

**PENGARUH VARIASI RASIO D/B DAN LEBAR PONDASI DENGAN
DUA LAPIS PERKUATAN GEOGRID TIPE BIAKSIAL DAN $U/B = 0,5$
TERHADAP DAYA DUKUNG TANAH PASIR DENGAN PONDASI
MENERUS**

**NASKAH TERPUBLIKASI
TEKNIK SIPIL**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**FILYAN FERY ANGGRIAWAN
NIM. 125060100111024**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2016**

PENGARUH VARIASI RASIO D/B DAN LEBAR PONDASI DENGAN DUA LAPIS PERKUATAN GEOGRID TIPE BIAKSIAL DAN $U/B = 0,5$ TERHADAP DAYA DUKUNG TANAH PASIR DENGAN PONDASI MENERUS

Filyan Fery Anggriawan, As'ad Munawir, Harimurti

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

ABSTRAK

Pada dasarnya sebuah pondasi dangkal membutuhkan landasan dengan struktur tanah yang cukup baik, dengan semakin sempitnya lahan yang layak untuk mendirikan suatu bangunan, maka perlu adanya alternatif untuk mendirikan suatu bangunan pada tanah yang kondisinya kurang baik dan kurang memenuhi syarat. Salah satu cara dalam meningkatkan daya dukung tanah adalah dengan geosintetik seperti geotekstil dan geogrid. Dalam penelitian ini dilakukan pengujian pada pemodelan fisik tanah pasir tanpa perkuatan dan dengan perkuatan geogrid. Variasi yang diterapkan pada pengujian sampel berupa lebar pondasi (6 cm, 8 cm, 10 cm) dan rasio kedalaman pondasi terhadap lebar pondasi (0; 0,5; 1). Hasil penelitian memperlihatkan bahwa semakin besar nilai daya dukungnya ketika lebar pondasi dan rasio d/B semakin besar. Hasil analisis BCIu menunjukkan bahwa daya dukung terbesar terletak pada lebar pondasi 10 cm dengan rasio d/B = 1. Penggunaan geogrid paling efektif ketika peningkatan lebar dari 6 cm ke 8 cm dan kedalaman dari 0B ke 0,5B dengan prosentase yang lebih besar dibandingkan efektif ketika peningkatan lebar dari 8 cm ke 10 cm dan kedalaman dari 0,5B ke 1B.

Kata kunci : daya dukung, tanah pasir, perkuatan geogrid, variasi lebar pondasi, variasi rasio kedalaman pondasi terhadap lebar pondasi.

ABSTRACT

Basically a shallow foundation requires a foundation with soil structure is quite good, with less land eligible to erect a building, it is necessary to establish an alternative to building on the ground that the condition is not good and less qualified. One way to increase the carrying capacity of land is with geosynthetic such as geotextiles and geogrids. In this study conducted testing on physical modeling of soil and sand without reinforcement with geogrid reinforcement. Variations were applied to test samples in the form of foundation width (6 cm, 8 cm, 10 cm) and the ratio of the width of the foundation depth of the foundation of the (0, 0.5, 1). The results showed that the greater the value of its carrying capacity when the width of the foundation and the ratio d / B increases. BCIu analysis results indicate that the carrying capacity of the biggest lies in the foundation 10 cm wide with a ratio d / B = 1. The use of geogrid most effective when an increase in the width of 6 cm to 8 cm and depth of 0B to 0,5B by a larger percentage than the effective when an increase in the width of 8 cm to 10 cm and depth of 0,5B to 1B.

Keywords : bearing capacity, ground sand, reinforcement geogrid, a wide variety of foundation, foundation depth variation of the ratio of the width of the foundation.

PENDAHULUAN

Pada dasarnya sebuah pondasi dangkal membutuhkan landasan dengan struktur tanah yang cukup baik. dengan semakin sempitnya lahan yang layak untuk mendirikan suatu bangunan, maka perlu adanya alternatif untuk mendirikan suatu bangunan pada tanah yang kondisinya kurang baik dan kurang memenuhi syarat. Salah satu cara untuk meningkatkan kekuatan tanah adalah dengan menggunakan geogrid.

TUJUAN

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan pengaruh kekuatan tanah pasir dengan membandingkan daya dukung tanah pasir tanpa kekuatan terhadap daya dukung tanah pasir yang diberi kekuatan geogrid menggunakan variasi rasio d/B dan lebar pondasi. Untuk mendapatkan seberapa besar pengaruh variasi lebar pondasi terhadap daya dukung tanah pasir yang telah diberi geogrid. Untuk Mendapatkan bagaimana pengaruh variasi rasio d/B terhadap daya dukung kekuatan tanah pasir yang telah diberi geogrid. Untuk mengetahui rasio kedalaman pondasi dengan lebar pondasi (d/B) dan lebar pondasi yang optimum terhadap daya dukung tanah pasir untuk pondasi menerus dengan kekuatan geogrid.

TINJAUAN PUSTAKA

Kepadatan Relatif Pasir

Secara spesifik, tanah pasir adalah material granular alami yang belum terkonsolidasi. Pasir terdiri atas butiran yang memiliki ukuran antara 1/16 sampai 2 mm. Dalam kata lain, Kepadatan relatif pasir merupakan prosentase kepadatan tertentu dan bisa dispesifikasikan sebagai nilai perbandingan dari berat volume kering pada pemodelan atau di lapangan

dengan berat volume kering maksimum di laboratorium menurut percobaan standar, seperti misalnya percobaan standar proctor atau modifikasi proctor. Persamaan dari kepadatan relatif dapat diperhatikan pada Persamaan dibawah ini.

$$RC = \frac{\rho_d - \rho_{d-field}}{\rho_d - \rho_{d-laboratory}} \times 100\%$$

Dimana,

$\rho_d - field$: Kepadatan tanah di lapangan

$\rho_d - Laboratory$: Kepadatan tanah di lab.

Geogrid

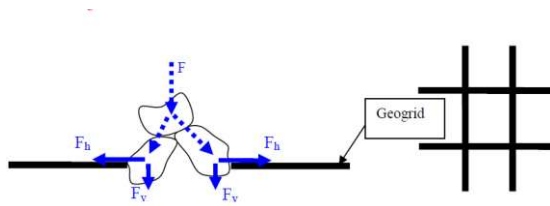
Geogrid adalah salah satu geosintetik yang berbentuk jala terbuka. Fungsi yang paling utama dari geogrid adalah sebagai perkuatan. Perkuatan berfokus pada mekanismenya dimana sifat teknis tanah komposit / agregat dapat ditingkatkan secara mekanis. Geogrid terbentuk dengan jaring teratur dan terhubung satu sama lainnya yang mempunyai bukaan sehingga memiliki *interlock* dengan bahan pengisi di sekelilingnya baik tanah, batuan ataupun struktur lain disekitarnya.

Interaksi Tanah dan Geogrid

Dalam penelitiannya Nurly Gofar dan Bakrie Oemar (1990) mengatakan bahwa dasar dari pemakaian geogrid adalah pembentukan ikatan antara bahan pengisi (tanah) dan elemen perkuatan geosintetis. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa gesekan yang terjadi pada dasarnya merupakan fungsi dari besarnya butiran tanah dan sifat bahan perkerasan itu sendiri.

Mekanisme Kerja Geogrid pada Tanah

Pasir yang diberi perkuatan geogrid terdiri dari timbunan padat dengan digabungkan perkuatan geosintetik yang disusun ke arah horisontal. Ilustrasi dari mekanisme kerja geogrid dapat diperhatikan pada gambar berikut:



Gambar 1. Mekanisme kerja geogrid

Tegangan Kontak

Musthafa (2015) menyebutkan bahwa tegangan kontak (*contact pressure*) merupakan tegangan yang bekerja di bawah pondasi akibat beban struktur di atasnya. Tegangan kontak dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\sigma = \frac{Q}{A} \pm \frac{M_x \cdot X}{I_y} \pm \frac{M_y \cdot Y}{I_x}$$

dimana;

σ = tegangan kontak

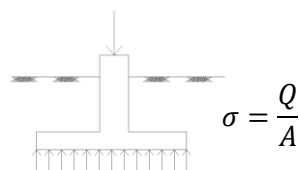
Q = beban aksial total

M_x, M_y = momen terhadap sumbu x dan y pada penampang pondasi

X, Y = jarak antara titik pusat penampang pondasi ke titik dimana tegangan kontak dihitung perspektif sumbu x dan y

I_x, I_y = momen inersia penampang pondasi terhadap sumbu x dan y

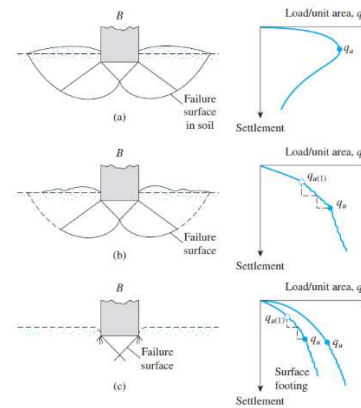
Tegangan kontak dapat dilihat pada gambar



Gambar 2. Tegangan kontak akibat beban eksentris

Pola Keruntuhan di Bawah Pondasi

Vesic (1963) dalam buku yang ditulis oleh Hardiyatmo (2011), menyebutkan bahwa mekanisme keruntuhan pondasi dikategorikan menjadi 3 macam, keruntuhan geser umum, local, dan penetrasi.



Gambar 3. Macam keruntuhan pondasi

Solusi Meyerhof

Meyerhof (1963) menyarankan persamaan kapasitas daya dukung dengan mempertimbangkan bentuk pondasi, kemiringan beban dan kuat geser tanah diatas pondasi, seperti persamaan berikut:

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

dengan,

Q_u = kapasitas dukung ultimit

N_c, N_q, N_γ = faktor kapasitas dukung untuk pondasi memanjang

s_c, s_q, s_γ = faktor bentuk pondasi

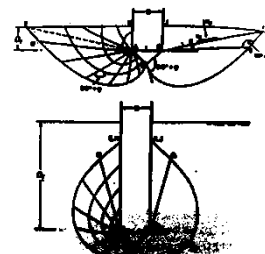
d_c, d_q, d_γ = faktor kedalaman pondasi

i_c, i_q, i_γ = faktor kemiringan beban

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_q = \tan(45^\circ + \phi/2) e^{(\pi \tan \phi)}$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1,4\phi)$$



Gambar 4. Keruntuhan daya dukung meyerhof

Solusi Hansen dan Vesic

Brinch Hansen (1970) menyarankan persamaan kapasitas dukung yang pada dasarnya sama dengan Terzaghi, hanya didalamnya di masukan nilai factor kedalaman, inklinasi beban, inklinasi dasar, dan inklinasi permukaan tanah. Untuk $\varphi = 1$ Hansen menyarankan persamaan kapasitas daya dukung ultimit dan dapat diperhatikan pada persamaan berikut.

$$q_u = \frac{Q_u}{B'L'} = s_c d_c i_c b_c g_c c N_c + s_q d_q i_q b_q g_q p_o N_q + s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma 0,5 B' \gamma N_\gamma$$

Dimana,

- Q_u = Beban vertical ultimit (kn)
- L', B' = panjang dan lebar efektif pondasi (m)
- γ = berat volume tanah (kN/m²)
- C = kohesi tanah (kN/m²)
- p_o = tekanan overburden di dasar pondasi (kN/m²)
- s_c, s_q, s_γ = faktor-faktor bentuk pondasi
- d_c, d_q, d_γ = faktor-faktor kedalaman pondasi
- i_c, i_q, i_γ = faktor-faktor kemiringan beban
- b_c, b_q, b_γ = faktor-faktor kemiringan dasar
- g_c, g_q, g_γ = faktor-faktor kedalaman pondasi
- N_c, N_q, N_γ = faktor-faktor kapasitas dukung Hansen

Bearing Capacity Improvement (BCI)

Merupakan rasio yang menunjukkan perbandingan antara daya dukung tanah saat diberi perkuatan dengan daya dukung tanah tanpa perkuatan. Persamaan dari BCI dapat diketahui pada persamaan berikut.

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

dimana,

- BCI = *Bearing Capacity Improvement*
- q = daya dukung dengan perkuatan geogrid menurut kemiringan sudut lereng dan jumlah lapisan

geogrid

q_o = daya dukung tanpa perkuatan geogrid

Pada penelitian ini, BCI ditentukan berdasarkan daya dukung pada saat ultimit (BCI_{qu})

METODE PENELITIAN

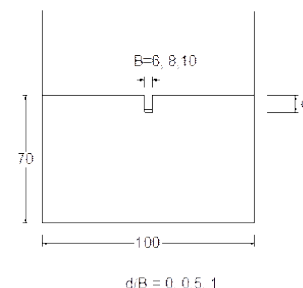
Pengujian Dasar

Dalam penelitian ini dilakukan penelitian dasar pada tanah. Pertama pemeriksaan *specific gravity* butiran tanah mengikuti ASTM D-854-58, Pemeriksaan analisis saringan menurut ASTM C-136-46, kemudian Pemeriksaan kekuatan geser langsung (*Direct Shear*) menurut ASTM D-3080-72 dan yang terakhir adalah Kepadatan standar (*Compaction*) mengikuti ASTM D-698-70.

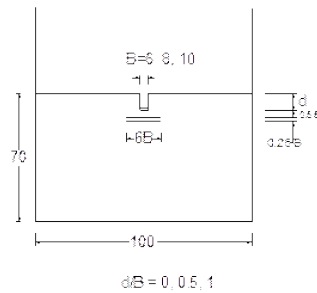
Jumlah dan Perlakuan Benda Uji

Percobaan ini dibuat 9 buah benda uji dengan 3 variasi lebar pondasi (6,8,10) dan 3 variasi rasio d/B (0;0,5;1) untuk pondasi menerus persegi yang diletakkan di tanah datar dengan RC 85%.

Perlakuan pengujian menggunakan dua lapis geogrid. Jarak antara pondasi terhadap lapisan geogrid pertama ialah 0,5 B. Pengulangan dilakukan apabila terjadi penyimpangan dan dilakukan dengan perlakuan benda uji yang sama. Perlakuan pengujian menghasilkan gambar 5-6 berikut.



Gambar 5. Model tes tanpa perkuatan



Gambar 6. Model tes dengan perkuatan

Metode Analisis Data

Berdasarkan hasil uji pembebanan, didapat data beban serta penurunan yang terjadi pada pondasi. Data yang diambil merupakan data dari pondasi tanpa perkuatan dan pondasi dengan perkuatan rasio d/B dan lebar pondasinya.

Daya dukung dihitung dengan Persamaan berikut:

$$qu = C.Nc + q.Nq + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot Ny$$

Setelah mengetahui daya dukung yang terjadi, dilakukan analisis BCI untuk mengetahui rasio peningkatan yang terjadi.

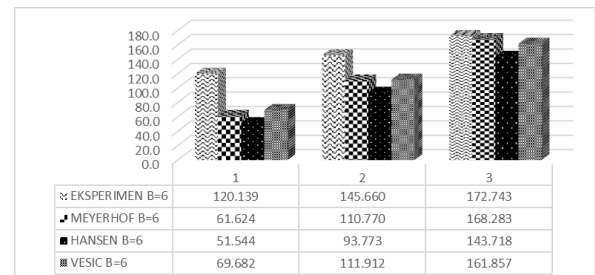
HASIL DAN PEMBAHASAN

Daya Dukung Pondasi Tanpa Perkuatan

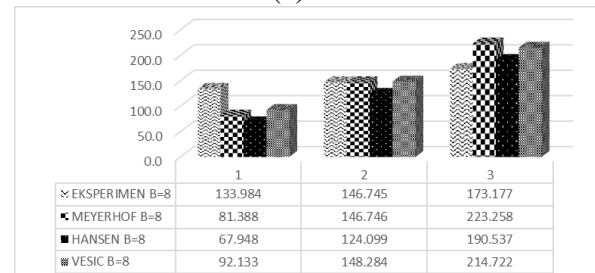
Pengujian model tanpa perkuatan dilakukan sebagai pembanding ketika model diberikan perkuatan. Pengujian model tanpa perkuatan dilakukan 9 kali dengan lebar pondasi dan rasio d/B yang bervariasi.

Tabel 1. Nilai Daya Dukung Berdasarkan Eksperimen untuk Pondasi tanpa Perkuatan

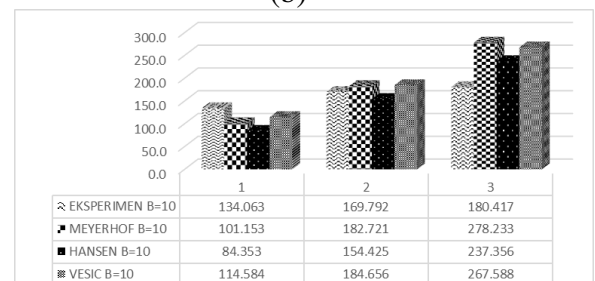
Lebar Pondasi (cm)	Kedalaman Pondasi (cm)	Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (kN/m ²)
B = 6	d/B = 0	692	3.721	120.056
	d/B = 0.5	839	9.354	145.66
	d/B = 1	945	6.783	164.063
B = 8	d/B = 0	1029	9.022	133.984
	d/B = 0.5	1127	16.759	146.745
	d/B = 1	1330	10.275	173.177
B = 10	d/B = 0	1360	7.2	134.0625
	d/B = 0.5	1630	8.088	169.792
	d/B = 1	1732	4.933	180.417



(a)



(b)

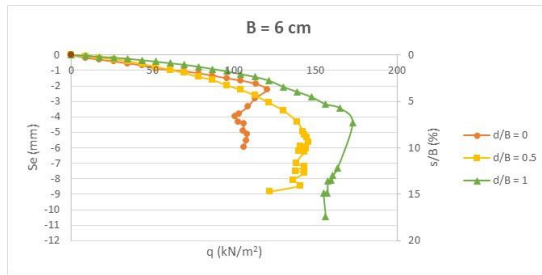


(c)

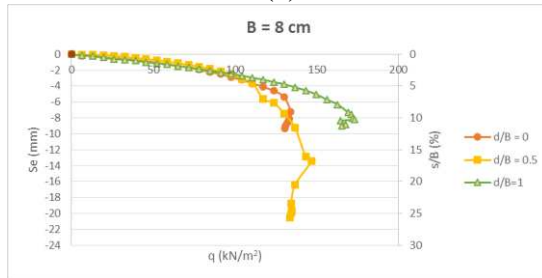
Gambar 7. Perbandingan nilai daya dukung pondasi tanpa perkuatan berdasarkan eksperimen dan analitik

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa setiap metode akan mengalami peningkatan nilai daya dukung, namun jika dibandingkan dengan metode eksperimen maka secara umum teori yang mendekati adalah teori vesic.

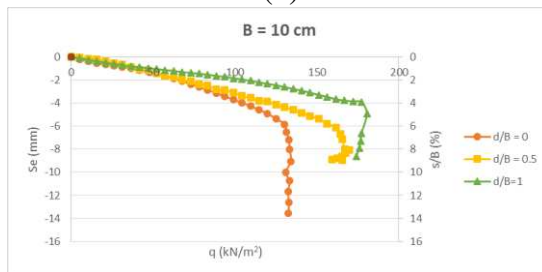
Percobaan Pembebanan dilakukan di lapangan untuk model tanah pasir dengan perkuatan, hasil dari percobaan tersebut didapatkan nilai pembacaan daya dukung dan penurunan (*settlement*) yang terjadi. Grafik dari hubungan antara daya dukung dan *Settlement*-nya dapat dilihat pada Gambar_berikut.



(a)



(b)

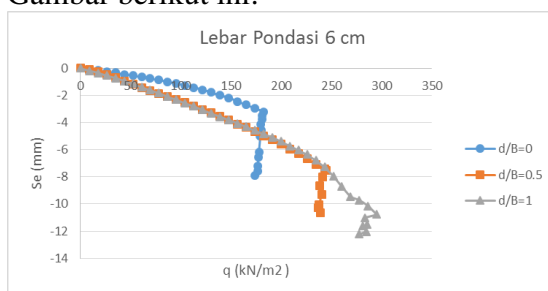


(c)

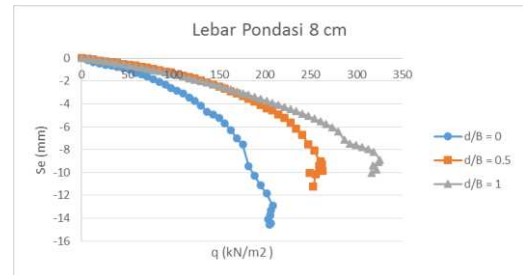
Gambar 8. Hubungan q_u dan penurunan pada pondasi tanpa perkuatan

Analisis Daya Dukung Lereng dengan Perkuatan

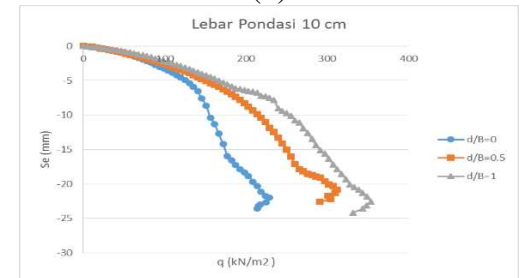
Hasil pembebanan yang telah dilakukan terhadap permodelan tanah pasir di laboratorium dengan menggunakan lebar pondasi 6,8,10 cm, nilai dari daya dukung dan penurunan yang terjadi dapat dilihat seperti pada grafik hubungan antara daya dukung dan penurunan dalam Gambar berikut ini.



(a)



(b)



(c)

Gambar 9. Hubungan q_u dan penurunan pada pondasi dengan perkuatan

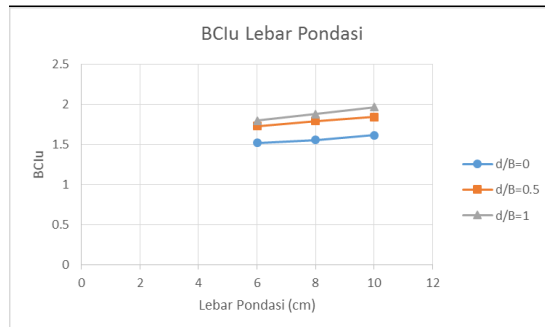
Pada pondasi tanpa perkuatan dan dengan perkuatan, untuk pola penurunannya terlihat tidak konsisten. Namun untuk beban runtuhnya, semakin lebar pondasinya maka daya dukungnya semakin besar dan semakin dalam pondasi maka daya dukung juga akan semakin besar.

Analisis *Bearing Capacity Improvement* Berdasarkan Daya Dukung Ultimit (BCIu)

BCIu adalah analisis perbandingan nilai daya dukung maksimum ketika beban mengalami runtuh antara tanah pasir dengan perkuatan dan tanah pasir tanpa perkuatan. Untuk melihat pengaruh dari Lebar Pondasi pada BCI, maka dapat dilihat dari **Tabel 2** dan **Gambar 10**.

Tabel 2. Nilai BCIu untuk variasi lebar pondasi.

d/B	Lebar Pondasi (cm)	qu Tanpa Perkuatan (kN/m ²)	qu Dengan Perkuatan (kN/m ²)	BCIu
0	6	120.056	182.2916667	1.518389
	8	133.984375	208.59375	1.556851
	10	134.0625	229.1666667	1.709402
0.5	6	135.66	244.7916667	1.80445
	8	146.7447917	263.1510417	1.793256
	10	169.7916667	312.5	1.840491
1	6	164.0625	295.1388889	1.798942
	8	173.1770833	325.5208333	1.879699
	10	180.4166667	354.1666667	1.963048

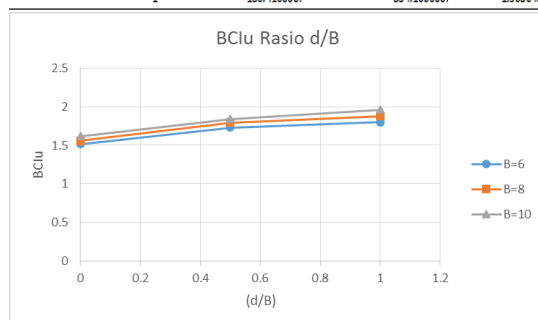


Gambar 10. Perbandingan nilai BCIu untuk variasi lebar pondasi

Sementara Untuk melihat pengaruh dari Lebar Pondasi pada BCI, maka dapat dilihat dari **Tabel 3** dan **Gambar 11**.

Tabel 2. Nilai BCIu untuk variasi rasio d/B.

Lebar Pondasi (cm)	d/B	qu Tanpa Perkuatan (kN/m ²)	qu Dengan Perkuatan (kN/m ²)	BCIu
6	0	120.056	182.2916667	1.518389
	0.5	135.66	244.7916667	1.80445
	1	164.0625	295.1388889	1.798942
8	0	133.984375	208.59375	1.556851
	0.5	146.7447917	263.1510417	1.793256
	1	173.1770833	325.5208333	1.879699
10	0	134.0625	229.1666667	1.709402
	0.5	169.7916667	312.5	1.840491
	1	180.4166667	354.1666667	1.963048



Gambar 11. Perbandingan nilai BCIu untuk variasi rasio d/B

Dapat dilihat dari **Tabel 2-3** dan **Gambar 10-11** dapat disimpulkan bahwa semakin lebar ukuran pondasinya maka nilai daya dukung akan semakin besar, sementara nilai BCIu maksimum pada penelitian ini diperoleh pada saat Lebar pondasinya 10 cm dengan rasio d/B = 1 yaitu sebesar 1,963. Berdasarkan hasil yang didapatkan, maka sejalan dengan pendapat terdahulu yang diutarakan oleh Atila Demiroz et al. (2010) tentang bagaimana pengaruh Lebar pondasi yakni setiap peningkatan Lebar pondasi maka nilai daya dukungnya akan bertambah pula.

Pengaruh Lebar Pondasi dan rasio d/B terhadap Nilai Daya Dukung

Hasil dari pengujian didapatkan, pada variasi lebar pondasi apabila ditinjau dari beban ultimit yang bekerja disimpulkan bahwa semakin lebar pondasinya maka akan semakin meningkat daya dukungnya. Sedangkan untuk variasi rasio d/B juga sama yakni semakin dalam pondasinya maka daya dukungnya akan semakin besar juga apabila ditinjau dari beban ultimitnya. Pada penelitian ini, yang menghasilkan nilai daya dukung paling besar adalah ketika lebar pondasinya sebesar 10 cm dan ketika rasio d/B-nya 1 saat lebarnya 10 cm. Variasi tersebut juga memiliki nilai BCIu yang terbesar pula.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan variasi berupa lebar pondasi 6 cm, 8 cm dan 10 cm serta rasio d/B bernilai 0, 0,5 dan 1 pada pemodelan fisik lereng pasir RC 85% dengan 2 lapis geogrid dan jarak geogrid teratas sebesar 0,5 B, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Peningkatan prosentase daya dukung tanah terjadi saat tanah diberi perkuatan geogrid ketimbang jika tidak diberikan geogrid. Rata-rata peningkatan sebesar 73,87 %.
2. Peningkatan lebar pondasi sebanding dengan peningkatan nilai daya dukung tanah sehingga terlihat bahwa semakin besar nilai daya dukungnya ketika lebar pondasinya semakin besar. Rata-rata peningkatan sebesar 11,61 %. Penurunan yang terjadi tidak bisa dibandingkan dikarenakan letak posisi geogrid yang tidak sama pada setiap variasi rasio d/B.
3. Peningkatan kedalaman pondasi terhadap lebar pondasi (d/B) sebanding dengan peningkatan nilai daya dukung sehingga semakin dalam pondasi maka akan semakin besar nilai daya dukung yang dihasilkan. Rata-rata peningkatan 25,73 %. Penurunan yang terjadi tidak bisa dibandingkan dikarenakan letak posisi geogrid yang tidak sama pada setiap variasi rasio d/B.
4. Berdasarkan analisis BCIu, semakin besar lebar pondasi maka akan semakin besar BCIu nya. Semakin besar nilai rasio d/B-nya maka akan semakin besar pula BCIu yang dihasilkan. Nilai BCIu maksimum terjadi pada pondasi dengan lebar 10 cm dengan rasio d/B = 1 sebesar 1,963.

SARAN

Agar tercapai suatu hasil yang maksimal dalam penelitian, maka banyak faktor-faktor yang perlu diperhatikan seperti metode yang baik, manajemen perencanaan waktu yang tertata, serta ketelitian dalam melakukan permodelan. Dalam hal tersebut ada beberapa saran untuk penelitian selanjutnya antara lain.

1. Pemadatan harus dilakukan dengan cara yang baik dan merata secara menyeluruh pada model uji. Kesalahan relatif kepadatan tanah sebaiknya tidak lebih dari 5 % supaya hasil yang didapatkan bisa sesuai. Parameter yang tidak sesuai saat pengujian mengakibatkan respon pondasi dengan penurunan dan daya dukung yang kurang sempurna.
2. Menghindari terjadinya punching shear, sebelum melakukan pengujian sebaiknya pondasi dipastikan menempel secara sempurna pada permukaan tanah tanpa adanya rongga.
3. Untuk mencegah kadar air yang menurun akibat penguapan, maka setiap selesai percobaan tanah sebaiknya ditutup rapat dengan plastik.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C-136 Standard test method for Sieve analysis of fine and coarse aggregate, Annual Books of ASTM Standards, USA, 2002.
- ASTM D-698 Standard test method for Laboratory Compaction Characteristic using Standard Effort, Annual Books of ASTM Standards, USA, 2002
- ASTM D-854 Standard test methods for specific gravity of soil solids by water pycnometer, Annual Books of ASTM Standards, USA, 2002
- ASTM D-3080 Standard test method direct shear test of soils under consolidated drained conditions, USA, 2002
- Bowles, J.E. 1993. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Jakarta: Erlangga.

- Brinch Hansen, J. 1970. A Revised and Extended Formula for Bearing Capacity. Copenhagen : Danish Geotechnical Institute Bulletin No. 28, DGI
- Craig, R.F. 1989. *Mekanika Tanah Edisi Keempat*. Jakarta : Erlangga
- Christady H., Hary. 1990. *Mekanika Tanah*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada
- 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.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 2009. *Modul Pelatihan Geosintetik*. Jakarta: Direktorat Jendral Bina Marga.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 2009. *Perencanaan dan Pelaksanaan Perkuatan Tanah Dengan Geosintetik*. Jakarta: Direktorat Jendral Bina Marga.
- Dinas Pekerjaan Umum. 2009. *Modul Pelatihan Geosintetik Volume 1: Klasifikasi dan Fungsi Geosintetik*. Jakarta : Dinas Pekerjaan Umum
- 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
- Hardiyatmo, H.C. 2002. *Teknik Fondasi 1 Edisi Ketiga*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Hardiyatmo, H.C. 2011. *Analisis dan Perancangan Fondasi I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hausman, Manfred .1990. "Engineering Principles Of Ground Modification".Singapore: McGraw-Hill, Inc
- Ir. H. Bakrie Oemar S., Msc, MIHT dan Dr. Ir. Nurly Gofar, MSCE, Sifat-sifat Tanah dan Metoda Pengukurannya, Penerbit Universitas Sriwijaya.
- J. Thanapalasingam, C.T. Gnanendran. 2008. Predicting the Performance of Foundations Near Reinforced Sloped Fills. *Jurnal Terpublikasi*. University of New South Wales at ADFA, Canberra, Australia.
- Kenny, M. J. and Andrawes, K. Z. 1997. The Bearing Capacity of Footings on a Sand Layer Overlying Soft Clay. University of Strathclyde.
- Koerner, R.M., 1984, Construction and Geotechnical Method in Foundation Engineering, McGraw-Hill.
- Marandi, S. M. dkk. 2008. *Numerical Investigation Into the Behavior of Circular Pad Shallow Foundations Supported by Geogrid Reinforced Sand*. Civil Engineering Departement, Bahonar University, Kerman, Iran.
- Meyerhof, G.G. (1955). Influence of Roughness of base and Ground-Water conditions on the Ultimate Bearing Capacity of Foundations, *Geotechnique* 5:227-242
- Meyerhof, G.G. (1963). "Some Recent Research on the Bearing Capacity of Foundations," Canadian Geotechnical Journal, Vol. 1, pp. 16-26.

- 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 Institute of Technology. Bangkok, 8-9 Desember 2005
- Silmi, Niken. 2012. *Stabilisasi Lereng dengan Geotextile*. Jogja: Joglo Semar.
- Shin, E.C. and Das, B.M., (2000). Experimental Study of Bearing Capacity of a Strip Foundation on Geogrid Reinforced Sand. *Geosynthetics International*, Vol. 7, No. 1, pp. 59-71.
- Tjie-Liong, Gouw .2006. Geosynthetics Design Concept for Road Construction Makalah dalam *Road Construction in Indonesia with Special Reference to the Role of Geosynthetics*. HATTI.Bandung 6 April 2006
- Utomo, Pontjo. 2004. Daya Dukung Ultimit Pondasi Dangkal di Atas Tanah Pasir yang Diperkuat Gogrid. *Civil Engineering Dimension*. 6 (1):15-20.
- Vesic, A.S. 1963. Ultimate Loads and Settlements of Deep Foundation in Sand. Proc. Symp. On Bearing Capacity and Settlement of Foundation, Duke University
- Vesic, A.S., 1975. Foundation Engineering Handbook. Winterkorn and Fang, Van Nostrand Reinhold, pp. 121-147.
- Yadu, Laxmikant & Tripathi, R.K. 2013. Effect of the Length of Geogrid Layers in the Bearing Capacity Ratio of Geogrid Reinforced Granular Fill-soft Subgrade Soil System. *Elsevier, Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 104:225-234
- Zahmatkesh A. dan A. J. Choobbasti. (2010). Settlement evaluation of soft clay reinforced by stone columns, considering the effect of soil compaction. *Journal IJRRAS Volum 3 (2)*, hal 159-166