

**PENGARUH SUDUT KEMIRINGAN DAN JARAK PONDASI MENERUS DARI
TEPI LERENG PADA PEMODELAN FISIK LERENG PASIR DENGAN
PERKUATAN GEOGRID**

MAKALAH JURNAL

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:

**ARIS MUSTHAFA
NIM. 115060100111009**

**KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2015**

PENGARUH SUDUT KEMIRINGAN DAN JARAK PONDASI MENERUS DARI TEPI LERENG PADA PEMODELAN FISIK LERENG PASIR DENGAN PERKUATAN GEOGRID

Aris Musthafa, As'ad Munawir, Yulvi Zaika
Jurusan Teknik Sipil - Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Jawa Timur, Indonesia
Email : aris.musth4fh4@gmail.com

ABSTRAK

Kelongsoran yang terjadi pada lereng merupakan salah satu permasalahan utama dalam lingkup geoteknik. Untuk mencegah terjadinya longsor, maka perlu dilakukan upaya perkuatan tanah. Konsep dari teknik perkuatan tanah pertama kali memakai lembaran metal sebagai perkuatan tanah. Seiring dengan perkembangan teknologi, penggunaan lembaran metal sebagai perkuatan tanah diganti material geosintetik seperti geotextile dan geogrid. Pada penelitian ini dilakukan uji model fisik lereng dengan perkuatan geogrid. Variasi yang diterapkan pada sampel lereng berupa sudut kemiringan lereng antara lain 46° , 51° , 56° dan jarak pondasi dari tepi lereng yaitu B, 2B, dan 3B. Berdasarkan penelitian ini semakin besar jarak pondasi maka rasio peningkatan daya dukung juga semakin besar. Sebaliknya, semakin besar sudut kemiringan lereng maka rasio peningkatan daya dukung pada lereng semakin kecil. Dari hasil analisis BCI menunjukkan rasio peningkatan daya dukung terbesar terletak pada sudut kemiringan terkecil yang diterapkan, yaitu 46° dan jarak pondasi terbesar, yaitu sejauh tiga kali lebar pondasi.

Kata kunci : daya dukung pondasi, lereng, geogrid, variasi sudut kemiringan lereng, variasi jarak pondasi.

PENDAHULUAN

Kelongsoran yang terjadi pada lereng merupakan salah satu permasalahan utama dalam lingkup geoteknik. Untuk mencegah terjadinya kelongsoran pada lereng perlu adanya perbaikan pada lereng tersebut. Salah satu contoh perbaikan pada tanah lereng adalah dengan metode perkuatan tanah. Konsep dari teknik perkuatan tanah pertama kali dilakukan oleh Henri Vidal pada tahun 1968. Material yang dipakai berupa lembaran metal sebagai perkuatan tanah. Seiring

Tujuan penelitian ini antara lain untuk menemukan mekanisme perkuatan lereng dengan membandingkan daya dukung tanah (respon) pada lereng pasir tanpa perkuatan dengan lereng pasir yang diberi perkuatan geogrid dengan variasi kemiringan sudut lereng dan jarak pondasi ke tepi lereng. Setelah itu, untuk mengetahui pengaruh adanya variasi kemiringan sudut lereng terhadap daya dukung pada lereng tanah pasir. Kemudian untuk mengetahui pengaruh

dengan perkembangan teknologi, penggunaan lembaran metal sebagai perkuatan tanah diganti material geosintetik seperti geotextile dan geogrid. Karena biaya yang diperlukan untuk jenis perkuatan ini cukup ekonomis, saat ini penggunaan material geosintetik semakin luas. Penggunaan geosintetik sudah banyak diaplikasikan kedalam berbagai macam-konstruksi seperti dam, jalan, dinding penahan, dan khususnya konstruksi lereng.

TUJUAN

adanya variasi jarak pondasi ke tepi lereng terhadap daya dukung pada lereng tanah pasir. Terakhir untuk mengetahui kemiringan sudut lereng dan jarak pondasi ke tepi lereng yang optimum untuk daya dukung tanah pondasi menerus pada lereng tanah pasir yang diperkuat menggunakan geogrid.

TINJAUAN PUSTAKA

Geogrid

Geogrid merupakan suatu contoh dari jenis geosintetik yang berbentuk jaring (web) terbuka. Fungsi geogrid yang utama adalah sebagai perkuatan. Penguatan mengacu pada mekanisme dimana sifat teknis tanah komposit / agregat dapat ditingkatkan secara mekanis. Geogrid dibentuk oleh suatu jaring teratur dengan elemen-elemen tarik dan mempunyai bukaan berukuran tertentu sehingga saling mengunci (interlock) dengan bahan pengisi di sekelilingnya.

Transfer beban antara geogrid dengan tanah dapat dijelaskan dengan mekanisme kegagalan geogrid. Terdapat dua mekanisme kegagalan pada geogrid yaitu meluncurnya masa tanah di atas perkuatan dan tercabutnya perkuatan geogrid. Kedua kegagalan tersebut sangat bergantung pada besarnya hambatan lekat pada geogrid.

Analisis Daya Dukung Pondasi di Atas Lereng

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 Meyerhof

Meyerhof memberikan solusi teoritis untuk menentukan besarnya daya dukung ultimit pada pondasi dangkal di atas lereng. Solusi daya dukung batas berdasarkan Meyerhof untuk tanah granular ditulis sebagai berikut.

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

dimana;

q_u = daya dukung (kN/m^2)

B = Lebar pondasi (cm)

$N_{\gamma q}$, $N_{c q}$ = Faktor daya dukung

γ = Berat isi tanah (gr/cm^3)

c = kohesi (kN/m^2)

Solusi Gemperline

Persamaan Gemperline untuk menghitung nilai $N_{\gamma q}$ dan menggunakan persamaan daya dukung Meyerhof untuk memperoleh nilai daya dukungnya.

Adapun persamaan Gemperline adalah sebagai berikut :

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

ϕ = sudut geser dalam tanah ($^{\circ}$)

β = sudut kemiringan lereng ($^{\circ}$)

B = lebar pondasi (inchi)

D = kedalaman pondasi (inchi)

L = panjang pondasi (inchi)

b = jarak pondasi ke puncak lereng (inchi)

$$f_{\phi} = 10^{(0,1159\phi - 2,386)}$$

$$f_B = 10^{(0,34 - 0,2 \log B)}$$

$$f_{D/B} = 1 + 0,65 (D/B)$$

$$f_{B/L} = 1 - 0,27 (B/L)$$

$$f_{D/B, B/L} = 1 + 0,39 (D/L)$$

$$f_{\beta, b/B} = 1 - 0,8 \left[1 - (1 - \tan \beta)^2 \right] \left\{ \frac{2}{2 + (b/B)^2 \tan \beta} \right\}$$

$$f_{\beta, b/D, D/B} = 1 + 0,6 (B/L) \left[1 - (1 - \tan \beta)^2 \right] \left\{ \frac{2}{2 + (b/B)^2 \tan \beta} \right\}$$

$$f_{\beta, b/B, B/L} = 1 + 0,33 (D/B) \tan \beta \left\{ \frac{2}{2 + (b/B)^2 \tan \beta} \right\}$$

Bearing Capacity Improvement (BCI)

Bearing Capacity Improvement (BCI) adalah rasio yang membandingkan antara daya dukung tanah saat diberi perkuatan dengan daya dukung tanah tanpa diberi perkuatan. Besarnya rasio dapat diperoleh dari persamaan berikut;

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

Dimana,

BCI = Improvement Bearing Capacity

q = daya dukung dengan perkuatan geogrid menurut kemiringan sudut lereng dan jarak pondasi

q_0 = daya dukung tanpa perkuatan geogrid

METODE PENELITIAN

Pengujian Dasar

Beberapa pengujian dasar pada tanah antara lain :

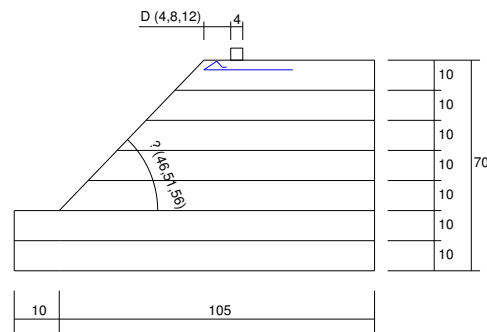
- Pemeriksaan analisis saringan menurut ASTM C-136-46
- Pemeriksaan *specific gravity* butiran tanah mengikuti ASTM D-854-58
- Kepadatan standar (*Compaction*) mengikuti ASTM D-698-70
- Pemeriksaan kekuatan geser langsung (*Direct Shear*) menurut ASTM D-3080-72

Jumlah dan Perlakuan Benda Uji

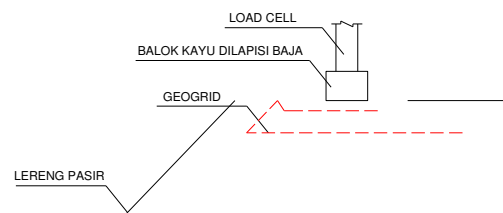
Pada percobaan ini dibuat 9 buah benda uji dengan 3 variasi kemiringan sudut lereng dan 3 variasi jarak pondasi ke tepi lereng untuk pondasi menerus yang diletakkan di permukaan lereng dengan RC 74%.

Lereng dibuat dengan sudut kemiringan 46°, 51°, 56°. Pondasi menerus diletakkan sebesar B, 2B, 3B dari ujung lereng. Pengulangan dilakukan dengan perlakuan yang sama apabila hasil dari pengujian benda uji terdapat penyimpangan. Adapun perlakuan benda uji ditunjukkan pada **Gambar 1**.

Pembebanan dilakukan dengan menggunakan dongkrak hidrolis. Sebagai pengukur besarnya beban yang terjadi, dalam pembebanan digunakan *load cell*. Pembebanan dilakukan dengan menggunakan balok kayu yang dilapisi baja pada seluruh permukaannya. Detail dari uji pembebanan ini dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 1. Perlakuan Sampel



Gambar 2. Detail Uji Pembebanan

Metode Analisis Data

Berdasarkan hasil pengujian pembebanan, diperoleh data beban dan penurunan untuk lereng tanpa perkuatan serta beban dan penurunan untuk lereng dengan perkuatan geogrid.

Daya dukung dihitung dengan persamaan (3-1) berikut:

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

Dimana,

- P_u = beban maksimum yang dicatat saat uji pembebanan
 A = luasan pondasi

Setelah analisis daya dukung, dilakukan analisis BCI untuk mengetahui rasio peningkatan yang terjadi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Daya Dukung Lereng Tanpa Perkuatan

Salah satu tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui daya dukung maksimum yang terjadi. Dari percobaan pembebanan yang

sudah dilakukan pada lereng tanpa perkuatan, hasil pengujian daya dukung yang diperoleh dari eksperimen disajikan dalam **Tabel 1** berikut ini.

Tabel 1. Nilai Daya Dukung Berdasarkan Eksperimen Untuk Lereng Tanpa Perkuatan

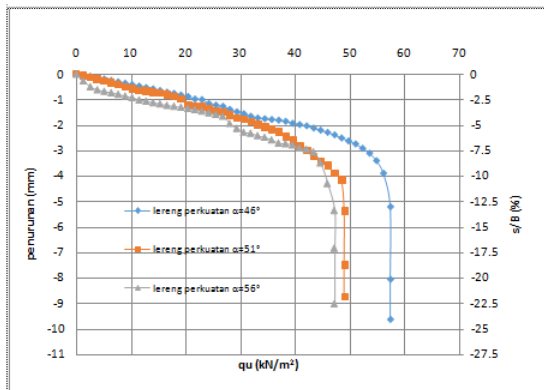
Variabel	Beban (kg)	Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (kg/cm ²)	qu (kN/m ²)
$\alpha = 46^\circ$ D/B = 1	114	4,940	12,350	0,291	29,082
$\alpha = 46^\circ$ D/B = 2	118	3,040	7,600	0,301	30,102
$\alpha = 46^\circ$ D/B = 3	125	2,535	6,688	0,319	31,888
$\alpha = 51^\circ$ D/B = 1	109	4,945	12,363	0,278	27,806
$\alpha = 51^\circ$ D/B = 2	115	3,095	7,738	0,293	29,337
$\alpha = 51^\circ$ D/B = 3	121,5	4,685	11,713	0,310	30,995
$\alpha = 56^\circ$ D/B = 1	106,5	4,960	12,400	0,272	27,168
$\alpha = 56^\circ$ D/B = 2	108	3,435	8,588	0,276	27,551
$\alpha = 56^\circ$ D/B = 3	116,5	2,875	7,188	0,297	29,719

Analisis Daya Dukung Lereng Dengan Perkuatan

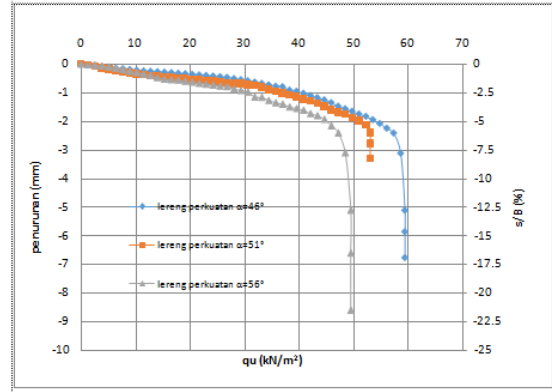
Pada pengujian yang dilakukan pada lereng dengan perkuatan geogrid dengan variasi sudut kemiringan lereng dan jarak pondasi didapatkan nilai daya dukung yang disajikan **Tabel 2** berikut ini.

Tabel 2. Nilai Daya Dukung Berdasarkan Eksperimen Untuk Lereng Perkuatan Geogrid

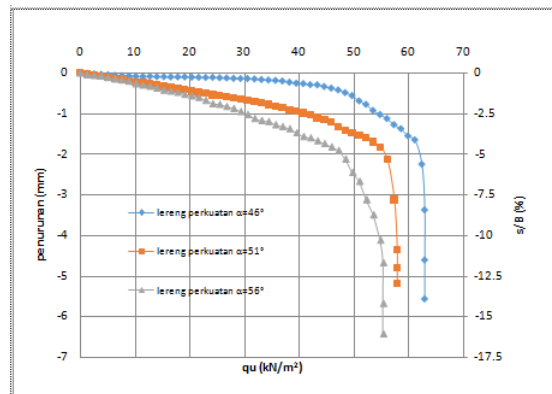
Kemiringan Lereng	Jarak Pondasi (D/B)	Beban (kg)	Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (kg/cm ²)	qu (kN/cm ²)
46	1	225	5.188	12.969	0.574	57.398
	2	233	5.113	12.781	0.594	59.439
	3	247	3.375	8.438	0.630	63.010
51	1	192	5.365	13.413	0.490	48.980
	2	208	2.390	5.975	0.531	53.061
	3	227	4.355	10.888	0.579	57.908
56	1	185	5.348	13.369	0.472	47.194
	2	194	5.098	12.744	0.495	49.490
	3	217	4.680	11.700	0.554	55.357



(a)



(b)



(c)

Gambar 3. Grafik Hubungan Qu Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Dengan Perkuatan Dengan: (a) Jarak Pondasi (D/B) = 1; (b) Jarak Pondasi (D/B) = 2; (c) Jarak Pondasi (D/B) = 3

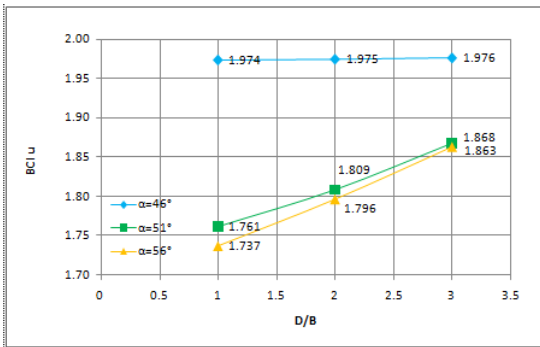
Pada lereng dengan perkuatan geogrid, penurunan tanah yang terjadi pada pondasi cenderung lebih besar. Daya dukung maksimum terjadi pada jarak pondasi ke tepi lereng $d/B = 3$ dan kemiringan lereng ($\alpha = 46^\circ$).

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

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui nilai peningkatan daya dukung yang terjadi akibat adanya pemberian perkuatan geogrid. Untuk melihat pengaruh dari kemiringan lereng pada BCI, maka dapat dilihat dari **Tabel 3** dan **Gambar 4**.

Tabel 3. Nilai (BCIu) Dengan Variasi Jarak Pondasi dan Sudut Kemiringan Lereng

Kemiringan Lereng	Jarak Pondasi (D/B)	qu perkuatan (kN/m ²)	qu tanpa perkuatan (kN/m ²)	BCI (u)
46	1	57.398	29.082	1.974
	2	59.439	30.102	1.975
	3	63.010	31.888	1.976
51	1	48.980	27.806	1.761
	2	53.061	29.337	1.809
	3	57.908	30.995	1.868
56	1	47.194	27.168	1.737
	2	49.490	27.551	1.796
	3	55.357	29.719	1.863



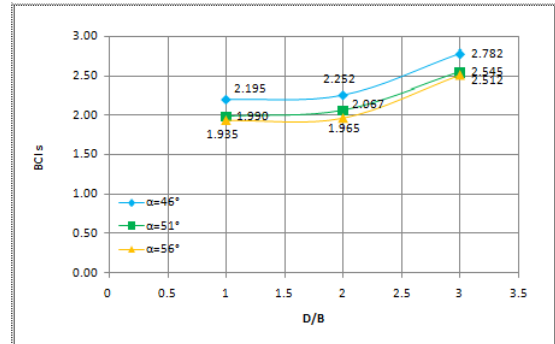
Gambar 4. Grafik Perbandingan Peningkatan BCIu Dengan Variasi Jarak Pondasi dan Sudut Kemiringan Lereng

Analisis Bearing Capacity Improvement Berdasarkan Penurunan Dengan s/B = 2% (BCIs)

Hasil analisis nilai (BCIs) untuk variasi sudut kemiringan lereng saat penurunan yang sama yaitu mencapai nilai s/B=2% disajikan pada **Tabel 4** dan **Gambar 5** berikut ini.

Tabel 4. Nilai (BCIs) Pada s/B = 2% Dengan Variasi Jarak Pondasi dan Sudut Kemiringan Lereng

Kemiringan Lereng	Jarak Pondasi (D/B)	qu perkuatan (kN/cm ²)	qu tanpa perkuatan (kN/cm ²)	BCI (s)
46	1	18.814	8.570	2.195
	2	37.096	16.475	2.252
	3	52.509	18.878	2.782
51	1	16.466	8.274	1.990
	2	33.047	15.989	2.067
	3	35.006	13.754	2.545
56	1	7.917	4.092	1.935
	2	26.991	13.733	1.965
	3	26.118	10.395	2.512



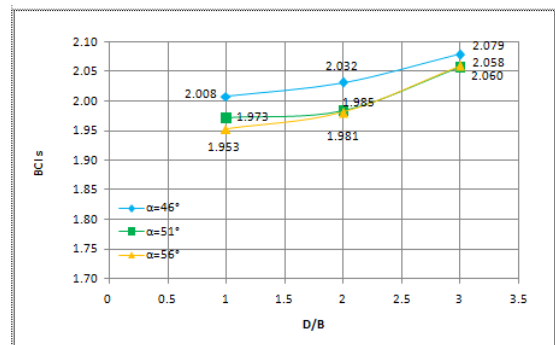
Gambar 5. Grafik Perbandingan Peningkatan (BCIs) Pada s/B = 2% Dengan Variasi Jarak Pondasi dan Sudut Kemiringan Lereng

Analisis Bearing Capacity Improvement Berdasarkan Penurunan Dengan s/B = 4% (BCIs)

Hasil analisis nilai (BCIs) untuk variasi sudut kemiringan lereng saat penurunan yang sama yaitu mencapai nilai s/B=4% disajikan pada **Tabel 5** dan **Gambar 6** berikut ini.

Tabel 5. Nilai (BCIs) Pada s/B = 4% Dengan Variasi Jarak Pondasi dan Sudut Kemiringan Lereng

Kemiringan Lereng	Jarak Pondasi (D/B)	qu perkuatan (kN/m ²)	qu tanpa perkuatan (kN/m ²)	BCI (s)
46	1	31.250	15.561	2.008
	2	49.072	24.155	2.032
	3	60.587	29.138	2.079
51	1	28.000	14.190	1.973
	2	45.982	23.167	1.985
	3	52.190	25.357	2.058
56	1	25.920	13.272	1.953
	2	40.604	20.493	1.981
	3	42.051	20.408	2.060



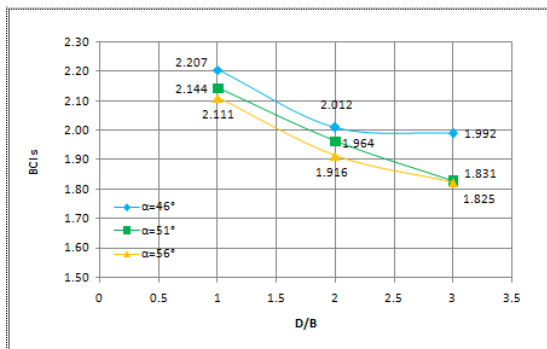
Gambar 6. Grafik Perbandingan Peningkatan (BCIs) Pada s/B = 4% Dengan Variasi Jarak Pondasi dan Sudut Kemiringan Lereng

Analisis Bearing Capacity Improvement Berdasarkan Penurunan Dengan s/B = 6% (BCIs)

Hasil analisis nilai (BCIs) untuk variasi sudut kemiringan lereng saat penurunan yang sama yaitu mencapai nilai s/B=6% disajikan pada **Tabel 6** dan **Gambar 7** berikut ini.

Tabel 6. Nilai (BCIs) Pada s/B = 6% Dengan Variasi Jarak Pondasi dan Sudut Kemiringan Lereng

Kemiringan Lereng	Jarak Pondasi (D/B)	qu, perkuatan (kN/m ²)	qu, tanpa perkuatan (kN/m ²)	BCI (s)
46	1	47.449	21.501	2.207
	2	57.322	28.486	2.012
	3	63.010	31.636	1.992
51	1	37.911	17.681	2.144
	2	53.061	27.012	1.964
	3	56.760	30.995	1.831
56	1	33.029	15.643	2.111
	2	47.169	24.624	1.916
	3	49.540	27.150	1.825



Gambar 7. Grafik Perbandingan Peningkatan (BCIs) Pada s/B = 6% Dengan Variasi Jarak Pondasi dan Sudut Kemiringan Lereng

Pengaruh Kemiringan Lereng Dan Jarak Pondasi Terhadap Nilai Daya Dukung

Dari hasil yang didapatkan, pada variasi kemiringan lereng jika ditinjau dari beban ultimit yang bekerja diketahui bahwa semakin bertambahnya sudut maka daya dukung pondasi semakin menurun. Pola tersebut terlihat dari nilai daya dukung yang semakin besar seiring bertambahnya nilai sudut kemiringan lereng. Sudut kemiringan lereng dengan daya dukung terbesar pada penelitian terletak pada sudut 46°.

Jika pada variasi jarak pondasi,

beban runtuh mengalami peningkatan dari D/B=1, D/B=2, dan D/B=3 serta beban runtuh yang terbesar dapat ditahan oleh jarak pondasi D/B=3. Peningkatan beban runtuh tersebut juga secara langsung berdampak pada peningkatan nilai daya dukung (qu) untuk variasi jarak pondasi.

Pada penurunan yang sama, maka besarnya ratio perkuatan daya dukung dapat diinterpretasikan melalui grafik BCI_s. Dari kurva BCI_s terlihat semakin kecil sudut kemiringan lereng, maka rasio peningkatan daya dukung semakin besar. Pola tersebut jelas terlihat pada kurva BCI_s dengan s/B 2%, 4%, dan 6%. Kemudian, semakin besar jarak pondasi ke tepi lereng, maka rasio peningkatan daya dukung juga semakin besar. Pola peningkatan tersebut memang terlihat pada kurva BCI_s dengan s/B 2% dan 4%. Akan tetapi kurva BCI_s 6% menunjukkan pola yang berbeda. Daya dukung ultimit untuk lereng tanpa perkuatan dengan D/B = 1 ini terjadi jauh dari penurunan 6%. Oleh karena itu, qu_s pada s/B = 6% pada lereng tanpa perkuatan ini menjadi lebih kecil sehingga rasio perkuatan sebaliknya menjadi lebih besar.

Jika diamati lebih jauh, pada trend line grafik BCI_u menunjukkan rasio perkuatan yang signifikan pada sudut 46°. Sedangkan perubahan sudut kemiringan lereng antara 51° - 56° terlihat kurva BCI_u yang mulai lurus dan sejajar satu sama lain. Hal ini menunjukkan bahwa metode perkuatan dengan menggunakan geogrid menunjukkan rasio perkuatan yang mendekati konstan saat sudut kemiringan lereng (α) antara 51° - 56°.

Selain itu, pada kurva BCI_u terhadap variasi jarak pondasi terlihat gradien kurva terkecil pada sudut kemiringan lereng sebesar 46°. Pada sudut kemiringan lereng tersebut, nilai BCI_u terlihat konstan. Besarnya variasi jarak pondasi pada sudut kemiringan ini kurang berpengaruh terhadap peningkatan nilai BCI_u pada daya dukung lereng. Oleh karena itu, bisa disimpulkan titik optimum dari metode perkuatan dengan geogrid ini

terletak pada sudut kemiringan $\alpha = 46^\circ$.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan variasi berupa sudut kemiringan lereng (α) sebesar 46° , 51° , 56° dan jarak pondasi ke tepi lereng sebesar $D/B=1$, $D/B=2$, $D/B=3$ pada pemodelan fisik lereng pasir dengan perkuatan geogrid, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin besar sudut kemiringan lereng, maka daya dukung pondasi semakin kecil
2. Semakin besar jarak pondasi ke tepi lereng, maka daya dukung pondasi semakin besar
3. Penurunan pondasi pada lereng dengan perkuatan geogrid saat mencapai beban ultimit lebih besar dibandingkan penurunan pondasi pada lereng tanpa perkuatan
4. Nilai BCI maksimum terjadi pada lereng dengan sudut kemiringan lereng terkecil yaitu 46° dan jarak pondasi terbesar yaitu $D/B=3$
5. Pada lereng tanpa perkuatan, variasi jarak pondasi lebih dominan dari pada variasi sudut kemiringan lereng
6. Pada lereng dengan perkuatan, variasi sudut kemiringan lereng lebih dominan dari pada variasi jarak pondasi

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. Diperlukannya tata cara pemadatan di lapangan yang lebih baik. Pemadatan yang kurang baik mengakibatkan respon lereng yang ditunjukkan oleh kurva q_u vs penurunan yang kurang sempurna.

2. Panjang perkuatan yang digunakan sebaiknya mencapai $3B$ dari sisi belakang pondasi, supaya untuk memastikan bahwa variabel panjang lapis perkuatan yang tidak diteliti, tidak menjadi variabel pengganggu pada penelitian tersebut.
3. Untuk memperoleh nilai optimum dari rasio jarak pondasi ke tepi lereng D/B , dapat menambah variabel tersebut hingga mencapai rasio $D/B=5$. Pada rasio $D/B=5$ tersebut, pondasi akan mulai berlaku sesuai dengan mekanisme pondasi di tanah datar.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J. E. 1993. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Jakarta : Erlangga
- Christady H., Hary. 1990. *Mekanika 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*. Jakarta : Erlangga
- Das, Braja M. 2009. *Shallow Foundations Second Edition*. New York : Taylor and Francis Group
- Suroso, As'ad Munawir, dan Herlien Indrawahyuni. Buku Ajar Teknik Pondasi. Malang : Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
- DPU. 2009. *Pedoman Konstruksi Bangunan: Perencanaan dan Pelaksanaan Perkuatan Tanah dengan Geosintetik No. 003/BM/2009*
- S.V. Anil Kumar, K. Ilamaparuthi. 2009. Respon of Footing on Sand Slopes.

*Indian Geotechnical Society
Chennai Chapter.* India : Anna
University Chennai.

Saeed Alamshahi, Nader Hataf. 2009.
Bearing Capacity of Strip Footings
on Sand Slopes Reinforced with
Geogrid and Grid-Anchor.
ELSEVIER. Iran : Universitas Shiraz

Graham, J., Andrews, M., and Shields, D.
H.,. 1987. Stress Characteristics for
Shallow Footings in Cohesionless
Slopes. *Geotech*, 25: 238-249.
Canada

Mohd Raihan Taha, Enas B. Altalhe.
2013. Numerical and Experimental
Evaluation of Bearing Capacity
Factor N_γ of Strip Footing on Sand
Slopes. *International Journal of
Physical Sciences.* Malaysia :
Universiti Kebangsaan Malaysia.