

**PENGARUH JARAK LAPIS GEOGRID TERATAS DAN LEBAR PONDASI DENGAN
KEDALAMAN $D/B = 1$ DAN 1 LAPISAN GEOGRID TERHADAP DAYA DUKUNG
TANAH PASIR DENGAN KEPADATAN 70% PADA PONDASI MENERUS**

*The Effect of Upper Space Geogrid and Width of Foundation with Depth $D/B=1$ and a Layer of
Geogrid for Bearing Capacity Strip Footing on Sand with Relative Compaction 70%*

Galuh Ajeng Listyaningrum, As'ad Munawir, Yulvi Zaika

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Jawa Timur, Indonesia
Email : Ajenggaluh640@yahoo.co.id

ABSTRAK

Tanah pasir yang memiliki karakteristik lepas mempunyai daya dukung rendah, sehingga apabila sebuah bangunan akan didirikan di atasnya maka diperlukan suatu perbaikan atau perkuatan tanah untuk memperkuat daya dukungnya. Terdapat banyak cara untuk memperkuat tanah pasir. Salah satu cara yang saat ini yang banyak diterapkan adalah penggunaan geogrid. Penggunaan geogrid sudah banyak diaplikasikan diberbagai macam konstruksi. Dalam penelitian ini dilakukan uji model tanah pasir dengan perkuatan satu lapis geogrid yang akan dibebani oleh pondasi menerus dengan kedalaman $D/B = 1$. Variasi yang digunakan yaitu berupa lebar pondasi yaitu 6 cm; 8 cm; 10 cm dan jarak lapis teratas geogrid ke pondasi 0,25B; 0,5B; 0,75B. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan daya dukung tanah pasir yang diperkuat geogrid dan tanpa diperkuat geogrid. Pasir yang digunakannya itu pasir bergradasi buruk dengan RC 70%. Dari hasil penelitian ini disimpulkan daya dukung optimum terjadi pada jarak lapisan teratas geogrid 0,5B dan lebar maksimum 10 cm.

Kata kunci : daya dukung, tanah pasir, perkuatan geogrid, variasi lebar pondasi, variasi jarak lapis pertama geogrid ke pondasi

ABSTRACT

The loose sand have low carrying capacity, so if a building will be built on it will require an improvement to strengthen its carrying capacity. There are many ways to strengthen sand. One of the ways that is currently widely applied is the use of geogrid. The use of geogrid has been broadly applied in various kinds of construction. In this research, sand specimens with a layer of geogrid reinforcement that will be loaded by the strip footing with $D/B = 1$ is observed. The variation that used is width of the footing 6 cm; 8 cm; 10 cm and the upper space geogrid to the footing 0,25B; 0,5B; 0,75B. The purpose of this research to compare bearing capacity of geogrid reinforced and the sand bearing capacity without geogrid reinforced. Poorly graded sand with RC 70% is used. Results obtained from this research is the optimum of bearing capacity in upper space geogrid to footing at 0,5B and width of the footing at 10 cm.

Keyword: Bearing capacity, sand soil, geogrid reinforcement, variation of footing width, variation of distance upper space to footing.

PENDAHULUAN

Pada seluruh pembangunan, perencanaan yang benar sangat penting untuk dilakukan. Pondasi memegang peran penting dalam kekuatan bangunan, sehingga perencanaan pondasi harus memiliki daya dukung yang tinggi. Berbagai alternatif sangat dibutuhkan untuk menambah daya dukung tanah. Tanah pasir khususnya *poorly graded* memiliki permasalahan penurunan yang tinggi dan daya dukung tanah yang rendah apabila diberikan beban di atasnya. Oleh sebab itu dibutuhkan alternatif untuk mengkombinasi tanah pasir yang mampu membuat daya dukung tanah pasir bisa optimal.

Menurut Pontjo Utomo pada tahun 2004, kombinasi yang digunakan seperti, strip aluminium, serat alami berbentuk tali, batang metal dan penggunaan geogrid. Konsep perkuatan tanah menggunakan geogrid pertama kali diterapkan oleh Henri Vidal pada tahun 1968. Material yang digunakan berupa lembaran metal untuk perkuatan tanah.

Ada beberapa penelitian yang pernah dilakukan dengan memanfaatkan geogrid sebagai perkuatan. Seperti halnya M.Abu- Farsakh pada tahun 2013, meneliti efek dari penggunaan geogrid sebagai perkuatan disertai dengan variasi jarak antar geogrid dan jarak lapisan teratas geogrid. Ada juga G.M Latha, A.Somwanshi pada tahun 2009, meneliti efek perkuatan geosintetik terhadap daya dukung tanah pasir menggunakan pondasi persegi. dan juga penelitian yang dilakukan oleh E.C. Shin dan B.M. Das pada tahun 2000 yang meneliti Pengaruh perkuatan geogrid pada pondasi menerus.

Penelitian ini bertujuan untuk meneruskan penelitian sebelumnya. Dengan menggunakan beberapa variasi, yaitu untuk mengetahui pengaruh lebar pondasi dan jarak lapis teratas geogrid pada tanah pasir untuk mengetahui daya dukung yang ditimbulkan ditambah pula menggunakan variasi model pondasi menerus dan penggunaan rasio kompeksi.

TUJUAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya dukung tanah pasir tanpa menggunakan perkuatan geogrid dan menggunakan perkuatan geogrid, mengetahui daya dukung tanah pasir dengan variasi pertambahan lebar pondasi, mengetahui daya dukung tanah pasir dengan variasi jarak lapis teratas geogrid, dan mengetahui hasil optimal dari variasi tersebut.

TINJAUAN PUSTAKA

Tanah Pasir

Tanah pasir memiliki karakteristik butir tanahnya pada saat keadaan kering terpisah, dan sebaliknya pada saat basah butir tanahnya melekat satu sama lain. Hal ini menyebabkan tanah pasir mudah mengalami penurunan, khususnya penurunan segera.

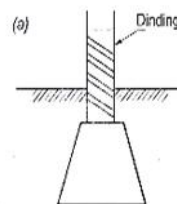
Geogrid

Geogrid terbentuk dari suatu jaring teratur dan terhubung satu sama lain, yang mempunyai bukaan berukuran tertentu sehingga saling mengunci dengan bahan pengisi di sekitarnya baik tanah, batuan ataupun struktur lain.

Keunggulan geogrid adalah memiliki kuat tarik yang tinggi, hal ini bisa menjadi alternatif perkuatan tanah pasir karena tanah pasir lemah terhadap daya tarik.

Pondasi Memanjang

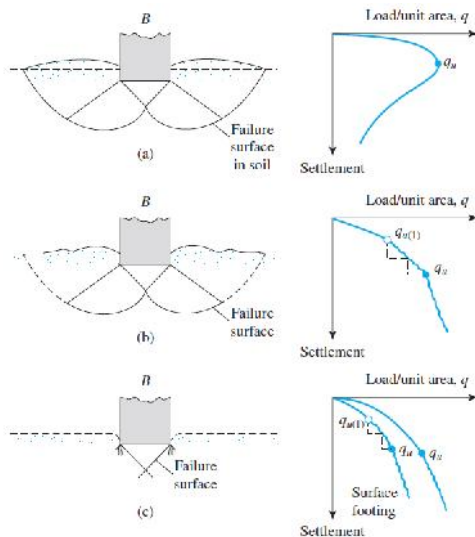
Pondasi memanjang (*continuous footing*) yaitu pondasi yang digunakan untuk sederetan kolom-kolom berjarak dekat, sehingga tidak memungkinkan digunakan pondasi telapak karena sisi-sisinya akan berimpit satu sama lain.



Gambar 1. Pondai menerus

Pola Keruntuhan di Bawah Pondasi tanpa Perkuatan

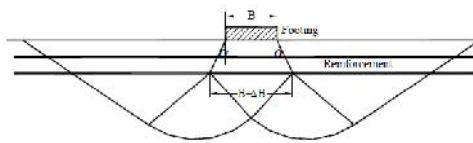
Menurut Vesic (1963), mekanisme keruntuhan pondasi dikategorikan menjadi 3 macam :



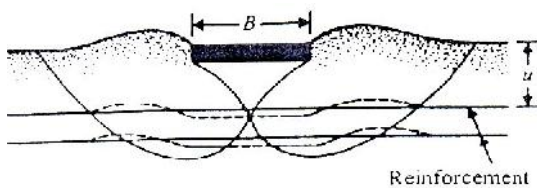
Gambar 2. (a) Keruntuhan geser umum, (b) Keruntuhan geser lokal, dan (c) Keruntuhan penetrasi.

Pola Keruntuhan di Bawah Pondasi dengan Perkuatan

Chen (2007) melakukan penelitian tentang pola keruntuhan di bawah pondasi yang menggunakan perkuatan. Berikut merupakan pola keruntuhannya :



Gambar 3. Tipe keruntuhan wide slab pada tanah dengan perkuatan geogrid



Gambar 4. Tipe keruntuhan pull out pada tanah dengan perkuatan geogrid

Rumus Meyerhof

Mayerhof mempertimbangkan kedalaman pondasi, kapasitas daya dukungnya menjadi lebih besar.

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

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

Rumus Hansen

Brinch Hansen (1970) menyarankan persamaan kapasitas dukung yang pada dasarnya sama dengan Terzaghi, hanya di dalam persamaannya memperhatikan pengaruh-pengaruh bentuk pondasi, kedalaman, inklinasi beban, inklinasi dasar dan inklinasi permukaan tanah.

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

Dengan:

Q_u = beban vertikal ultimit (kn)

L', B' = Panjang dan lebar efektif pondasi (m)

γ = Berat volume tanah (kN/m³)

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 Hansen

Rumus Vesic

Persamaan kapasitas dukung Vesic (1975) selengkapnya, seperti juga persamaan Hansen, memberikan pengaruh-pengaruh seperti kedalaman, bentuk pondasi, kemiringan dan eksentrisitas beban, kemiringan dasar dan kemiringan permukaan.

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

Dengan:

Q_u	=beban vertikal ultimit (kN)
L', B'	=Panjang dan lebar efektif pondasi (m)
γ	=Berat volume tanah (kN/m ³)
C	= kohesi tanah (kN/m ²)
p_o	= $D_f \gamma$ =tekanan <i>overburden</i> di dasar pondasi (kN/m ²)
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)

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

Dimana :

BCI = *Bearing Capacity Improvement*

q = daya dukung dengan perkuatan

q₀ = daya dukung tanpa perkuatan

METODE PENELITIAN

Sebelum melakukan penelitian di lapangan, dilakukan penelitian dasar terlebih dahulu, antara lain :

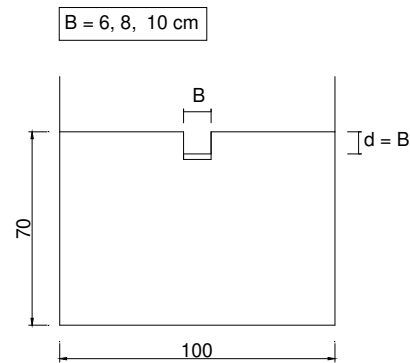
- Pemeriksaan *grain size* menurut ASTM C-136-46
- Pemeriksaan *specific gravity* menurut ASTM D-854-58
- Pemeriksaan *compaction* menurut ASTM D-698-70 metode B
- Pemeriksaan *direct shear* menurut ASTM D-3080-72

Jumlah dan Perlakuan Benda Uji

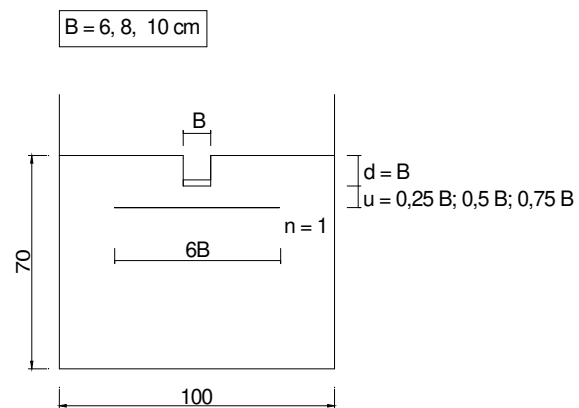
Pada penelitian ini ada 9 sampel. Kemudian terdapat variasi 3 lebar pondasi yaitu 6 cm, 8 cm dan 10 cm serta variasi jarak lapis teratas geogrid yaitu 0,25B;0,5B;0,75B dengan *relative*

compaction 70%. Menggunakan kedalaman $d/B = 1$.

Pengujian dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 5. Model tes percobaan tanpa perkuatan geogrid



Gambar 6. Model tes percobaan dengan perkuatan geogrid

Metode Analisa Data

Berdasarkan hasil uji pembebanan, didapat data beban serta penurunan yang terjadi pada pondasi

Daya dukung dihitung dengan Persamaan:

$$q = \frac{P}{A}$$

Dimana,

P_u = beban maksimum yang dicatat saat uji pembebanan

A = luasan pondasi

Data diatas digunakan sebagai dasar grafik hubungan antara penurunan dan daya dukung.

Perhitungan *BCI* diperoleh dari rumus :

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

Dimana,

BCI = *Bearing Capacity Improvement*

Q = daya dukung dengan perkuatan geogrid

q₀ = daya dukung tanpa perkuatan

PEMBAHASAN

Pada pengujian awal yang dilakukan untuk mengetahui sifat fisik dan sifat mekanis tanah pasir didapatkan hasil :

a. Analisis gradasi butiran tanah, berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan di laboratorium, diperoleh data yang lolos saringan no. 200 sebesar 1,45%. Pada sistem Klasifikasi USCS digolongkan menjadi tanah SP (Poorly Graded Sand).

b. Analisis *Spesific Gravity*, adalah perbandingan antara berat butir tanah dan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu. Didapatkan hasil yaitu 2,605.

c. Analisis Pemeriksaan Kepadatan Tanah (*Compaction*), untuk mendapatkan nilai berat isi kering (γ_d) maksimum dan nilai kadar air optimum (OMC) dari tanah. diperoleh nilai berat isi kering (γ_{lab}) sebesar $1,745 \text{ gr/cm}^3$ dengan kadar air optimum sebesar 16,9 %.

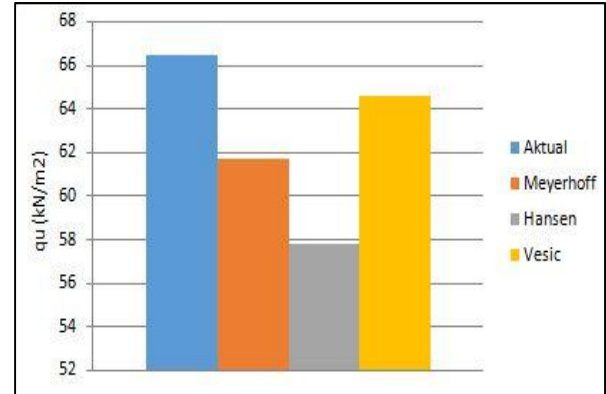
d. Analisis Kuat Geser Langsung (*Direct Shear*, untuk menentukan parameter nilai kohesi tanah (c) serta nilai sudut geser dalam tanah (ϕ). Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan diperoleh nilai sudut geser dalam tanah ($\phi=36,017^\circ$) dan nilai kohesi ($c=0.025 \text{ kg/cm}^2$).

Analisis Daya Dukung Tanah Pasir Secara Aktual dan Teoritis

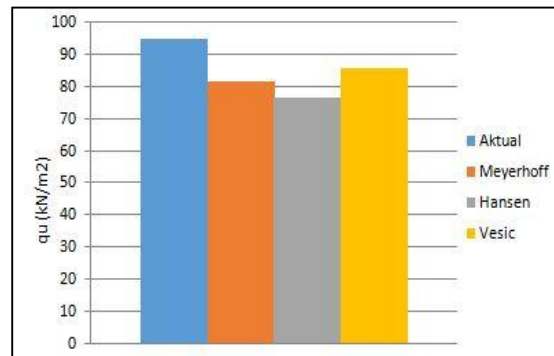
Hasil pendekatan sesuai teori Mayerhof, Hansen dan Vesic dibandingkan dengan aktual di lapangan didapatkan sebagai berikut :

Tabel 1.
Nilai Daya Dukung Analitik Untuk Tanah pasir Tanpa Perkuatan

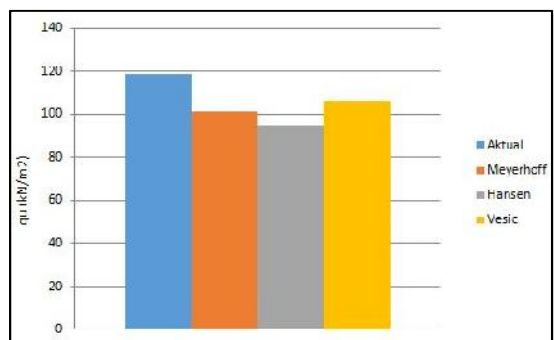
B (cm)	$q_u \text{ (kN/m}^2\text{)}$			
	Aktual	Meyerhof	Hansen	Vesic
6	66.426	61.653	57.765	64.573
8	94.793	81.682	76.495	85.573
10	119.259	101.711	95.226	106.573



Gambar 7. Perbandingan nilai daya dukung tanah pasir tanpa perkuatan (RC 70%) antara metode analitik dan eksperimen variasi B= 6 cm dan D/B = 1

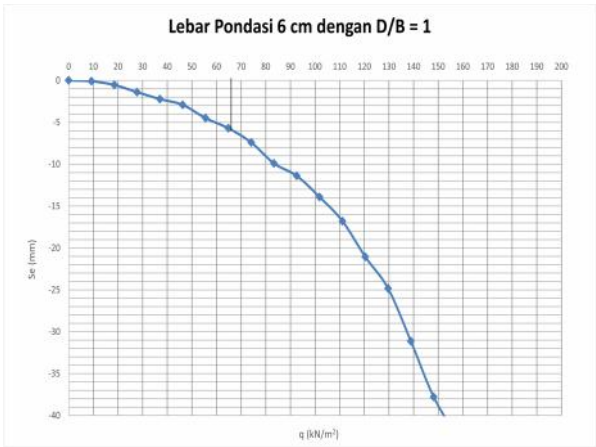


Gambar 8. Perbandingan nilai daya dukung tanah pasir tanpa perkuatan (RC 70%) antara metode analitik dan eksperimen variasi B= 8 cm dan D/B = 1

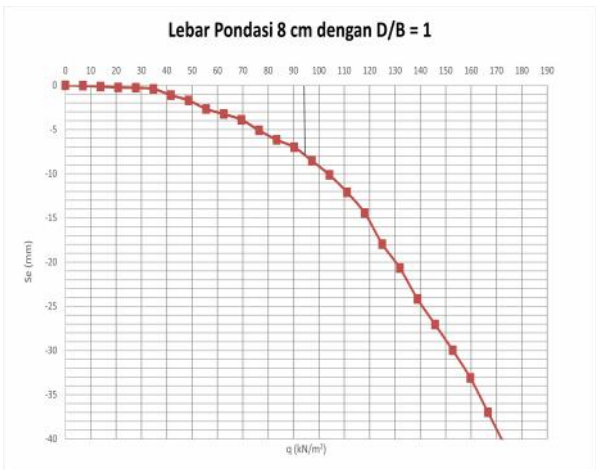


Gambar 9. Perbandingan nilai daya dukung tanah pasir tanpa perkuatan (RC 70%) antara metode analitik dan eksperimen variasi B=10cm dan D/B = 1

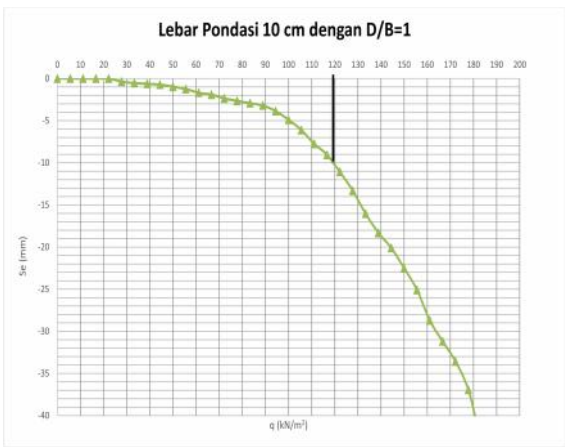
Analisis Penurunan dan Tegangan Tanah Pasir Tanpa Perkuatan pada Variasi Lebar Pondasi



Gambar 10. Hubungan q dan Penurunan Pondasi Tanpa Perkuatan Lebar 6 cm dengan D/B = 1



Gambar 11. Hubungan q dan Penurunan Pondasi Tanpa Perkuatan Lebar 8 cm dengan D/B = 1



Gambar 12. Hubungan q dan Penurunan Pondasi Tanpa Perkuatan Lebar 10 cm dengan D/B = 1

Tanah Pasir dengan Perkuatan Geogrid

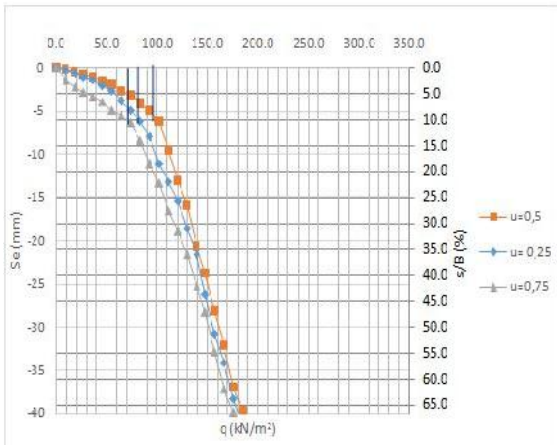
Analisis penurunan dan tegangan tanah pasir pada variasi jarak lapis pertama geogrid ke pondasi dan variasi lebar pondasi.

Tabel 2. Hasil uji pembebanan dengan perkuatan dengan variasi lebar pondasi

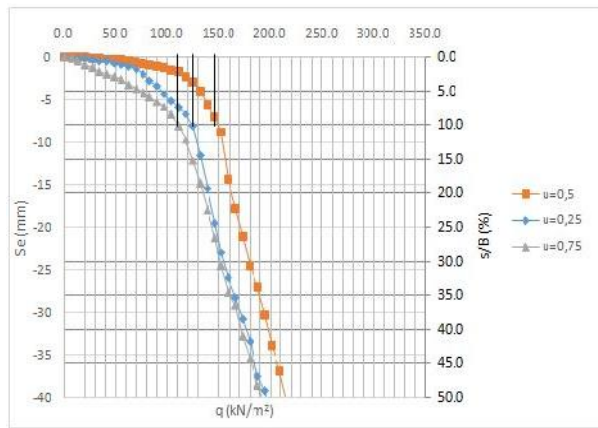
u/B	B	Beban	Penurunan	s/B	Qu	Qu
	(cm)	(Kg)	(mm)	(%)	(Kg/cm2)	(kN/m2)
0.25	6	594.106	6	10	0.818	81.854
	8	895.255	8	10	1.243	124.341
	10	1671.448	10	10	1.912	191.272
0.5	6	545.117	6	10	0.983	98.397
	8	1076.977	8	10	1.496	149.580
	10	2011.054	10	10	2.234	223.450
0.75	6	378.902	6	10	0.701	70.167
	8	798.404	8	10	1.108	110.889
	10	1407.514	10	10	1.563	156.390

Tabel 3. Hasil uji pembebanan dengan perkuatan dengan variasi jarak lapis pertama geogrid ke pondasi

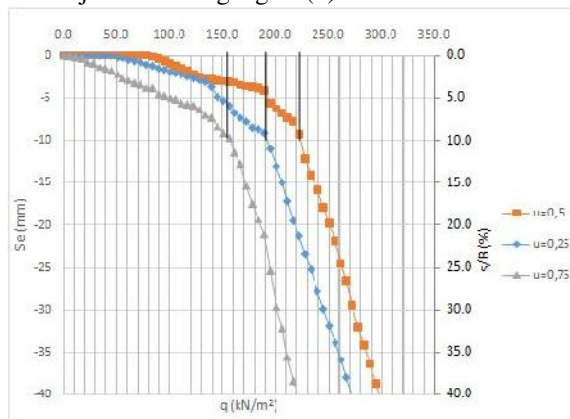
B	u/B	Beban	Penurunan	s/B	Qu	Qu
(cm)		(Kg)	(mm)	(%)	(Kg/cm2)	(kN/m2)
6	0,25	594.106	6	10	0.818	81.854
	0,5	545.117	6	10	0.983	98.397
	0,75	378.902	6	10	0.701	70.167
8	0,25	895.255	8	10	1.243	124.341
	0,5	1076.977	8	10	1.496	149.580
	0,75	798.404	8	10	1.108	110.889
10	0,25	1671.448	10	10	1.912	191.272
	0,5	2011.054	10	10	2.234	223.450
	0,75	1407.514	10	10	1.563	156.390



Gambar 13. Hubungan q dan penurunan pondasi dengan perkuatan lebar pondasi 6 cm dengan variasi jarak teratas geogrid (u)

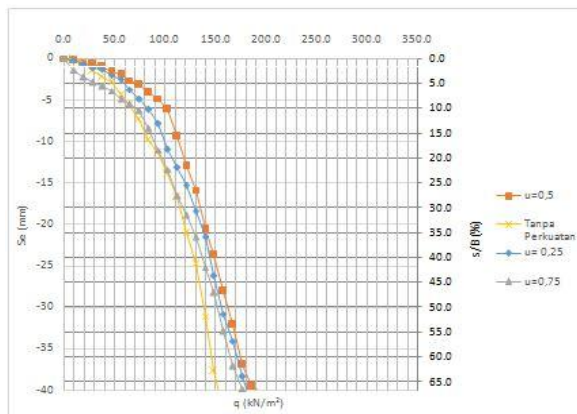


Gambar 14. Hubungan q dan penurunan pondasi dengan perkuatan lebar pondasi 8 cm dengan variasi jarak teratas geogrid (u)

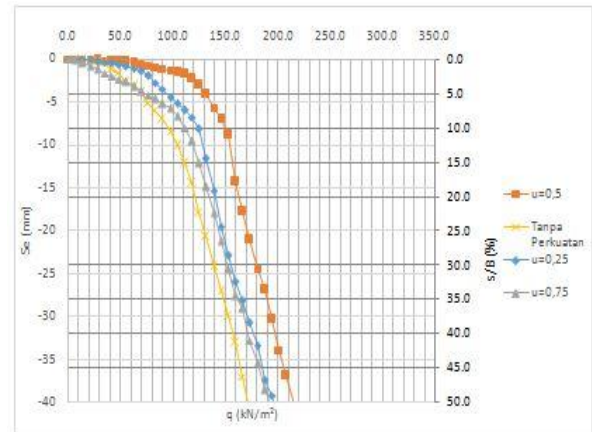


Gambar 15. Hubungan q dan penurunan pondasi dengan perkuatan lebar pondasi 10 cm dengan variasi jarak teratas geogrid (u)

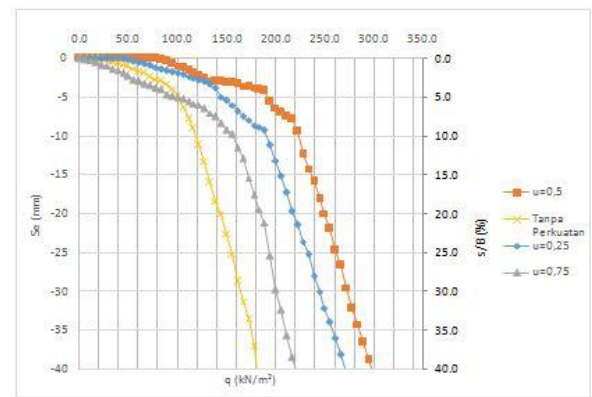
Perbandingan Daya Dukung Tanah Pasir dengan Perkuatan dan Tanpa Perkuatan.



Gambar 15. Perbandingan daya dukung tanah pasir tanpa perkuatan dan dengan perkuatan dengan lebar pondasi 6 cm dan jarak teratas geogrid (u)



Gambar 16. Perbandingan daya dukung tanah pasir tanpa perkuatan dan dengan perkuatan dengan lebar pondasi 8 cm dan jarak teratas geogrid (u)

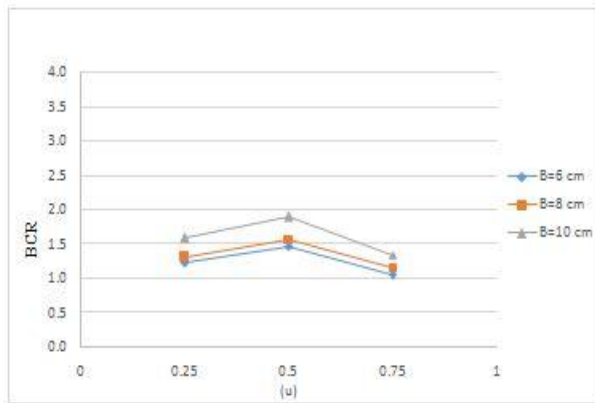


Gambar 17. Perbandingan daya dukung tanah pasir tanpa perkuatan dan dengan perkuatan dengan lebar pondasi 10 cm dan jarak teratas geogrid (u)

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

Tabel 4.
Nilai BCI untuk Variasi Lebar Pondasi

B (cm)	u/B	qu (kN/m ²)		BCI	Peningkatan (%)
		Tanpa Perkuatan	Perkuatan		
6	0.25	66.426	81.855	1.232	23.22
	0.5	66.426	98.397	1.481	48.13
	0.75	66.426	70.167	1.056	5.63
8	0.25	94.794	124.341	1.312	31.17
	0.5	94.794	149.580	1.578	57.79
	0.75	94.794	110.889	1.170	16.98
10	0.25	119.259	191.272	1.604	60.38
	0.5	119.259	223.450	1.874	87.36
	0.75	119.259	156.390	1.311	31.13



Gambar 18. Perbandingan Peningkatan BCI Untuk Variasi Lebar Pondasi

Berdasarkan tabel dan gambar diatas, didapatkan nilai BCI paling tinggi diperoleh saat $B = 10$ cm dengan $u/B = 0,5$ yaitu sebesar 1,874 atau meningkat sebesar 87.36% dibandingkan tanah pasir tanpa perkuatan.

PENUTUP

Kesimpulan

1. Tanah pasir yang menggunakan perkuatan geogrid dengan variasi lebar pondasi dan variasi jarak lapis pertama geogrid ke pondasi, mempunyai daya dukung yang lebih besar dibandingkan tanah pasir yang tidak menggunakan perkuatan geogrid.
2. Semakin besar lebar pondasi, maka daya dukung tanah pasir semakin besar. Pada penelitian ini Lebar (B) yang menghasilkan daya dukung terbesar pada pondasi 10 cm.
3. Pada penelitian ini daya dukung tanah pasir dengan variasi jarak lapisan teratas geogrid (u) yang paling besar yaitu 0,5B.
4. Pada jarak lapis teratas geogrid pada pondasi memiliki nilai optimum yaitu 0,5B dimana daya dukungnya maksimal. Sedangkan pada penambahan lebar pondasi tidak ada nilai optimum, karena daya dukungnya semakin meningkat dengan bertambahnya lebar pondasi.

SARAN

1. Dalam pengujian, harus diperhatikan cara pemadatan yang baik, karena kurang baiknya pemadatan saat pengujian mengakibatkan respon tanah pasir yang ditunjukkan oleh grafik penurunan dan daya dukung yang kurang benar.
2. Diperlukannya penelitian lebih lanjut mengenai variable lebar pondasi

bervariasi untuk mendapatkan hasil yang lebih optimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Abu-Farsakh, M, Chen,Q., & Sharma R.(2013). *An Experimental Evaluation of The Behavior of Footings on Geosynthetic – reinforced Sand*. *Soil and Foundations*, 53 (2), 335-348.
- Das, Braja M. 1984. *Mekanika Tanah (Prinsip – pinsip Rekayasa Geoteknis)* Jilid 2. Jakara : Erlangga
- Das, Braja M. 2009. *Shallow Foundations Second Edition*. New York : Taylor and Francis Group
- Latha,G.M., & Somwanshi, A. (2009). *Bearing Capacity of Square Footings on Geosynthetic Reinforced sand*. *Geotextile and Geomembrane*, 27, 281-294.
- Yadu, Laxmikant and Tripathi. 2013. “Effect pf The Length of Geogrid Layers in The Bearing Capacity Ratio of Geogrid Reinforced Granular fill- soft Subgrade Soil System”. India: Procedia.
- Hardiyatmo, H.C. 2011. *Analisisdan Perancangan Fondasi I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hausman, Manfred .1990. “Engineering Principles Of Ground Modification”. Singapore: McGraw-Hill,Inc
- Utomo, Pontjo. 2004. Daya Dukung Ultimit Pondasi Dangkal diatas Tanah Pasir yang diperkuat Geogrid.*Civil Engginerring Dimension*, Vol. 6 No.1 ISSN 1410-9530.
- 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.