

**PENGARUH SUDUT KEMIRINGAN DAN JARAK PONDASI KE TEPI
LERENG TERHADAP DAYA DUKUNG PASIR DENGAN NILAI RC 85%
DENGAN MENGGUNAKAN GEOGRID**

**NASKAH TERPUBLIKASI
TEKNIK SIPIL**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**ARRIZAL RIZKI I.
NIM. 125060100111064**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2016**

PENGARUH SUDUT KEMIRINGAN DAN JARAK PONDASI KE TEPI LERENG TERHADAP DAYA DUKUNG PASIR DENGAN NILAI RC 85% DENGAN MENGGUNAKAN GEOGRID

Arrizal Rizki I., Suroso, As'ad Munawir
Jurusan Teknik Sipil - Fakultas Teknik - Universitas Brawijaya
Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Jawa Timur, Indonesia
Email : yudi_arrizal@yahoo.com

ABSTRAK

Daya dukung merupakan faktor utama dalam perencanaan pondasi. Pada lereng, daya dukung merupakan masalah yang sangat penting untuk diperhatikan. Karena pada kondisi tertentu, daya dukung pada lereng cenderung buruk sehingga rawan untuk terjadi longsor. Oleh karena itu dibutuhkan suatu metode untuk meningkatkan daya dukung pada lereng. Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah dengan memasang perkuatan geogrid pada lereng. Pemasangan geogrid ini bertujuan untuk meningkatkan kuat tarik tanah sehingga daya dukung dapat ditingkatkan. Di sisi lain kemiringan dan jarak pondasi ke tepi lereng merupakan faktor yang cukup berpengaruh terhadap daya dukung lereng sehingga perlu untuk dilakukan suatu penelitian untuk mengetahui pada sudut dan jarak pondasi ke tepi lereng berapakah perkuatan geogrid efektif untuk digunakan. Pada penelitian ini, metode untuk mengetahui besarnya peningkatan daya dukung adalah dengan membandingkan nilai daya dukung antara lereng yang dipasang perkuatan geogrid dengan daya dukung lereng tanpa perkuatan. Dari situ, kemudian akan diketahui berapa besarnya peningkatan daya dukung untuk setiap variasi sudut kemiringan dan jarak pondasi ke tepi lereng. Sehingga dapat disimpulkan pada sudut kemiringan dan jarak pondasi ke tepi lereng berapakah perkuatan geogrid efektif untuk digunakan. Yang dapat disimpulkan dari penelitian ini adalah besarnya peningkatan daya dukung berbanding lurus terhadap jarak pondasi ke tepi lereng dan berbanding terbalik terhadap sudut kemiringan lereng. Jadi semakin besar jarak pondasi ke tepi lereng maka besarnya peningkatan daya dukung akan semakin besar, sebaliknya semakin besar sudut kemiringan lereng maka besarnya peningkatan daya dukung akan semakin kecil. Jadinya peningkatan daya dukung yang paling besar terjadi ketika sudut kemiringan 46^0 dan jarak pondasi ke tepi lereng tiga kali lebar pondasi. Belum ditemukan pada sudut kemiringan dan jarak pondasi ke tepi lereng berapakah peningkatan yang terjadi mencapai titik maksimum dikarenakan grafik yang didapat menunjukkan peningkatan daya dukung yang terjadi terus mengalami peningkatan seiring dengan mengecilnya sudut kemiringan dan membesarnya jarak pondasi ke tepi lereng.

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

ABSTRACT

Bearing capacity is the prime factor in foundation planning. On Slope, bearing capacity is the problem that is very important to be attentioned. Because at some condition, bearing capacity of slope is bad relatively so it becomes sensitive to be sliding. Therefore a method to improve bearing capacity of slope is needed. In this research, the method is by setting geogrid's reinforcement on slope. The aim of geogrid's

reinforcement setting is to increase the tension strength of soil so the bearing capacity of slope can be increased. On the other side, the inclination angle and foundation distance from slope surface are the factor that adequately influential to the bearing capacity so needed to be done a research to know the effective inclination angle and foundation distance from slope surface to be used. In this research, method to know the value of improving bearing capacity is by compare the reinforcement slope bearing capacity with the unreinforcement slope bearing capacity. By there, then will be known how big the improving bearing capacity value for each variation inclination angle and foundation distance from slope surface. So can be concluded how big inclination angle and foundation distance from slope surface are effective to be set geogrid's reinforcement. The conclusion in this research that the value of improving bearing capacity is straight equal with foundation distance from slope surface and upending equal with inclination angle. So when the foundation distance from slope surface is increasing then the improving bearing capacity value will be increase, on the contrary when the inclination angle is increasing then the improving bearing capacity value will be decrease. So the largest improving bearing capacity value is happening while inclination angle 46^0 and foundation distance from slope surface thrice is even greater than foundation width.

Keywords : bearing capacity, slope, foundation, geogrid reinforcement, slope inclination angle, foundation distance from slope surface

PENDAHULUAN

Daya dukung merupakan faktor utama yang menentukan apakah suatu area layak untuk didirikan bangunan konstruksi atau tidak. Sangat banyak area-area yang seharusnya bisa untuk didirikan suatu bangunan konstruksi namun karena kondisi fisik yang buruk mengakibatkan daya dukung pada area-area tersebut terlalu kecil untuk didirikan suatu bangunan konstruksi. Lereng adalah salah satu contoh area yang seharusnya bisa untuk didirikan suatu bangunan konstruksi namun karena kondisi fisik yang buruk membuat daya dukung pada area tersebut menjadi terlalu kecil untuk didirikan suatu bangunan konstruksi. Oleh karena itu penting untuk dilakukan perbaikan tanah pada lereng sehingga daya dukung lereng memenuhi untuk didirikan suatu bangunan konstruksi.

TUJUAN

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk menemukan mekanisme perkuatan lereng dengan

membandingkan daya dukung tanah pada lereng pasir tanpa perkuatan dengan lereng pasir yang menggunakan perkuatan geogrid dengan variasi sudut kemiringan dan jarak pondasi ke tepi lereng.

2. Untuk mengetahui pengaruh adanya variasi sudut kemiringan lereng terhadap daya dukung tanah pada lereng pasir.
3. Untuk mengetahui pengaruh adanya variasi sudut kemiringan lereng terhadap daya dukung tanah pada lereng pasir.
4. Untuk mengetahui sudut kemiringan dan jarak pondasi ke tepi lereng yang optimum sehingga didapatkan nilai peningkatan daya dukung yang maksimum.

TINJAUAN PUSTAKA

Pasir

Pasir merupakan tanah non-kohefif karena memiliki butiran yang terpisah ketika keadaan kering dan melekat hanya apabila berada dalam

keadaan basah akibat gaya tarik permukaan di dalam air. Tarikan permukaan memberikan tanah non-kohef suatu kohesi semu (*apparent cohesion*) yang disebut demikian karena kohesi tersebut akan hilang apabila tanah itu benar-benar kering atau benar-benar jenuh.

Kuat Geser

Kuat geser tanah dinyatakan dalam persamaan Coulomb :

$$\tau = c + (\sigma - u) \operatorname{tg} \varphi$$

Dengan :

τ = Tahanan geser tanah

c = Kohesi

σ = Tegangan total

u = Tekanan air pori

φ = Sudut geser dalam

Berdasarkan rumus di atas, karena tanah berbutir kasar tidak mempunyai komponen kohesi ($c = 0$), maka kuat geser pasir hanya bergantung pada gesekan antar butir tanah. Besarnya kuat geser ini berbanding lurus dengan tegangan normal. Tegangan normal adalah tegangan yang bekerja tegak lurus terhadap bidang gesernya.

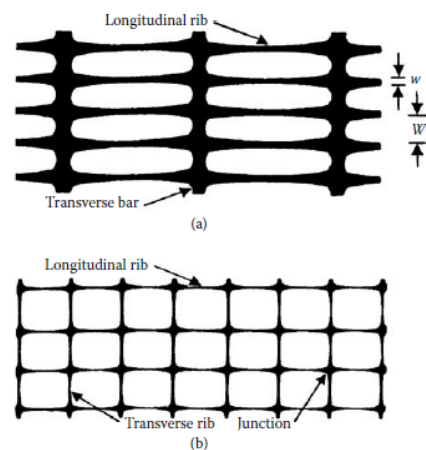
Lereng

Lereng adalah suatu permukaan tanah yang miring dengan sudut tertentu terhadap bidang horizontal. Lereng dapat terjadi secara alamiah atau buatan. Bila permukaan tanah tidak datar, maka komponen berat tanah yang sejajar dengan kemiringan lereng akan menyebabkan tanah bergerak ke arah bawah

Geogrid

Geogrid umumnya terdiri dari dua jenis: (a) geogrid biaksial dan (b) geogrid uniaksial. Tipe-tipe geogrid tersebut dapat dilihat pada **Gambar 2.2**. Geogrids

uniaksial dibuat dengan peregangannya suatu lembaran ekstrusi *high-density polyethylene* pada satu arah dalam kondisi yang terkendali dengan hati-hati. Proses ini akan meluruskan molekul rantai panjang pada polimer dalam arah imbang dan menghasilkan produk dengan kekuatan tarik satu arah dan modulus yang tinggi.



Gambar 2.1 Jenis geogrid: (a) Uniaksial; (b) Biaksial

Ketika geosintetik digunakan sebagai perkuatan tanah, harus terjadi ikatan antara tanah dengan geosintetik untuk mencegah tanah tergelincir di atas geosintetik atau geosintetik tercabut dari tanah ketika kuat tarik termobilisasi pada geosintetik. Ikatan antara tanah dan geosintetik tergantung dari interaksi pada bidang kontakannya. Interaksi tanah geosintetik (karakteristik gesek dan/atau kuncian/interlocking) merupakan elemen kunci dari kinerja dinding penahan tanah, lereng dan timbunan yang diperkuat geosintetik.

Teori Daya Dukung Pondasi

Solusi Meyerhoft

Solusi teoritis menurut Meyerhoft terkait daya dukung pondasi dangkal adalah sebagai berikut.

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

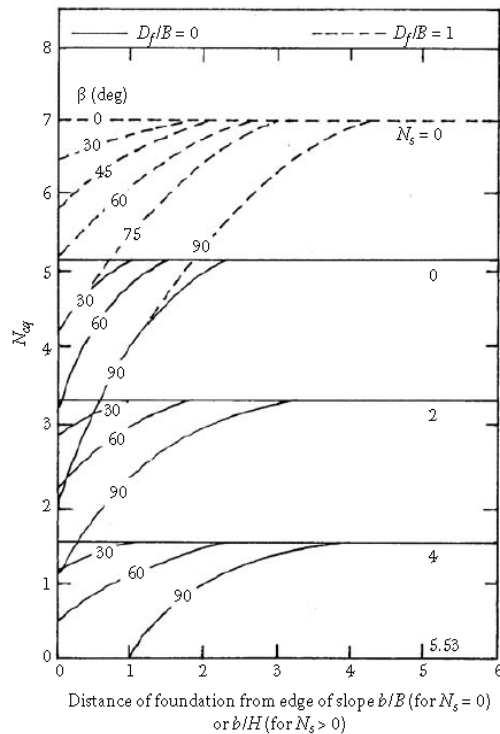
Untuk tanah kohesif ($\phi = 0$) persamaan diatas menjadi

$$q_u = cN_{cq}$$

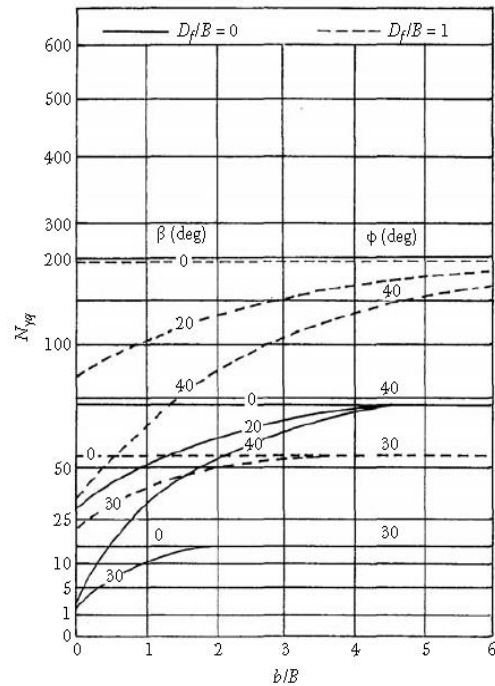
Sedangkan, untuk tanah granular ($c = 0$)

$$q_u = \frac{1}{2}\gamma BN_{\gamma q}$$

Besarnya parameter N_{cq} dan $N_{\gamma q}$ dapat dilihat pada **Gambar 2.2** dan **Gambar 2.3** berikut ini.



Gambar 2.2. Faktor daya dukung Meyerhof N_{cq} untuk tanah kohesif
Sumber : Das, B.M(2011)



Gambar 2.3. Faktor daya dukung Meyerhof $N_{\gamma q}$ untuk tanah granular/pasir
Sumber : Das, B.M.(2011)

Sebagai catatan bahwa N_s adalah angka stabilitas lereng (*slope stability number*), dan dirumuskan sebagai berikut.

$$N_s = \frac{\gamma H}{c}$$

Dengan :

γ = berat jenis tanah
 c = nilai kohesi tanah
 H = tinggi lereng

Solusi Gemperline

Nilai $N_{\gamma q}$ dihitung dengan solusi Gemperline yang kemudian dimasukkan ke persamaan daya dukung Meyerhoft sehingga didapat nilai daya dukung tanah.

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

$$f_{\alpha, b/B} \times f_{\alpha, b/D, D/B} \times f_{\alpha, b/B, B/Lp}$$

Dengan :

$$\begin{aligned}
 \phi &= \text{sudut geser dalam tanah (}^\circ\text{)} \\
 \beta &= \text{sudut kemiringan lereng (}^\circ\text{)} \\
 B &= \text{lebar pondasi (inchi)} \\
 D &= \text{kedalaman pondasi (inchi)} \\
 L &= \text{panjang pondasi (inchi)} \\
 b &= \text{jarak pondasi ke puncak lereng (inchi)} \\
 f_\phi &= 10^{(0,1159\phi - 2,386)} \\
 f_\beta &= 10^{(0,34 - 0,2 \log B)} \\
 f_{D/B} &= 1 + 0,65 (D/B) \\
 f_{B/L} &= 1 - 0,27 (B/L) \\
 f_{D/B, B/L} &= 1 + 0,39 (D/L) \\
 f_{\beta, b/B} &= 1 - 0,8 \left[1 - (1 - \tan \beta)^2 \right] \left\{ \frac{2}{2 + (b/B)^2 \tan \beta} \right\} \\
 f_{\beta, b/D, D/B} &= 1 + 0,6 (B/L) \left[1 - (1 - \tan \beta)^2 \right] \left\{ \frac{2}{2 + (b/B)^2 \tan \beta} \right\} \\
 f_{\beta, b/B, B/L} &= 1 + 0,33 (D/B) \tan \beta \left\{ \frac{2}{2 + (b/B)^2 \tan \beta} \right\}
 \end{aligned}$$

Bearing Capacity Improvement (BCI)

Dari penelitian ini dapat diketahui peningkatan daya dukung (*Bearing Capacity Improvement*) dengan membandingkan daya dukung dengan dan tanpa perkuatan geogrid, sebagai berikut :

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

Dengan :

BCI = *Bearing Capacity Improvement*

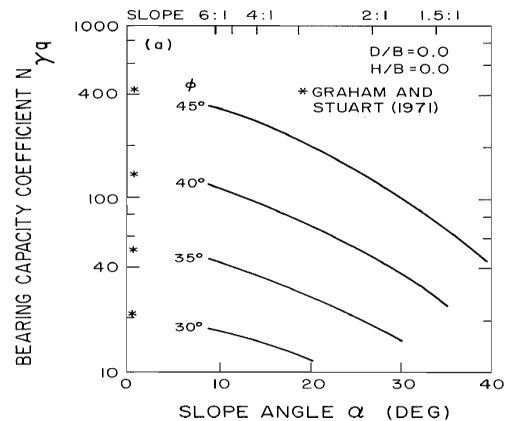
q = Daya dukung lereng dengan perkuatan geogrid

q₀ = Daya dukung tanpa perkuatan geogrid

Pengaruh Sudut Kemiringan Lereng Terhadap Daya Dukung Pondasi

Faktor daya dukung $N_{\gamma q}$ dipengaruhi oleh besarnya sudut kemiringan lereng α . Berdasarkan penelitian Graham, Andrews, dan Shields (1987), semakin besar sudut kemiringan lereng α maka nilai $N_{\gamma q}$ semakin kecil seperti yang ditunjukkan oleh **Gambar 2.4**. Graham juga menyebutkan bahwa apabila sudut kemiringan lereng tersebut mendekati sudut geser tanah ϕ , maka

besarnya daya dukung tanah di atas lereng akan mendekati nol sesuai dengan trend kurva yang ditunjukkan pada **Gambar 2.4** tersebut.

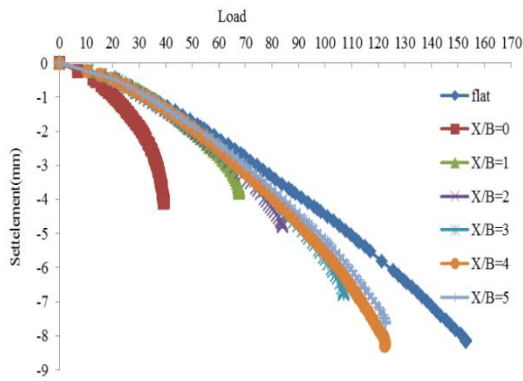


Gambar 2.4. Kurva faktor $N_{\gamma q}$ terhadap sudut kemiringan lereng menurut penelitian Graham, Andrews, dan Shields (1987)

Sumber: Graham dkk, (1987)

Pengaruh Jarak Pondasi ke Tepi Lereng Terhadap Daya Dukung Pondasi

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, seiring dengan besarnya nilai X/B maka nilai daya dukung juga bertambah. Penurunan maksimum juga turut mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya daya dukung pondasi dan rasio X/B . Grafik penurunan load- settlement dapat dilihat pada **Gambar 2.5**.



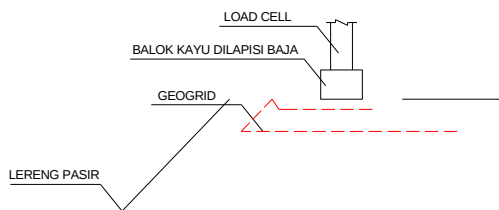
Gambar 2.5. Grafik *load-settlement* dengan variasi rasio X/B berdsarkan penelitian oleh Mohd Raihan Taha dan Enas B. Altalhe

Sumber: Mohd Raihan Taha dan Enas B. Altalhe, (2013: 1811)

METODE PENELITIAN

Persiapan Benda Uji

Tanah yang akan digunakan sebagai model lereng diayak terlebih dahulu dengan saringan No. 4 dan yang lolos saringan tersebut digunakan sebagai tanah bentukan lereng. Sebelum tanah dimasukkan ke dalam *box* uji, kadar airnya diatur berdasarkan RC 85%. Tanah kemudian dimasukkan ke dalam *box* uji secara bertahap dan dipadatkan untuk setiap lapisan. Gilasan dilakukan sampai didapat ketinggian yang dikehendaki, yaitu 10 cm. Kemudian dilakukan uji *density ring* untuk mengontrol nilai kepadatan model benda uji



Pengujian Pembebanan

Pembebanan dilakukan dengan menggunakan dongkrak hidrolik. Sebagai pengukur besarnya beban yang terjadi, dalam pembebanan digunakan *load cell*. Pembebanan dilakukan dengan menggunakan balok kayu yang dilapisi baja pada seluruh permukaannya.

Gambar 2.6Detail Uji Pembebanan

Jumlah dan Perlakuan Benda Uji

Pada penelitian ini variasi kemiringan sudut lereng, serta jarak pondasi ke tepi lereng yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Variasi perlakuan variabel

RC 85% Lebar Model Pondasi (B) = 4 cm Jumlah Lapisan (n) = 1	D		
	D/B = 1	D/B = 2	D/B = 3
$\alpha = 46^\circ$	✓	✓	✓
$\alpha = 51^\circ$	✓	✓	✓
$\alpha = 56^\circ$	✓	✓	✓

Metode Analisis Data

Untuk mengetahui pengaruh penggunaan geogrid sebagai perkuatan lereng dalam meningkatkan daya dukung dilakukan analisis *Bearing Capacity Improvement (BCI)*. Nilai *BCI* diperoleh dengan rumus pada persamaan berikut.

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

Dengan :

BCI = *Bearing Capacity Improvement*

q = daya dukung dengan perkuatan geogrid

q_0 = daya dukung tanpa perkuatan

HASIL DAN PEMBAHASAN

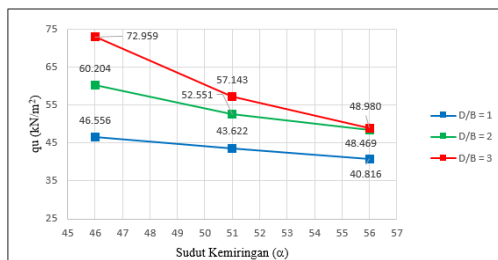
Analisis Daya Dukung Lereng Tanpa Perkuatan

Melalui eksperimen yang telah kami lakukan, Didapat data beban maksimum yang mampu dipikul oleh model lereng. Dari nilai beban maksimum

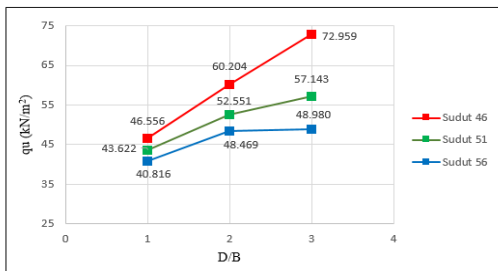
tersebut, kemudian dapat diperoleh nilai daya dukung dengan membagi beban maksimum tersebut dengan luasan pondasi. Hasil nilai daya dukung yang diperoleh melalui eksperimen disajikan dalam **Tabel 4.8** berikut ini.

Tabel 4.8. Nilai daya dukung eksperimen untuk lereng tanpa perkuatan

Variabel	Beban (kg)	qu (kN/m ²)
$\alpha = 46^\circ$ D/B = 1	182,5	46,556
$\alpha = 46^\circ$ D/B = 2	236	60,204
$\alpha = 46^\circ$ D/B = 3	286	72,959
$\alpha = 51^\circ$ D/B = 1	171	43,622
$\alpha = 51^\circ$ D/B = 2	206	52,551
$\alpha = 51^\circ$ D/B = 3	224	57,143
$\alpha = 56^\circ$ D/B = 1	160	40,816
$\alpha = 56^\circ$ D/B = 2	190	48,469
$\alpha = 56^\circ$ D/B = 3	192	48,980



Gambar 4.6 Grafik hubungan daya dukung dengan sudut kemiringan lereng



Gambar 4.7 Grafik hubungan daya dukung dengan jarak pondasi ke tepi lereng

Analisis peningkatan daya dukung antar variabel dilakukan untuk lereng tanpa perkuatan dan lereng dengan perkuatan untuk variasi sudut kemiringan maupun jarak pondasi ke tepi lereng. Hasil analisis disajikan pada tabel di bawah.

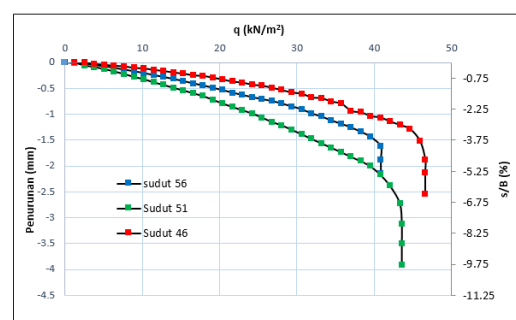
Tabel 4.25 Peningkatan daya dukung lereng tanpa perkuatan antar variabel sudut kemiringan lereng (%)

Jarak pondasi	Sudut kemiringan	qu tanpa perkuatan (kN/m ²)	Peningkatan antar variabel (%)	Rata-rata peningkatan (%)
D/B = 1	$\alpha = 46^\circ$	46,556	6,725	6,800
	$\alpha = 51^\circ$	43,622	6,875	
	$\alpha = 56^\circ$	40,816	-	
D/B = 2	$\alpha = 46^\circ$	60,204	14,563	11,492
	$\alpha = 51^\circ$	52,551	8,421	
	$\alpha = 56^\circ$	48,469	-	
D/B = 3	$\alpha = 46^\circ$	72,959	27,679	22,173
	$\alpha = 51^\circ$	57,143	16,667	
	$\alpha = 56^\circ$	48,980	-	
Rata-rata total peningkatan				13,488

Tabel 4.27 Peningkatan daya dukung lereng tanpa perkuatan antar variabel jarak pondasi ke tepi lereng (%)

Sudut kemiringan (α)	Jarak Pondasi (D/B)	qu tanpa perkuatan (kN/m ²)	Peningkatan antar variabel (%)	Rata-rata peningkatan (%)
46°	1	46,556	29,315	25,251
	2	60,204	21,186	
	3	72,959	-	
51°	1	43,622	20,468	14,603
	2	52,551	8,738	
	3	57,143	-	
56°	1	40,816	18,750	9,901
	2	48,469	1,053	
	3	48,980	-	
Rata-rata total peningkatan				16,585

Dari hasil uji pembebanan didapat data penurunan terhadap tegangan. Data tersebut disajikan dalam bentuk grafik. Grafik penurunan terhadap tegangan untuk lereng tanpa perkuatan dengan variasi sudut kemiringan lereng dengan D/B = 1 dapat dilihat pada **Gambar 4.21**.



Gambar 4.21 Grafik penurunan terhadap tegangan untuk lereng tanpa perkuatan dengan jarak pondasi (D/B) = 1

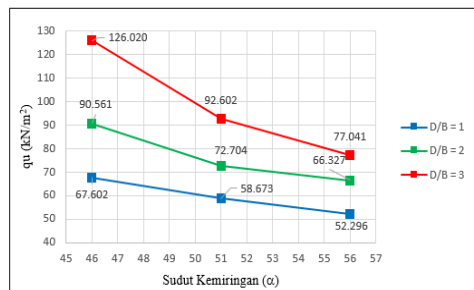
Analisis Daya Dukung Lereng Dengan Perkuatan

Dari hasil eksperimen diketahui bahwa daya dukung lereng berbanding terbalik terhadap sudut kemiringan lereng terhadap bidang horizontal. Rekapitulasi daya dukung eksperimen dengan variasi

sudut kemiringan lereng dapat dilihat pada **Tabel 4.20** dan grafik hubungan daya dukung dengan sudut kemiringan lereng dapat dilihat pada **Gambar 4.17**.

Tabel 4.20 Nilai daya dukung lereng perkuatan dengan variasi sudut kemiringan (α)

Jarak pondasi (D/B)	Sudut kemiringan lereng	qu perkuatan (kN/m ²)
1	46°	67,602
	51°	58,673
	56°	52,296
2	46°	90,561
	51°	72,704
	56°	66,327
3	46°	126,020
	51°	92,602
	56°	77,041

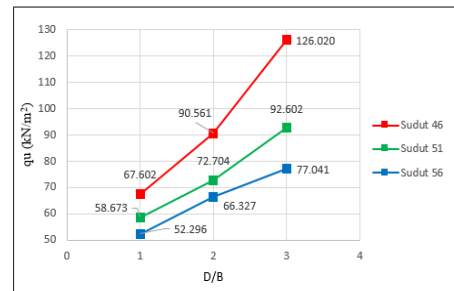


Gambar 4.17 Grafik hubungan daya dukung dengan sudut kemiringan lereng

Dari hasil eksperimen diketahui bahwa daya dukung lereng berbanding lurus terhadap jarak pondasi ke tepi lereng. Rekapitulasi daya dukung lereng dengan perkuatan dengan variasi jarak pondasi ke tepi lereng dapat dilihat pada **Tabel 4.21** dan grafik hubungan daya dukung dengan sudut kemiringan lereng dapat dilihat pada **Gambar 4.18**.

Tabel 4.21 Nilai daya dukung lereng perkuatan dengan variasi jarak pondasi ke tepi lereng

Sudut kemiringan lereng	Jarak pondasi (D/B)	qu perkuatan (kN/m ²)
46°	1	67,602
	2	90,561
	3	126,020
51°	1	58,673
	2	72,704
	3	92,602
56°	1	52,296
	2	66,327
	3	77,041



Gambar 4.18 Grafik hubungan daya dukung dengan jarak pondasi ke tepi lereng

Hasil analisis peningkatan daya dukung antar variabel untuk lereng dengan perkuatan disajikan pada tabel berikut.

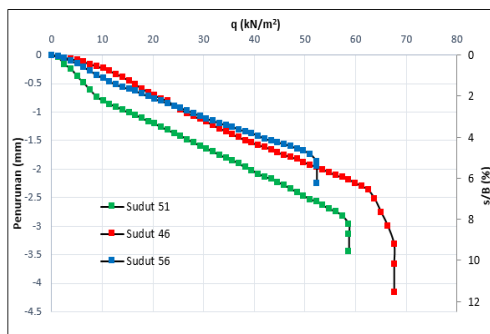
Tabel 4.26 Peningkatan daya dukung lereng dengan perkuatan antar variabel sudut kemiringan lereng (%)

Jarak pondasi	Sudut kemiringan	qu perkuatan (kN/m ²)	Peningkatan antar variabel (%)	Rata-rata peningkatan (%)
D/B = 1	$\alpha = 46^\circ$	67,602	15,217	13,706
	$\alpha = 51^\circ$	58,673	12,195	
	$\alpha = 56^\circ$	52,296	-	
D/B = 2	$\alpha = 46^\circ$	90,561	24,561	17,088
	$\alpha = 51^\circ$	72,704	9,615	
	$\alpha = 56^\circ$	66,327	-	
D/B = 3	$\alpha = 46^\circ$	126,020	36,088	28,143
	$\alpha = 51^\circ$	92,602	20,199	
	$\alpha = 56^\circ$	77,041	-	
Rata-rata total peningkatan				19,646

Tabel 4.28 Peningkatan daya dukung lereng dengan perkuatan antar variabel jarak pondasi ke tepi lereng

Sudut kemiringan (α)	Jarak pondasi (D/B)	qu perkuatan (kN/m ²)	Peningkatan antar variabel (%)	Rata-rata peningkatan (%)
46°	1	67,602	33,962	36,559
	2	90,561	39,155	
	3	126,020	-	
51°	1	58,673	23,913	25,641
	2	72,704	27,368	
	3	92,602	-	
56°	1	52,296	26,829	21,492
	2	66,327	16,154	
	3	77,041	-	
Rata-rata total peningkatan				27,897

Dari hasil uji pembebanan didapat data penurunan terhadap tegangan. Data tersebut disajikan dalam bentuk grafik. Grafik penurunan terhadap tegangan untuk lereng tanpa perkuatan dengan variasi sudut kemiringan lereng dengan D/B = 1 dapat dilihat pada **Gambar 4.27**.



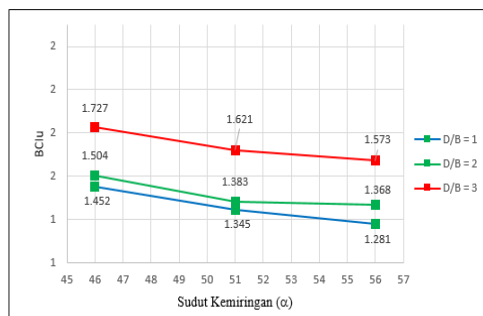
Gambar 4.27 Grafik penurunan terhadap tegangan untuk lereng dengan perkuatan dengan jarak pondasi (D/B) = 1

Analisis Bearing Capacity Improvement (BCIu)

Pada penelitian ini analisis peningkatan daya dukung berdasarkan tegangan ultimit (BCIu) ditinjau berdasarkan variasi sudut kemiringan lereng dan jarak pondasi ke tepi lereng.

Tabel 4.22. Nilai BCIu untuk variasi sudut kemiringan lereng

Jarak pondasi (D/B)	Sudut kemiringan lereng	qu perkuatan (kN/m²)	qu tanpa perkuatan (kN/m²)	BCIu
1	46°	67,602	46,556	1,452
	51°	58,673	43,622	1,345
	56°	52,296	40,816	1,281
2	46°	90,561	60,204	1,504
	51°	72,704	52,551	1,383
	56°	66,327	48,469	1,368
3	46°	126,020	72,959	1,727
	51°	92,602	57,143	1,621
	56°	77,041	48,980	1,573

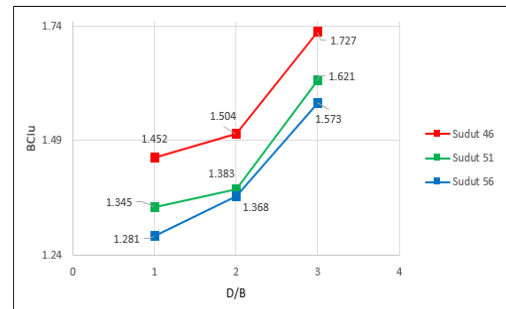


Gambar 4.19 Grafik hubungan BCIu dengan variasi sudut kemiringan lereng

Berdasarkan Tabel 4.22 dan Gambar 4.19 dapat diketahui bahwa bertambahnya sudut akan menurunkan peningkatan daya dukung lereng. Adapun nilai (BCIu) paling maksimum dalam penelitian ini diperoleh saat D/B = 3 dengan $\alpha = 46^\circ$ yaitu sebesar 1,727.

Tabel 4.23 Nilai BCIu untuk variasi jarak pondasi ke tepi lereng

Sudut kemiringan lereng	Jarak Pondasi (D/B)	qu perkuatan (kN/m²)	qu tanpa perkuatan (kN/m²)	BCIu
46°	1	67,602	46,556	1,452
	2	90,561	60,204	1,504
	3	126,020	72,959	1,727
51°	1	58,673	43,622	1,345
	2	72,704	52,551	1,383
	3	92,602	57,143	1,621
56°	1	52,296	40,816	1,281
	2	66,327	48,469	1,368
	3	77,041	48,980	1,573



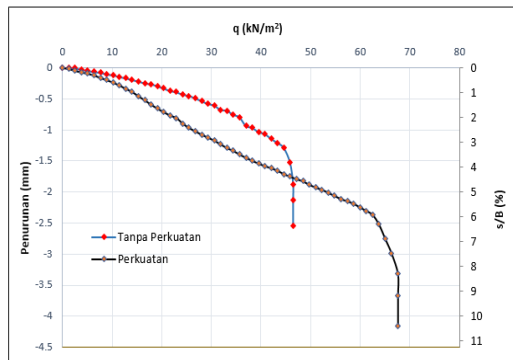
Gambar 4.20 Grafik hubungan BCIu dengan variasi jarak pondasi ke tepi lereng

Berdasarkan Tabel 4.23 dan Gambar 4.20 dapat diketahui bahwa nilai BCIu terus meningkat sampai dengan D/B = 3. Peningkatan ini terjadi pada semua variasi sudut kemiringan lereng namun BCIu yang paling besar terjadi pada sudut kemiringan lereng 46° . Jadi nilai (BCIu) paling maksimum dalam penelitian ini diperoleh saat $\alpha = 46^\circ$ dengan D/B = 3 yaitu sebesar 1,727.

Analisis penurunan juga dilakukan dengan membandingkan pola penurunan antara lereng tanpa perkuatan dengan lereng perkuatan. Sehingga dapat diketahui bagaimana pengaruh pemberian perkuatan terhadap penurunan pada lereng.

Dari hasil uji pembebanan didapat data penurunan terhadap tegangan. Data tersebut disajikan dalam bentuk grafik. Grafik penurunan terhadap tegangan

untuk lereng dengan D/B = 1 dan $\alpha = 46^\circ$ antara lereng tanpa perkuatan dengan lereng perkuatan dapat dilihat pada Gambar 4.33.



Gambar 4.33 Grafik penurunan terhadap tegangan untuk lereng dengan $D/B = 1$ dan sudut kemiringan lereng 46°

Dari grafik di atas dapat diketahui daya dukung lereng perkuatan lebih besar dari pada lereng tanpa perkuatan namun pola penurunan lereng tanpa perkuatan berada di atas lereng perkuatan. Ini menunjukkan dalam satu tegangan yang sama, lereng dengan perkuatan mengalami penurunan yang lebih besar apabila dibandingkan dengan lereng tanpa perkuatan. Dari grafik di atas juga dapat diketahui penurunan maksimum sebelum terjadi keruntuhan untuk lereng dengan perkuatan lebih besar dari pada lereng tanpa perkuatan.

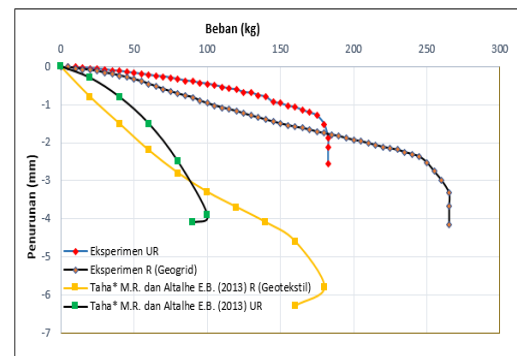
Perbandingan Pola Penurunan Hasil Eksperimen dengan Pola Penurunan hasil Penelitian Taha* M.R. dan Altalhe E.B. (2013)

Perlu diketahui terdapat beberapa perbedaan antara penelitian yang dilakukan oleh penulis dengan penelitian oleh Mohd Raihan Taha* dan Enas B. Altalhe (2013) yang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.29 Perbandingan parameter yang digunakan

No.	Parameter	Peneliti	Taha* M.R. dan Altalhe E.B. (2013)
1	Jenis Perkuatan	Geogrid	Geotekstil
2	Jumlah Lapis Perkuatan	1 lapis	Variasi (diambil 1 lapis)
3	Sudut kemiringan Lereng	Variasi ($46^\circ, 51^\circ, 56^\circ$)	30°
4	Jarak Pondasi ke Tepi Lereng (D/B)	Variasi (1,2,3)	Variasi (diambil 2)
5	Kepadatan Relatif	85% (RC)	85% (Dr)

Berikut adalah grafik penurunan terhadap beban antara hasil eksperimen dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Taha* M.R. dan Altalhe E.B. (2013).



Gambar 4.43 Grafik pola penurunan perbandingan eksperimen dengan jurnal untuk $D/B = 1$ dan sudut kemiringan lereng 46°

Dari grafik di atas dapat diketahui perbandingan pola penurunan hasil eksperimen dengan pola penurunan dari penelitian Taha* M.R. dan Altalhe E.B. (2013) yang menunjukkan pola yang senada dimana pemasangan perkuatan dapat memperbesar nilai daya dukung namun juga memperbesar penurunan.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah terkait hubungan variasi sudut kemiringan dan jarak pondasi ke tepi lereng serta pemberian perkuatan geogrid terhadap daya dukung lereng tanah pasir. Beberapa poin yang menjadi kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Daya dukung lereng tanah pasir yang diperkuat dengan geogrid mengalami peningkatan pada semua variasi sudut kemiringan dan jarak pondasi ke tepi lereng. Peningkatan daya dukung (BCI) yang terjadi berbanding lurus dengan jarak pondasi ke tepi lereng dan berbanding terbalik dengan sudut kemiringan lereng. Pengaruh jarak pondasi ke tepi lereng terhadap peningkatan daya dukung (BCI) lebih dominan dari pada sudut kemiringan lereng. Hal ini dapat dilihat dari hasil analisis *bearing capacity improvement* (BCI).
2. Semakin kecil sudut kemiringan lereng maka nilai daya dukung akan semakin besar. Begitu pula sebaliknya. Jadi nilai daya dukung berbanding terbalik dengan sudut kemiringan lereng. Pada

penelitian ini didapat besarnya peningkatan daya dukung akibat variasi sudut kemiringan lereng adalah sebesar 13,488 % untuk tanpa perkuatan dan 19,646 % untuk lereng dengan perkuatan.

3. Semakin besar jarak pondasi ke tepi lereng maka nilai daya dukung akan semakin besar. Begitu pula sebaliknya. Jadi nilai daya dukung berbanding lurus dengan jarak pondasi ke tepi lereng. Pada penelitian ini didapat besarnya peningkatan daya dukung akibat variasi jarak pondasi ke tepi lereng adalah sebesar 16,585 % untuk tanpa perkuatan dan 27,897 % untuk lereng dengan perkuatan.
4. Hasil analisis BCIu menunjukkan nilai peningkatan daya dukung (BCI) mulai dari sudut kemiringan 56^0 sampai dengan 46^0 dan mulai dari $D/B = 1$ sampai dengan $D/B = 3$ terus mengalami peningkatan. Jadi pada penelitian ini belum ditemukan sudut kemiringan dan jarak pondasi ke tepi lereng yang optimum sebagai acuan untuk pemasangan perkuatan geogrid.

SARAN

1. Dalam mengatur kadar air, perlu dihitung dengan teliti berapa persen kehilangan air perhari sehingga diketahui berapa kg air yang harus ditambahkan. Untuk menghitung kehilangan air perhari hendaknya dilakukan secara berkelanjutan karena besarnya kehilangan air untuk setiap harinya berbeda beda. Kemudian dalam mencampur air dengan pasir juga harus dilakukan dengan teliti sehingga air dapat tercampur secara merata pada pasir. Dengan begitu diharapkan kadar air model lereng sesuai dengan kadar air rencana.
2. Ketika memasukkan pasir ke dalam box sebaiknya dimasukkan sedikit demi sedikit secara merata. Ini bertujuan untuk mendapatkan kepadatan yang merata pada semua bagian lereng. Hal ini penting karena kepadatan yang

tidak merata akan sangat berpengaruh pada data penurunan.

3. Metode untuk memadatkan pasir adalah yang paling penting untuk diperhatikan karena metode yang kurang tepat akan menghasilkan kepadatan yang buruk. Pada penelitian ini, digunakan metode kontrol volume. Namun dengan metode ini didapatkan kepadatan yang kurang baik. Ini terlihat dari hasil kurva Q_u terhadap penurunan yang tidak sesuai dengan teori. Oleh karena itu perlu digunakan metode lain yang lebih teliti sehingga dapat dipastikan kepadatan model lereng sesuai dengan kepadatan rencana serta merata pada semua bagian model lereng.
4. Untuk layer terakhir perlu diperhatikan metode pemadatan untuk lereng dengan perkuatan. Karena pada layer terakhir dipasang geogrid, maka ada sedikit perbedaan dalam hal proses pemadatan, yaitu pertama dengan memasukkan pasir untuk ketebalan 7 cm kemudian dipadatkan. Setelah itu geogrid dipasang kemudian pasir untuk ketebalan 3 cm dimasukkan dan dipadatkan sehingga genap 10 cm untuk layer terakhir. Ini berbeda dengan proses pemadatan untuk lereng tanpa perkuatan dimana pasir langsung dimasukkan untuk ketebalan 10 cm dan dipadatkan. Karena terdapat perbedaan dalam proses pemadatan maka kepadatan yang dihasilkan akan berbeda. Sehingga perlu untuk difikirkan suatu metode untuk mendapatkan kepadatan yang sama pada layer terakhir untuk lereng tanpa perkuatan dan lereng dengan perkuatan.

5. Waktu untuk menunggu butiran pasir untuk saling mengisi rongga sebaiknya dilakukan sesuai dengan metode yaitu selama 30 menit. Karena apabila terlalu lama, air pada model lereng akan turun sehingga kadar air pada model lereng tidak homogeny dan ini akan

berpengaruh pada hasil tegangan dan penurunan.

Tidak dipublikasikan. Malang: Universitas Brawijaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamshahi, S & Hataf, N. 2009. Bearing Capacity of Strip Footings on Sand Slopes Reinforced with Geogrid and Grid-Anchor. *ELSEVIER.Iran* : Universitas Shiraz
- Bowles, J. E. 1993. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Jakarta : Erlangga
- 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*
- Graham, J., Andrews, M., and Shields, D. H.,. 1987. Stress Characteristics for Shallow Footings in Cohesionless Slopes. *Geotech*, 25: 238-249. Canada
- Hardiyatmo, H.C. 1990. *Mekanika Tanah*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada
- Hardiyatmo, H.C. 2006. *Teknik Fondasi 1*. Yogyakarta: Beta Offset
- Kumar, A.S.V. & Ilamaparuthi, K. 2009. Respon of Footing on Sand Slopes. *Indian Geotechnical Society Chennai Chapter*. India : Anna University Chennai.
- Musthafa, A. 2015. Pengaruh Sudut Kemiringan dan Jarak Pondasi Menerus dari Tepi Lereng Pada Pemodelan Fisik Lereng Pasir dengan Perkuatan Geogrid. *Skripsi*.
- Suroso, Munawir, A. & Indrawahyuni, H. *Buku Ajar Teknik Pondasi*. Malang: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Taha, M.R. & Altalhe, E.B. 2013. Numerical and Experimental Evaluation of Bearing Capacity Factor N_γ of Strip Footing on Sand Slopes. *International Journal of Physcial Sciences*. Malaysia : Universiti Kebangsaan Malaysia.