

**PENGARUH JARAK LAPIS GEOGRID TERATAS DAN LEBAR
PONDASI DENGAN RASIO $d/B = 1$ DAN $N= 3$ LAPISAN GEOGRID
TERHADAP DAYA DUKUNG TANAH PASIR DENGAN
KEPADATAN RELATIF 70% PADA PONDASI MENERUS**

NASKAH PUBLIKASI

TEKNIK SIPIL

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**IZZATUL AINI
NIM. 135060101111019**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2017**

**PENGARUH JARAK LAPIS GEOGRID TERATAS DAN LEBAR PONDASI DENGAN
RASIO $d/B = 1$ DAN $N= 3$ LAPISAN GEOGRID TERHADAP DAYA DUKUNG TANAH
PASIR DENGAN KEPADATAN RELATIF 70% PADA PONDASI MENERUS**

*(Effect Top Layer Spacing and Width Foundation with Depth $d/B=1$ and Number of Geogrid= 3
for Bearing Capacity on Sand Soil with Relative Compaction 70% of Strip Footing)*

Izzatul Aini, Suroso, As'ad Munawir

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya
Jalan Mayjen Haryono 167 Malang 65145 – Telp (0341) 567886
Email: ainiizza1@gmail.com

ABSTRAK

Tanah pasir lepas memiliki sifat yang kurang menguntungkan bagi suatu konstruksi. Permasalahan utama pada pasir lepas adalah penurunan dan daya dukung tanah yang rendah apabila diberikan beban di atasnya. Maka dari itu digunakan geogrid sebagai metode perbaikan tanah. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pondasi menerus yang diletakkan pada tanah pasir dengan RC 70% dengan rasio kedalaman pondasi dan jarak lapis geogrid teratas terhadap daya dukung tanah pasir. Hasil dari pondasi menerus dengan perkuatan akan dibandingkan dengan pondasi tanpa perkuatan. Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah pengaruh variasi lebar pondasi (B) dan pengaruh efek letak lapisan geogrid teratas (u) terhadap daya dukung ultimit dan penurunan pada pondasi menerus. Uji model yang dilakukan di laboratorium menggunakan 3 lapis perkuatan geogrid dengan rasio $d/B = 1$. Rasio yang digunakan adalah variasi lebar pondasi (B) sebesar 6 cm; 8 cm; 10 cm dan variasi rasio u/B sebesar 0,25; 0,5; 0,75.

Kata kunci: daya dukung, tanah pasir, pondasi menerus, geogrid, variasi lebar pondasi, variasi jarak lapis teratas geogrid.

ABSTRACT

The loose sand soil has a disadvantage for a construction. The main problem with loose sand is the decrease and low soil carrying capacity is given above it. Therefore geogrid is used as a method. This research was conducted to determine the effect of swimming pool with RC 70% with comparison of foundation depth and geogrid layer distance of soil bearing capacity. The result of the foundation continues with retrofitting will be compared with the foundation without reinforcement. The parameters observed in this research are the effect of variation of foundation width (b) and the effect of geogrid location effect on (u) on ultimate capability and decrease on the foundation. Model test conducted in laboratory using 3 layer of reinforcement geogrid with ratio $d / B = 1$. The ratio used is the variation of foundation (B) width of 6 cm; 8 cm; 10 cm and variation of ratio of u / B equal to 0,25; 0.5; 0.75.

Key words: bearing capacity, loose sand, strip footing, geogrid, variation width of foundation, the upper distance of geogrid layer variation.

PENDAHULUAN

Perencanaan pondasi harus memperhatikan kekuatan tanah yang ada dibawahnya agar dapat memikul beban di atasnya tanpa mengalami kegagalan geser (*Shear failure*) dan penurunan (*Settlement*) yang masih dapat ditolerir untuk konstruksi tersebut.

Tanah pasir lepas memiliki sifat kurang menguntungkan bagi konstruksi karena nilai kerapatan relatif yang rendah. Metode perbaikan tanah pada kasus ini dapat dilakukan dengan

penambahan geogrid yang bertujuan untuk meningkatkan kuat geser dan daya dukung tanah.

TUJUAN

Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui pengaruh perkuatan tanah pasir dengan membandingkan daya dukung tanah pasir tanpa menggunakan perkuatan dan menggunakan perkuatan geogrid variasi lebar pondasi (B) dan pengaruh efek letak

lapisan geogrid teratas (u) terhadap daya dukung dan penurunan pada pondasi menerus. Serta mendapatkan nilai optimum dari kedua variasi.

KAJIAN PUSTAKA

Kepadatan Relatif Pasir

Tanah pasir termasuk tanah granular yaitu tanah berbutir kasar dengan ukuran diameter butiran berkisar antara 2 – 0,6 mm yang tidak mempunyai komponen kohesi atau tidak ada daya ikat antar butiran partikel ($c = 0$). Sedangkan, kepadatan relatif pasir didefinisikan sebagai prosentase nilai perbandingan dari berat volume kering pada pemodelan atau di lapangan dengan berat volume kering maksimum di laboratorium menurut percobaan standar atau modifikasi proctor. Persamaan dari kepadatan relative sebagai berikut:

$$RC = \frac{\gamma_d - field}{\gamma_d - laboratory} \times 100\%$$

Dimana:

$\gamma_d - field$ = Kepadatan relative di lapangan

$\gamma_d - laboratory$ = Kepadatan relative di laboratorium

Geogrid

Geogrid termasuk jenis geosintetik yang berbentuk jaring (web) terbuka. Fungsi utama geogrid adalah sebagai perkuatan karena adanya elemen-elemen tarik yang dapat memberikan perkuatan ketika tanah diberi beban di atasnya dan memiliki gaya interlock yaitu saling mengunci dengan bahan pengisi di sekelilingnya.

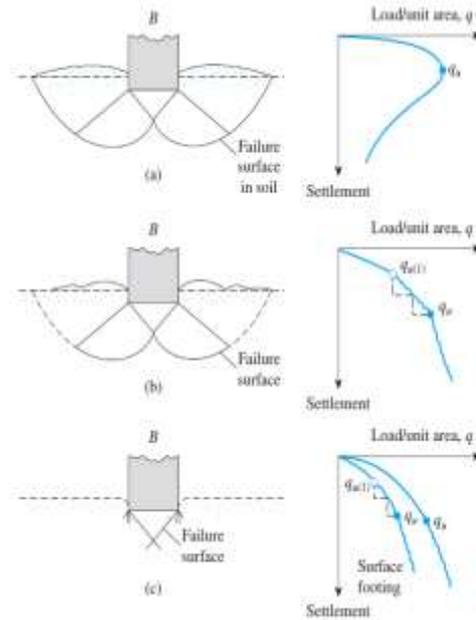


Gambar 1. Geogrid tipe biaksial

Pola Keruntuhan di Bawah Pondasi Tanpa Perkuatan

Vesic (1963) dalam buku yang ditulis oleh Hardiyatmo (2014), mengatakan jika mekanisme keruntuhan pondasi dikategorikan menjadi 3 macam, yaitu:

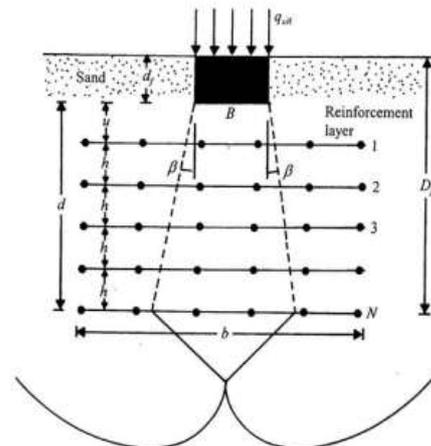
1. Keruntuhan geser umum (*general shear failure*).
2. Keruntuhan geser local (*local shear failure*).
3. Keruntuhan penetrasi (*penetration failure* atau *punching shear failure*).



Gambar 2. Macam keruntuhan pondasi (Vesic, 1963) (a) Keruntuhan geser umum, (b) Keruntuhan geser local dan (c) Keruntuhan penetrasi

Pola Keruntuhan di Bawah Pondasi dengan Perkuatan

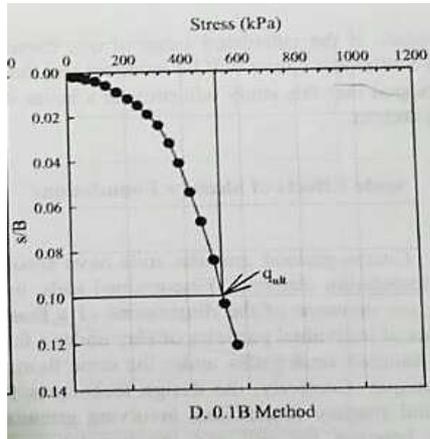
Huang dan Menq (1997) menjelaskan bahwa kedalaman pondasi dan lebar efek wide-slab mempengaruhi peningkatan daya dukung tanah. Ketika mencapai beban ultimit, kegagalan tanah yang terjadi diasumsikan terjadi selebar $B' = B + 2d \tan \alpha$ dengan B adalah lebar pondasi, d adalah kedalaman perkuatan, dan α adalah sudut keruntuhan yang terjadi.



Gambar 3. Mekanisme kegagalan wide-slab pada tanah dengan perkuatan untuk pondasi

Penentuan Daya Dukung Tanah (q_u)

Dalam menentukan penurunan pondasi digunakan metode “0,1B Method”, yaitu dengan membatasi nilai dari penurunan tersebut sebesar 10% dari lebar pondasi. Metode ini di cetuskan oleh Briaud dan Jeanjean (1994).



Gambar 4. Metode penentuan nilai daya dukung pada pondasi dangkal metode “0,1 Method”

Bearing Capacity Ratio dan Settlement Reduction Factor

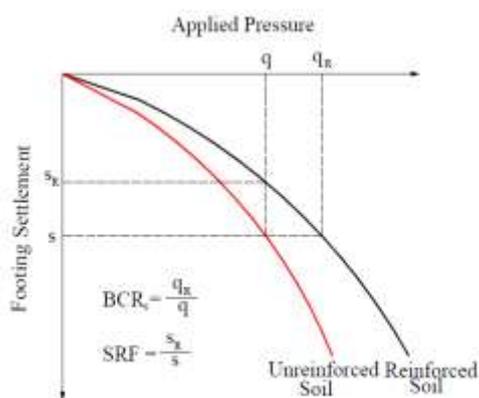
Bearing Capacity Ratio (BCR) didefinisikan sebagai rasio dari daya dukung tanah dengan perkuatan dengan daya dukung tanah tanpa perkuatan.

$$BCR_s = \frac{q_{(R)}}{q}$$

BCR_u = *Bearing Capacity Ratio* saat pada titik tertentu

q_R = Nilai daya dukung tanah pada titik tertentu dengan perkuatan

q_u = Nilai daya dukung tanah pada titik tertentu tanpa perkuatan



Gambar 5. Penentuan BCR untuk titik runtuh tidak diketahui

METODE PENELITIAN

Pengujian Dasar

Dalam penelitian ini dilakukan penelitian dasar pada tanah, yaitu antara lain:

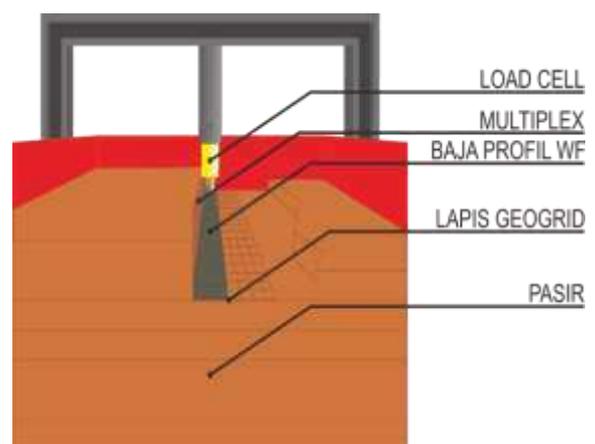
- Pemeriksaan analisis saringan (*grain size analysis*) mengikuti ASTM C-136-46
- Pemeriksaan berat jenis tanah (*specific gravity*) mengikuti ASTM D-854-58
- Kepadatan standar (*compaction*) mengikuti ASTM D-698-70
- Pemeriksaan kekuatan geser langsung (*direct shear*) mengikuti ASTM D-3080-72
- Pemeriksaan kadar air tanah (*water content*) mengikuti ASTM D-2216-90

Jumlah dan Perlakuan Benda Uji

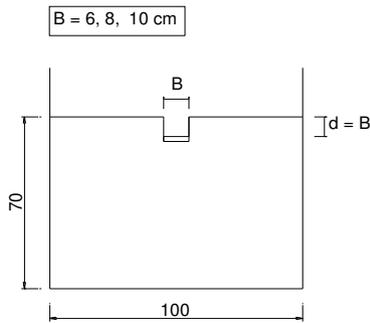
Penelitian menggunakan benda uji sebanyak 9 buah dengan 3 variasi lebar pondasi sebesar 6 cm, 8 cm, 10 cm dan 3 variasi rasio u/B sebesar 0,25; 0,5; dan 0,75 pondasi yang digunakan adalah menerus, diletakkan pada tanah pasir dengan RC= 70%.

Pengujian dilakukan pada *box* persegi panjang yang terbuat dari besi dan *fiber glass* dengan dimensi panjang 1,5 m, lebar 1,0 m, dan tinggi 1,0 m. Perlakuan pengujian menggunakan jumlah lapis geogrid berjumlah 3 dan rasio d/B sama dengan 1.

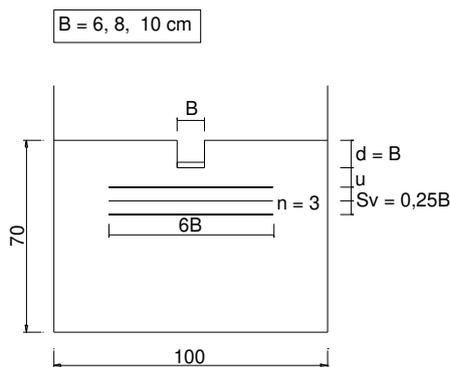
Uji pembebanan dilakukan dengan memasang LVDT dan *load cell* guna mengukur besarnya beban yang diterima. Pembebanan dilakukan bertahap tiap 50 kg hingga beban tidak dapat ditambahkan lagi atau hingga pondasi mengalami keruntuhan.



Gambar 6. Detail Uji Pembebanan



Gambar 7. Model tes percobaan tanpa perkuatan geogrid



Gambar 8. Model tes percobaan dengan perkuatan geogrid

Metode Analisis Data

Dari hasil uji pembebanan, didapatkan data beban serta penurunan yang terjadi pada pondasi. Data yang diambil merupakan data dari tanah pasir tanpa perkuatan dan dengan perkuatan variasi jarak lapis pertama geogrid ke pondasi dan lebar pondasinya.

Daya dukung dihitung dengan Persamaan berikut:

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

Dimana,

P_u = beban maksimum yang dicatat saat uji pembebanan

A = luasan pondasi

PEMBAHASAN

Dari pengujian dasar didapatkan hasil tanah pasir tergolong simbol SP (Poorly Graded Sand), nilai $GS = 2,605$. Berat isi kering (γ_d) maksimum sebesar $1,745 \text{ gr/cm}^3$ dengan kadar air optimum (OMC) sebesar $16,9 \%$. Tetapi untuk penelitian ini mengambil kadar air sebesar 14% , serta kepadatan relatif 70% sebesar $1,2215 \text{ gr/cm}^3$

Analisis Daya Dukung Tanah Pasir Tanpa Perkuatan

Ada beberapa cara pendekatan perhitungan secara analitik pada tanah tanpa perkuatan yang digunakan. Pada penelitian ini, digunakan Metode sebagai berikut:

Tabel 1.

Nilai daya dukung berdasarkan analitik tanpa perkuatan

d/B	B (cm)	Daya Dukung Tanah Ultimit (kN/m^2)			
		Meyerhoff	Hansen	Vesic	EKSPERIMEN
1	6	61,8528	57,9654	64,7737	66,4263
	8	81,8824	76,6961	85,7738	94,7939
	10	101,9120	95,4268	106,7739	119,2593



Gambar 9. Perbandingan nilai daya dukung untuk tanah tanpa perkuatan dengan faktor kedalaman

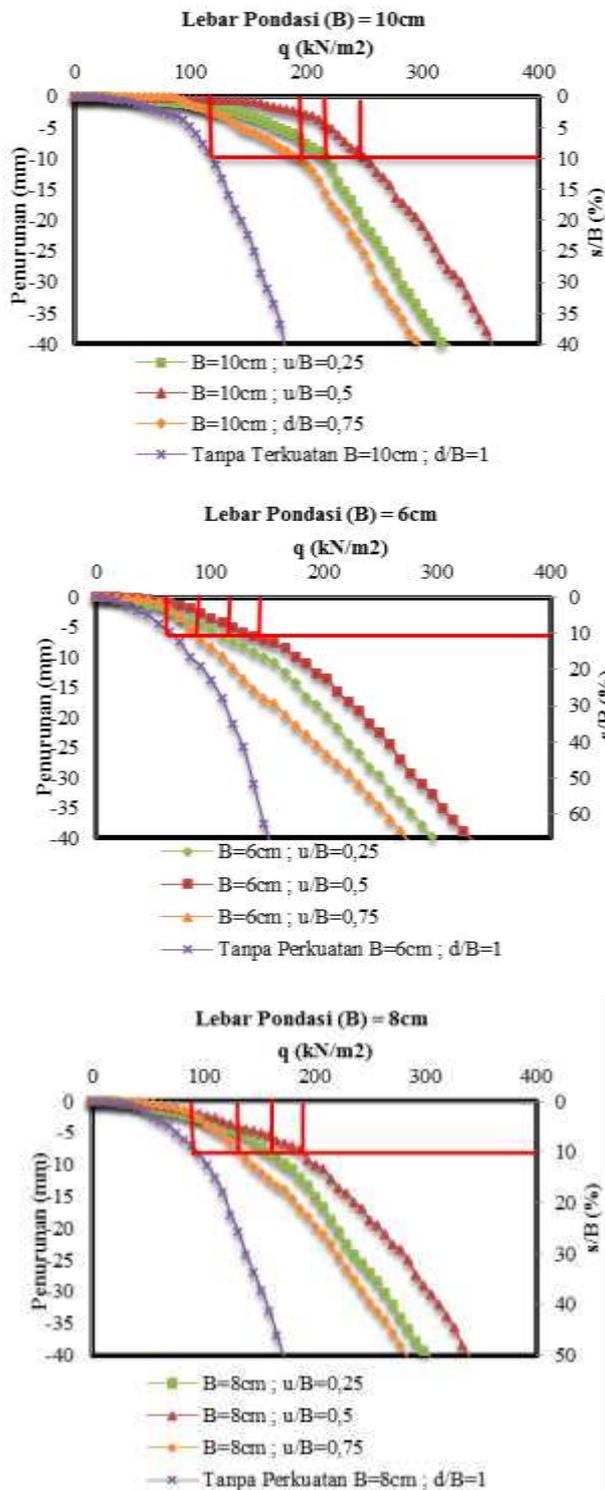
Analisis Daya Dukung Tanah Pasir dengan Perkuatan

Pada pengujian yang dilakukan pada tanah dengan perkuatan geogrid dengan variasi lebar pondasi (B) dan jarak lapisan teratas geogrid (u/B) didapatkan nilai daya dukung yang disajikan Tabel 2.

Tabel 2.

Nilai daya dukung berdasarkan eksperimen tanah dengan variasi lebar pondasi (B) dan jarak lapisan teratas geogrid (u/B)

Lebar Pondasi (B)	Jarak Lapisan Teratas (u/B)	Penurunan (mm)	s/B (%)	q_u (kN/cm^2)
6 cm	0,25	6	10	106,125
	0,5	6	10	129,574
	0,75	6	10	87,373
8 cm	0,25	8	10	157,925
	0,5	8	10	188,41
	0,75	8	10	133,875
10 cm	0,25	10	10	216,766
	0,5	10	10	250,921
	0,75	10	10	193,556



Gambar 4.10 Hubungan Daya Dukung dan Penurunan Pada Tanah Pasir Dengan Perkuatan Geogrid Dan Tanpa Perkuatan Dengan Variasi Lebar Pondasi (B) = 6cm, 8cm dan 10cm

Dari Gambar 4.10 dapat dilihat tanah yang telah diberi perkuatan geogrid memiliki nilai daya dukung yang lebih besar daripada tanah tanpa perkuatan. Hal ini dikarenakan tanah dapat menahan gaya tarik sehingga dapat menambah daya dukung pada tanah secara signifikan meningkatkan tanah terlebih tanah pasir buruk dalam menahan gaya tarik. Pada sampel penelitian tanah tanpa perkuatan maupun dengan perkuatan disepakati penurunan dihentikan sebesar 40% dari pondasi terlebar, yaitu :

- Lebar pondasi terlebar = 10 cm
- Penurunan = 40%
- Jadi, 40% x 10cm = 4cm = 40mm

Diambil penurunan hanya 40% dari lebar pondasi karena melihat dari beberapa jurnal yang membatasi untuk nilai penurunannya. Pada sampel tanah tanpa perkuatan dan tanah dengan perkuatan memiliki pola yang tidak jauh beda. Pada grafik disajikan hubungann pondasi tanpa perkuatan dengan d/B=1 dibandingkan pondasi tanah dengan perkuatan d/B=1 variasi jarak teratas geogrid u = 0,25; 0,5 dan 0,75. Masing-masing grafik memiliki pola yang sama yaitu tanah dengan perkuatan memiliki hasil yang signifikan pada kenaikan daya dukung tanah. Tiap grafik dibandingkan dengan lebar pondasi yang sama. Hanya saja nilai daya dukung tanah perkuatan menurun pada u=0,75B untuk hasil semua variasi lebar pondasi. Jadi nilai daya dukung tanah terbesar pada u=0,5 kemudian 0,25 dan terakhir u=0,75.

Analisis Bearing Capacity Ratio

Nilai BCR didapatkan melalui pondasi pada tanah saat mengalami penurunan 10% dari lebar pondasi.

Bearing Capacity Ratio (BCR) dengan Variasi Lebar Pondasi (B)

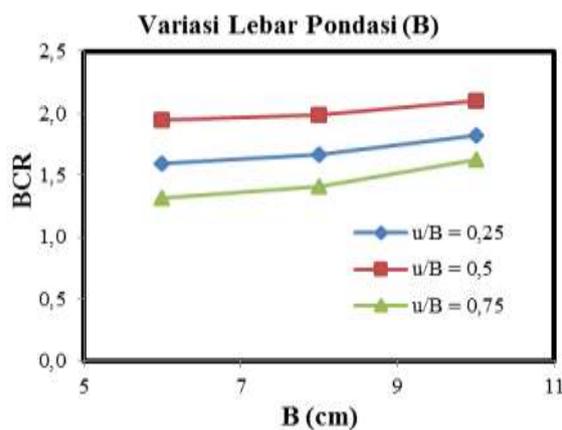
Berdasarkan pengujian pembebanan yang dilakukan pada setiap variasi lebar pondasi pemodelan tanah pasir, maka didapatkan nilai *Bearing Capacity Ratio* (BCR) seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3. Sementara itu grafik perbandingan nilai BCR untuk variasi lebar pondasi ditunjukkan pada Gambar 10.

Tabel 3.
Peningkatan daya dukung pada variasi lebar pondasi (B)

u/B	B (cm)	qu(R) (kN/m ²)	qu (kN/m ²)	BCR (%)
0,25	6	106,125	66,426	1,598
	8	157,925	94,794	1,666
	10	216,766	119,259	1,818
0,5	6	129,574	66,426	1,951
	8	188,410	94,794	1,988
	10	250,921	119,259	2,104
0,75	6	87,373	66,426	1,315
	8	133,875	94,794	1,412
	10	193,556	119,259	1,623

Tabel 4.
Peningkatan daya dukung pada variasi lebar pondasi (B)

B (cm)	u/B	qu(R) (kN/m ²)	qu (kN/m ²)	BCR (%)
6	0,25	106,125	66,426	1,598
	0,50	129,574	66,426	1,951
	0,75	87,373	66,426	1,315
8	0,25	157,925	94,794	1,666
	0,50	188,410	94,794	1,988
	0,75	133,875	94,794	1,412
10	0,25	216,766	119,259	1,818
	0,50	250,921	119,259	2,104
	0,75	193,556	119,259	1,623

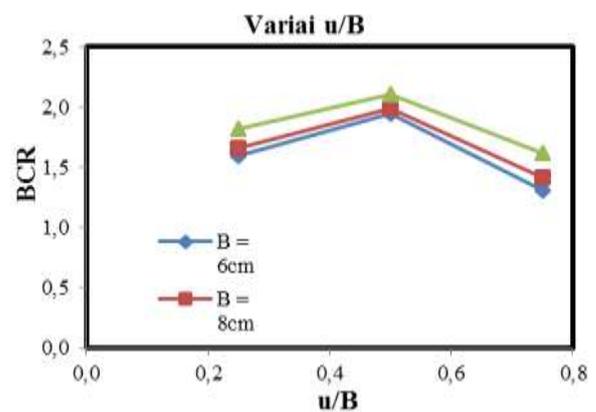


Gambar 10. Perbandingan nilai BCR untuk variasi B

Dapat dilihat dari gambar 10. menunjukkan pengaruh variasi lebar pondasi (B) terhadap daya dukung tanah pasir pada pondasi menerus. Dari hasil penelitian yang ditunjukkan Gambar 10. tersebut diketahui bahwa nilai daya dukung yang paling besar didapatkan ketika variasi lebar pondasi (B)=10cm. Jadi semakin besar lebar pondasi semakin besar nilai daya dukung tanah. Apabila diurutkan daya dukung terbesar yaitu pondasi 10cm kemudian pondasi 8cm dan terakhir pondasi 6cm. Sedangkan untuk jarak pertama geogrid (u) terbesar pada 0,5B.

Bearing Capacity Ratio (BCR) dengan Variasi Jarak Lapis Pertama (u/B)

Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada setiap variasi rasio jarak lapisan pertama geogrid (u/B) pada tanah pasir, maka didapatkan nilai *Bearing Capacity Ratio* (BCR) seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4. Sementara itu grafik perbandingan nilai BCR, untuk variasi rasio jarak lapisan pertama geogrid (u/B) ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Perbandingan nilai BCR untuk variasi u/B

Dapat dilihat dari gambar 4.15 menunjukkan pengaruh variasi jarak teratas geogrid dengan lebar pondasi (u/B) terhadap daya dukung tanah pasir pada pondasi menerus. Dari hasil penelitian yang ditunjukkan Gambar 4.15 tersebut diketahui bahwa nilai daya dukung yang paling besar didapatkan ketika nilai (u/B)=0,5. Kenaikan terjadi pada u/B=0,25-0,5 dengan kenaikan maksimum pada u/b=0,5 lalu mengalami penurunan pada u/B=0,75. Untuk lebar pondasinya pada B=10cm. Apabila diurutkan daya dukung terbesar yaitu 0,5B kemudian 0,25B dan terakhir 0,75B.

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan variasi jarak lapis geogrid teratas (u/B) dan variasi lebar pondasi (B) dengan rasio $D_f/B=1$ dan jumlah lapis geogrid (N) = 3 terhadap daya dukung tanah pasir dengan pondasi menerus, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Daya dukung pada tanah pasir dengan perkuatan menghasilkan nilai yang lebih besar dibandingkan dengan tanah pasir tanpa

perkuatan geogrid, baik pada variasi rasio u/B maupun variasi B .

2. Berdasarkan variasi jarak perkuatan geogrid teratas dari dasar pondasi disimpulkan bahwa jarak optimum yang menghasilkan peningkatan daya dukung tanah terbesar adalah di rasio $u/B = 0,5 B$
3. Berdasarkan variasi lebar pondasi disimpulkan bahwa semakin lebar pondasi yang digunakan, maka akan semakin besar pula nilai daya dukung tanah tersebut.
4. Dilihat dari hasil analisis *BCR* bahwa nilai daya dukung tanah pasir yang menghasilkan nilai maksimum terdapat pada lebar pondasi (B)= 10cm dan jarak lapis perkuatan geogrid teratas (u/B) = 0,5.

Saran

Pada penelitian ini membutuhkan ketelitian, waktu yang cukup, dan metode pelaksanaan yang baik untuk tercapainya kesempurnaan dalam hasil penelitian. Oleh karena itu, ada beberapa saran untuk penelitian selanjutnya yang sejenis antara lain sebagai berikut.

1. Dalam melaksanakan penelitian ini diperlukan metode dan pelaksanaan yang baik dalam proses pemadatan. Kesungguhan ketelatenan dan kerja keras sangat berpengaruh di dalamnya karena jika hasil pemadatan kurang baik maka dapat berakibat daya dukung dan penurunannya kurang sempurna.
2. Konsistensi dalam pemberian beban karena kecepatan pompa yang sulit dikendalikan dapat mempengaruhi penurunan pondasi.
3. Dasar box yang mengalami lendutan saat diberikan beban pasir maupun saat pengujian sample.
4. Frame profil WF pada box uji yang digunakan sebagai balok penyangga beban yang sudah mengalami sedikit lendutan dan kemiringan akibat pembebanan yang dilakukan secara terus-menerus. Hal tersebut mengakibatkan beban yang membebani pondasi pada tanah pasir mengalami kemiringan, oleh karena itu membutuhkan perbaikan pada box uji tersebut.
5. Setelah selesai membuat sample tanah diharapkan segera di uji karena kontrol volume tanah yang susah yaitu air pada pasir yang cepat sekali turun.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM. 2002. ASTM D 4439-02 Standard Terminology for Geosynthetics. United States: ASTM
- Chang, C.S., Cerato, A.B. and Lutenegeger, A.J. (2010). Modeling the Scale Effect of Granular Media for Strength and Bearing Capacity. *International Journal of Pavement Engineering*.
- 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.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 2009. *Modul Pelatihan Geosintetik*. Jakarta: Direktorat Jendral Bina Marga.
- Guido V.A., Biesiadecki, G.L., & Sullivan and M.J. 1985. Bearing Capacity of Geotextile Reinforced Foundation. *Proceedings of the 11th International Conference on Soil Mechanics and Foundation of Engineers*. 1777-1780
- 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.
- Latha G. Madhavi & Somswanshi (2009), *Bearing Capacity of Square Footing on Geosynthetic Reinforced Sand*, India, Departement of Civil Engineering
- Patra, C.R. 1999. *Ultimate Bearing Capacity of Shallow Foundations on Geogrid-Reinforced Sand*. India: National Institute of Technology.
- Suroso, As'ad Munawir, dan Herlien Indrawahyuni. 2007. *Buku Ajar Teknik Pondasi*. Malang: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.