

PENGARUH LEBAR PONDASI DAN JUMLAH LAPISAN GEOGRID TERHADAP
DAYA DUKUNG PONDASI MENERUS PADA PEMODELAN FISIK LERENG
PASIR KEMIRINGAN 46°

Herlambang Bagus Sulisty, As'ad Munawir, Eko Andi Suryo
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang
Jalan M.T Haryono 167, Malang 65145, Indonesia
Email : Herlambangbagus63@gmail.com

ABSTRAK

Lereng merupakan tanah yang mempunyai kemiringan tertentu dimana pembangunan diatas lahan tersebut memiliki resiko kelongsoran. Sehingga diperlukan perkuatan tanah lereng dengan geotekstil jenis geogrid. Penelitian dilakukan pada tanah pasir dengan kepadatan relatif 74% dimana digunakan tiga variasi lebar pondasi (4 cm, 6 cm, 8 cm) dan dipasang tiga variasi jumlah lapisan geogrid (1 lapis, 2 lapis, dan 3 lapis). Proses pemadatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan cara membagi lereng model menjadi tujuh lapisan dan masing-masing lapisan dipadatkan dengan beton silinder yang digilas hingga ketinggian 10 cm di tiap lapisan. Hasil yang didapatkan pada penelitian ini adalah dengan bertambahnya jumlah lapisan yang diberikan maka daya dukung pondasi semakin meningkat.

Kata kunci : lereng, daya dukung, pondasi menerus, geogrid

PENDAHULUAN

Semakin berkurangnya lahan datar mengakibatkan pembangunan konstruksi beralih menuju tanah dengan kemiringan tertentu atau lereng. Padahal pembangunan yang dilakukan pada tanah lereng beresiko terhadap kelongsoran. Oleh karena itu diperlukan perbaikan tanah dengan memberikan perkuatan dengan geogrid. Perkuatan dilakukan untuk meningkatkan daya dukung lereng terhadap beban yang diterimanya.

TUJUAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya dukung yang terjadi pada lereng tanpa perkuatan dibandingkan dengan diberikannya perkuatan geogrid dengan variasi jumlah lapisan geogrid dan dimensi

lebar pondasi. Selain itu, tujuan penelitian ini juga melihat pengaruh dominan antara variasi lebar pondasi dan jumlah lapisan geogrid terhadap daya dukung pondasi menerus pada tanah lereng.

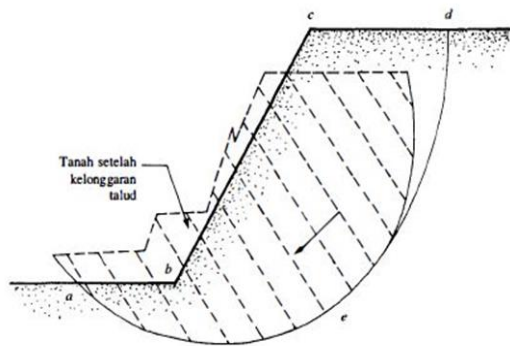
TINJAUAN PUSTAKA

Pasir

Partikel-partikel batuan yang lolos saringan no. 4 (4,75 mm) dan tinggal dalam saringan no. 200 (0,075 mm) disebut pasir. Kepadatan relatif pada tanah dispesifikasikan sebagai nilai banding dari berat volume kering di pemodelan atau dilapangan dengan berat volume kering maksimum di laboratorium menurut percobaan standar.

Lereng

Suatu permukaan tanah yang miring dengan sudut tertentu terhadap bidang horizontal kita sebut sebagai lereng. Pengamatan keruntuhan pada lereng yang dilakukan oleh Collin (1846) menunjukkan bahwa kebanyakan peristiwa kelongsoran tanah terjadi dengan bentuk bidang gesor yang berupa lengkungan.



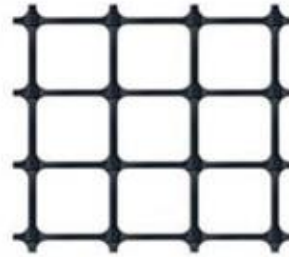
Gambar 1. Kelongsoran Lereng
(Sumber : Das B, M. 1993. *Mekanika Tanah Jilid 2*)

Adapun jenis-jenis gerakan kelongsoran tanah yang biasanya terjadi adalah pertama, Kelongsoran yang terjadi bila bentuk permukaan runtuh dipengaruhi oleh adanya kekuatan geser yang berbeda dinamakan kelongsoran Translasi. Kedua, kelongsoran rotasi yang bentuk permukaan runtuh pada potongannya dapat berupa busur.

Geogrid

Geogrid adalah produk geosintetik yang terdiri dari jaringan yang beraturan dan terhubung satu sama lainnya, dengan ukuran bukaan lebih besar dari 6,35 mm sehingga memungkinkan untuk saling mengunci

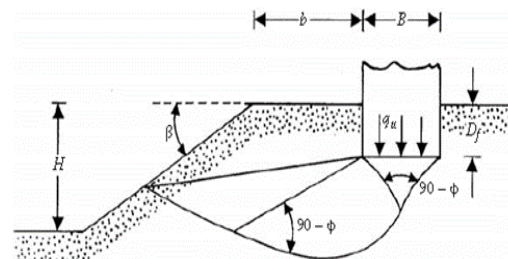
dengan tanah, batuan ataupun struktur lain di sekitarnya serta memiliki fungsi primer sebagai perkuatan. Terdapat 3 jenis geogrid yaitu, jenis Uniaxial, Biaxial, dan Triaxial. Sedangkan geogrid yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis Biaxial.



Gambar 2. Geogrid Biaxial

Pola Keruntuhan di Bawah Pondasi pada Lereng

Meyerhof melakukan penelitian untuk mengetahui kapasitas daya dukung ultimate pada pondasi dangkal diatas lereng. Pola keruntuhan pondasi pada lereng menurut Meyerhof dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Pondasi dangkal di atas lereng

Teori Daya Dukung Pondasi Dangkal di Atas Lereng Tanpa Perkuatan

Analisis-analisis daya dukung dilakukan dengan cara pendekatan untuk memudahkan hitungan. Persamaan yang dibuat dikaitkan dengan sifat-sifat tanah dan bentuk bidang geser yang terjadi saat keruntuhan. Analisisnya dilakukan

dengan menganggap bahwa tanah berkelakuan sebagai bahan yang bersifat plastis.

Solusi Meyerhoff

Meyerhoff dalam teorinya menyatakan bahwa persamaan daya dukung dilihat dari kemiringan beban, kuat geser tanah, dan bentuk pondasi. Adapun daya dukung pondasi yang terjadi dinyatakan dengan persamaan ;

$$q_u = cN_{cq} + \frac{1}{2} \gamma B N_{\gamma q}$$

Untuk tanah pasir persamaan meyerhoff tersebut menjadi ;

$$q_u = \frac{1}{2} \gamma B N_{\gamma q}$$

dengan :

- q_u = Daya dukung (kN/m²)
- γ = Berat isi tanah (gr/cm³)
- B = Lebar pondasi (cm)
- $N_{\gamma q}, N_{cq}$ = Faktor daya dukung
- c = kohesi (kN/m²)

Solusi Hansen dan Vesic

Hansen menyatakan bahwa untuk kondisi jarak pondasi ke tepi lereng sama dengan nol (0) maka persamaan daya dukung yang terjadi adalah ;

$$q_u = c N_c \lambda_{c\beta} + q N_q \lambda_{q\beta} + 0,5 \gamma B N_\gamma \lambda_{\gamma\beta}$$

$$\lambda_{q\beta} = \lambda_{\gamma\beta} = (1 - \tan \beta)^2$$

dengan :

- q = $\gamma \cdot D_f$
- N_c, N_q, N_γ = Faktor – faktor daya dukung Hansen

$\lambda_{c\beta}, \lambda_{q\beta}, \lambda_{\gamma\beta}$ = Faktor – faktor lereng

Solusi Gempeline

Penelitian yang dilakukan oleh *Shields* menunjukkan faktor daya dukung $N_{\gamma q}$ untuk sebuah pondasi pada lereng yang memiliki sudut geser tanah.

$$N_{\gamma q} = f_\phi \times f_B \times f_{D/B} \times f_{B/L} \times f_{D/B, B/L} \times f_{\beta, d/B} \times f_{\beta, d/D, D/B} \times f_{\beta, d/B, B/L}$$

dengan :

- ϕ = sudut geser dalam tanah
- α = sudut kemiringan lereng
- B = lebar pondasi (inchi)
- L = panjang pondasi (inchi)
- d = jarak pondasi ke puncak lereng
- $f_\phi = 10 (0,1159\phi - 2,386)$
- $f_B = 10 (0,34 - 0,2 \log B)$
- $f_{D/B} = 1 + 0,65 (D/B)$
- $f_{B/L} = 1 - 0,27 (B/L)$
- $f_{D/B, B/L} = 1 + 0,39 (D/L)$
- $f_{\beta, b/B} = 1 - 0,8 [1 - (1 - \tan \beta)^2] \{ 2/[2 + (b/B)^2 \tan \beta] \}$
- $f_{\beta, b/B, B/L} = 1 + 0,33 (D/B) \tan \beta \{ 2/[2 + (b/B)^2 \tan \beta] \}$

Bearing Capacity Improvement (BCI)

Suatu perbandingan rasio yang menjelaskan perbandingan antara daya dukung tanah saat diberi perkuatan dengan daya dukung tanah tanpa diberi perkuatan dinamakan BCI. Nilai BCI dapat ditentukan berdasarkan dua hal, yaitu daya dukung pada saat ultimit atau BCI_U dan daya dukung pada penurunan yang sama atau BCI_s .

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

dengan :

BCI = *Bearing Capacity Improvement*
 q = daya dukung dengan perkuatan
 q_0 = daya dukung tanpa perkuatan

Pengaruh Lebar Pondasi terhadap Daya Dukung Pondasi di Dekat Lereng

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Mohd Raihan Taha dan Enas B. Altahe (2013), tentang daya dukung pondasi menerus pada lereng tanah pasir dengan variasi lebar pondasi 50 mm, 70mm, dan 150 mm. Dari hasil eksperimen yang dilakukan diperoleh hasil semakin lebar pondasi maka nilai beban runtuh semakin besar. Untuk beban runtuh maksimal terjadi pada pondasi dengan lebar 150 mm

Pengaruh Jumlah Lapisan Geogrid terhadap Daya Dukung Pondasi di Dekat Lereng

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Mohd Raihan Taha dan Enas B. Altahe (2013), tentang daya dukung pondasi menerus pada lereng tanah pasir dengan variasi jumlah perkuatan geosintetik 1 lapis, 2 lapis, dan 3 lapis. Dari hasil eksperimen yang dilakukan diperoleh hasil semakin banyak jumlah lapis geosintetik maka nilai beban runtuh semakin besar. Untuk beban runtuh maksimal terjadi pada jumlah lapisan geosintetik 3.

METODE PENELITIAN

Pengujian Dasar

Penelitian ini menggunakan tanah pasir dengan kepadatan relatif

sebesar 74%. Dilakukan pengujian dasar pada tanah berupa ;

- Pemeriksaan analisis saringan berdasarkan ASTM C-136-46
- Pemeriksaan berat jenis butiran tanah menurut ASTM D-854-58
- Kepadatan standar(*Compaction*) mengikuti ASTM D-698-70
- Pemeriksaan kekuatan geser langsung(*Direct Shear*) menurut ASTM D-3080-72

Jumlah dan Perlakuan Benda Uji

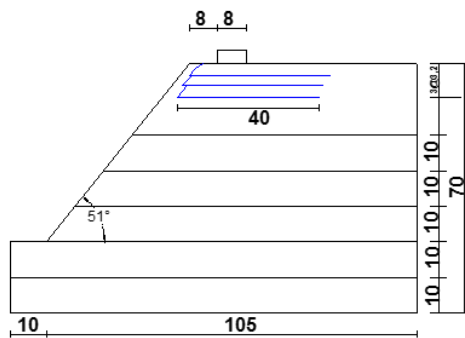
Percobaan ini menggunakan 9 buah benda uji dengan 3 variasi jumlah lapisan geogrid dan 3 variasi dimensi lebar pondasi untuk pondasi menerus yang diletakkan di permukaan lereng dengan RC 74%. Lereng dibuat dengan tiga variasi jumlah lapisan geogrid, yaitu 1 lapis, 2 lapis, dan 3 lapis dan tiga variasi dimensi lebar pondasi yaitu 4 cm, 6 cm, dan 8 cm.

Tabel 1. Variasi perlakuan Lereng

Sv = 3 cm L = 40 cm d = B $\alpha = 46^\circ$	n		
	1	2	3
B = 4 cm	√	√	√
B = 6 cm	√	√	√
B = 8 cm	√	√	√

Untuk pemasangan geogrid digunakan jarak antar geogrid 3 cm dan panjang geogrid sebesar 40 cm. Salah

satu model tes lereng dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Model Tes Lereng

Pemodelan lereng dilakukan pada Kotak yang terbuat dari fiber glass dengan ukuran panjang 1,5 m, lebar 1,0 m, dan tinggi kotak 1,0 m

Metode Pengambilan Data

Setelah dilakukan uji pembebanan pada sampel, diperoleh hasil beban runtuh maksimum dan penurunan yang terjadi. kemudian dihitung besar daya dukung batas pada tiap sampel dengan persamaan ;

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

dengan :

P_u = beban runtuh maksimum (kg)

A = luasan pondasi (cm)

Setelah itu dilakukan analisis peningkatan daya dukung atau *bearing capacity improvement* dari data yang telah diambil.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis daya Dukung Tanah Pasir dengan Rc 74 % untuk Lereng Tanpa Perkuatan

Untuk membandingkan hasil daya dukung yang diperoleh dari eksperimen, digunakan pendekatan perhitungan daya dukung pondasi pada tanah lereng yaitu metode Meyerhoff-Gemperline dan metode Hansen. Hasil dari semua analisis ditampilkan pada **Tabel 2** ;

Tabel 2. Nilai daya dukung pondasi pada lereng tanpa perkuatan antara analitik dan eksperimen

Lebar Pondasi (cm)	Metode	q_u (kN/m ²)
4	Eksperimen	29,082
	Gemperline	16,874
	Hansen	7,008
6	Eksperimen	28,656
	Gemperline	23,340
	Hansen	10,512
8	Eksperimen	27,806
	Gemperline	29,380
	Hansen	14,017

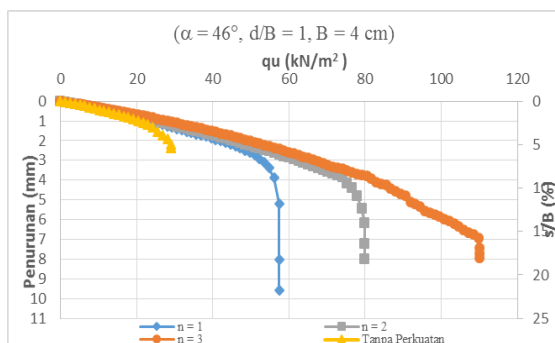
Analisis Daya Dukung untuk Lereng dengan Perkuatan pada Variasi Lebar Pondasi dan Jumlah Lapisan Geogrid

Dalam analisis daya dukung untuk lereng perkuatan diperoleh hasil bahwa daya dukung terbesar terjadi

pada lebar pondasi 4 cm dan jumlah lapisan geogrid 3 lapis. Hasil percobaan eksperimen disajikan pada **Tabel 3** dan **Gambar 5**.

Tabel 3. Nilai daya dukung berdasarkan eksperimen untuk lereng perkuatan dengan $B = 4$ cm dan variasi jumlah geogrid (n)

B (cm)	n	Penurunan (mm)	q_u (kN/m ²)
4	1	5,188	57,398
	2	6,165	79,847
	3	6,918	110,07



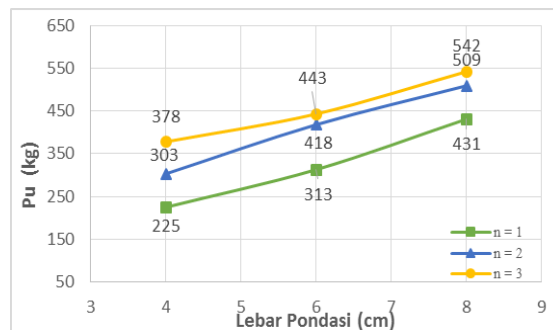
Gambar 5. Grafik hubungan daya dukung dan penurunan lereng menggunakan perkuatan saat $B = 4$ cm dengan variasi jumlah lapisan geogrid dan tanpa perkuatan.

Analisis Beban Runtuh untuk Lereng dengan Perkuatan pada Variasi Lebar Pondasi dan Jumlah Lapisan Geogrid

Hasil analisis beban runtuh paling maksimum terjadi pada saat lebar pondasi 8 cm dan jumlah lapisan geogrid 3 lapis. Hasil dari analisis beban runtuh disajikan pada **Tabel 4** dan **Gambar 6**.

Tabel 4. Nilai beban runtuh daya dukung berdasarkan eksperimen untuk lereng perkuatan dengan $B = 8$ cm dan variasi jumlah geogrid (n)

Lebar Pondasi (cm)	n	P_u (kg)
4	1	225
	2	303
	3	378
6	1	313
	2	418
	3	443
8	1	431
	2	509
	3	542



Gambar 6. Grafik hubungan daya dukung dan penurunan lereng menggunakan perkuatan pada variasi lebar pondasi dengan variasi jumlah lapisan geogrid.

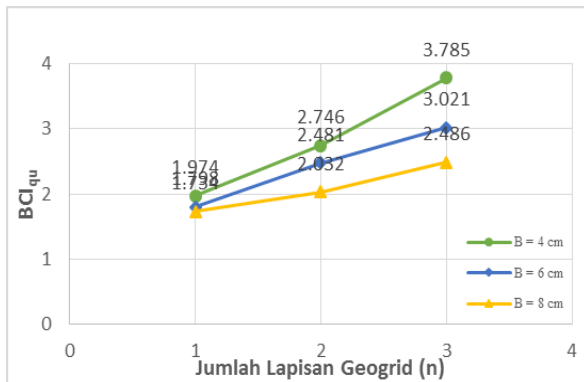
Analisis Bearing Capacity Improvement Berdasarkan Daya Dukung Batas (BCI_{qu})

Hasil analisis nilai BCI_{qu} paling maksimum terjadi pada saat lebar pondasi 4 cm dan jumlah lapisan geogrid 3 lapis

dengan nilai 3,785. Hasil dari analisis dapat dilihat pada **Tabel 5** dan **Gambar 7**.

Tabel 5. Nilai BCI_{qu} untuk variasi jumlah lapisan geogrid

Lebar Pondasi (B)	n	q_u (kN/m^2)	q_u lereng tanpa perkuatan (kN/m^2)	BCI_{qu}
4 cm	1	57,398	29,082	1,974
	2	79,847		2,746
	3	110,077		3,785
6 cm	1	51,531	28,656	1,798
	2	71,088		2,481
	3	86,565		3,021
8 cm	1	48,214	27,806	1,734
	2	56,505		2,032
	3	69,133		2,486



Gambar 7. Grafik perbandingan peningkatan BCI_{qu} antar lereng dengan perkuatan pada variasi jumlah lapisan geogrid terhadap lebar pondasi

Dari hasil dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan daya dukung lereng dari tanpa perkuatan ke perkuatan dengan geogrid. Hal ini dapat dilihat

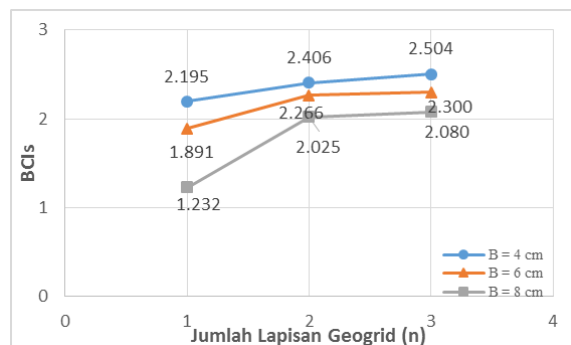
dari nilai BCI_{qu} yang terjadi yaitu lebih dari satu.

Analisis Bearing Capacity Improvement Berdasarkan Penurunan saat s/B (rasio penurunan) 2% (BCI_s)

Dalam analisis BCI_s untuk lereng perkuatan diperoleh hasil bahwa daya dukung terbesar terjadi pada lebar pondasi 4 cm dan jumlah lapisan geogrid 3 lapis yaitu sebesar 2,504. Hasil percobaan eksperimen disajikan pada **Tabel 6** dan **Gambar 8**.

Tabel 6. Nilai BCI_s untuk variasi jumlah lapisan geogrid pada $s/B = 2\%$

Lebar Pondasi (B)	n	q_u (kN/m^2)	q_u lereng tanpa perkuatan (kN/m^2)	BCI_s
4 cm	1	18,814	8,570	2,195
	2	20,621		2,406
	3	21,459		2,504
6 cm	1	31,576	16,700	1,891
	2	37,840		2,266
	3	38,409		2,300
8 cm	1	30,357	24,635	1,232
	2	49,887		2,025
	3	51,233		2,080



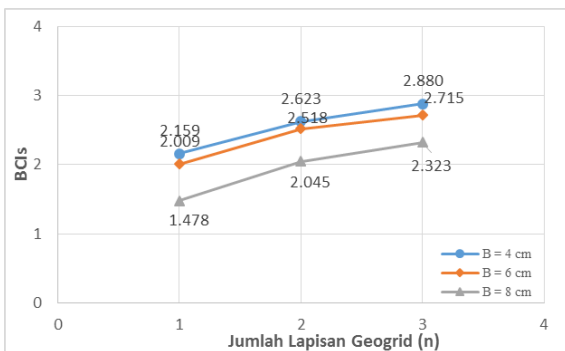
Gambar 8. Grafik perbandingan peningkatan BCI_s antar lereng dengan perkuatan pada variasi jumlah lapisan geogrid terhadap lebar pondasi saat $s/B = 2\%$

Analisis Bering Capacity Improvement Berdasarkan Penurunan saat s/B (rasio penurunan) 4% (BCIs)

Dalam analisis BCIs untuk lereng perkuatan diperoleh hasil bahwa daya dukung terbesar terjadi pada lebar pondasi 4 cm dan jumlah lapisan geogrid 3 lapis yaitu sebesar 2,880. Hasil percobaan eksperimen disajikan pada **Tabel 7 dan Gambar 9**.

Tabel 7. Nilai BCIs untuk variasi jumlah lapisan geogrid pada s/B = 4%

Lebar Pondasi (B)	n	q _u (kN/m ²)	q _u lereng tanpa perkuatan (kN/m ²)	BCI _s
4 cm	1	31,250	14,472	2,159
	2	37,959	14,472	2,623
	3	41,684	14,472	2,880
6 cm	1	46,704	23,245	2,009
	2	58,532	23,245	2,518
	3	63,118	23,245	2,715
8 cm	1	40,051	27,099	1,478
	2	55,404	27,099	2,045
	3	62,940	27,099	2,323



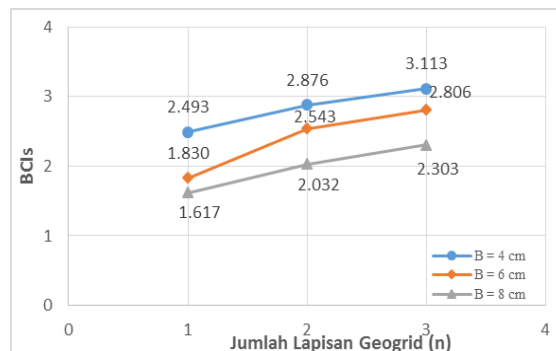
Gambar 9. Grafik perbandingan peningkatan BCIs antar lereng dengan perkuatan pada variasi jumlah lapisan geogrid terhadap lebar pondasi saat s/B = 4%

Analisis Bering Capacity Improvement Berdasarkan Penurunan saat s/B (rasio penurunan) 4% (BCIs)

Dalam analisis BCIs untuk lereng perkuatan diperoleh hasil bahwa daya dukung terbesar terjadi pada lebar pondasi 4 cm dan jumlah lapisan geogrid 3 lapis yaitu sebesar 3,113. Hasil percobaan eksperimen disajikan pada **Tabel 8 dan Gambar 10**.

Tabel 8. Nilai BCIs untuk variasi jumlah lapisan geogrid pada s/B = 6%

Lebar Pondasi (B)	n	q _u (kN/m ²)	q _u lereng tanpa perkuatan (kN/m ²)	BCI _s
4 cm	1	45,645	18,306	2,493
	2	52,648	18,306	2,876
	3	56,987	18,306	3,113
6 cm	1	50,438	27,567	1,830
	2	70,103	27,567	2,543
	3	77,350	27,567	2,806
8 cm	1	44,951	27,806	1,617
	2	56,505	27,806	2,032
	3	64,035	27,806	2,303



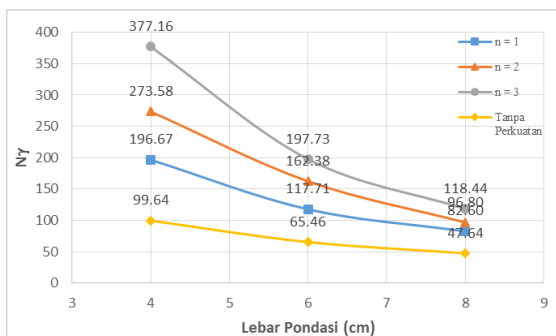
Gambar 9. Grafik perbandingan peningkatan BCIs antar lereng dengan perkuatan pada variasi jumlah lapisan geogrid terhadap lebar pondasi saat s/B = 6%

Analisis Faktor N_γ berdasarkan Daya Dukung Ultimit

Berdasarkan persamaan daya dukung dan hasil daya dukung dari eksperimen yang telah dilakukan, maka diperoleh nilai faktor N_γ maksimum. N_γ maksimum terjadi pada lebar pondasi 4 cm dan jumlah lapisan geogrid 3 lapis yaitu sebesar 377,16. Hasil analisis nilai faktor N_γ disajikan pada **Tabel 9** dan **Gambar 10**.

Tabel 9. Nilai Faktor N_γ untuk setiap variasi jumlah lapisan geogrid

Jumlah Lapisan Geogrid (n)	Lebar Pondasi (B)	q_u (kN/m ²)	Faktor N_γ
1	4 cm	57,398	196,67
	6 cm	51,531	117,71
	8 cm	48,214	82,6
2	4 cm	79,847	273,58
	6 cm	71,088	162,38
	8 cm	56,505	96,8
3	4 cm	110,077	377,16
	6 cm	86,565	197,73
	8 cm	69,133	118,44



Gambar 10. Grafik perbandingan nilai faktor N_γ antara lereng dengan perkuatan pada variasi lebar pondasi terhadap jumlah lapisan geogrid

Pengaruh Lebar Pondasi dan Lapisan Geogrid terhadap Nilai Daya Dukung

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada pemodelan fisik lereng pasir Rc 74% dengan variabel tetap yaitu rasio jarak pondasi ke tepi lereng (d/B) 1 dan jarak vertikal antar geogrid (S_v) 3 cm. Hasil yang diperoleh bahwa variasi lebar pondasi dan jumlah lapisan geogrid berpengaruh terhadap daya dukung. Hasil yang didapatkan pada variasi lebar pondasi menunjukkan bahwa semakin besar lebar pondasi yang digunakan maka nilai beban runtuh yang terjadi semakin besar. Hal ini terjadi karena lebar pondasi yang besar akan mampu menyalurkan beban pondasi secara merata ke permukaan tanah dibandingkan lebar pondasi yang kecil.

Namun jika ditinjau dalam daya dukung, hasil penelitian yang dihasilkan menunjukkan bahwa semakin besar lebar pondasi maka daya dukung yang terjadi cenderung menurun. Hasil yang sama terjadi pada penurunan (*settlement*) s/B 2%, 4% dan 6% dimana daya dukung maksimum terjadi pada saat lebar pondasi 4 cm. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa daya dukung mengalami peningkatan dari setiap penambahan jumlah lapisan pada tiap variasi lebar pondasi. Sedangkan jika ditinjau dari penurunan (*settlement*) yang sama pada rasio s/B 2%, 4% dan 6% juga terjadi peningkatan dukung pada rasio $n = 1$, $n = 2$, dan $n = 3$.

Hal serupa juga didapatkan untuk perbandingan beban maksimum yang dapat diterima oleh ketiga varian

jumlah lapisan geogrid, dimana pondasi dengan variasi jumlah lapisan perkuatan geogrid sebanyak tiga lapis mampu menahan beban runtuh paling maksimal.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa :

1. Geogrid sebagai perkuatan untuk lereng mempunyai pengaruh yang sangat signifikan terhadap peningkatan daya dukung pondasi
2. Semakin banyak jumlah lapisan geogrid yang diberikan pada lereng akan meningkatkan daya dukung pondasi
3. Semakin besar lebar pondasi maka daya dukung yang terjadi nilainya menurun akibat semakin besarnya luasan
4. Berdasarkan analisis nilai BCI_{qu} dan nilai BCIs yang terjadi, maka lebar dan jumlah lapis geogrid yang paling maksimum adalah pada B = 4 cm dengan jumlah lapisan geogrid 3 lapis

DAFTAR PUSTAKA

- Alamshahi, Saeed dan Hataf, Nader. *Daya Dukung Pondasi Meneus pada Lereng Pasir dengan Geogrid dan Angkur*. Iran : Universitas Shiraz
- Altalhe, Enas B., Mohd Raihan Taha, Numerical and Experimental Evaluation of Bearing Capacity Factor N_{γ} of Strip Footing on Sand Slope. *International Journal of Physical Science*. Malaysia : Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Bowles, J. E. 1993. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Jakarta : Erlangga
- Christady H., Hary. 1990. *Mekanikan Tanah*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada
- Craig, R.F. 1989. *Mekanika Tanah Edisi Keempat*. Jakarta : Erlangga
- Das, Braja M. 1984. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 2*. Jakara : Erlangga
- Das, Braja M. 1984. *Mechanic Foundatin engineering, Fourth Edition*. New York : PWS Publishing
- DPU. 2009. *Pedoman Konstruksi Bangunan: Perencanaan dan Pelaksanaan Perkuatan Tanah dengan Geosintetik No. 003/BM/2009*
- Hoang, C. Nguyen, Canh V. Le, Vu P. Q. Nguyen, and Tri P. Truong. 2012. Bearing Capacity of footing Strip Resting on Slope Using Upper Bound Limit Analysis. *Journal of Engineering Technology and Education*. GTSD2012
- El Sawwaf, Mostafa A dan Nazir, Ashraf K. 2011. *Perilaku Penurunan Siklis Pondasi Menerus Pada Perkuatan*

Lapisan Lereng Pasir. Mesir :
Universitas Tata

Naieni, S.A., Rabe, B. Khadem, dan
Mahmoodi, E. 2011. *Daya
Dukung dan Penurunan Pondasi
Menderus Pada Perkuatan
Geosintetik Lapisan Lempung.*
Iran : Imam Khomeni
International University

Suroso, As'ad Munawir, dan Herlien
Indrawahyuni. Buku Ajar
Teknik Pondasi. Malang :
Jurusan Teknik Sipil Fakultas
Teknik Universitas Brawijaya

S.V. Anil Kumar, K. Ilamaparuthi.
2009. Respon of Footing on Sand
Slopes. *Indian Geotechnical
Society Chennai Chapter.* India :
Anna University Chennai.