

**PENGARUH VARIASI RASIO D/B DAN LEBAR PONDASI DENGAN
TIGA LAPIS PERKUATAN GEOGRID TIPE BIAKSIAL DAN $U/B=0,75$
TERHADAP DAYA DUKUNG TANAH PASIR PADA PONDASI MENERUS**

**NASKAH TERPUBLIKASI
TEKNIK SIPIL**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**RICO ANGGRIAWAN
NIM. 125060107111020**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2016**

**PENGARUH VARIASI RASIO D/B DAN LEBAR PONDASI DENGAN TIGA LAPIS
PERKUATAN GEOGRID TIPE BIAKSIAL DAN U/B=0,75 TERHADAP DAYA
DUKUNG TANAH PASIR PADA PONDASI MENERUS**

Rico Anggriawan, Harimurti, As'ad Munawir

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Jawa Timur, Indonesia
Email : ocirawan88@gmail.com

ABSTRAK

Struktur diatas tanah pasir akan menghadapi masalah geoteknik yaitu penurunan dan daya dukung rendah. Untuk mencegah hal tersebut, perlu dilakukan upaya perkuatan pada tanah pasir. Salah satu caranya adalah dengan menggunakan material geosintetik seperti geotekstil dan geogrid. Penggunaan geosintetik sudah banyak diaplikasikan ke dalam dunia konstruksi sebagai perkuatan lereng, stabilisasi tanah dasar, dan khususnya sebagai perkuatan tanah dasar. Pada penelitian ini, dilakukan uji model fisik pondasi menerus dengan perkuatan geogrid. Variasi yang digunakan pada pengujian pondasi menerus berupa rasio d/B yaitu 0; 0,5; 0,75 dan lebar pondasi sebesar 6cm, 8cm, 10cm. Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa semakin besar rasio d/B maka akan semakin besar nilai daya dukungnya dan semakin lebar pondasi maka akan semakin besar pula nilai daya dukungnya. Dari hasil analisis BCIu menunjukkan bahwa nilai daya dukung optimum terletak pada variasi d/B = 0,5 dengan lebar pondasi 10cm.

Kata kunci : daya dukung, pondasi menerus, perkuatan geogrid, variasi rasio d/B, variasi lebar pondasi

ABSTRACT

Structure upon sand soil will run into geotechnical problems are settlement and lower bearing capacity. To prevent this, it is necessary to make soil reinforcement. One of the solutions by using geosynthetic materials such as geotextile and geogrid. The use of geosynthetic has been applied into various kinds of construction as slope reinforcement, ground soil stability, and specially for ground soil reinforcement. This research made physical model test of strip footing with geogrid reinforcement. The used variations in this research of d/B ratio are 0; 0,5; 0,75 and foundation width are 6cm, 8cm, 10cm. From the results of this research found that the larger d/B ratio, the greater value of bearing capacity and widening the foundation width, the greater value of its bearing capacity. From the analysis BCIu shows that the optimum bearing capacity lies in the variation d/B=0,5 with 10cm foundation width.

Keywords : soil bearing capacity, strip foundation, geogrid reinforcement, d/B ratio variation, foundation width variation

PENDAHULUAN

Pondasi merupakan faktor yang sangat penting dari struktur bawah yang berperan untuk meneruskan beban dari struktur atas ke tanah dasar. Ketika akan dilakukan suatu konstruksi bangunan disuatu lahan, tanah dasar tidak semuanya memiliki daya dukung yang tinggi.

Tanah pasir adalah salah satu contoh tanah yang memiliki penurunan besar dan daya dukung rendah. Pembangunan struktur diatas tanah berpasir akan menghadapi beberapa masalah geoteknik, karena sifat pasir diantaranya memiliki ikatan antar partikel yang kecil dan sudut gesek dalam yang besar. Oleh karena itu, untuk mencegah terjadinya kegagalan struktur pondasi perlu adanya perkuatan pada tanah dasar.

Salah satu caranya adalah dengan menggunakan material geosintetik seperti geotekstil dan geogrid. Penggunaan geosintetik sudah banyak diaplikasikan ke dalam dunia konstruksi sebagai perkuatan lereng, stabilisasi tanah dasar, dan khususnya sebagai perkuatan tanah dasar.

Pontjo (2004) melakukan penelitian penggunaan geogrid dengan variasi rasio d/B didapat kenaikan daya dukung sampai 3 kali lipat dari tanah pasir tanpa perkuatan.

Sawwaf dan Nasir (2010) penggunaan geosintetik untuk meningkatkan daya dukung dan pengurangan penurunan dari pondasi dangkal sebagai pembuktian efektifitas biaya di sistem pondasi.

TUJUAN

Tujuan penelitian ini antara lain adalah untuk mengetahui pengaruh perkuatan dengan membandingkan daya dukung tanah pasir untuk pondasi menerus dengan perkuatan dan tanpa perkuatan geogrid menggunakan variasi rasio d/B dan lebar pondasi, mengetahui pengaruh adanya variasi rasio d/B terhadap daya dukung dengan perkuatan geogrid,

mengetahui pengaruh adanya variasi lebar pondasi terhadap daya dukung dengan perkuatan geogrid, serta untuk mengetahui rasio d/B dan lebar pondasi yang optimum terhadap daya dukung dengan perkuatan geogrid.

TINJAUAN PUSTAKA

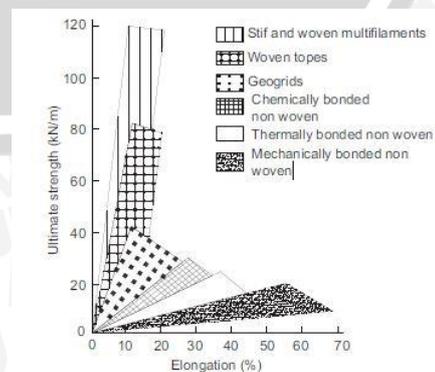
Tanah Pasir

Tanah pasir termasuk tanah yang berbutir kasar. Tanah pasir merupakan tanah non-kohefif, maksudnya tidak memiliki ikatan antar butiran partikel apabila material ini benar-benar kering atau benar-benar jenuh. Sifat non-kohefif inilah yang menyebabkan tanah pasir tidak dapat saling mengikat ketika diberi beban, sehingga mudah terjadi penurunan segera.

Geogrid

Geogrid merupakan bagian dari geosintetik. Berfungsi sebagai material perkuatan tanah yang kuat terhadap gaya tarik. Bentuknya berupa lembaran jaring yang mempunyai lubang bukaan dengan ukuran tertentu sesuai tipenya.

Geogrid berperan sebagai elemen tarik apabila tanah diatasnya dibebani. Selain itu, ketika tanah dibebani terjadi gesekan antara geogrid dengan butiran tanah sehingga timbul keadaan saling mengunci (*interlocking*). Adanya *interlocking* inilah yang menyebabkan tanah semakin kuat dalam menahan beban.



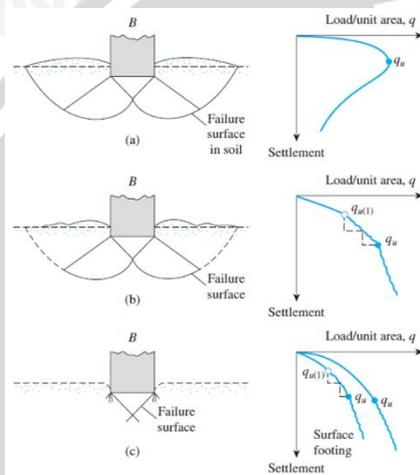
Gambar 1. Diagram kuat tarik geogrid

Daya Dukung Tanah

Tanah mempunyai kemampuan untuk menahan atau mendukung beban struktur yang disalurkan oleh pondasi. Kemampuan tanah inilah yang disebut daya dukung (*bearing capacity*).

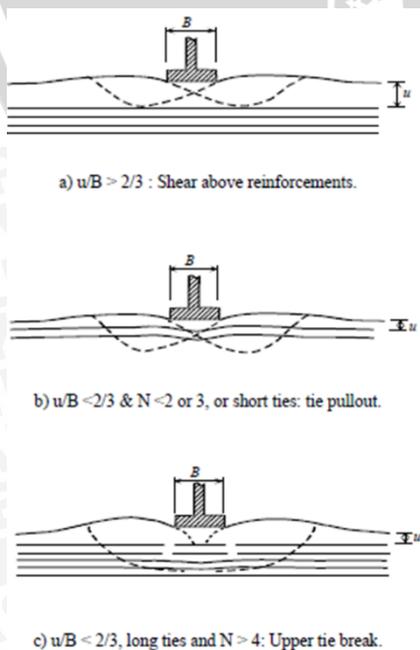
Pola Keruntuhan di Bawah Pondasi

Pada saat beban per satuan luas diberikan secara bertahap, maka penurunan akan meningkat. Pada titik tertentu, saat beban yang diberikan mencapai *ultimate* maka keruntuhan tanah akan terjadi.



Gambar 2. Macam keruntuhan pondasi tanpa perkuatan (a) General shear (b) Local shear (c) Punching shear

(Sumber : Vesic, 1963)



Gambar 3. Macam keruntuhan pondasi dengan perkuatan

(Sumber : Binquet dan Lee, 1975)

Solusi Meyerhof

Meyerhof membuat rumus untuk menghitung besarnya daya dukung ultimit. Berikut adalah rumus daya dukung ultimit Meyerhof.

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

dimana,

- q_u = kapasitas 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

Solusi Hansen & Vesic

Berikut persamaan Hansen dan Vesic

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

dimana,

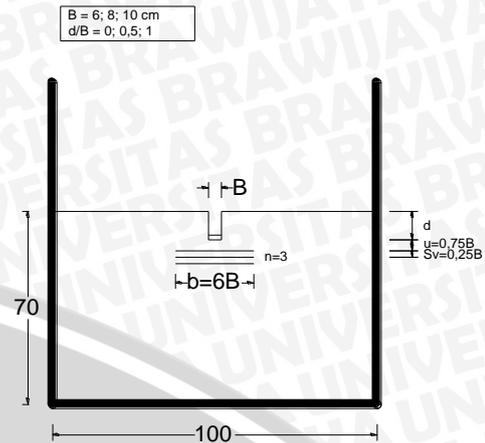
- q_u = beban vertikal ultimit (kn)
- γ = berat volume tanah (kN/m²)
- C = kohesi tanah (kN/m²)
- p_o = $D_f \gamma$ = tekanan *overburden* di dasar pondasi (kN/m²)
- s_c, s_q, s_γ = faktor-faktor bentuk pondasi
- d_c, d_q, d_γ = faktor-faktor kedalaman pondasi
- i_c, i_q, i_γ = faktor-faktor kemiringan 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

METODE PENELITIAN

Pengujian Dasar

Dilakukan penelitian dasar pada tanah, antara lain :

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



Gambar 4. Model Tes Percobaan

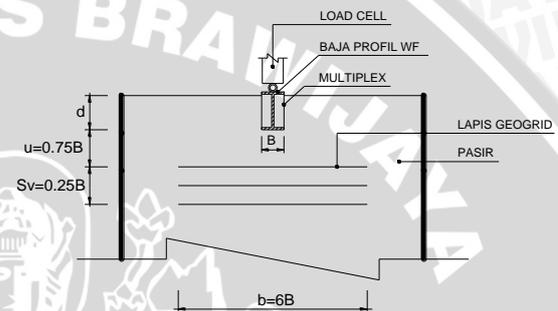
Jumlah dan Perlakuan Benda Uji

Pada penelitian ini dibuat benda uji dengan tiga variasi rasio d/B yaitu 0; 0,5; 1 dan tiga variasi lebar pondasi yaitu 6cm, 8cm, 10cm untuk pondasi menerus yang diletakkan pada tanah pasir dengan RC 85%.

Jumlah lapis geogrid yang digunakan adalah n=3 dan jarak antara pondasi terhadap lapis geogrid pertama U=0,75. Tanah yang lolos saringan no.4 dimasukkan ke dalam *box* uji dengan volume tanah 100 x 100 x 70 cm yang dibagi menjadi tujuh lapisan. Kepadatan tanah didapat dengan menggilas urugan menggunakan silinder beton dan dikontrol dengan uji *density*. Pondasi menerus diletakkan diatas benda uji sesuai dengan variasi yang akan diteliti. Model tes percobaan ditunjukkan pada **Gambar 4**.

Pembebanan dilakukan menggunakan dongkrak hidrolik. Pembacaan beban dan penurunan pondasi dilihat melalui load cell dan LVDT. Pembacaan beban dan penurunan dilakukan tiap kenaikan 50 kg beban sampai benda uji mengalami keruntuhan.

Detail dari uji pembebanan ini dapat dilihat pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Detail Uji Pembebanan

Metode Analisis Data

Berdasarkan hasil uji pembebanan, diperoleh data berupa beban dan penurunan yang terjadi untuk pondasi tanpa perkuatan dan pondasi dengan perkuatan geogrid dengan variasi rasio d/B dan variasi lebar pondasi.

Persamaan daya dukung sebagai berikut:

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

dimana,

Pu = beban maksimum yang dicatat saat uji pembebanan

A = luasan pondasi

Setelah mengetahui nilai daya dukung, dilakukan analisis BCI untuk mengetahui peningkatan karena pengaruh penggunaan geogrid.

Persamaan BCI sebagai berikut:

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

dimana,

q = daya dukung dengan perkuatan

q_0 = daya dukung tanpa perkuatan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Dasar

Dari pengujian dasar yang dilakukan terhadap tanah pasir, didapatkan hasil sebagai berikut :

a. Grain Size

Berdasarkan sistem klasifikasi *unified* (U.S.C.S) pasir tergolong simbol SP (*Poorly Graded Sand*), yaitu pasir bergradasi buruk dan pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus.

b. Specific Gravity

Hasil pengujian berat jenis di laboratorium yaitu 2,6481.

c. Compaction

Hasil pengujian di laboratorium didapat nilai berat isi kering (γ_d) maksimum sebesar 1,801 gr/cm³ dengan kadar air optimum (OMC) sebesar 13,038%. Pada penelitian ini digunakan RC=85% sehingga nilai berat isi kering tanah model (γ_{lap}) nilainya 1,531 gr/cm³.

d. Direct Shear

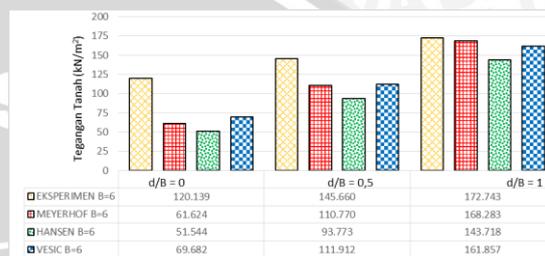
Hasil pengujian di laboratorium didapat nilai sudut gesek dalam (ϕ) sebesar 41,25° dan nilai kohesi (c) sebesar 0,027 kg/cm²

Analisis Daya Dukung Pondasi Menerus Tanpa Perkuatan Geogrid

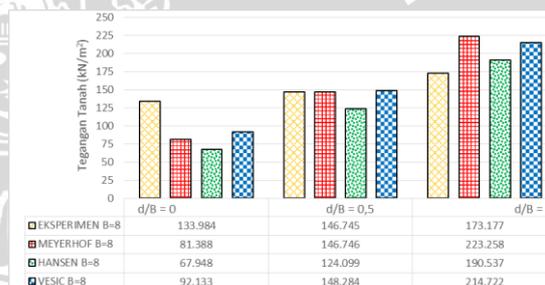
Beberapa cara pendekatan perhitungan secara analitis digunakan metode Meyerhof, Hansen, dan Vesic. Nilai daya dukung tiga metode tersebut ditampilkan pada **Tabel 1** berikut.

Tabel 1. Nilai Daya Dukung Analitik untuk Pondasi Menerus tanpa Perkuatan Geogrid

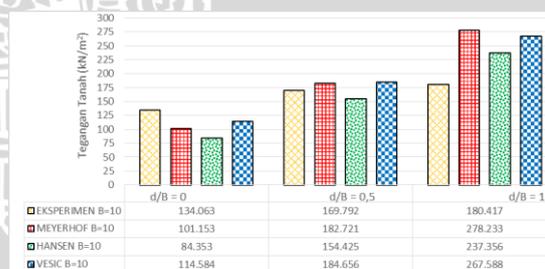
Lebar Pondasi (cm)	d/B	q_u (kN/m ²)		
		Meyerhof	Hansen	Vesic
6	0	61,624	51,544	69,682
	0.5	110,770	93,773	111,912
	1	168,283	143,718	161,857
8	0	81,388	67,948	92,133
	0.5	146,746	124,099	148,284
	1	223,258	190,537	214,722
10	0	101,153	84,353	114,584
	0.5	182,721	154,425	184,656
	1	278,233	237,356	267,588



(a) B=6cm, d/B=0; 0,5; dan 1



(b) B=8cm, d/B=0; 0,5; dan 1



(c) B=10cm, d/B=0; 0,5; dan 1

Gambar 6. Perbandingan nilai daya dukung pada pondasi menerus tanpa perkuatan berdasarkan metode eksperimen dan analitik

Sebagai perbandingan nilai, pengujian langsung yang dilakukan pada pondasi menerus tanpa perkuatan, diperoleh nilai daya dukung dan penurunan sebagai berikut,

Tabel 2. Nilai Daya Dukung Eksperimen Pondasi Menerus tanpa Perkuatan Geogrid

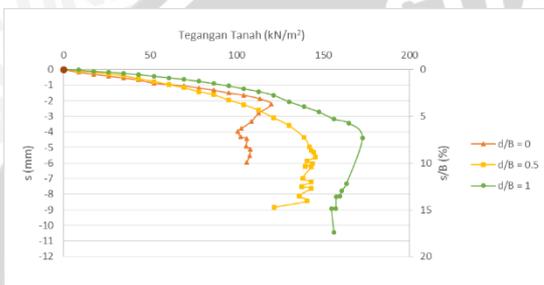
Lebar Pondasi (cm)	d/B	Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (kN/cm ²)
6	0	2,233	10,413	120,056
	0,5	5,613	9,854	145,660
	1	4,398	23,800	172,743
8	0	7,218	5,931	133,984
	0,5	13,408	9,134	146,745
	1	8,220	13,916	173,177
10	0	9,058	5,915	134,063
	0,5	8,088	18,845	169,792
	1	4,933	13,180	180,417

Analisis Daya Dukung Pondasi Menerus dengan Perkuatan Geogrid

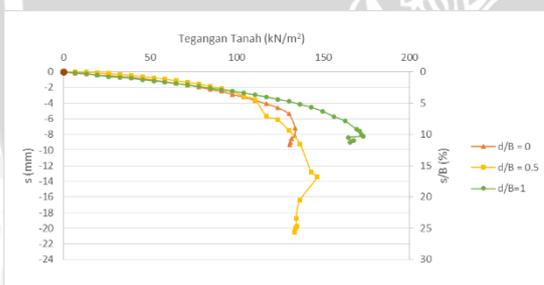
Dari hasil pengujian yang dilakukan pada pondasi menerus dengan perkuatan geogrid variasi rasio d/B dan lebar pondasi diperoleh nilai daya dukung dan penurunan sebagai berikut.

Tabel 3. Nilai Daya Dukung Eksperimen Pondasi Menerus dengan Perkuatan Geogrid

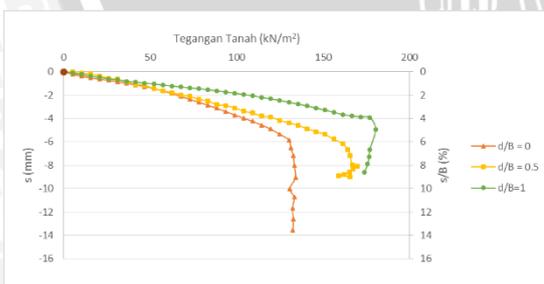
Lebar Pondasi (cm)	d/B	Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (kN/cm ²)
6	0	6,248	10,413	193,056
	0,5	5,913	9,854	251,736
	1	14,280	23,800	281,424
8	0	4,745	5,931	218,880
	0,5	7,308	9,134	262,370
	1	11,133	13,916	284,635
10	0	5,915	5,915	240,833
	0,5	18,845	18,845	318,125
	1	13,180	13,180	332,188



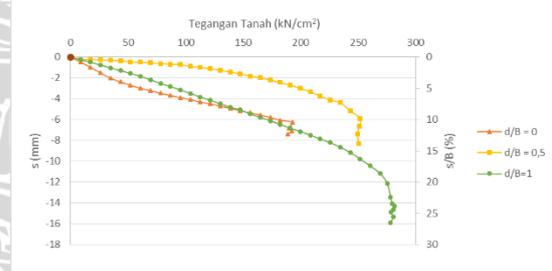
(a) B=6cm, d/B=0; 0,5; dan 1



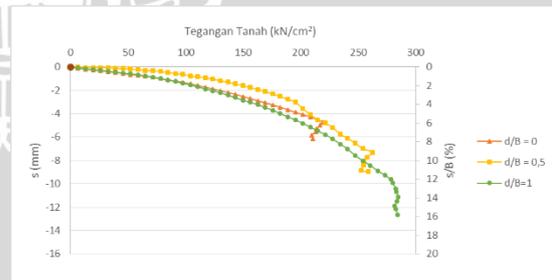
(b) B=8cm, d/B=0; 0,5; dan 1



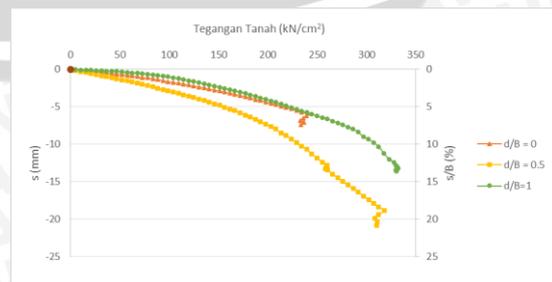
(c) B=10cm, d/B=0; 0,5; dan 1



(a) B=6cm, d/B=0; 0,5; dan 1



(b) B=8cm, d/B=0; 0,5; dan 1



(c) B=10cm, d/B=0; 0,5; dan 1

Gambar 7. Hubungan tegangan tanah dan penurunan pada model pondasi menerus tanpa perkuatan geogrid variasi rasio d/B

Gambar 8. Hubungan tegangan tanah dan penurunan pada model pondasi menerus dengan perkuatan geogrid variasi rasio d/B

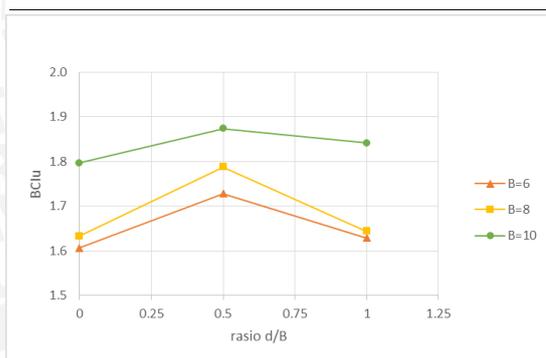
Pada pondasi menerus tanpa dan dengan perkuatan geogrid, untuk pola penurunannya terlihat tidak konsisten. Tapi apabila ditinjau dari beban runtuhnya, semakin besar rasio d/B beban runtuhnya semakin besar dan semakin lebar pondasi beban runtuhnya juga akan semakin besar.

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

Peningkatan nilai daya dukung akibat adanya perkuatan geogrid dapat dilihat dari hasil analisis BCI. Berikut variasi rasio d/B dapat dilihat pada **Tabel 4** dan **Gambar 7**.

Tabel 4. Nilai BCIu pada Variasi Rasio d/B terhadap Lebar Pondasi

Lebar Pondasi (cm)	d/B	qu Tanpa Perkuatan Geogrid (kN/cm ²)	qu dengan Perkuatan Geogrid (kN/cm ²)	BCIu
6	0	120,056	193,056	1,607
	0.5	145,660	251,736	1,728
	1	172,743	281,424	1,629
8	0	133,984	218,880	1,634
	0.5	146,745	262,370	1,788
	1	173,177	284,635	1,644
10	0	134,063	240,833	1,796
	0.5	169,792	318,125	1,874
	1	180,417	332,188	1,841



Gambar 9. Perbandingan nilai BCIu untuk variasi rasio d/B terhadap lebar pondasi

Dapat dilihat dari **Tabel 4** dan **Gambar 9** bahwa nilai daya dukung BCIu mengalami peningkatan dari d/B = 0 ke d/B = 0,5 kemudian pada d/B = 1 mengalami

penurunan. Nilai BCIu optimum pada penelitian ini diperoleh saat pondasi dengan rasio d/B = 0,5 dan lebar pondasi 10 cm yaitu sebesar 1,874.

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

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap pemodelan fisik pondasi menerus tanah pasir RC = 85% dengan variabel tetap yaitu jumlah lapis perkuatan geogrid (n) 3 lapis dan u/B = 0,75, serta variabel bebas yaitu rasio d/B dan lebar pondasi, diperoleh hasil bahwa variasi dari kedua variabel bebas tersebut memiliki pengaruh terhadap nilai daya dukung.

Hasil yang didapatkan dari pengujian, pada variasi rasio d/B dan lebar pondasi apabila ditinjau dari beban runtuh didapatkan bahwa semakin besar rasio d/B dan lebar pondasi maka nilai daya dukungnya akan sama-sama semakin meningkat. Sehingga pada penelitian ini dihasilkan nilai daya dukung paling besar adalah pada saat variasi rasio d/B = 1 dan lebar pondasi 10 cm, sedangkan untuk nilai BCIu paling optimum adalah pada saat variasi rasio d/B = 0,5 dan lebar pondasi 10 cm.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan variasi d/B 0; 0,5 dan 1 serta lebar pondasi 6cm, 8cm, dan 10cm pada pemodelan fisik pondasi menerus tanah pasir dengan lapis perkuatan sejumlah tiga dan kedalaman pondasi ke lapisan pertama geogrid (u/B) sebesar 0,75 dengan RC = 85%, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Daya dukung *ultimate* pada pondasi menerus tanpa perkuatan nilainya lebih kecil dibandingkan daya dukung *ultimate* pada pondasi menerus dengan perkuatan pada variasi rasio d/B dan variasi lebar pondasi.

2. Semakin besar nilai rasio d/B, maka akan semakin besar nilai daya dukung *ultimate* pada pondasi menerus tersebut.
3. Semakin besar nilai lebar pondasi, maka akan semakin besar nilai daya dukung *ultimate* pada pondasi menerus tersebut.
4. Dapat dilihat dari hasil analisis BCIu bahwa nilai daya dukung dari pondasi menerus dengan perkuatan geogrid variasi rasio d/B = 0 dan 0,5 dan lebar pondasi 6, 8 dan 10 cm mengalami peningkatan, tetapi pada saat variasi rasio d/B = 1 mengalami penurunan. Apabila ditinjau dari nilai daya dukung *ultimate* variasi rasio d/B = 0; 0,5; dan 1 dan lebar pondasi 6, 8 dan 10 cm terus mengalami peningkatan. Sehingga pada penelitian ini didapatkan nilai optimum pada saat variasi rasio d/B = 0,5 pada lebar pondasi 10 cm.

SARAN

Penelitian ini memerlukan ketelitian, ketepatan, dan metode pelaksanaan yang baik agar hasil penelitian yang tetap berpedoman berdasarkan penelitian terdahulu. Maka, ada beberapa saran untuk melanjutkan penelitian tentang pondasi menerus pada tanah pasir antara lain sebagai berikut,

1. Perlu dilakukan pemadatan yang baik dan merata pada permukaan benda uji karena pemadatan yang kurang baik mengakibatkan perilaku pondasi yang ditunjukkan oleh grafik hubungan tegangan tanah dengan penurunan yang tidak konsisten antar variasi.
2. Untuk penelitian tentang pondasi pada tanah pasir sebaiknya selalu menjaga nilai kadar air pada benda uji pasir dengan cara melakukan penelitian didalam ruangan yang bebas dari sinar matahari langsung

dan angin, mengingat bahwa pasir merupakan material lepas.

DAFTAR PUSTAKA

- A Fasakh, Murad et al .2013. "An experimental evaluation of the behavior of footings on geosynthetic-reinforced sand". *ELSEVIER*. USA:Universitas Louisiana
- Adam, Michael T. And Collin, James G. (1997). Large Model Spread Footing Load Test on Geosynthetic Reinforced Soil Foundations. *Journal of Geotechnical Engineering*, ASCE, Vol. 123, No. 1, p 66-67.
- Atmatzidis, D.K., Athanasopoulos, G.A., and Papantonopoulos, C.I., 1994, Sand-geotextile Interaction by Triaxial Compression Testing, 5th inter. Conf. On Geotextiles, Geomembranes and Related products, Vol. 1, Singapore, pp.377-380.
- Bowles, J. E. 1993. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Jakarta : Erlangga
- Broms, B.B., 1988, Fabric Reinforced Retaining Walls, Proceeding of Inter. Geotech. Symp. On Theory and Practice of Earth Reinforcement, A.A Balkema, Rotterdam, pp. 3-31.
- Christady H., Hary. 1990. *Mekanikan Tanah*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada .
- Christianto, Victor. 1992. Penelitian tentang Pengaruh Dasar Pondasi Hypar di atas Tanah Pasir. *Skripsi*. Tidak diterbitkan, Malang : Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- 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
- Das, Braja M. 2011. *Principles of Foundation Engineering Seventh Edition*. Stamford: Cengage Learning.
- 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.
- 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
- Koerner, R.M. 2005. *Designing With Geosynthetics, Fifth Edition*. New Jersey: Pearson/Prentice Hall.
- Munawir, A. et al. 2009. Alternatif Perkuatan Tanah Pasir Menggunakan Lapis Anyaman Bambu Dengan Variasi Jarak dan Jumlah Lapis. *Jurnal Rekaya Sipil*. 3 (1)
- Nurly Gofar dan Bakrie Oemar .1990."Perencanaan reinforced retaining wall dengan menggunakan spreadsheet program".Bandung: HATTI
- Pettijohn, F. J., Potter, P. E. and Siever, R. 1973. *Sand and Sandstone*. New York : Springer-Verlag
- Saeed Alamshahi, Nader Hataf. 2009. *Bearing Capacity of Strip Footings on Sand Slopes Reinforced with Geogrid and Grid-Anchor*. ELSEVIER. Iran : Universitas Shiraz
- Silmi, Niken. 2012. *Stabilisasi lereng dengan geotextile*. Jogja : Joglo Semar.
- Surendro, Bambang. 2004. *Mekanika Tanah - Teori, Soal, dan Penyelesaian*. Magelang: Andi Yogyakarta.
- Utomo, Pontjo. 2004. Daya Dukung Ultimit Pondasi Dangkal diatas Tanah Pasir yang diperkuat Geogrid. *Civil Engginerring Dimension*, Vol. 6 No.1 ISSN 1410-9530.
- Vesic, A.S. (1975). *Bearing Capacity of Shallow Foundation*, Bab 3 dalam H.G Winterkorn dan H-Y Fang (eds), *Foundation Engineering Handbook*, New York : Van Nostrand Reinhold Co. hal 121-147.