

**PENGARUH JARAK LAPIS GEOGRID TERATAS DAN RASIO D/B  
TERHADAP DAYA DUKUNG TANAH PASIR PADA PONDASI  
MENERUS DENGAN PERKUATAN GEOGRID TIPE BIAKSIAL**

**NASKAH TERPUBLIKASI**

**TEKNIK SIPIL**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh  
gelar sarjana teknik



**SARASWATI NOOR RACHMA**

**NIM. 12506010111016**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**MALANG**

**2016**

# PENGARUH JARAK LAPIS GEOGRID TERATAS DAN RASIO D/B TERHADAP DAYA DUKUNG TANAH PASIR PADA PONDASI MENERUS DENGAN PERKUATAN GEOGRID TIPE BIAKSIAL

Saraswati Noor Rachma, As'ad Munawir, Yulvi Zaika  
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya  
Jalan Mayjen Haryono 167 Malang 65145 – Telp (0341) 567886  
Email: sanoor\_s@yahoo.co.id

## ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh jarak lapis geogrid teratas dan rasio d/B terhadap daya dukung tanah pasir pada pondasi menerus dengan perkuatan geogrid tipe biaksial. Uji yang dilakukan pada penelitian ini dilakukan pada tanah pasir RC 85%, baik dengan maupun tanpa penggunaan geogrid. Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah efek kedalaman pondasi (d) dan efek kedalaman lapisan geogrid pertama dari dasar pondasi (u) terhadap daya dukung ultimit dan penurunan pada pondasi menerus. Uji model dilakukan menggunakan 1 lapis perkuatan geogrid dengan lebar pondasi sebesar 6 cm. Variasi yang digunakan adalah rasio d/B sebesar 0; 0,5; 1; dan variasi rasio u/B sebesar 0,25; 0,5; 0,75. Dari hasil penelitian didapatkan hasil bahwa nilai BCIu tertinggi berada pada rasio d/B tertinggi. Sementara untuk variasi u/B belum bisa didapatkan nilai optimum pada penelitian ini dikarenakan nilai BCIu yang terus menunjukkan peningkatan.

**Kata Kunci:** daya dukung, tanah pasir, pondasi menerus, geogrid, variasi kedalaman pondasi, variasi jarak lapis geogrid teratas

## ABSTRACT

*This study was conducted to know the effect of the upper distance of geogrid reinforcement layer and ratio d/B to the bearing capacity on sand with strip foundation using biaxial geogrid reinforcement. The tests conducted on the research was done on the sand RC 85%, both with and without geogrid. The parameters measured in this research were the effect of depth foundation (d) and the effect of first geogrid layer depth from the base of foundation (u) to the ultimate bearing capacity and settlement on the strip foundation. Model test was performed using 1 layer reinforcement geogrid with 6 cm width foundation. Variations that being used are the ratios d/B at 0; 0.5; 1; and variations of ratios u/B at 0.25; 0.5; 0.75. In this study showed that the highest BCIu value is at the highest ratio d/B. As for the variation u/B has not been able to obtain the optimum value in this research because BCIu value keep showing the improvement.*

**Keywords:** soil bearing capacity, sand soil, geogrid reinforcement, depth foundation variations, the upper distance of geogrid layer variations

## PENDAHULUAN

Sudah banyak dilakukan studi mengenai perkuatan tanah dengan geogrid pada pondasi dangkal sebelumnya. Pontjo Utomo (2004) membandingkan kapasitas daya dukung ultimit pada pondasi bujur sangkar dengan pondasi lajur yang diberi perkuatan geogrid. Dalam penelitian tersebut dibahas mengenai efek letak lapisan geogrid teratas (u), efek spasi geogrid (z), dan efek letak lapisan terbawah geogrid (d) terhadap kenaikan daya dukung ultimate pondasi. Dari penelitian tersebut, kenaikan daya dukung ultimate maksimum pada pondasi bujur sangkar terdapat pada  $u/B = 0,25-0,5$ ;  $z/B = 0,5$ ; dan  $d/B = 1,5$ .

Sementara untuk pondasi lajur, kenaikan daya dukung ultimit maksimum terdapat pada  $u/B = 0,25-0,5$ ;  $z/B = 2,5$ ; dan  $d/B = 1,5$ .

Demiroz dan Tan (2010) juga telah melakukan penelitian mengenai pengaruh perkuatan tanah menggunakan geogrid. Penelitian dilakukan di atas tanah pasir pada pondasi lajur. Dari penelitian didapatkan hasil bahwa lebar pondasi dan kedalaman pondasi merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap penurunan yang terjadi untuk menahan beban ultimit. Selain itu, penambahan jumlah perkuatan dan lebar perkuatan pada pondasi sebanding dengan peningkatan

penurunan yang dibutuhkan untuk menahan beban ultimit.

Penelitian terus dilanjutkan oleh Shin dan Das (2000). Penelitian dilaksanakan untuk mengamati efek dari panjang lapisan geogrid terhadap Bearing Capacity Ratio (BCR) pondasi lajur pada tanah pasir. Dari penelitian tersebut dihasilkan nilai panjang geogrid kritis ( $bcr$ ) =  $5B$  sampai  $6B$ , sementara untuk rasio  $b/B$  di atas  $6B$  tidak menunjukkan adanya peningkatan BCR yang signifikan.

Berdasarkan variabel dan hasil yang didapat dari penelitian-penelitian tersebut, maka dilakukan penelitian lanjut mengenai perkuatan pada tanah pasir RC 85% dengan menggunakan geogrid. Dalam penelitian ini, parameter yang akan diamati adalah efek kedalaman pondasi ( $d$ ) dan efek kedalaman lapisan geogrid pertama dari dasar pondasi ( $u$ ) terhadap daya dukung ultimit dan penurunan pada pondasi menerus. Penelitian dilakukan dengan uji model di laboratorium.

## TUJUAN

Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui pengaruh variasi rasio  $d/B$  dan rasio  $u/B$  terhadap daya dukung tanah pasir pada pondasi menerus. Selain itu juga untuk mendapatkan nilai optimum dari kedua variasi tersebut.

## KAJIAN PUSTAKA

### Geogrid

Geogrid termasuk dalam jenis geosintetik yang berbentuk jaring (*web*) dengan jala terbuka. Geogrid dibentuk oleh jarring teratur dengan ukuran bukaan tertentu sehingga dapat saling mengunci (*interlock*) antara geogrid dengan bahan pengisi di sekelilingnya. Berdasarkan ASTM, bukaan (*aperture*) yang dimiliki geogrid berukuran lebih dari 6,35 mm ( $1/4$  in.). Fungsi utama dari geogrid adalah sebagai perkuatan.

### Pola Keruntuhan Pondasi Tanpa Perkuatan

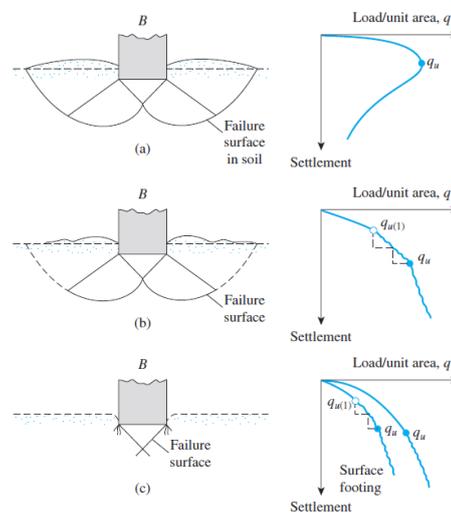
Vesic (1963) menyebutkan 3 jenis mekanisme keruntuhan tanah pada pondasi, yaitu:

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

Kondisi mekanisme keruntuhan tanah tanpa perkuatan dapat dilihat pada **Gambar 1**.

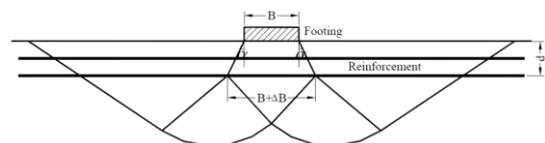
### Pola Keruntuhan Pondasi dengan Perkuatan

Schlosser et al. (1983) mengemukakan keruntuhan tanah dengan perkuatan pada pondasi berdasarkan mekanisme kegagalan *wide-slab*. Berdasarkan mekanisme kegagalan tersebut, Huang dan Menq (1997) mengevaluasi dan menjelaskan bahwa kedalaman pondasi dan lebar efek *wide-slab* mempengaruhi peningkatan daya dukung tanah tersebut yang dijelaskan pada **Gambar 2**. Ketika mencapai beban ultimit, kegagalan tanah yang terjadi diasumsikan terjadi selebar  $B' = B + 2d \tan \alpha$  dengan  $B$  adalah lebar pondasi,  $d$  adalah kedalaman perkuatan, dan  $\alpha$  adalah sudut keruntuhan yang terjadi.



**Gambar 1.** Macam keruntuhan pondasi (Vesic, 1963)

- (a) Keruntuhan geser umum
- (b) Keruntuhan geser pelat
- (c) Keruntuhan penetrasi

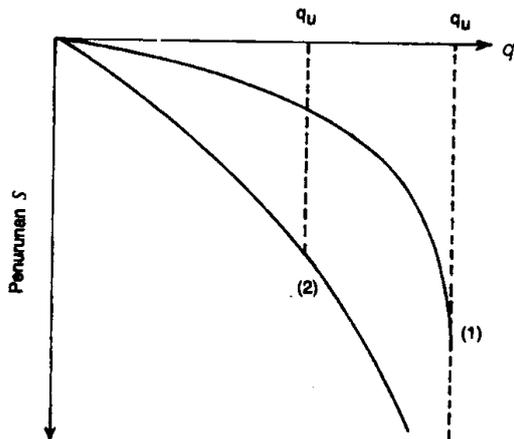


**Gambar 2.** Mekanisme kegagalan wide-slab pada tanah dengan perkuatan untuk pondasi

### Kriteria Beban Ultimit

Yang dimaksud dengan kapasitas dukung ultimit (*ultimate bearing capacity*) ( $q_u$ ) adalah beban maksimum persatuan luas di mana tanah masih mampu mendukung beban tanpa mengalami keruntuhan tanah. Kondisi keruntuhan tanah dapat dilihat pada kurva penurunan-beban yang

ditunjukkan pada **Gambar 3**. Ketika beban awal diberikan, penurunan yang dihasilkan cenderung sebanding dengan pembebanannya. Ketika beban terus ditambah, pada kurva akan terjadi lengkungan tajam yang dilanjutkan dengan bagian garis lurus kedua dengan kemiringan yang lebih curam. Bagian tersebut menggambarkan bahwa keruntuhan geser telah terjadi.



**Gambar 3.** Kurva penurunan-beban

## METODE PENELITIAN

### Pengujian Dasar

Pengujian dasar dilakukan terhadap tanah pasir, yaitu:

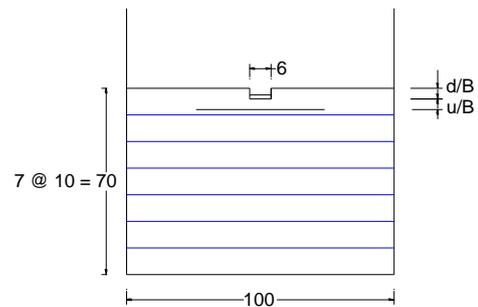
- Pemeriksaan *grain size* menurut ASTM C-136-46
- Pemeriksaan *specific gravity* menurut ASTM D-854-58
- Pemeriksaan kepadatan standar (compaction) menurut ASTM D-698-70 metode B
- Pemeriksaan *direct shear* menurut ASTM D-3080-72

### Jumlah dan Perlakuan Benda Uji

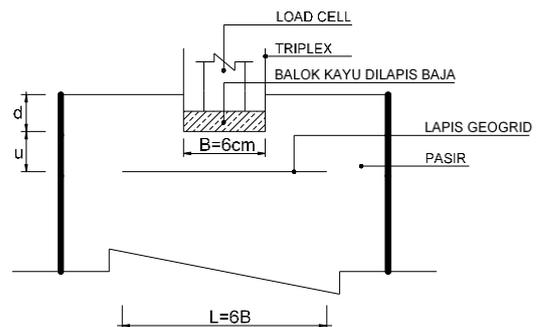
Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan 9 benda uji dengan 3 variasi rasio kedalaman pondasi dengan lebar pondasi ( $d/B$ ) dan 3 variasi jarak lapisan geogrid teratas dari dasar pondasi ( $u$ ) pada pondasi telapak yang terletak pada timbunan tanah pasir dengan RC 85%. Variasi  $d/B$  yang digunakan adalah 0; 0,5; dan 1; sementara variasi  $u$  yang digunakan adalah 0,25B; 0,5B; dan 0,75B. Pengujian dilakukan di tengah box penelitian dengan menggunakan lebar pondasi ( $B$ ) 6 cm. Jumlah lapisan geogrid ( $n$ ) yang digunakan pada penelitian ini sebanyak satu lapis. Pengujian dilakukan ulang bila terjadi

penyimpangan dan dilakukan dengan perlakuan benda uji yang sama. Perlakuan benda uji ditunjukkan pada **Gambar 4**.

Uji pembebanan dilakukan dengan menggunakan dongkrak hidrolik. Pembebanan dilakukan secara bertahap tiap 50 kg hingga beban tidak dapat ditambahkan lagi atau tanah telah mengalami keruntuhan. Detail pembebanan benda uji ditunjukkan pada **Gambar 5**.



**Gambar 4.** Detail perlakuan benda uji



**Gambar 5.** Detail pembebanan benda uji

### Metode Analisis Data

Berdasarkan hasil uji pembebanan didapat data beban dan penurunan yang terjadi pada tanah pasir tanpa perkuatan geogrid dan pada tanah pasir dengan perkuatan geogrid yang divariasikan pada nilai  $d/B$  dan  $u$ . Daya dukung tanah dapat dihitung menggunakan Persamaan 1.

$$qu = \frac{Pu}{A} \quad (1)$$

dimana:

$Pu$  = beban maksimum

$A$  = luasan pondasi

Setelah didapat nilai daya dukung, data tersebut dijadikan dasar untuk pembuatan grafik hubungan antara penurunan dan daya dukung tanah. Pengaruh perkuatan geogrid terhadap tanah pasir pada pondasi telapak dapat diketahui dengan perhitungan BCI yang diperoleh berdasarkan Persamaan 2.

$$BCI = \frac{q}{q_0} \quad (2)$$

dimana:

- BCI = *Bearing Capacity Improvement*  
 q = Daya dukung tanah dengan perkuatan geogrid  
 q<sub>0</sub> = Daya dukung tanah tanpa perkuatan

## PEMBAHASAN

### Analisis Daya Dukung Tanah Pasir Tanpa Perkuatan

Dari uji pembebanan yang telah dilakukan pada eksperimen di laboratorium dihasilkan nilai daya dukung tanah pasir tanpa perkuatan yang ditunjukkan pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Hasil Uji Pembebanan Tanpa Perkuatan

Variabel Terikat	Variabel Bebas	Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (kN/m <sup>2</sup> )
B = 6 cm	d/B = 0	2,233	3,721	120,056
	d/B = 0,5	5,613	9,354	145,660
	d/B = 1	4,398	7,329	172,743

### Analisis Daya Dukung Tanah Pasir dengan Perkuatan

Dari uji pembebanan yang telah dilakukan pada eksperimen di laboratorium dihasilkan nilai daya dukung tanah pasir tanpa perkuatan yang ditunjukkan pada **Tabel 2**.

**Tabel 2.** Hasil Uji Pembebanan dengan Perkuatan

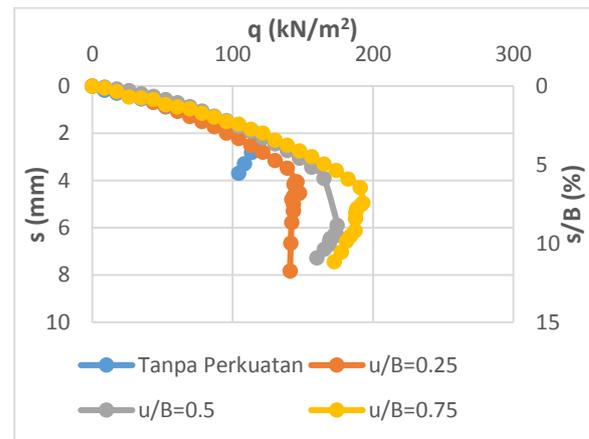
d/B	u/B	Beban (kg)	Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (kg/cm <sup>2</sup> )	qu (kN/m <sup>2</sup> )
0	0.25	850	4.53	7.55	1.476	147.569
	0.5	1005	5.90	9.83	1.745	174.479
	0.75	1110	4.95	8.25	1.927	192.708
0.5	0.25	1153	6.63	11.05	2.002	200.174
	0.5	1312	5.16	8.60	2.278	227.778
	0.75	1358	15.33	25.55	2.358	235.764
1	0.25	1430	10.96	18.27	2.483	248.264
	0.5	1592	13.20	21.99	2.764	276.389
	0.75	1617	7.53	12.55	2.807	280.729

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh hasil bahwa untuk kedua variabel, peningkatan nilai rasio u/B dan nilai rasio d/B diikuti dengan peningkatan nilai daya dukung maksimum. Pada penelitian ini didapat nilai daya dukung maksimum paling besar berada pada variasi u/B=0,75 dan d/B=1. Pada variasi ini juga didapatkan nilai BCIu tertinggi.

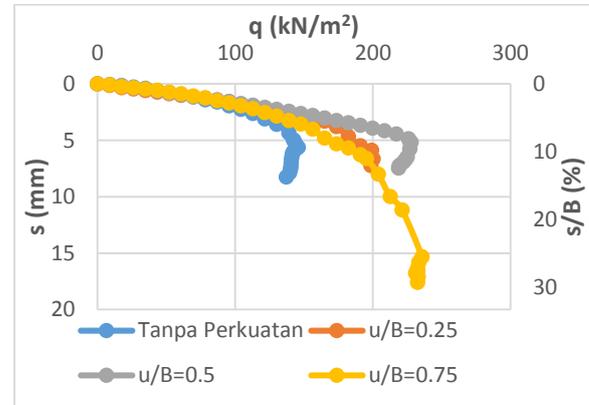
Grafik beban-penurunan tanpa perkuatan dan dengan perkuatan dapat dilihat pada **Gambar 6**. Penurunan yang terjadi pada tanah pasir dengan perkuatan geogrid cenderung lebih kecil bila dibandingkan dengan tanah pasir tanpa perkuatan pada beban yang sama. Hal ini terjadi dikarenakan

geogrid telah bekerja sebelum keruntuhan tanah terjadi.

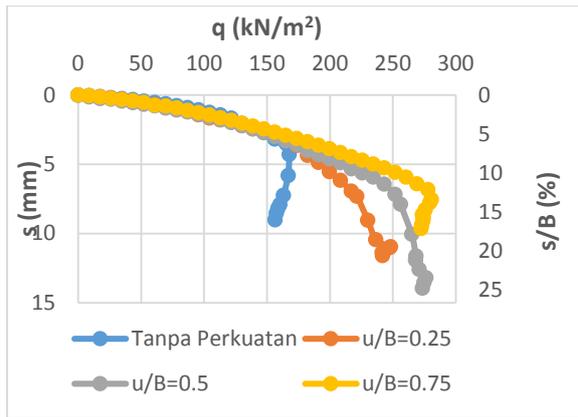
Pada beberapa kondisi, ketika ditinjau pada beban yang sama, penurunan yang dihasilkan pada tanah tanpa perkuatan lebih kecil dibandingkan dengan penurunan pada tanah dengan perkuatan geogrid. Berdasarkan Taha dan Altahe (2013), hal tersebut dapat terjadi dikarenakan tanah yang terkekang di antara lapis perkuatan geogrid mengalami kegagalan tarik terlebih dahulu sebelum mengalami geser yang disebabkan oleh terlalu dekatnya jarak lapisan geogrid.



(a)



(b)



(c)

**Gambar 6.** Grafik beban-penurunan

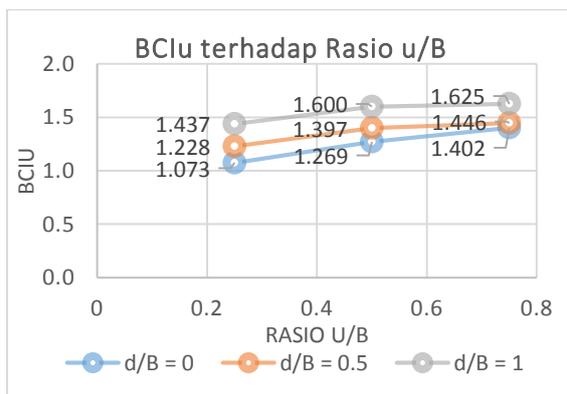
- (a)  $d/B=0$
- (b)  $d/B = 0,5$
- (c)  $d/B = 1$

**Analisis Bearing Capacity Improvement pada daya dukung ultimit (BCIu)**

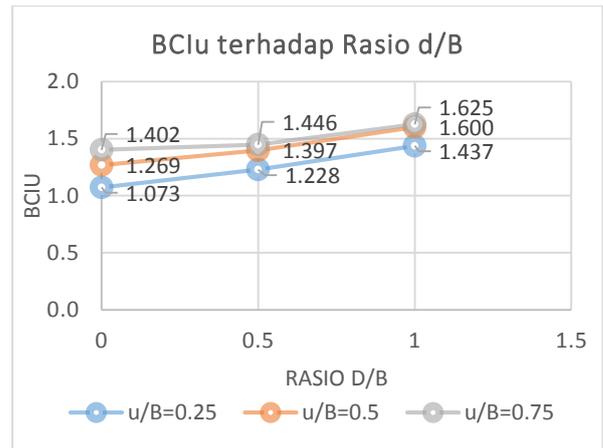
Perbandingan nilai BCIu untuk variasi rasio  $u/B$  dan  $d/B$  ditunjukkan pada **Tabel 3** dan **Gambar 7**.

**Tabel 3.** Nilai BCIu

$u/B$	$d/B$	$q_u$ Tanpa Perkuatan (kN/m <sup>2</sup> )	$q_u$ Dengan Perkuatan (kN/m <sup>2</sup> )	BCIu	Peningkatan Variabel
0,25	0	137,500	147,569	1,073	-
	0,5	163,021	200,174	1,228	18,24 %
	1	172,743	248,264	1,437	10,45 %
0,5	0	137,500	174,479	1,269	-
	0,5	163,021	227,778	1,397	13,79 %
	1	172,743	276,389	1,600	3,51 %
0,75	0	137,500	192,708	1,402	-
	0,5	163,021	235,764	1,446	11,33 %
	1	172,743	280,729	1,625	1,57 %



(a)



(b)

**Gambar 7.** (a) BCIu terhadap Rasio  $u/B$

(b) BCIu terhadap Rasio  $d/B$

Dari **Tabel 3** dan **Gambar 6** dapat terlihat bahwa bertambah tingginya nilai rasio  $u/B$  maupun rasio  $d/B$  akan terus diikuti dengan kenaikan BCIu. Untuk presentase peningkatan nilai BCIu dari  $u/B=0,5$  ke  $u/B=0,75$  tidak setinggi peningkatan nilai BCIu dari  $u/B=0,25$  ke  $u/B=0,5$ , sehingga nilai BCIu yang dihasilkan untuk  $u/B$  di atas 0,75 ada kemungkinan mengalami peningkatan yang jauh lebih kecil lagi.

**KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa:

1. Daya dukung ultimit pada tanah pasir tanpa perkuatan menghasilkan nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan tanah pasir dengan perkuatan geogrid, baik pada variasi rasio  $d/B$  maupun rasio  $u/B$ .
2. Semakin tinggi rasio  $d/B$ , daya dukung ultimit yang dihasilkan juga semakin tinggi.
3. Untuk variasi rasio  $u/B = 0,25; 0,5; \text{ dan } 0,75$ , semakin tinggi nilai rasio  $u/B$ , semakin tinggi pula daya dukung tanah yang dihasilkan.
4. Berdasarkan analisis BCIu yang didapat, nilai BCIu maksimum berada pada  $d/B$  tertinggi. Sementara untuk variabel  $u/B$  belum bisa didapatkan nilai optimum pada penelitian ini karena nilai BCIu terus menunjukkan peningkatan.

**SARAN**

Untuk mencapai kesempurnaan hasil, pada penelitian ini dibutuhkan waktu yang cukup lama, ketelitian, dan metode pelaksanaan yang sesuai

sehingga kesalahan dapat terminimalisir. Berikut adalah beberapa saran untuk penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Perlunya dilakukan pemadatan yang lebih baik dan merata pada seluruh permukaan tanah pasir dikarenakan pemadatan yang kurang baik menyebabkan tidak konsistennya kurva  $q$  vs penurunan pada tanah pasir tanpa perkuatan dan tanah pasir dengan perkuatan.
2. Karena belum didapatkannya hasil optimum variabel rasio  $u/B$ , maka diperlukan penelitian lebih lanjut dengan kondisi variabel tetap yang sama.
3. Untuk penelitian selanjutnya bisa dilakukan dengan menambah variasi rasio  $u/B$ .

#### DAFTAR PUSTAKA

- Chen, Q. 2007. An Experimental Study on Characteristics and Behavior of Reinforced Soil Foundation. *Disertasi*. Tidak dipublikasikan. China: Tongji University.
- Das, B.M. 2011. *Principles of Foundation Engineering Seventh Edition*. Stamford: Cengage Learning.
- Demiroz, A. & Tan, O. 2010. An Experimental Study for Settlement of Strip Foundation on Geogrid-Reinforced Sand. *Scientific Research and Essays*. 5 (21):3306-3312.
- Hardiyatmo, H.C. 2011. *Analisis dan Perancangan Fondasi I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Huang, C.C. & Menq, F.Y. 1997. Deep Footing and Wide-Slab Effects on Reinforced Sandy Soil. *Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE*. 123(1):30-36.
- Indrawahyuni, H., Suroso, Suyadi, W., & Zaika, Y. 2012. Pengaruh Perkuatan Pile Terhadap Daya Dukung Pada Pemodelan Fisik Lereng Tanah Pasir. *Jurnal Rekayasa Sipil*. 6 (3):1978-5658.
- Schlosser, F., Jacobsen, H.M., & Juran, I. 1983. Soil Reinforcement. *General Report, VIII European Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering*. 83-101
- Shin, E.C. & Das, B.M. 2000. Experimental Study of Bearing Capacity of a Strip Foundation on Geogrid-Reinforced Sand. *Geosynthetics International*. 7(1): 59-71.
- Taha, M.R. & Altahe, E.B. 2013. Numerical and Experimental Evaluation of Bearing Capacity Factor  $N_\gamma$  of Strip Footing on Sand Slopes. *International Journal of Physical Sciences*. 8 (36):1807-1823.
- Utomo, P. 2004. Daya Dukung Ultimit Pondasi Dangkal di Atas Tanah Pasir yang Diperkuat Geogrid. *Civil Engineering Dimension*. 6 (1):15-20.
- Vesic, A.S. 1975. Foundation Engineering Handbook. *Winterkorn and Fang, Van Nostrand Reinhold*. 121-147.