

**PENGARUH LEBAR PONDASI DAN JUMLAH LAPIS PERKUATAN GEOGRID
PADA LERENG PASIR 56° DENGAN JARAK PONDASI KE TEPI LERENG SAMA
DENGAN LEBAR PONDASI DAN RC 85%**

NASKAH TERPUBLIKASI

TEKNIK SIPIL

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh
gelar Sarjana Teknik



DANU PURWOWASKITO

NIM. 115060102111001

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2016

Pengaruh Lebar Pondasi dan Jumlah Lapis Perkuatan Geogrid Pada Lereng Pasir 56° dengan Jarak Pondasi Ke Tepi Lereng sama dengan Lebar Pondasi dan RC 85%

Danu Purwowaskito, As'ad Munawir, Eko Andi Suryo

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia
E-mail: danupurwo@yahoo.co.id

ABSTRAK

Untuk mengatasi kelongsoran pada lereng, dapat dilakukan berbagai cara untuk memperkuat lereng. Lereng yang memiliki daya dukung rendah dapat diperkuat dengan geogrid. Penambahan geogrid inilah yang memungkinkan untuk membangun bangunan di atas lereng. Berbagai macam penelitian dibutuhkan karena banyaknya faktor yang mempengaruhi kekuatan dari lereng menerima beban. Pada penelitian ini dilakukan pengujian terhadap 12 model lereng. Model yang dibuat berupa lereng pasir dengan ketinggian 70 cm. Pengujian ini dilakukan pada box ukuran $115 \times 100 \times 100$ cm. Pembebanan disalurkan melalui pondasi, tipe pondasi yang digunakan adalah pondasi menerus. Kepadatan model direncanakan, dengan nilai RC 85%. Sudut kemiringan dalam model lereng yang diuji sebesar 56°. Data yang diperoleh dari penelitian ini adalah daya dukung lereng dari variasi banyaknya lapisan geogrid yang dipakai (n), variasi lebar pondasi dan jarak tepi lereng ($d/B=1$). Dari data yang ada dibandingkan antara lereng tanpa geogrid dengan lereng perkuatan geogrid, variasi jumlah perkuatan, daya dukung maksimum, variasi lebar pondasi dan jarak tepi lereng dari semua model lereng yang dibuat. Hasil penelitian ini didapatkan bahwa semakin lebar pondasi dan semakin jauh jarak ke tepi lereng akan menghasilkan beban yang semakin besar. Sedangkan untuk lereng jumlah perkuatan geogrid, semakin banyak lapisan geogrid yang dipasang pada lereng akan menghasilkan beban dan daya dukung lereng yang tinggi. Nilai BCRu paling besar dalam penelitian ini diperoleh pada variasi $d=B = 4$ cm dan $n = 3$ cm. Dari peningkatan antar variabel semua model, menunjukkan bahwa penambahan jumlah lapisan geogrid memiliki kontribusi besar. Sedangkan untuk penambahan lebar pondasi dan jarak tepi lereng, kontribusinya lebih kecil dari pada penambahan jumlah lapisan geogrid.

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

ABSTRACT

To overcome sliding on the slopes, can be done in various ways to strengthen the slope. Slopes that have low bearing capacity can be reinforced with geogrid. Addition of geogrid layers is what makes it possible to construct buildings on the slopes. Various studies are needed because of the many factors that influence the strength of the slope when receiving load. In this study, carried out tests on 12 models slopes. Models created in the form of sand slope with a height of 70 cm. Testing was conducted on a box the size of $115 \times 100 \times 100$ cm. Load channeled through a footing, the footing type used is strip footing. Density models are planned with the value of the 85% RC. The tilt angle in the tested model slope is 56°. Data obtained from this study is the slope bearing capacity from the variation number of geogrid layers used (n), wide variety of footing and the slope edges distance ($d/B=1$). From the available data were compared between slopes without geogrid and geogrid slopes reinforcement, variations in the amount of reinforcement, maximum bearing capacity, width variety and slope edges distance of all slope models had been made. The results of this study found that a wider footing and the greater the distance to the edge of the slope will produce greater load. As for the amount of reinforcement geogrid slope, the more layers of installed geogrid on the slopes will generate high load and slope bearing capacity. Biggest BCRu value in this study were obtained on the variation $d=B=4$ cm and $n=3$ cm. From improvement between all model variables, showed that increasing the number of geogrid layers has a major contribution. As for the increased of footing width and slope edges distance, the contribution was smaller than the increased in the number of geogrid layers.

Keywords: slope, geogrid, bearing capacity, strip footing, sand

PENDAHULUAN

Di dalam ilmu teknik sipil, semua beban dari bangunan akan diterima oleh pondasi dan disalurkan ke tanah yang berada di bawahnya. Pada umumnya suatu bangunan dibangun di atas tanah yang stabil dengan permukaan datar. Saat ini ketersediaan tanah datar semakin sedikit, hal ini berdampak pada pemanfaatan lereng-lereng yang ada untuk dapat didirikan bangunan di atasnya.

Perencanaan bangunan di atas lereng yang salah dapat meningkatkan kemungkinan lereng tersebut untuk longsor. Biasanya tanah longsor dikarenakan bangunan diletakkan terlalu dekat dengan tepi lereng. Untuk mengatasi longsor, dapat dilakukan perkuatan tanah. Metode perkuatan tanah ada banyak, salah satunya adalah perkuatan dengan geogrid yang akan dibahas dalam penulisan tugas akhir ini.

Saat ini penggunaan geogrid sebagai bahan perkuatan lereng telah banyak dilakukan. Lereng yang memiliki daya dukung rendah dapat diperkuat dengan geogrid. Hal ini akan memungkinkan adanya pembangunan di atas lereng tersebut.

Banyaknya penggunaan bahan sintetis untuk perkuatan tanah menyebabkan studi dan penelitian tentang geogrid banyak dilakukan. Banyaknya faktor yang mempengaruhi kekuatan dalam aplikasi geogrid inilah yang menyebabkan pengujian tidak cukup untuk dilaksanakan hanya sekali saja.

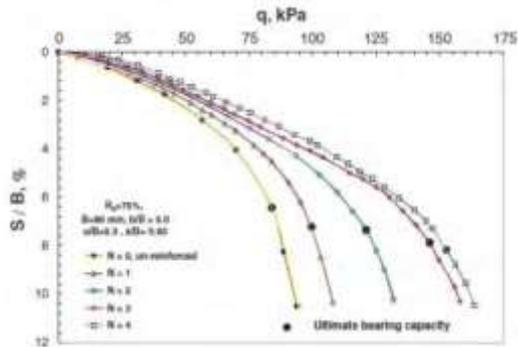
Pada penelitian sebelumnya yang sejenis Muhammad Faisal Ghifari meneliti tentang pemodelan fisik lereng dengan perkuatan geogrid, penelitian tersebut mengambil pembahasan pengaruh daya dukung lereng tanah pasir terhadap variasi

jumlah lapisan geogrid, lebar pondasi menerus, dan jarak pondasi ke tepi lereng. Dari penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa daya dukung dari pemodelan fisik lereng akan semakin meningkat seiring bertambahnya lapisan geogrid yang digunakan. Penggunaan variasi jarak tepi lereng dan lebar pondasi juga mempengaruhi hasil dari daya dukung tanah yang terjadi. Semakin besar dimensi yang digunakan, daya dukung pondasi akan semakin menurun.

Melanjutkan dari penelitian sebelumnya, pada penelitian ini juga menggunakan pemodelan fisik lereng pasir dengan variasi jumlah lapis perkuatan dan variasi lebar pondasi dan jarak pondasi ke tepi lereng. Perbedaan utama antara penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah pada penelitian ini, kepadatan tanah pasir yang digunakan diganti dengan $RC = 85\%$. Pada penelitian sebelumnya digunakan $RC = 74\%$. Penggantian ini dikarenakan penulis ingin mengetahui bagaimana perubahan daya dukung lereng saat kepadatan dari tanah dirubah menjadi lebih rapat.

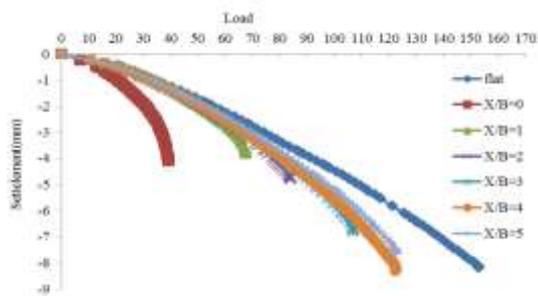
TINJAUAN PUSTAKA

El Sawwaf (2011) dalam jurnalnya menyatakan adanya variasi BCR terhadap jumlah lapisan perkuatan. Dengan adanya perkuatan tanah dapat membuat tanah mengalami peningkatan daya dukung yang besar. Nilai BCR pada model pondasi akan meningkat jika jumlah dari lapisan perkuatan dengan geogrid ditambah sampai $N=3$. Penambahan jumlah lapisan lebih dari 3 akan menghasilkan peningkatan kekuatan daya dukung yang kecil. Grafik penelitian ditunjukkan seperti **Gambar 1**.



Gambar 1 Variasi daya dukung dengan jumlah lapisan geogrid.

Mohd Raihan Taha dan Enas B. Altalhe (2013) telah meneliti tentang pengaruh Jarak pondasi dari tepi lereng terhadap daya dukung pondasi. Beberapa parameter yang ditetapkan antara lain lebar pondasi $B = 50$ mm, $D_r = 85\%$, dan sudut kemiringan lereng $\beta = 30^\circ$. Rasio jarak pondasi ke tepi lereng dan lebar pondasi X/B yang dipilih sebesar $0 - 5$. Grafik penurunan load-settlement dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2 Grafik penurunan dan beban pada variasi rasio X/B

Suatu nilai daya dukung pondasi di atas lereng akan mengalami penurunan dibandingkan dengan daya dukung pondasi pada tanah datar. Rasio penurunan daya dukung tersebut disebut koefisien reduksi $j\beta$. Nilai koefisien reduksi $j\beta$ dari penelitian yang dilakukan oleh Mohd

Raihan Taha dan Enas B. Altalhe ditunjukkan oleh **Tabel 1**.

Tabel 1 Hasil Uji Daya Dukung Dengan Variasi Rasio X/B

X/B	q_u (kN/m ²)	S (mm)	$j\beta$
0	39.27	-4.06	0.256315
1	67.64	-3.72	0.441486
2	83.98	-4.75	0.548137
3	107.16	-6.74	0.699432
4	122.58	-8.22	0.800078
5	122.87	-7.59	0.801971
Flat	153.21	-8.16	1

Pada **Tabel 1** terlihat bahwa nilai $j\beta$ mulai mendekati satu pada rasio $X/B = 4$ dan $X/B = 5$. Pada rasio tersebut menunjukkan besarnya daya dukung pondasi pada lereng mendekati besarnya daya dukung pondasi pada tanah datar. Hal ini menunjukkan mekanisme keruntuhan pondasi di atas lereng sama dengan mekanisme keruntuhan pada pondasi pada tanah datar apabila rasio X/B lebih dari 4.

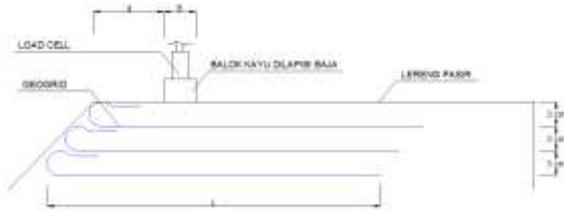
METODE PENELITIAN

Pada percobaan ini dibuat 9 buah benda uji dengan 3 variasi jumlah lapis geogrid dan 3 variasi lebar dan jarak pondasi ke tepi lereng untuk pondasi menerus yang diletakkan di permukaan lereng miring 56° dengan RC 85%. Untuk perbandingan, dibuat pula 3 buah benda uji lereng tanpa perkuatan.

Tabel 2 Jumlah Variasi Benda Uji Untuk Lereng

RC	85%	$\alpha = 56^\circ$			
		n=1	n=2	n=3	n=0
B=4 cm	d=4	√	√	√	√
B=6 cm	d=6	√	√	√	√
B=8 cm	d=8	√	√	√	√

Lereng dibuat dengan 1, 2, dan 3 lapis perkuatan. Lebar pondasi menerus yang digunakan adalah 4 cm, 6 cm, dan 8 cm, diletakkan sejauh B dari ujung lereng. Sedangkan untuk lereng tanpa perkuatan dilakukan pengujian dengan lebar pondasi menerus 4 cm, 6 cm, dan 8 cm. Jarak antar Geogrid (S_v) = 3 cm dan panjangnya 40 cm. Seperti ditunjukkan pada **Gambar 4**.



Gambar 3 Susunan alat pembebanan lereng

Pengulangan dilakukan dengan perlakuan yang sama apabila hasil dari pengujian benda uji terdapat penyimpangan.

Baja profil yang dipasang di bagian bawah balok kayu berfungsi untuk meratakan beban yang dihasilkan pompa hidrolis ke tanah. Balok kayu yang digunakan ada 3 ukuran B=4 dimensi sebesar 4 x 4 x 98 cm, B=6 dimensi sebesar 6 x 4 x 98 cm, B=8 dimensi sebesar 8 x 4 x 98 cm. Beban yang diberikan diusahakan dapat berupa beban merata pada permukaan atas model lereng, dengan luasan beban B x 98 cm.

Langkah-langkah percobaan pada pembuatan pemodelan fisik lereng tanah pasir, yaitu:

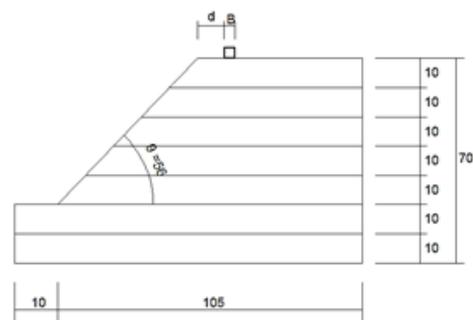
1. Tanah pasir yang telah lolos ayakan No.4 ditimbang dengan berat yang telah diperhitungkan berdasarkan kontrol volume.
2. Tanah pasir dimasukkan per lapisan (10 cm tiap lapisan) ke dalam box ukuran 115x100x100 cm kemudian dipadatkan

di setiap lapisan menggunakan silinder beton.

3. Memasang perkuatan geogrid.
4. Setelah lapisan geogrid dihamparkan, ditimbun dengan pasir dan kemudian dijangkarkan.
5. Dilakukan pemadatan dengan cara yang sama, yaitu menggilas pasir pada model lereng dengan menggunakan silinder beton hingga ketinggian yang diinginkan.
6. Setiap lapisan dicek kadar airnya dan kepadatannya menggunakan *density ring*.
7. Setelah semua lapisan masuk di dalam Box, tanah didiamkan selama ± 30 menit dengan tujuan agar partikel-partikel tanah memiliki kesempatan untuk melakukan pergeseran rongga-rongga yang masih dapat diisi.
8. Kemiringan lereng dibuat sesuai sudut yang akan diuji, yaitu 56° dengan tinggi lereng 50 cm.



Gambar 4 Box yang digunakan untuk penelitian



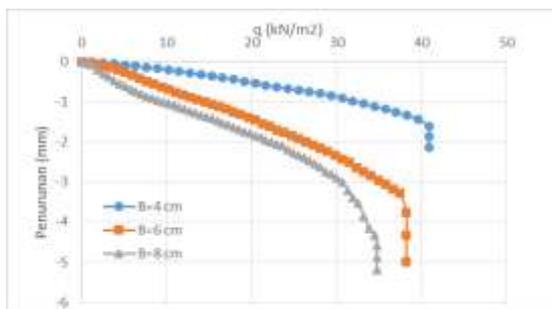
Gambar 5 Tampak samping lapisan-lapisan pemodelan lereng

HASIL DAN PEMBAHASAN

Spesifikasi tanah yang digunakan adalah:

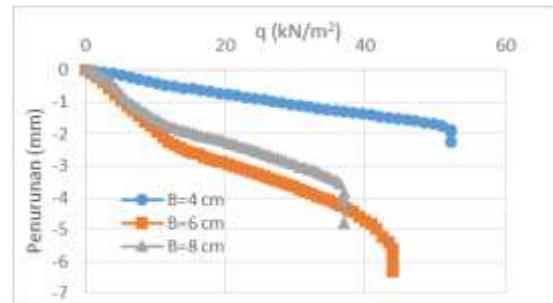
- SP (Poorly Graded Sand)
- $\gamma_d = 1,531 \text{ gr/cm}^3$
- Specific Gravity = 2,6481
- kadar air = 9,99%
- $c = 0,03 \approx 0 \text{ kg/cm}^2$
- $\phi = 41,25^\circ$

Pada lereng tanpa perkuatan dengan bentuk yang sama, menunjukkan penurunan dan daya dukung ultimate yang berbeda ketika penempatan beban pondasi dan lebar pondasi yang dipasang bervariasi.

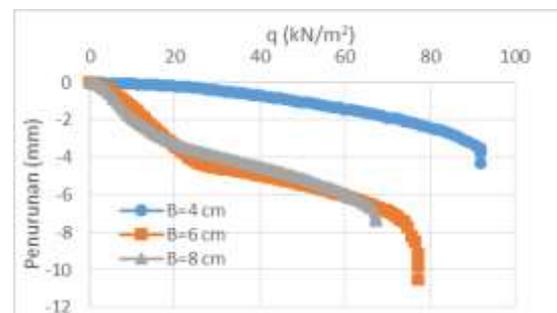


Gambar 6 Grafik q dan penurunan tanah pada lereng tanpa perkuatan ($d/B=1$)

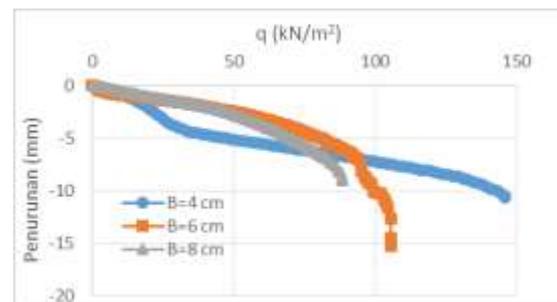
Lereng dengan rasio pondasi-jarak (d/B) =1 yang sudah diberikan perkuatan geogrid, menghasilkan daya dukung ultimate yang semakin besar bila lebar pondasi dan jarak ke tepi lereng semakin kecil. Meskipun demikian, beban vertikal (P) yang terjadi menunjukkan bahwa lebar pondasi dan jarak ke tepi lereng yang besar mengakibatkan P yang besar pula.



Gambar 7 Grafik hubungan q dan penurunan lereng perkuatan dengan $n = 1$



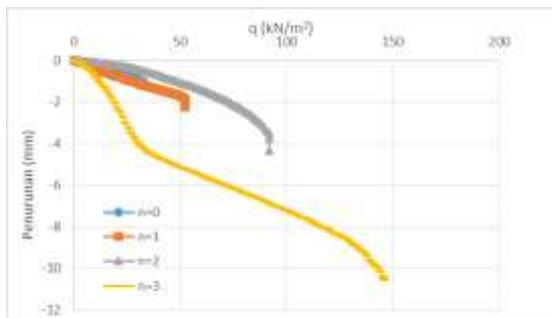
Gambar 8 Grafik hubungan q dan penurunan lereng perkuatan dengan $n = 2$



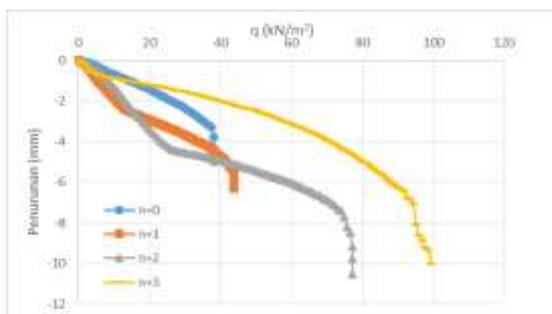
Gambar 9 Grafik hubungan q dan penurunan lereng perkuatan dengan $n = 3$

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, nilai daya dukung dari pembebanan model lereng dibandingkan berdasarkan jumlah lapisan perkuatannya.

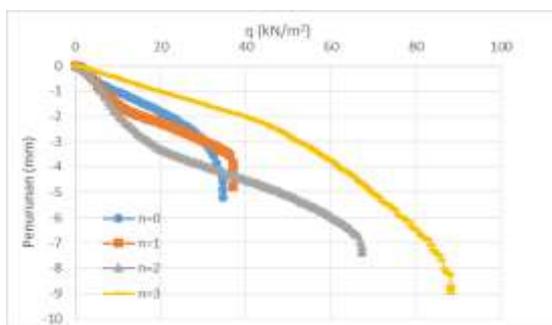
Pengelompokan dari model lereng ditunjukkan pada **Gambar 10**, **Gambar 11**, dan **Gambar 12** berikut.



Gambar 10 Grafik perbandingan antar jumlah perkuatan (n) dengan B= 4cm (d/B=1)



Gambar 11 Grafik perbandingan antar jumlah perkuatan (n) dengan B= 6cm (d/B=1)

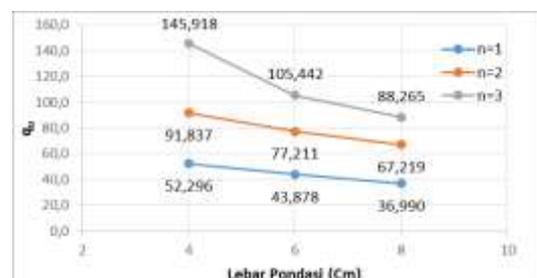


Gambar 12 Grafik perbandingan antar jumlah perkuatan (n) dengan B= 8cm (d/B=1)

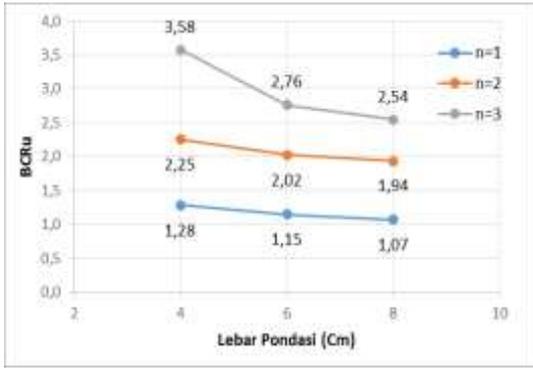
Dari **Gambar 10**, **Gambar 11**, dan **Gambar 12**, penurunan yang terjadi tidak memiliki pola yang tetap bila dibandingkan antara perkuatan dan tanpa perkuatan. Pada lereng perkuatan, penurunan yang besar terjadi pada awal pembebanan. Penurunan yang besar tersebut terjadi karena tanah kehilangan tegangan tarik akibat pemasangan dari lapisan geogrid. Hal tersebut terjadi karena jarak antar lapisan geogrid (S_v) yang dekat yaitu 3 cm. Namun ada juga sebagian kurva model perkuatan yang penurunannya selalu di atas kurva tanpa perkuatan.

Saat tercapai daya dukung ultimate, penurunan maksimal yang terjadi tidak konsisten. Keadaan yang seperti ini dikarenakan kepadatan tanah yang tidak rata pada bagian bawah pondasi, sehingga pola keruntuhan yang terjadi juga berubah mengikuti tingkat kepadatan lapisan tanah di bawah pondasi tersebut. Model yang mengalami keruntuhan lokal menyebabkan nilai penurunan yang berbeda.

Untuk melihat pengaruh dari penambahan ukuran lebar pondasi terhadap BCR, Analisis beban maksimum dilakukan untuk setiap variasi lebar pondasi dengan $d/B=1$. Dari pengelompokan ini akan didapatkan nilai *Bearing Capacity Ratio Uliimate* (BCRu)

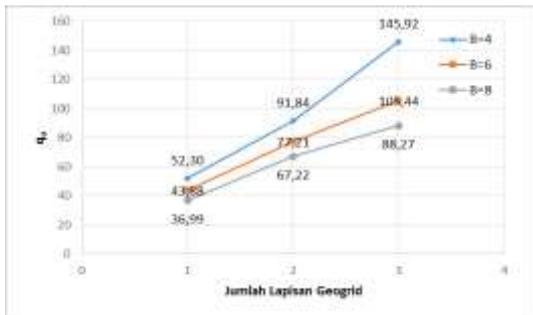


Gambar 13 Peningkatan daya dukung ultimate (qu) untuk variasi lebar pondasi

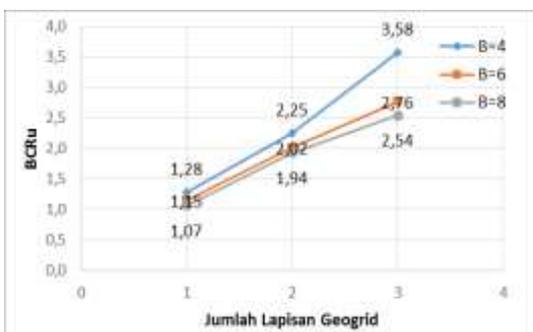


Gambar 14 Grafik perbandingan BCRu untuk variasi lebar pondasi

Berdasarkan **Gambar 13** dan **Gambar 14** di atas, terlihat pola yang menunjukkan semakin lebar pondasi dan jarak yang dipasang pada lereng, daya dukung lereng dan BCRu akan menurun.



Gambar 15 Peningkatan daya dukung ultimate (q_u) untuk variasi jumlah lapisan geogrid



Gambar 16 Grafik perbandingan BCRu untuk variasi jumlah lapisan geogrid

Berdasarkan **Gambar 15** dan **Gambar 16** di atas, terlihat pola yang menunjukkan bertambahnya jumlah lapisan yang dipasang pada lereng, akan meningkatkan daya dukung lereng. Dari grafik dapat diketahui bahwa nilai (BCRu) paling maksimum dalam penelitian ini diperoleh saat $d=B=4$ cm dengan $n=3$ yaitu sebesar 3,58.

Tabel 3 Kontribusi Peningkatan Daya Dukung Untuk Variasi Lebar Pondasi

n	B (cm)	Beban (Kg)	Penurunan (mm)	q_u (kN/m ²)	Peningkatan antar variabel (%)	Rata-rata (%)
0	4	160	0,905	40,816	6,904	
	6	224,5	3,77	38,180	10,049	8,477
	8	272	4,59	34,694	-	
1	4	205	1,87	52,296	19,186	
	6	258	5,605	43,878	18,621	18,903
	8	290	3,835	36,990	-	
2	4	360	3,495	91,837	18,943	
	6	454	9,17	77,211	14,864	16,903
	8	527	7,13	67,219	-	
3	4	572	10,475	145,918	38,387	
	6	620	12,67	105,442	19,461	28,924
	8	692	8,715	88,265	-	

Tabel 4 Kontribusi Peningkatan Daya Dukung Untuk Variasi Lapis Perkuatan

B	n	Beban (Kg)	Penurunan (mm)	q_u (kN/m ²)	Peningkatan antar variabel (%)	Rata-rata (%)
4	0	160	0,905	40,816	28,125	54,208
	1	205	1,87	52,296	75,610	
	2	360	3,495	91,837	58,889	
	3	572	10,475	145,918	-	
6	0	224,5	3,77	38,180	14,922	42,485
	1	258	5,605	43,878	75,969	
	2	454	9,17	77,211	36,564	
	3	620	12,67	105,442	-	
8	0	272	4,59	34,694	6,618	39,884
	1	290	3,835	36,990	81,724	
	2	527	7,13	67,219	31,309	
	3	692	8,715	88,265	-	

Dari **Tabel 4** terlihat bahwa kenaikan daya dukung terbesar terdapat pada penambahan dari $n=1$ ke $n=2$. Nilainya untuk masing masing nilai B adalah 75,61%, 75,969% dan 81,724%. Jika dibandingkan dengan nilai-nilai yang lain, peningkatan yang terjadi sangat besar.

KESIMPULAN

Model lereng yang diperkuat dengan geogrid menunjukkan nilai daya dukung ultimate (q_u) yang lebih besar dibandingkan dengan yang tanpa perkuatan.

Dari pengelompokkan model berdasarkan variasi jumlah perkuatan geogrid, nilai daya dukung ultimate (q_u) yang terjadi semakin besar apabila jumlah lapisan perkuatan ditambah. Peningkatan nilai daya dukung tanah terbesar dari masing-masing lebar pondasi terletak pada penambahan lapisan geogrid dari $n=1$ ke $n=2$.

Dalam kondisi rasio $d/B=1$, peningkatan lebar pondasi dan jarak tepi lereng akan mengakibatkan daya dukung lereng yang dihitung dengan cara P/A mengalami penurunan, namun beban vertikal (P) yang mampu diterima akan semakin besar.

Dalam rasio $d/B=1$, daya dukung dan BCRu maksimum didapatkan pada variasi $B=4$ cm dan $n=3$ lapisan. Kontribusi peningkatan daya dukung menunjukkan faktor jumlah lapis perkuatan (n) lebih berpengaruh daripada faktor lebar pondasi (B), ditunjukkan dengan semua nilai persentase yang lebih besar. Peningkatan nilai daya dukung tanah terbesar dari masing-masing lebar pondasi terletak pada penambahan lapisan geogrid dari $n=1$ ke $n=2$.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamshashi, S. & Hataf, N. 2009. *Bearing capacity of strip footings on sand slopes reinforced with geogrid and grid-anchor*. ELSEVIER. Iran: Universitas Shiraz.
- Anil Kumar, S. V. & Ilamaparuthi, K. 2009. *Respon of Footing on Sand Slopes*. Indian Geotechnical Society Chennai Chapter. India : Anna University Chennai.
- Craig, R. F. 1987. *Mekanika Tanah*, Edisi Keempat. Cetakan I. Terjemahan Soepandji, B. S. Jakarta: Erlangga
- Das, B. M. 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Jilid 1. Terjemahan Mochtar N. E. & Mochtar I. B. Jakarta: Erlangga.
- Das, B. M. 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Jilid 2. Terjemahan Mochtar N. E. & Mochtar I. B. Jakarta: Erlangga

- Das, B. M. 1999. *Shallow Foundation, Bearing Capacity and Settlement*. USA: CRC Press
- Ghifari, M. F. 2015. Pengaruh Lebar Pondasi dan Jumlah Lapisan Geogrid Terhadap Daya Dukung Pondasi Pada Pemodelan Fisik Lereng Tanah Pasir Pada Sudut Kemiringan Lereng 56° . *Skripsi*. Tidak dipublikasikan Malang: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Graham, J. Andrews, M. & Shields, D. H. 1987. *Stress Characteristics for Shallow Footing in Cohesionless Slopes*. Geotech. 25, 238-249. Canada.
- Kementrian Pekerjaan Umum. 2009. *Modul Pelatihan Geosintetik Volume 1 Klasifikasi & Fungsi Geosintetik*. Jakarta: Kementrian Pekerjaan Umum.
- Kementrian Pekerjaan Umum. 2009. *Modul Pelatihan Geosintetik Volume 3 Perencanaan Geosintetik Untuk Perkuatan Lereng*. Jakarta: Kementrian Pekerjaan Umum.
- Lestari, A. D. 2012. Pengaruh Kepadatan Dan Variasi Diameter Tiang (Pile) Terhadap Daya Dukung Tanah Pada Pemodelan Fisik Lereng Pasir. *Skripsi*. Tidak dipublikasikan. Malang: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Marto, A. Oghabi, M. & Eisazadeh, A. 2013. *The Effect of Geogrid Reinforcement on Bearing Capacity Properties of Soil Under Static Load; A Review*. EJGE. Malaysia: Universiti Teknologi Malaysia.
- Suroso. Munawir, A. & Indrawahyuni, H. 2007. *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.