

**PENGARUH SUDUT KEMIRINGAN DAN JUMLAH LAPISAN
PERKUATAN GEOGRID TERHADAP DAYA DUKUNG PONDASI
MENERUS PADA PEMODELAN FISIK LERENG TANAH PASIR**

MAKALAH JURNAL

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:

DIO GHAZIAN
115060100111017

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

PENGARUH SUDUT KEMIRINGAN DAN JUMLAH LAPISAN PERKUATAN GEOGRID TERHADAP DAYA DUKUNG PONDASI MENERUS PADA PEMODELAN FISIK LERENG TANAH PASIR

Dio Ghazian, As'ad Munawir, Suroso

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

E-mail: ghazian6@gmail.com

ABSTRAK

Seiring dengan pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat di setiap tahunnya, lahan untuk pembangunan di tanah datar pastinya akan berkurang pula. Oleh karena itu, pembangunan akan mulai bergeser ke arah lahan yang masih belum banyak dimanfaatkan yaitu di atas tanah lereng. Akan tetapi pembangunan di atas tanah lereng haruslah diperhitungkan dan diteliti lebih lanjut mengingat nilai daya dukung pondasi pada tanah lereng lebih kecil apabila dibandingkan dengan nilai daya dukung pondasi pada tanah datar. Pemodelan lereng tanah pasir pada penelitian ini dibuat dengan nilai kepadatan relatif sebesar 74% untuk setiap lerengnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variabel sudut kemiringan lereng dan jumlah lapisan geogrid yang digunakan sebagai bahan perkuatan. Variabel sudut kemiringan lereng yang digunakan adalah 46° , 51° , dan 56° , sedangkan untuk variabel jumlah lapisan geogrid yang digunakan adalah 1 lapisan, 2 lapisan, dan 3 lapisan. Pemodelan fisik lereng pada penelitian ini dibuat di dalam box pengujian yang berukuran 150 cm x 100 cm x 100 cm. Dan untuk kontrol kepadatan di dalam box pengujian, model lereng dibagi menjadi 7 lapisan yang memiliki ketinggian 10 cm untuk setiap lapisannya, kemudian setiap lapisan dipadatkan dengan cara menggilas setiap lapisan menggunakan silinder beton. Pengujian pada penelitian ini dilakukan dengan memberikan beban secara bertahap setiap 5 kg terhadap model lereng tanah pasir yang telah dibuat baik lereng tanpa perkuatan maupun lereng dengan perkuatan sampai model lereng tidak mampu menahan beban lagi. Dari hasil pembebanan yang telah dilakukan, geogrid terbukti memiliki peran dalam meningkatkan nilai daya dukung pondasi, hal ini dapat dilihat dari hasil analisis *Bearing Capacity Improvement* yang mempunyai nilai lebih dari 1. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, didapatkan hasil bahwa semakin besar sudut kemiringan lereng yang digunakan maka akan semakin berkurang pula nilai daya dukung pondasi yang dihasilkan, dan semakin banyak jumlah lapisan geogrid yang digunakan maka akan semakin meningkat pula nilai daya dukung pondasi yang dihasilkan.

Kata-kata kunci: daya dukung, lereng, geogrid, variasi sudut kemiringan, variasi jumlah lapisan geogrid

PENDAHULUAN

Dengan meningkatnya jumlah pertumbuhan penduduk di setiap tahunnya, lahan untuk pembangunan di tanah datar pastinya akan ikut berkurang. Oleh karena itu, pembangunan akan mulai bergeser ke arah lahan yang masih belum banyak dimanfaatkan yaitu di atas tanah lereng. Akan tetapi pembangunan di atas tanah lereng haruslah diperhitungkan dan diteliti lebih lanjut mengingat nilai daya dukung pondasi pada tanah lereng lebih kecil apabila dibandingkan dengan nilai daya dukung pondasi pada tanah datar. Sehingga alternatif yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan geogrid sebagai bahan perkuatan untuk meningkatkan nilai daya dukung pada tanah lereng.

TUJUAN

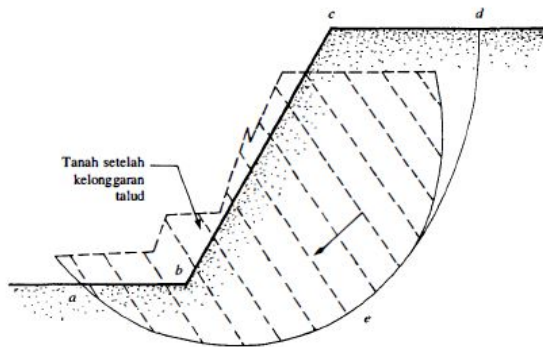
Penelitian ini memiliki tujuan antara lain adalah untuk menemukan mekanisme perkuatan lereng dengan membandingkan daya dukung tanah pada model lereng tanpa perkuatan dan model lereng yang diperkuat geogrid menggunakan variasi sudut kemiringan dan jumlah lapisan geogrid, lalu untuk mengetahui pengaruh dari variasi sudut kemiringan serta jumlah lapisan geogrid terhadap peningkatan nilai daya dukung, dan mengetahui variasi manakah yang menghasilkan hasil yang optimum.

TINJAUAN PUSTAKA

Keruntuhan pada Lereng

Lereng merupakan suatu permukaan tanah yang miring dengan

sudut tertentu terhadap bidang horizontal. Dalam setiap kasus, tanah yang tidak rata akan mengakibatkan komponen gravitasi dari berat akan cenderung menggerakkan massa tanah dari elevasi yang lebih tinggi ke elevasi yang lebih rendah. Kelongsoran lereng dapat terjadi jika komponen berat tanah tersebut cukup besar sehingga tanah pada lereng dapat menggelincir ke bawah. Dengan kata lain, gaya dorong (*driving force*) melampaui gaya berlawanan yang berasal dari kekuatan geser tanah sepanjang bidang longsor.



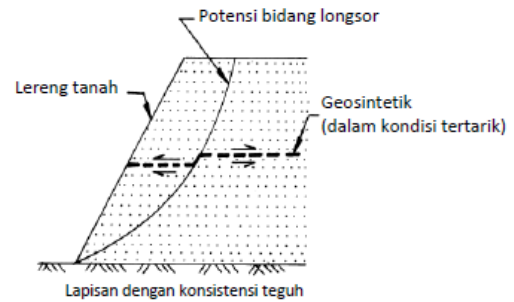
Gambar 1 Kelongsoran Lereng

(Sumber : Das, Braja M. 1993. *Mekanika Tanah Jilid 2*)

Geogrid

Geogrid merupakan 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 (ASTM D4439). Geogrid adalah hasil pengembangan dari teknologi geotekstil, sehingga kekurangan yang terdapat pada geotekstil sebagai bahan perkuatan dapat tertutupi, terutama dalam inovasi kekakuan bahan dan mekanisme perkuatannya. Dan fungsi utama dari geogrid adalah sebagai perkuatan (*reinforcement*) saja. Sehingga dalam penggunaannya, sifat tarik bahan geogrid dimanfaatkan untuk menahan tegangan atau deformasi pada struktur tanah. Oleh karena itu, geogrid sering digunakan sebagai perkuatan lereng,

perkuatan timbunan di atas tanah lunak, maupun dinding penahan tanah yang distabilisasi secara mekanis.



Gambar 2 Mekanisme Perkuatan Tanah Lereng dengan Geosintetik

(Sumber : DPU. 2009. *Pedoman Konstruksi Bangunan: Perencanaan dan Pelaksanaan Penguatan tanah dengan Geosintetik No. 003/BM/2009*)

Analisis Daya Dukung pada Pemodelan Lereng Tanpa Perkuatan

Analisis daya dukung (*bearing capacity*) mempelajari kemampuan tanah dalam mendukung beban pondasi dari struktur yang terletak di atasnya. Daya dukung menyatakan tahanan geser tanah untuk melawan penurunan akibat pembebanan, yaitu tahanan geser yang dapat dikerahkan oleh tanah di sepanjang bidang-bidang gesernya (*Prandtl, 1921*).

Solusi Meyerhof

Dalam teorinya, Meyerhof menyatakan persamaan daya dukung dengan memperhatikan bentuk pondasi, kemiringan beban, dan kuat geser tanah di atas dasar pondasi. Apa yang disarankan oleh Meyerhof ini mampu menjawab permasalahan geoteknik saat ini, yaitu masalah penempatan pondasi yang berada dekat atau bahkan diatas sebuah lereng. Untuk persamaan daya dukung batasnya dapat dinyatakan sebagai berikut.

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

Sehingga untuk tanah pasir ($c=0$), daya dukung batasnya dapat dihitung dengan persamaan berikut.

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

dimana;

q_u = Daya dukung batas (kN/m^2)

c = Kohesi (kN/m^2)

γ = Berat isi tanah (gr/cm^3)

B = Lebar pondasi (cm)

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

Solusi Meyerhof-Gemperline

Gemperline bersama peneliti lainnya telah mengembangkan faktor $N_{\gamma q}$ yang dikemukakan oleh Meyerhof dengan melakukan penelitian mengenai daya dukung pondasi di atas lereng. Faktor $N_{\gamma q}$ yang telah dikembangkan kemudian dihitung kembali dengan persamaan Meyerhof untuk mendapatkan nilai daya dukung batasnya. Persamaan gemperline untuk nilai faktor daya dukung $N_{\gamma q}$ adalah sebagai berikut.

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

dimana;

ϕ = Sudut Geser dalam Tanah

α = Sudut Kemiringan Lereng

B = Lebar Pondasi (inch)

D = Kedalaman Pondasi (inch)

L = Panjang Pondasi (inch)

d = Jarak Pondasi ke Tepi Lereng (inch)

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

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

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

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

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

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

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

$$f_{\beta, d/B, B/L} = 1 + 0,33 (D/B) \tan \beta \{2/[2 + (b/B)^2 \tan \beta]\}$$

Solusi Hansen

Untuk kondisi $b = 0$ (pondasi tepat berada di tepi lereng), Hansen menyatakan daya dukung batas dari pondasi menerus dalam persamaan sebagai berikut.

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

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

dimana;

N_c, N_q, N_{γ} = Faktor-faktor daya dukung Hansen

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

Bearing Capacity Improvement (BCI)

Bearing Capacity Improvement (BCI) adalah suatu rasio perbandingan antara daya dukung tanah yang telah diberi perkuatan dengan daya dukung tanah tanpa perkuatan. Adapun persamaan rasio perbandingannya sebagai berikut.

$$BCI = \frac{q \text{ (daya dukung dengan perkuatan)}}{q_0 \text{ (daya dukung tanpa perkuatan)}}$$

METODE PENELITIAN

Pengujian Dasar

Menurut sistem klasifikasi *Unified*, jenis tanah yang digunakan pada penelitian ini adalah tanah dengan simbol SP (*Poorly Graded Sand*) dan nilai pemadatan relatif untuk model (RC) adalah sebesar 74%.

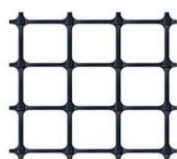
Pengujian-pengujian dasar yang dilakukan pada penelitian ini antara lain adalah :

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

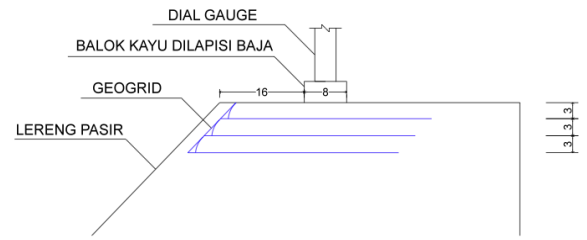
Jumlah dan Perlakuan Benda Uji

Variasi variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini antara lain yaitu 46°, 51°, dan 56° untuk variabel sudut kemiringan lereng, dan variasi jumlah lapisan geogrid sebanyak 1 lapisan, 2 lapisan, dan 3 lapisan. Pada penelitian ini digunakan 12 pemodelan lereng sebagai sampelnya, yaitu 3 sampel untuk pemodelan lereng tanpa perkuatan dengan variasi sudut kemiringan lereng, dan 9 sampel untuk pemodelan lereng dengan perkuatan dengan variasi sudut kemiringan lereng serta variasi jumlah lapisan geogrid.

Model lereng dibuat di dalam box pengujian yang berukuran 150 cm x 100 cm x 100 cm. Kemudian, untuk lebar pondasi menerus yang digunakan adalah sebesar 8 cm, dan pondasi diletakkan sejauh 2B atau 16 cm dari tepi lereng. Geogrid yang digunakan sebagai bahan perkuatan adalah geogrid tipe bi-axial dengan produk Miragrid GX 40/40 yang terbuat dari *polyester* dan memiliki kuat tarik sebesar 40 kN/m. Untuk panjang geogrid yang digunakan adalah sebesar 40 cm, dan jarak antar lapisan geogrid (Sv) yang digunakan adalah sebesar 3 cm. Berikut adalah sketsa model lereng dengan susunan pembebanannya.



Gambar 2 Geogrid Bi-axial



Gambar 3 Sketsa Susunan Pembebanan pada Model Lereng

Metode Pengambilan Data

Berikut adalah matriks penelitian yang menunjukkan variabel-variabel yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 1 Matriks Penelitian

RC 74% Jarak antar geogrid (Sv) = 3 cm Panjang geogrid (L) = 40 cm Jarak ke tepi lereng (d) = 2B Lebar Pondasi = 8 cm	n		
	1	2	3
β = 46°	✓	✓	✓
β = 51°	✓	✓	✓
β = 56°	✓	✓	✓

Setelah model lereng dibuat sesuai dengan variabel-variabel yang dibutuhkan, dilakukan pengujian pembebanan pada model lereng. Pembebanan dilakukan hingga didapatkan beban runtuh maksimumnya, dan penurunan pada model lereng dicatat setiap dibebani 5 kg. Setelah itu, daya dukung batas untuk setiap model dapat diketahui dengan menggunakan persamaan berikut.

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

dimana;

P_u = Beban runtuh (kg)

A = Luasan pondasi (cm²)

Setelah didapatkan nilai daya dukung batas untuk setiap model lereng, maka analisis *Bearing Capacity Improvement* (BCI) dapat dilakukan dengan cara seperti yang telah dijelaskan pada tinjauan pustaka di atas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Daya Dukung untuk Lereng Tanah Pasir Tanpa Perkuatan dengan RC 74%

Setelah nilai daya dukung batas untuk lereng tanpa perkuatan dari pembebanan dihitung. Kemudian hasil daya dukungnya dibandingkan dengan nilai daya dukung berdasarkan metode analitik sebagai pendekatan. Metode analitik yang digunakan sebagai perbandingan adalah metode Meyerhof-Gemperline dan Hansen. Berikut adalah hasil analisis perbandingan antara daya dukung batas hasil eksperimen dengan daya dukung batas berdasarkan metode analitik.

Tabel 2 Nilai Daya Dukung Lereng Tanpa Perkuatan

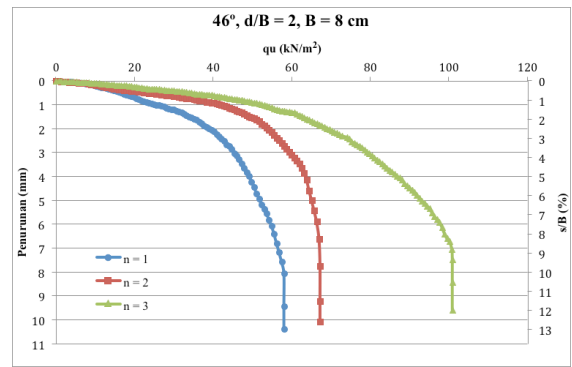
Sudut Kemiringan Lereng	Metode	qu (kN/m ²)
46°	Eksperimen	28,444
	Meyerhof-Gemperline	29,383
	Hansen	14,216
51°	Eksperimen	27,934
	Meyerhof-Gemperline	29,322
	Hansen	14,195
56°	Eksperimen	27,168
	Meyerhof-Gemperline	29,262
	Hansen	14,173

Analisis Daya Dukung untuk Lereng Tanah Pasir dengan Perkuatan Geogrid pada RC 74%

Dari hasil pengujian pembebanan yang telah dilakukan, didapatkan nilai daya dukung yang paling maksimum adalah pada lereng dengan sudut kemiringan 46° dan menggunakan 3 lapisan geogrid.

Tabel 3 Nilai Daya Dukung dan Penurunan untuk Lereng dengan Sudut 46° dan Variasi Jumlah Lapisan Geogrid

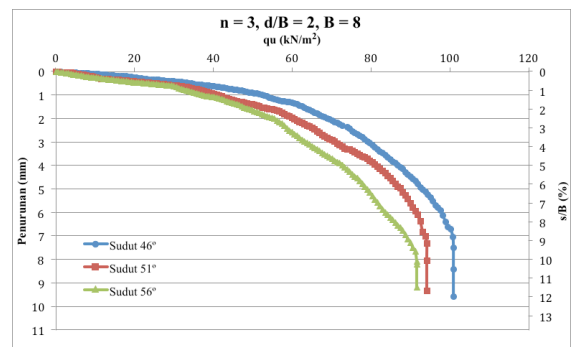
Sudut Kemiringan Lereng	n	Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (kg/cm ²)	qu (kN/m ²)
46°	1	10,378	12,972	0,580	58,036
	2	10,08	12,6	0,672	67,219
	3	9,565	11,956	1,009	100,893



Gambar 4 Grafik Hubungan antara Daya Dukung dan Penurunan untuk Lereng dengan Sudut 46° dan Variasi Jumlah Lapisan Geogrid

Tabel 4 Nilai Daya Dukung dan Penurunan untuk Lereng dengan n=3 dan Variasi Sudut Kemiringan Lereng

n	Sudut Kemiringan Lereng	Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (kg/cm ²)	qu (kN/m ²)
3	46°	9,565	11,956	1,009	100,893
	51°	9,328	11,659	0,941	94,133
	56°	9,163	11,453	0,913	91,327



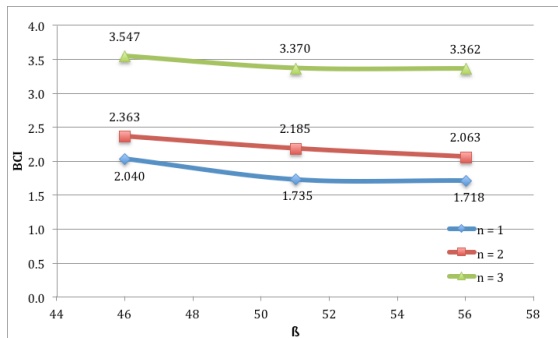
Gambar 5 Grafik Hubungan antara Daya Dukung dan Penurunan untuk Lereng dengan n=3 dan Variasi Sudut Kemiringan Lereng

Analisis Bearing Capacity Improvement Berdasarkan Daya Dukung Batas (BCIu)

Untuk hasil BCIu yang paling maksimum adalah pada lereng dengan sudut kemiringan 46° dan jumlah lapisan geogrid sebanyak 3 lapis. Dan nilai BCIu maksimum pada penelitian ini yaitu sebesar 3,547. Berikut ini adalah hasil analisis BCIu terhadap salah satu variasi variabel.

Tabel 5 Nilai BC_{Iu} untuk Variasi Sudut Kemiringan Lereng

n	Sudut	q _u (kN/m ²)	q _u tanpa perkuatan (kN/m ²)	BC _I
1	46°	58.036	28.444	2.040
	51°	48.469	27.934	1.735
	56°	46.684	27.168	1.718
2	46°	67.219	28.444	2.363
	51°	61.033	27.934	2.185
	56°	56.059	27.168	2.063
3	46°	100.893	28.444	3.547
	51°	94.133	27.934	3.370
	56°	91.327	27.168	3.362



Gambar 6 Grafik Perbandingan Nilai BC_{Iu} terhadap Variasi Sudut Kemiringan Lereng

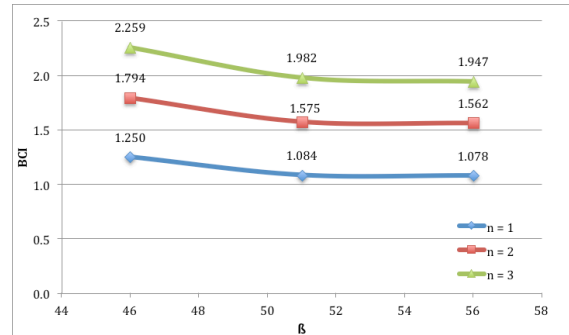
Dari hasil BC_{Iu} yang ditunjukkan di atas dapat diketahui bahwa semakin besar sudut kemiringannya maka nilai daya dukungnya juga semakin menurun. Begitu pula jika dilihat dari warna grafiknya secara berurutan dari bawah ke atas yaitu biru, merah, dan hijau menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah lapisan geogrid yang digunakan maka nilai daya dukungnya akan semakin meningkat.

Analisis *Bearing Capacity Improvement* Berdasarkan Penurunan pada $s/B=2\%$ (BC_Is)

Jika dilihat pada penurunan yang sama, nilai BC_Is yang paling maksimum pun terjadi pada lereng dengan sudut kemiringan 46° dan jumlah lapisan geogrid sebanyak 3 lapis. Nilai BC_Is maksimum pada penelitian ini adalah sebesar 2,259. Berikut ini adalah hasil analisis BC_Is pada saat $s/B=2\%$ terhadap salah satu variasi variabel.

Tabel 6 Nilai BC_Is pada saat $s/B=2\%$ untuk Variasi Sudut Kemiringan Lereng

n	Sudut	q (kN/m ²)	q tanpa perkuatan (kN/m ²)	BC _I
1	46°	35.466	28.374	1.250
	51°	30.066	27.736	1.084
	56°	27.384	25.391	1.078
2	46°	50.899	28.374	1.794
	51°	43.686	27.736	1.575
	56°	39.668	25.391	1.562
3	46°	64.094	28.374	2.259
	51°	54.974	27.736	1.982
	56°	49.426	25.391	1.947



Gambar 7 Grafik Perbandingan Nilai BC_Is pada saat $s/B=2\%$ terhadap Variasi Sudut Kemiringan Lereng

Dari hasil analisis BC_Is pada saat $s/B=2\%$ di atas, dapat dilihat bahwa variasi sudut kemiringan lereng dan jumlah lapisan geogrid pada analisis BC_Is memiliki pengaruh sama seperti yang dijelaskan pada analisis BC_{Iu} walaupun nilai daya dukungnya jelas berbeda.

Pengaruh Sudut Kemiringan Lereng dan Jumlah Lapisan Geogrid Terhadap Nilai Daya Dukung

Berdasarkan analisis BC_{Iu} maupun BC_Is, dapat dikatakan bahwa pada penelitian ini variasi sudut kemiringan lereng memiliki pengaruh yaitu semakin besar sudut kemiringan maka nilai daya dukungnya semakin menurun, sedangkan untuk variasi jumlah lapisan geogrid memiliki pengaruh semakin banyak jumlah lapisan geogrid yang digunakan maka nilai daya dukungnya pun semakin meningkat. Untuk mengetahui variasi manakah yang memberikan kontribusi lebih besar terhadap peningkatan nilai daya dukung, maka persentase kontribusi antar variasi variabel terhadap peningkatan dapat dihitung sebagai berikut.

Tabel 7 Persentase Kontribusi antar Variasi Sudut Kemiringan Lereng Terhadap Peningkatan Nilai Daya Dukung

n	Sudut	qu (kN/m ²)	Peningkatan (%)	Rata-Rata (%)
1	46°	58.036	19.737	11.781
	51°	48.469	3.825	
	56°	46.684	-	
2	46°	67.219	10.136	9.505
	51°	61.033	8.874	
	56°	56.059	-	
3	46°	100.893	7.182	5.127
	51°	94.133	3.073	
	56°	91.327	-	
			Rata-Rata	8.804

Tabel 8 Persentase Kontribusi antar Variasi Jumlah Lapisan Geogrid Terhadap Peningkatan Nilai Daya Dukung

Sudut	n	qu (kN/m ²)	Peningkatan (%)	Rata-Rata (%)
46°	1	58.036	-	32.960
	2	67.219	15.824	
	3	100.893	50.095	
51°	1	48.469	-	40.077
	2	61.033	25.921	
	3	94.133	54.232	
56°	1	46.684	-	41.497
	2	56.059	20.082	
	3	91.327	62.912	
			Rata-Rata	38.178

Dari hasil perhitungan di atas, dapat diketahui bahwa variasi sudut kemiringan lereng memiliki persentase kontribusi rata-rata terhadap peningkatan nilai daya dukung sebesar 8,804%, sedangkan persentase kontribusi yang dimiliki variasi jumlah lapisan geogrid adalah sebesar 38,178%. Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa pada penelitian ini variasi jumlah lapisan geogrid lebih berpengaruh terhadap peningkatan nilai daya dukung dibandingkan variasi sudut kemiringan lereng.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap pemodelan fisik lereng tanah pasir dengan RC 74%, B=8 cm, d/B=2, variasi sudut kemiringan, dan variasi jumlah lapisan perkuatan geogrid, didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada penelitian ini terbukti bahwa geogrid berfungsi sebagai perkuatan pada pemodelan fisik lereng hal ini dapat dilihat dari hasil analisis BCIu yang memiliki nilai lebih dari 1.

2. Pengaruh sudut kemiringan lereng terhadap nilai daya dukung pada penelitian ini adalah semakin besar sudut kemiringan yang digunakan maka daya dukungnya akan semakin menurun.
3. Sedangkan untuk pengaruh jumlah lapisan geogrid terhadap nilai daya dukung pada penelitian ini adalah semakin banyak jumlah lapisan geogrid yang digunakan maka nilai daya dukungnya pun akan semakin meningkat.
4. Dikarenakan nilai daya dukung dari variasi sudut kemiringan 56° hingga 46° dan variasi jumlah 1 lapisan hingga 3 lapisan geogrid masih terus mengalami peningkatan, maka pada penelitian ini belum didapatkan variasi sudut kemiringan lereng dan jumlah lapisan geogrid yang optimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamshahi, Saeed dan Hataf, Nader. 2009. Bearing Capacity of Strip Footings on Sand Slopes Reinforced with Geogrid and Grid-Anchor. *Geotextiles and Geomembranes*, 27: 217-226. Iran : Shiraz University
- 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.

- DPU. 2009. *Pedoman Konstruksi Bangunan: Perencanaan dan Pelaksanaan Perkuatan Tanah dengan Geosintetik No. 003/BM/2009.*
- El Sawwaf, Mostafa A dan Nazir, Ashraf K. 2011. Cyclic Settlement Behavior of Strip Footings Resting on Reinforced Layered Sand Slope. *Journal of Advance Research*, 3: 315-324. Egypt : Cairo University.
- Graham, J., Andrews, M., and Shields, D. H. 1987. Stress Characteristics for Shallow Footings in Cohesionless Slopes. *Can. Geotech*, 25: 238-249. Canada : University of Manitoba.
- 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*, 8(36): 1807-1823. Malaysia : Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Prasetyo, Dodik. 2014. Pengaruh Kemiringan Lereng dan Jumlah Lapis Geotekstil Terhadap Daya Dukung Pondasi Pada Pemodelan Fisik Lereng Pasir. *Tugas Akhir Program Studi Sarjana Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.*
- 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. Response of Footing on Sand Slopes. *Indian Geotechnical Society Chennai Chapter.* India : Anna University Chennai.