

**PENGARUH PANJANG PONDASI PERSEGI DAN JARAK LAPIS
GEOGRID TERHADAP DAYA DUKUNG TANAH PASIR PADA
PONDASI PERSEGI DENGAN KEDALAMAN PONDASI (D_f/B) = 0,45
DAN JARAK LAPIS TERATAS GEOGRID (u/B) = 0,4**

**NASKAH TERPUBLIKASI
TEKNIK SIPIL**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**AHMAD ARIF IBRAHIM
NIM. 135060101111066**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2017**

**PENGARUH PANJANG PONDASI PERSEGI DAN JARAK LAPIS GEOGRID
TERHADAP DAYA DUKUNG TANAH PASIR PADA PONDASI PERSEGI DENGAN
KEDALAMAN PONDASI (Df/B) = 0,45 DAN JARAK LAPIS TERATAS GEOGRID
(u/B) = 0,4**

**(EFFECT OF LENGTH OF FOUNDATION AND LAYER SPACING ON BEARING
CAPACITY OF SAND SOIL FOR RECTANGULAR FOUNDATION WITH THE DEPTH
OF FOUNDATION (DF/B) = 0,45 AND GEOGRID TOP LAYER SPACING (U/B) = 0,4)**

Ahmad Arif Ibrahim, As'ad Munawir, Suroso

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Jawa Timur, Indonesia
Email : ahmad.arifibrahim@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. Maka perlu dilakukan proses perkuatan tanah yang dimaksudkan untuk menaikkan nilai daya dukung. Pada penelitian ini dilakukan uji model fisik pondasi persegi dengan perkuatan geogrid. Variasi yang digunakan pada pengujian sampel berupa rasio panjang pondasi terhadap lebar pondasi (1; 1,5; 2) dan jarak antar lapis geogrid terhadap lebar pondasi (0,2; 0,25; 0,3). Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa semakin besar nilai panjang pondasi dan jarak antar lapis geogrid maka nilai daya dukungnya akan semakin menurun. Penggunaan geogrid terbukti mampu meningkatkan daya dukung hingga 2 kali lebih kelipatan jika tidak diberi perkuatan. Pada analisis rasio daya dukung, variasi yang menghasilkan nilai rasio maksimal adalah saat $L/B = 1$ dan $h/B = 0,2$.

Kata kunci : daya dukung, tanah pasir, pondasi dangkal, pondasi persegi, perkuatan geogrid, variasi panjang pondasi, variasi jarak antar lapis geogrid

ABSTRACT

Basically a shallow foundation with enough good soil base structure, with more having a decent land to erect a building, then the need for alternatives to establish a building on land that his condition is less good and less qualified. It needs to be done the process of retaining land to increase the value of bearing capacity. This research was conducted of physical model of the rectangular footing with geogrid reinforcement purposes. Variation used in the testing of samples in the form of the ratio of the length of the foundation against the width of the foundation (1; 1,5; 2) and the distance between the geogrid layers against the width of the foundation (0,2; 0,25; 0,3). The results of this research show that the larger the value of the length of the foundation and the distance between the geogrid layers then the value of the bearing capacity will increasingly. The use of geogrid proved able to enhance support to 2 times more multiples if not given reinforcement purposes. On the analysis of the bearing capacity ratio a variation that produces the maximum ratio value is when $L/B = 1$ and $h/B = 0,2$.

Keywords : bearing capacity, ground sand, shallow foundation, square foundation reinforcement geogrid, variation of foundation length, variation of distance between geogrid layer

PENDAHULUAN

Pondasi dangkal termasuk di dalamnya pondasi persegi merupakan media penyaluran beban struktur menuju tanah di bawahnya. Tidak semua jenis tanah memenuhi kemampuan menahan beban yang ada. Contoh yang banyak terjadi adalah pada tanah pasir yang bergradasi buruk. Maka dari itu perlunya meningkatkan daya dukung tanah agar mampu menahan beban yang terjadi. Salah satu caranya yaitu dengan memperkuat tanah menggunakan geogrid yang termasuk dalam geosintetik.

TUJUAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kekuatan tanah pasir yang menggunakan geogrid dengan variasi panjang pondasi (L/B) dan variasi jarak antar lapis geogrid (h/B) jika dibandingkan dengan nilai daya dukung tanah pasir tanpa kekuatan. Selain itu juga untuk mengetahui nilai variasi yang menghasilkan peningkatan daya dukung maksimum dari masing-masing variasi penelitian (L/B dan h/B) dan untuk mendapatkan nilai rasio daya dukung maksimum dari penelitian ini.

TINJAUAN PUSTAKA

Kepadatan Relatif Pasir

Dalam pengklasifikasian tanah, tanah pasir merupakan material granular yang lepas dan memiliki ikatan yang lemah. Pasir tersusun atas butiran dengan ukuran antara 1/16 sampai 2 mm. Maka kepadatan relatif pasir bisa dikatakan prosentase kepadatan tertentu dan bisa dijelaskan sebagai nilai perbandingan dari berat volume kering maksimum pada pemodelan atau di lapangan terhadap 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.

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

Dimana,

$y_d - field$: Kepadatan tanah di lapangan

$y_d - Laboratory$: Kepadatan tanah di lab.

Geogrid

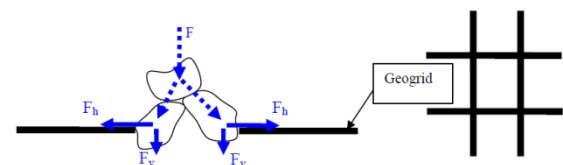
Geogrid merupakan sebuah produk turunan dari geosintetik yang diciptakan dengan betuk jala terbuka dengan fungsi dominan sebagai kekuatan. Geogrid memiliki fokus meningkatkan sifat teknis tanah komposit secara mekanis. Berbentuk jaring yang teratur dan terhubung satu sama lain, geogrid memiliki *interlock* atau pengunci material di sekelilingnya sebagai pengisi rongga (tanah, batuan atau material lain)

Interaksi Tanah dan Geogrid

Dalam penelitiannya oleh Nurly Gofar dan Bakrie Oemar (1990) juga pada penelitian Manfred R. Hausman (1990) disimpulkan bahwa dasar dari pemakaian geogrid adalah pembentukan ikatan antara bahan pengisi (tanah) dan elemen kekuatan geosintetis akibat terjadinya gesekan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa gesekan yang terjadi pada dasarnya merupakan fungsi dari sifat bahan kekuatan atau geogrid itu sendiri dengan besarnya butiran tanah.

Mekanisme Kerja Geogrid pada Tanah

Ketika penggunaan geogrid pada tanah granular maka menghasilkan kekuatan tarik dan tekan yang tinggi.



Gambar 1. Mekanisme kerja geogrid

Tegangan Kontak

Sidharta S.K (1997) menyampaikan 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

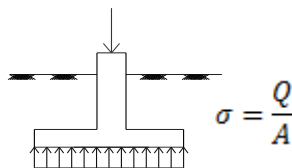
Q = beban aksial total

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

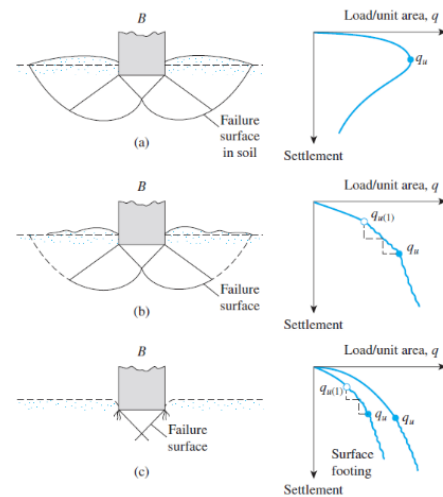
Tegangan kontak dapat dilihat padagambar



Gambar 2. Tegangan kontak dengan beban eksentris

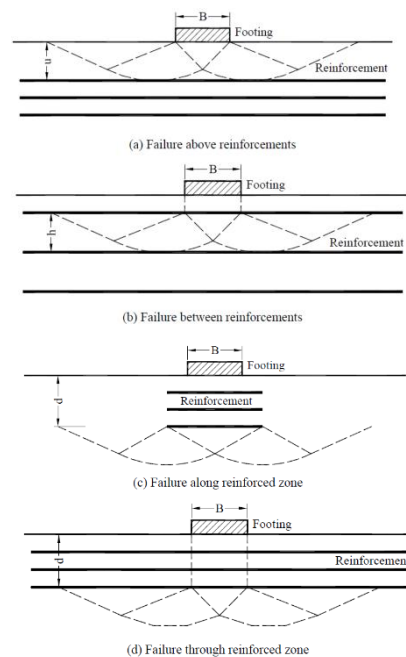
Pola Keruntuhan di Bawah Pondasi

Pola keruntuhan di bawah pondasi dibagi menjadi 2 yaitu tanpa perkuatan dan dengan perkuatan. Untuk keruntuhan di bawah pondasi tanpa perkuatan, Vesic (1963) menyebutkan bahwamekanisme keruntuhan pondasi memiliki fase dan dapat dikategorikan menjadi 3 macam mekanisme pola keruntuhan, keruntuhan geser umum, local, dan penetrasi.



Gambar 3. Macam keruntuhan pondasi pada tanah tanpa perkuatan

Sementara untuk keruntuhan di bawah pondasi dengan perkuatan, Wayne et al (1998) dibagi menjadi 4 tergantung konfigurasi pemasangan perkuatan dan letak terjadinya kegagalan.



Gambar 4. Macam keruntuhan pondasi pada tanah dengan perkuatan.

Daya Dukung Tanah

Meyerhof (1963) mengemukakan persamaan kapasitas daya dukung dengan mempertimbangkan faktor bentuk pondasi, kemiringan beban dan kedalaman pondasi, seperti persamaan berikut:

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

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

Faktor daya dukungnya sebagai berikut:

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

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

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

Penentuan Daya Dukung Ultimit (q_u)

Terdapat beberapa metode dalam penetapan daya dukung ultimit (q_u) diantaranya adalah metode tangent intersection, metode log-log, metode Hiperbolic dan metode 0,1B. Pada sebagian besar penelitian sebelumnya banyak menggunakan metode pemilihan daya dukung ultimit dengan cara 0,1 dari lebar pondasi (B)

Rasio Daya Dukung Tanah (BCR)

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.

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

dimana,

q = daya dukung dengan perkuatan geogrid

q_0 = daya dukung tanpa perkuatan geogrid

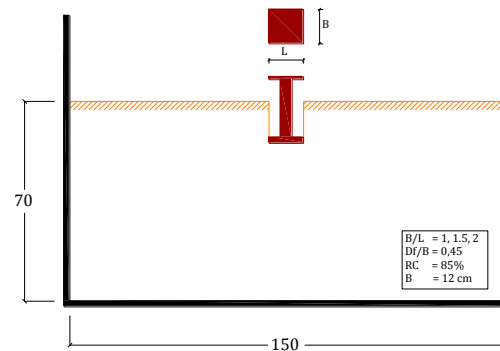
METODE PENELITIAN

Pengujian Dasar

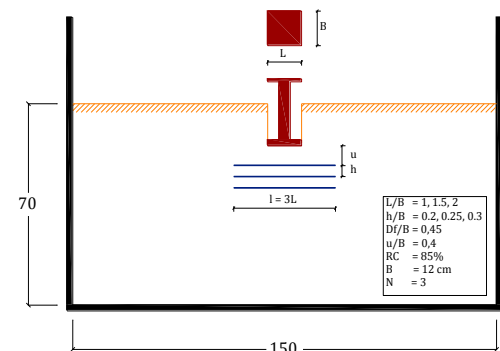
Dalam penelitian ini dilakukan penelitian dasar pada tanah. Pertama pemeriksaan *specific gravity* butiran tanah berpedoman pada ASTM D-854-58, pemeriksaan analisis saringan (*Grain Size*) berpedoman pada ASTM C-136-46, lalu pemeriksaan kekuatan geser langsung (*Direct Shear*) berpedoman pada ASTM D-3080-72 dan terakhir adalah kepadatan standar (*Compaction*) berpedoman pada ASTM D-698-70.

Persiapan dan Model Pengujian

Percobaan ini dilakukan 12 kali dengan 3 kali pada tanah pasir tanpa perkuatan dan 9 kali pada tanah pasir dengan perkuatan. Menggunakan variasi rasio L/B (1;1,5;2) dan variasi rasio h/B (0,2;0,25;0,3) dengan variabel Df/B=0,45 dan u/B=0,4 dan tanah pasir RC 85%. Konfigurasi pengujian sebagaimana gambar berikut:



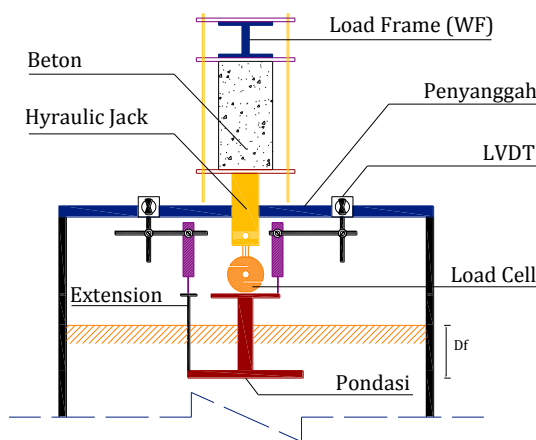
Gambar 5. Pemodelan tanpa Perkuatan



Gambar 6. Pemodelan dengan Perkuatan

Uji Pembebanan

Uji pembebanan dilakukan menggunakan *hidraulic jack*. Dalam pembebanan digunakan *load cell* untuk mengukur besarnya beban yang terjadi. Pembebanan dilakukan dengan menggunakan pemodelan pondasi. Pondasi terbuat dari plat baja. Sebagai faktor kedalaman, pondasi diberikan tambahan balok baja pada tengah pondasi sehingga ketinggiannya dapat desesuaikan dengan kondisi sebenarnya (*overbuden* tertutup).



Gambar 7. Skema Susunan Pembebanan

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 geogrid variasi rasio L/B dan rasio h/B. Daya dukung dihitung dengan persamaan berikut:

$$q_u = \frac{P_u}{A}$$

Setelah mengetahui daya dukung yang terjadi, dilakukan analisis Rasio Daya Dukung (BCR) untuk mengetahui rasio peningkatan yang terjadi antara model tanpa perkuatan dan model dengan perkuatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data awal yang dihasilkan dari pengujian dasar di laboratorium adalah sebagai berikut:

- Tanah Pasir berjenis SP (*Poorly Graded Sand*) atau pasir dengan gradasi yang buruk (*USCS*)
- Spesific Gravity = 2,644
- Berat isi kering 1,725 kg/cm³
- Sudut geser 31,691 dengan kohesi 0,003

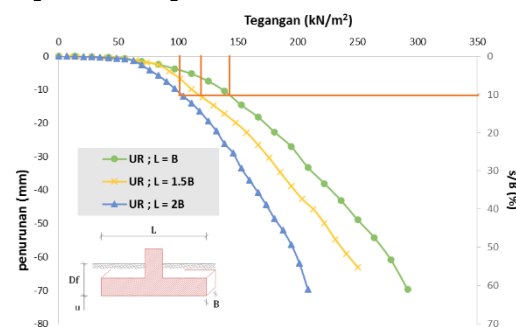
Daya Dukung Tanah Pasir Tanpa Perkuatan

Pengujian model dilakukan sebanyak 3 kali dengan variasi panjang pondasi dan diulangi apabila mengalami keanehan data dan ketidaksesuaian hasil karena berbagai faktor. Selain itu nilai daya dukung juga dicari menggunakan metode analitik untuk mengetahui kesesuaian data perhitungan dan eksperimen.

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

L/B	Meyerhof	Hansen	Vesic	Penelitian
1	56.859	45.094	52.373	144.07
1,5	52.240	43.784	51.560	119.16
2	49.930	43.129	51.153	102.63

Percobaan pembebanan dilakukan di laboratorium untuk model tanah pasir tanpa perkuatan. Grafik dari hubungan antara daya dukung dan *Settlement*-nya dapat dilihat pada Gambar berikut.

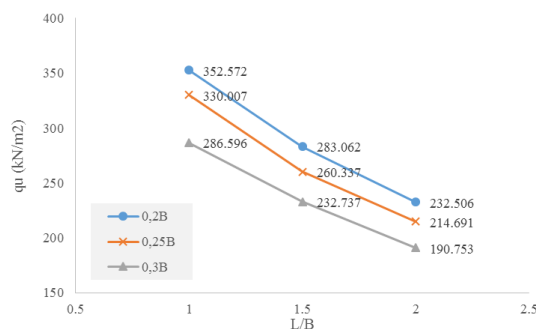


Gambar 8. Hubungan q_u dan penurunan pada pondasi tanpa perkuatan. Dihasilkan

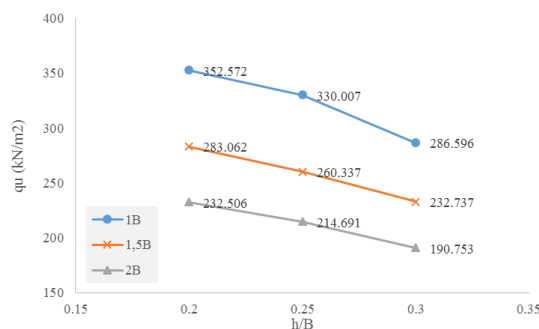
Dari Gambar diatas dapat disimpulkan bahwa semakin panjang pondasinya maka nilai daya dukungnya akan menurun. Hal tersebut sejalan dengan hasil yang dikemukakan oleh Vesic dan penelitian sebelumnya oleh Qimming (2007). Nilai daya dukung diambil adalah paa saat penurunan 0,1 dari nilai lebar pondasi (B).

Analisis Daya Dukung Tanah Pasir dengan Perkuatan

Hasil pembebanan yang telah dilakukan terhadap permodelan tanah pasir di laboratorium dengan menggunakan variasi rasio L/B (1;1,5;2) dan variasi rasio h/B (0,2;0,25;0,3). Nilai daya dukung diambil adalah paa saat penurunan 0,1 dari nilai lebar pondasi (B). Grafik hubungan antara daya dukung dan variasi rasio dalam Gambar berikut ini.



Gambar 9. Hubungan q_u dan L/B pada tanah pasir dengan perkuatan menggunakan variasi $h/B = 0,2; 0,25; 0,3$



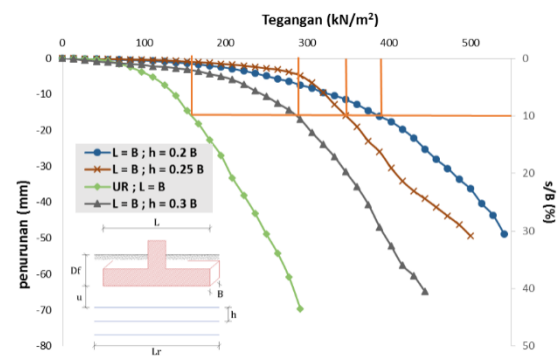
Gambar 10. Hubungan q_u dan h/B pada tanah pasir dengan perkuatan menggunakan variasi $L/B = 1; 1,5; 2$

Dari Gambar diatas dapat disimpulkan bahwa semakin panjang pondasinya maka nilai daya dukungnya akan menurun. Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya oleh Qimming (2007) dan Omar et al (1993).

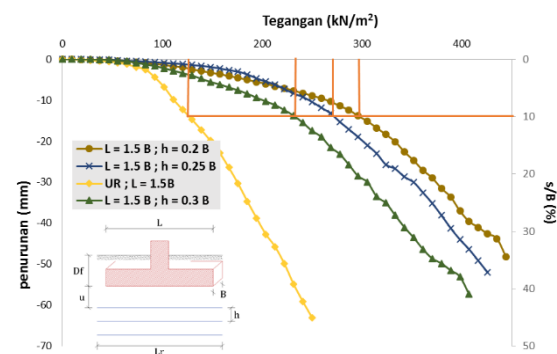
Begitu juga dengan semakin besar jarak antar lapis geogrid maka nilai daya dukungnya semakin menurun. Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya oleh Qimming (2007) dan Zidan (2012).

Analisis Perbandingan Nilai Daya Dukung Tanah Pasir

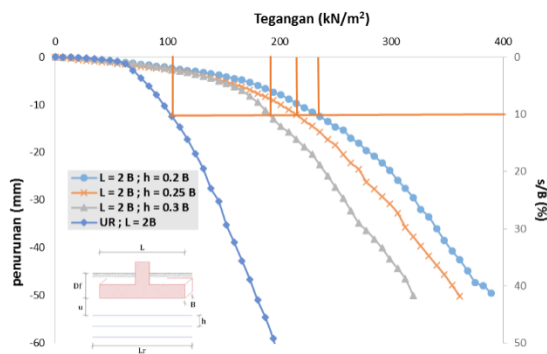
Analisis perbandingan antara tanah pasir tanpa perkuatan dan dengan perkuatan dapat dilihat pada hasil pengujian yang disajikan dalam grafik hubungan daya dukung dan penurunan berikut:



(a) $L/B = 1$



(b) $L/B = 1,5$



(c) $L/B = 2$

Gambar 11. Perbandingan nilai daya dukung tanah pasir tanap perkuatan dan menggunakan perkuatan

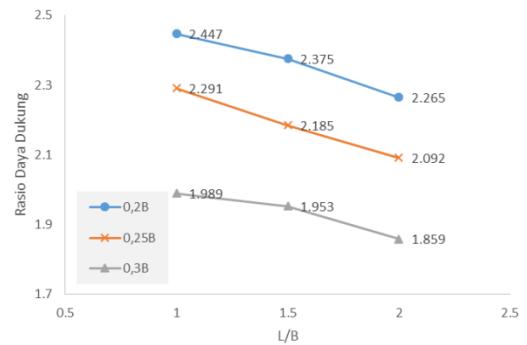
Dari Gambar diatas dapat disimpulkan bahwa terjadi peningkatan nilai daya dukung tanah pasir tanpa perkuatan jika diberi perkuatan geogrid.

Analisis Rasio Daya Dukung (BCR) berdasarkan Daya Dukung Ultimit

Rasio Daya Dukung adalah analisis perbandingan nilai daya dukung maksimum antara tanah pasir dengan perkuatan dan tanah pasir tanpa perkuatan. Untuk melihat pengaruh panjang pondasi terhadap rasio daya dukung maka dapat dilihat dari **Tabel 2** dan **Gambar 12**.

Tabel 2. Nilai Rasio Daya Dukung untuk variasi panjang pondasi.

h/B	L/B	qu dengan perkuatan (kN/m²)	qu tanpa perkuatan (kN/m²)	Rasio Daya Dukung
0,2	1	352.572	144.068	2.447
	1,5	283.062	119.164	2.375
	2	232.506	102.632	2.265
0,25	1	330.007	144.068	2.291
	1,5	260.337	119.164	2.185
	2	214.691	102.632	2.092
0,3	1	286.596	144.068	1.989
	1,5	232.737	119.164	1.953
	2	190.753	102.632	1.859

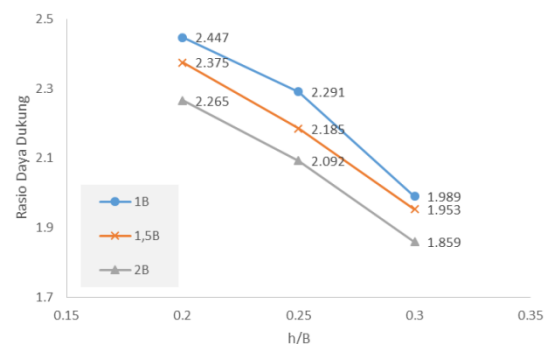


Gambar 12. Perbandingan nilai rasio daya dukung untuk variasi panjang pondasi

Sementara Untuk melihat pengaruh dari jarak antar lapis geogrid, maka dapat dilihat dari **Tabel 3** dan **Gambar 13**.

Tabel 3. Nilai Rasio Daya Dukung untuk variasi jarak antar lapis geogrid.

L/B	h/B	qu dengan perkuatan (kN/m²)	qu tanpa perkuatan (kN/m²)	Rasio Daya Dukung
1B	0,2B	352.572	144.068	2.447
	0,25B	330.007	144.068	2.291
	0,3B	286.596	144.068	1.989
1,5B	0,2B	283.062	119.164	2.375
	0,25B	260.337	119.164	2.185
	0,3B	232.737	119.164	1.953
2B	0,2B	232.506	102.632	2.265
	0,25B	214.691	102.632	2.092
	0,3B	190.753	102.632	1.859



Gambar 13. Perbandingan nilai rasio daya dukung untuk variasi jarak antar lapis geogrid.

Dapat dilihat dari **Tabel 2-3** dan **Gambar 12-13** dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai panjang pondasi dan jarak antar lapis geogrid maka nilai daya dukungnya akan semakin menurun. Hal tersebut sesuai dengan penelitian sebelumnya yaitu Qimming (2007) dan Zidan (2012)

Analisis Perubahan Nilai Daya Dukung

Prosentase perubahan nilai daya dukung tanah pasir tanpa perkuatan dengan menggunakan perkuatan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. Prosentase Peningkatan Daya Dukung

L/B	h/B	Perubahan (%)	Rata - Rata (%)
1	0,2	144.7%	136.9%
	0,25	129.0%	
	0,3	98.9%	
1,5	0,2	137.5%	128.0%
	0,25	118.5%	
	0,3	95.3%	
2	0,2	126.5%	117.9%
	0,25	109.2%	
	0,3	85.9%	
Rata-rata Total (%)			127,558%

Tabel 5. Prosentase Peningkatan Daya Dukung pada variasi rasio L/B

h/B	L/B	qu (kN/m ²)	Perubahan (%)	Rata - rata (%)
0.2	1	352.572	24.556	23.15%
	1.5	283.062	21.744	
	2	232.506	-	
0.25	1	330.007	26.761	24.01%
	1.5	260.337	21.261	
	2	214.691	-	
0.3	1	286.596	23.142	22.57%
	1.5	232.737	22.009	
	2	190.753	-	
Rata - rata Total				23,25%

Tabel 6. Prosentase Peningkatan Daya Dukung pada variasi rasio h/B

L/B	h/B	qu (kN/m ²)	Perubahan (%)	Rata - rata (%)
1	0,2	352.572	6.838%	10.992%
	0,25	330.007	15.147%	
	0,3	286.596	-	
1,5	0,2	283.062	8.729%	10.294%
	0,25	260.337	11.859%	
	0,3	232.737	-	
2	0,2	232.506	8.298%	10.423%
	0,25	214.691	12.549%	
	0,3	190.753	-	
Rata - rata Total				10,57%

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Daya dukung *ultimate* pada tanah pasir tanpa perkuatan geogrid nilainya lebih kecil dibandingkan daya dukung *ultimate* pada tanah pasir dengan perkuatan geogrid. Pemakaian geogrid berampak pada peningkatan rata rata sebesar 127,558%.
2. Semakin besar nilai panjang pondasi maka daya dukung *ultimate* nya akan semakin kecil. Variasi yang menghasilkan nilai daya dukung terbesar pada L/B = 1 dengan rata rata penurunan sebesar 23,25%.
3. Semakin besar nilai jarak antar lapis geogrid maka daya dukung *ultimate* nya akan semakin kecil. Variasi yang menghasilkan nilai daya dukung terbesar pada h/B = 0,2 dengan rata rata penurunan sebesar 10,57%.
4. Dapat dilihat dari hasil analisis rasio daya dukung bahwa variasi rasio yang menghasilkan nilai daya dukung paling besar adalah ketika panjang pondasi pada rasio L/B = 1 dan ketika jarak antar lapis geogrid pada rasio h/B = 0,2. Dengan rasio daya dukung maksimum sebesar 2,447.

SARAN

Beberapa saran dibawah dimaksudkan agar penelitian yang akan datang jauh lebih maksimal, diantaranya:

1. Untuk penelitian tentang pondasi pada tanah pasir dilakukan penelitian didalam ruangan yang bebas dari sinar matahari langsung dan angin namun untuk tetap menjaga kadar air gar tidak turun secra rastis disarankan menutup dan melapisi kolam penyimpanan pasir dengan plastik.
2. Kondisi box dan *frame load* merupakan hal yang sangat penting di perhatikan dikarenakan keduanya merupakan media pengujian utama. Box harus dipastikan rapat dan kuat. Dibagian bawah box harus diberi perkuatan agar saat pengujian pembebanan tidak ikut melendut. Sama halnya dengan *frame load*, kondisinya harus lurus, rata dan simetris. Perlunya pengecekan secara berkala karena dikhawatirkan terjadi puntir dan lendutan serta eksentrisitas beban.

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 Standardtest 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. *Mekanikan 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 Perkuatanan Tanah Dengan Geosintetik*. Jakarta: Direktorat Jendral Bina Marga.
- Dinas Pekerjaan Umum. 2009. *Modul Pelatihan GeosintetikVolume 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