

- (a) Jumlah lapis Geogrid ( $n$ ) = 1;
- (b) Jumlah Lapis Geogrid ( $n$ ) = 2;
- (c) Jumlah Lapis Geogrid ( $n$ ) = 3

Pada lereng dengan perkuatan geogrid, penurunan tanah yang terjadi pada pondasi cenderung lebih besar. Daya dukung maksimum terjadi pada Lebar Pondasi ( $B$ ) = 4 cm dan jumlah lapis perkuatan geogrid ( $n$ ) = 3.

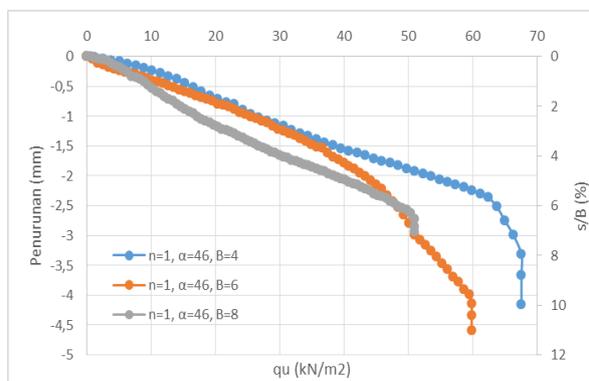
### Analisis Bearing

#### Capacity Improvement Berdasarkan Daya dukung Ultimit ( $BCI_u$ )

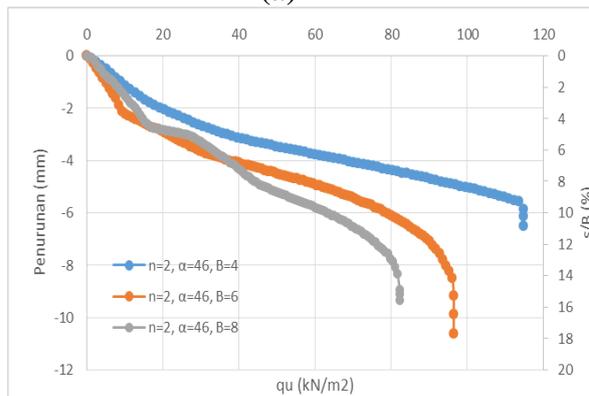
Analisis ini bertujuan untuk mengetahui nilai peningkatan daya dukung yang terjadi akibat adanya pemberian perkuatan geogrid. Untuk melihat pengaruh dari jumlah lapis geogrid pada BCI, maka dapat dilihat dari **Tabel 5** dan **Gambar 8**.

**Tabel 5.** Nilai  $BCI_u$  dengan Variasi Jumlah Lapis Geogrid

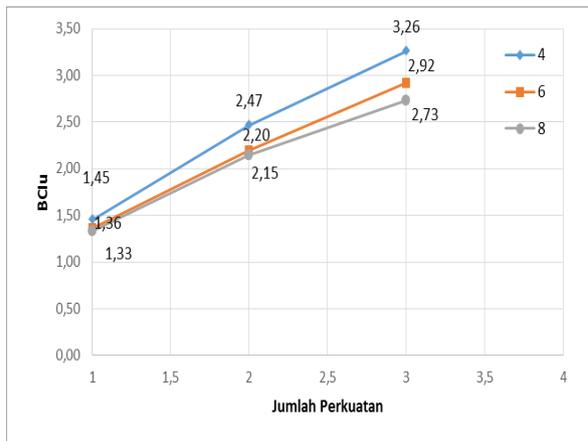
B (cm)	n	$q_u$ (kN/m <sup>2</sup> )		$BCI_u$	Peningkatan (%)
		Tanpa Perkuatan	Perkuatan		
4	1	46,56	67,60	1,45	45,205
	2	46,56	114,80	2,47	146,575
	3	46,56	151,79	3,26	226,027
6	1	43,88	59,86	1,36	36,434
	2	43,88	96,43	2,20	119,767
	3	43,88	128,06	2,92	191,860
8	1	38,27	51,02	1,33	33,333
	2	38,27	82,27	2,15	115,000
	3	38,27	104,59	2,73	173,333



(a)



(b)



**Gambar 8.** Grafik Perbandingan Peningkatan BCIu Dengan Variasi Jumlah Lapis Geogrid terhadap Lebar Pondasi

Dari hasil yang di dapatkan dapat disimpulkan bahwa terjadi peningkatan daya dukung yang signifikan. Variasi jumlah perkuatan geogrid lebih dominan terhadap peningkatan daya dukung daripada variasi lebar pondasi.

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan variasi berupa lebar pondasi dan variasi jumlah perkuatan geogrid, didapatkan bahwa :

1. Peningkatan lebar pondasi pada lereng tidak sebanding dengan peningkatan nilai daya dukung tanah sehingga terlihat bahwa semakin kecil nilai daya dukungnya. Hal ini juga dapat disebabkan jarak antar geogrid pada lebar pondasi 6 cm dan 8 cm tidak optimum.
2. Semakin besar jumlah layer perkuatan geogrid, maka daya dukung pondasi semakin besar.
3. Penurunan pondasi pada lereng dengan perkuatan geogrid saat mencapai beban ultimit lebih besar dibandingkan penurunan pondasi pada lereng tanpa perkuatan.
4. Nilai BCI maksimum terjadi pada lereng dengan lebar pondasi terkecil yaitu 4 cm dan jumlah perkuatan geogrid terbesar yaitu =3.
5. Pada lereng tanpa perkuatan, variasi lebar pondasi lebih dominan dari pada variasi jumlah perkuatan.
6. Pada lereng dengan perkuatan, variasi jumlah perkuatan lebih dominan dari pada variasi lebar pondasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J. E. 1993. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah* Jakarta : Erlangga
- Christady H., Hary. 1990. *Mekanikan Tanah*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada
- Craig, R.F. 1989. *Mekanika Tanah Edisi Keempat*. Jakarta :Erlangga
- Das, Braja M. 1984. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 2*. Jakarta : Erlangga
- Das, Braja M. 2009. *Shallow Foundations Second Edition*. New York : Taylor and Francis Group
- Suroso, As'adMunawir, dan Herlien Indrawahyuni. *Buku Ajar Teknik Pondasi*. Malang : Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
- DPU. 2009. *Pedoman Konstruksi Bangunan: Perencanaan dan Pelaksanaan Perkuatan Tanah dengan Geosintetik No. 003/BM/2009*
- S.V. Anil Kumar, K. Ilamaparuthi. 2009. *Respon of Footing on Sand Slopes. Indian Geotechnical Society Chennai Chapter*.India : Anna University Chennai.

- Saeed Alamshahi, Nader Hataf. 2009. Bearing Capacity of Strip Footings on Sand Slopes Reinforced with Geogrid and Grid-Anchor. *ELSEVIER*.Iran :Universitas Shiraz
- Graham, J., Andrews, M., and Shields, D. H.,. 1987. Stress Characteristics for Shallow Footings in Cohesionless Slopes. *Geotech*, 25: 238-249. Canada
- MohdRaihanTaha, Enas B. Altalhe. 2013. Numerical and Experimental Evaluation of Bearing Capacity Factor  $N_\gamma$  of Strip Footing on Sand Slopes. *International Journal of Physical Sciences*.Malaysia :UniversitiKebangsaan Malaysia.
- Sulistyo, Herlambang Bagus, Munawir, As'ad, Andi Suryo, Eko. 2015. *Pengaruh Lebar Pondasi Menerus Pada Pemodelan Fisik Lereng Pasir Kemiringan 46°*. Indonesia : Jurusan Teknik Sipil Un iversitas Brawijaya Malang.