

**PENGARUH LEBAR PONDASI DAN PERKUATAN GEOGRID TERHADAP
DAYA DUKUNG LERENG TANAH PASIR KEMIRINGAN 51⁰**

MAKALAH JURNAL

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:

RAENAL ADJI PRASETYO

NIM. 115060100111029

KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2015

PENGARUH LEBAR PONDASI DAN PERKUATAN GEOGRID TERHADAP DAYA DUKUNG LERENG TANAH PASIR KEMIRINGAN 51⁰

**Raenal Adji Prasetyo, As'ad Munawir, Arief Rachmansyah
Jurusan Teknik Sipil - Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Jawa Timur, Indonesia
Email : raenalprass@gmail.com**

ABSTRAK

Bangunan berupa gedung atau perumahan diatas lereng semakin banyak dikarenakan keterbatasan lahan. Lereng yang dibebani diatasnya sangat rawan dan dapat menyebabkan longsor. Banyak macam-macam cara dan bahan untuk memperkuat tanah. Geogrid merupakan bahan perkuatan tanah yang dapat diterapkan di lereng. Dalam penelitian ini digunakan pemodelan fisik lereng tanah pasir di dalam kotak uji coba yang kemudian diberi beban hingga runtuh. Pasir yang digunakan dipadatkan hingga 74% dan kemiringan lereng ditentukan sebesar 51⁰. Variasi yang digunakan adalah lebar pondasi yaitu 4 cm, 6 cm dan 8cm. Sedangkan variabel perkuatan adalah jumlah geogrid yang dipasang yaitu satu, dua dan tiga lapis. Lebar pondasi berbanding terbalik dengan beban runtuh yang dapat ditahan. Sedangkan jumlah lapis geogrid berbanding lurus dengan daya dukung. Jumlah lapisan geogrid adalah variabel yang paling berpengaruh dibanding dengan lebar pondasi pada lereng pasir dengan kemiringan 51⁰.

Kata kunci : daya dukung pondasi, lereng, geogrid, variasi jumlah lapis geogrid, variasi lebar pondasi.

PENDAHULUAN

Perkembangan penduduk Indonesia dari tahun ke tahun semakin meningkat. Hal ini menyebabkan permintaan kebutuhan pokok juga meningkat. Namun, kebutuhan pokok berupa papan atau rumah hunian jumlahnya bergantung dengan lahan yang dapat dibangun. Ledakan populasi memaksa penduduk untuk membuka lahan seluas-luasnya dan membangun rumah mereka di daerah yang jarang, terlebih lagi rawan. Banyak kasus rumah penduduk yang hancur dan memakan korban jiwa akibat lokasi rumahnya yang rawan, salah satu contohnya adalah di dekat lereng. Lereng dengan tingkat kemiringan semakin tinggi memiliki resiko rawan longsor yang lebih besar pula ketika ada beban berupa rumah penduduk diatasnya.

Namun, semua hal ini dapat ditanggulangi dengan memperkuat lereng. Banyak sekali metode yang dikembangkan untuk perkuatan tanah dan hal ini memungkinkan untuk di uji pula pada lereng. Penggunaan geosintetik dalam perkuatan tanah

merupakan salah satu metode inovasi teknologi yang ditemukan. Salah satu jenis geotextile yang sering dipakai adalah geogrid. Bahan ini sering dipakai di berbagai bidang konstruksi, contohnya untuk perkuatan timbunan tanah dan perkuatan tanah gambut. Dalam pelaksanaannya, geogrid akan dihamparkan kemudian di timbun oleh tanah diatasnya dan hal ini dapat menyebabkan lapisan timbunan diatas geogrid lebih kaku. Untuk kasus perkuatan lereng, geogrid akan dihamparkan pada tiap lapisan lereng dan diharapkan mampu menahan beban yang berada diatas lereng.

TUJUAN

Tujuan akhir dari penelitian ini adalah didapatkan parameter yang dominan antara lebar pondasi atau jumlah lapis geogrid untuk memperkuat daya dukung lereng. Diketahui juga perbandingan daya dukung lereng biasa serta dengan geogrid. Penelitian ini dapat digunakan menjadi referensi dalam bidang geoteknik pada

permasalahan dan perbaikan tanah lereng.

TINJAUAN PUSTAKA

Pasir

Pasir adalah partikel-partikel batuan yang tinggal dalam saringan no. 200 (0,075 mm) dan lolos saringan no. 4 (4,75 mm), dengan pembagian sebagai berikut:

1. Kasar: butir tanahnya tertahan dalam saringan no. 10 (2 mm) dan lolos saringan no. 4 (4,75 mm)
2. Sedang : butir tanahnya tertahan dalam saringan no. 40 (0,425 mm) dan lolos saringan no. 10 (2 mm)
3. Halus : butir tanahnya tertahan dalam saringan no. 200 dan lolos saringan no. 40 (0,425 mm).

Geogrid

Geogrid uniaksial dibuat dengan peregangan 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.

Geogrid biaksial dibuat dengan peregangan lembaran *polypropylene* dalam dua arah orthogonal. Proses ini menghasilkan produk dengan kekuatan tarik dan modulus yang tinggi dalam dua arah tegak lurus. Lubang yang dihasilkan adalah kotak yang baik persegi atau persegi panjang

Lereng

Suatu permukaan tanah yang miring dengan sudut tertentu terhadap bidang horizontal dinamakan sebagai lereng. Lereng dapat terjadi secara alamiah atau buatan. Keruntuhan lereng memiliki pola yang diakibatkan adanya berat sendiri tanah dan beban yang ada diatas permukaan tanah serta gaya gravitasi dimana tanah akan terdorong

kebawah. Hal inilah yang menyebabkan terjadinya longsor atau keruntuhan.

Mekanisme Kerja Geogrid pada Tanah

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. Peristiwa elongasi geogrid akibat beban konstan adalah rangkak. Dimana rangkak perlu dievaluasi mengingat sifat polimer merupakan bahan yang sensitif.

Tekanan yang bekerja di antara dasar pondasi dan tanah disebut tekanan sentuh (*contact pressure*). Tekanan sentuh penting dipertimbangkan untuk perancangan pondasi, karena dapat mempengaruhi distribusi momen dan tegangan geser pada pondasi dan juga untuk menghitung penurunan dari pondasi akibat penempatan lapisan yang dekat dengan pondasi.

Daya Dukung Pondasi

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

1. Kriteria Stabilitas adalah faktor aman terhadap runtuh akibat terlampauinya daya dukung harus dipenuhi. Dalam perhitungan daya dukung umumnya digunakan angka 3.
2. Kriteria Penurunan pondasi harus masih dalam batas-batas nilai yang ditoleransikan. Khususnya penurunan yang tidak seragam (*differential settlement*) harus tidak mengakibatkan kerusakan pada struktur.

Konsep analisis daya dukung adalah menganggap tanah sebagai bahan bersifat plastis.

Persamaan-persamaan daya dukung tanah umumnya didasarkan pada persamaan Mohr-Coulumb:

$$\tau = c + \sigma \operatorname{tg}\phi \quad (1)$$

$\tau = s$ = tahanan geser tanah
 c = kohesi tanah
 ϕ = sudut geser dalam tanah
 σ = tegangan normal

Solusi Meyerhof

Solusi daya dukung batas berdasarkan meyerhof ditulis sebagai berikut.

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

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

$$q_u = cN_{cq} \quad (3)$$

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

$$q_u = \frac{1}{2} \gamma BN_{\gamma q} \quad (4)$$

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

$$N_s = \frac{\gamma H}{c} \quad (5)$$

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

Solusi Hansen dan Vesic

Selain faktor untuk komponen bentuk, kedalaman dan inklinasi arah beban pondasi. Hansen melengkapi perumusan umum daya dukung pondasi dengan faktor koreksi untuk kemiringan dasar pondasi δ dan koreksi untuk pondasi yang diletakkan pada lereng β . Vesic juga menambahkan faktor koreksi kemiringan dasar pondasi dan

koreksi untuk pondasi pada lereng dengan faktor daya dukung yang berbeda dengan Terzaghi.

Bearing Capacity Improvement (BCI)

BCI adalah rasio yang perbandingan daya dukung tanah diberi perkuatan dengan daya dukung tanah tanpa diberi perkuatan. Nilai BCI dapat ditentukan berdasarkan dua hal, yaitu daya dukung pada saat ultimit atau BCI_{qu} serta daya dukung yang dibatasi ketika penurunan yang diijinkan

$$BCI = \frac{q}{q_0} \quad (6)$$

q = daya dukung dengan perkuatan geogrid menurut kemiringan sudut lereng dan dimensi pondasi
 q_0 = daya dukung tanpa perkuatan geogrid

METODE PENELITIAN

Persiapan Model

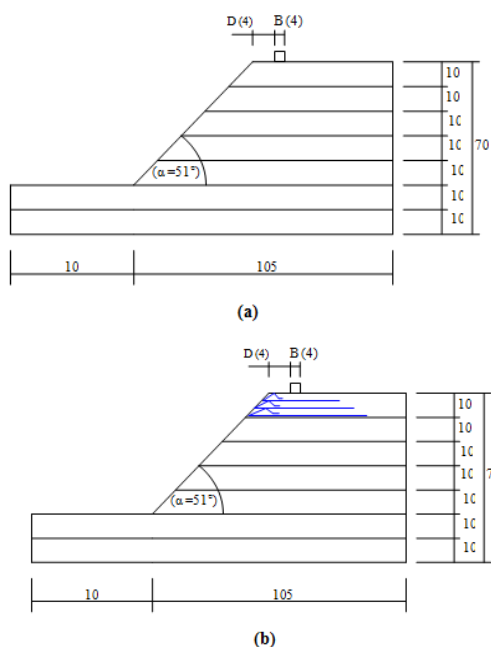
Pada percobaan ini dibuat 9 buah benda uji dengan 3 variasi jumlah lapisan geogrid dan 3 variasi lebar pondasi menerus, yang diletakkan di permukaan lereng dengan RC 74%.

Tabel 1. Variasi Lereng

| RC 74% (α) = 51° (D/B) = 1 | B | | |
|---|-------|-------|-------|
| | B = 4 | B = 6 | B = 8 |
| n = 1 | √ | √ | √ |
| n = 2 | √ | √ | √ |
| n = 3 | √ | √ | √ |

Lereng dibuat dengan jumlah geogrid (n) 1, 2 dan 3 lapis. Pondasi menerus yang diletakkan memiliki lebar (B) 4, 6 dan 8. Pengulangan dilakukan dengan perlakuan yang sama apabila hasil dari pengujian benda uji terdapat penyimpangan.

Elemen utama yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *box*, terbuat dari *fiber glass* dengan ukuran panjang 1,50 m, lebar 1,0 m, dan tinggi *box* 1,0 m. Dasar *box* menggunakan pelat baja dengan tebal 1,2 cm. *Box* dibuat cukup kaku dengan harapan agar dapat mempertahankan kondisi regangan bidang dengan memberikan perkuatan di sekeliling bagian tengah ke empat sisi *fiber glass* dengan menggunakan pelat siku baja 40.40.4. Penggunaan *fiber glass* diharapkan dapat digunakan supaya dapat diamati dan dilihat saat pelaksanaan.



Gambar 1. Model Lereng Percobaan (a) Tanpa perkuatan geogrid (b) dengan Perkuatan geogrid

Pemodelan fisik lereng tanah pasir yang dibuat di laboratorium dirancang menyerupai kondisi yang ada di lapangan. Pemodelan ini bertujuan untuk mempermudah dalam pengamatan dan mengurangi volume bahan, sehingga dapat mengurangi biaya yang dikeluarkan dan menghemat lahan penelitian.

Metode Pengambilan Data

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 permukaannya. Sedangkan pembacaan penurunan menggunakan *LVDT digital*. Setiap 5 kg pembacaan beban akan dicatat penurunan yang terjadi. Hal ini terus dilakukan hingga beban runtuh.

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 yang divariasikan lebar pondasi dan jumlah lapisannya. Kemudian akan dihitung daya dukung menggunakan persamaan

$$qu = \frac{Pu}{A} \quad (7)$$

P_u = Beban maksimum yang dicatat saat uji pembebanan
 A = Luasan pondasi

Sedangkan data yang didapat akan ditulis dan dianalisis kemudian disajikan seperti tabel

Tabel 2. Lereng Tanpa Perkuatan

| No | (B) | Penurunan (mm) | Beban (kg) | qu |
|----|-----|----------------|------------|------|
| 1 | 4 | | | |
| 2 | 6 | | | |
| 3 | 8 | | | |

Sedangkan daya dukung tanah untuk perkuatan akan dianalisis sesuai dengan dua variasi, sehingga penyajian tabelnya sebagai berikut

Tabel 3. Daya dukung dan penurunan lereng dengan variasi lebar pondasi (B)

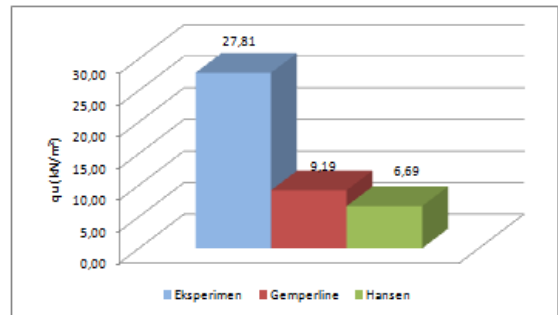
| No. | B | n | Penurunan | Beban (kg) | qu |
|-----|---|---|-----------|------------|----|
| 1 | 4 | 1 | | | |
| 2 | | 2 | | | |
| 3 | | 3 | | | |
| 4 | 6 | 1 | | | |
| 5 | | 2 | | | |
| 6 | | 3 | | | |
| 7 | 8 | 1 | | | |
| 8 | | 2 | | | |
| 9 | | 3 | | | |

Tabel 4. Daya dukung dan penurunan lereng dengan variasi jumlah lapisan (n)

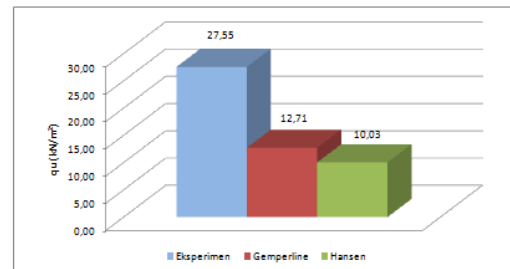
| No. | n | B | Penurunan | Beban (kg) | qu |
|-----|---|---|-----------|------------|----|
| 1 | 1 | 4 | | | |
| 2 | | 6 | | | |
| 3 | | 8 | | | |
| 4 | 2 | 4 | | | |
| 5 | | 6 | | | |
| 6 | | 8 | | | |
| 7 | 3 | 4 | | | |
| 8 | | 6 | | | |
| 9 | | 8 | | | |

HASIL DAN PEMBAHASAN Daya Dukung Tanpa Perkuatan

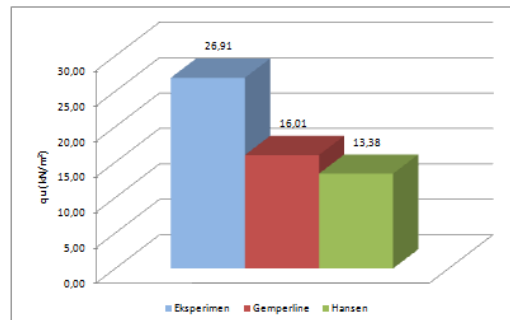
Hasil dari daya dukung tanpa perkuatan digunakan untuk perhitungan selanjutnya. Data tanpa perkuatan hanya lebar pondasi yang berpengaruh. Tanpa perkuatan adalah lereng dengan kemiringan 51° dan memiliki kepadatan 74%. Berikut adalah hasilnya



Gambar 2. Tanpa Perkuatan B=4

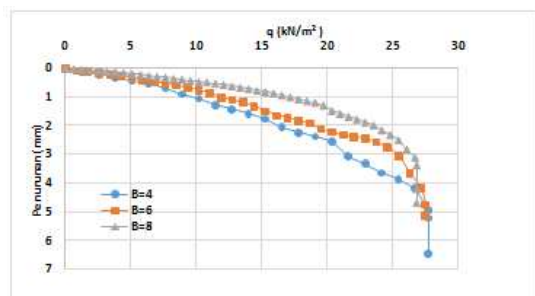


Gambar 3. Tanpa Perkuatan B=6



Gambar 4. Tanpa Perkuatan B=8

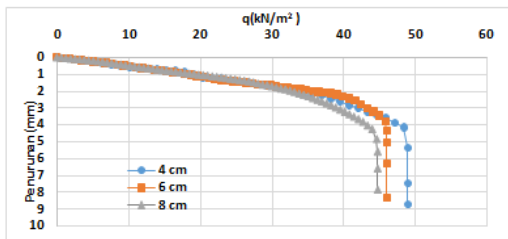
Tanpa perkuatan eksperimen menggunakan beban maksimum ketika runtuh, sedangkan untuk analisisnya tetap menggunakan rumus yang sudah tersedia. Analisis yang digunakan menggunakan Gemperline dan Hansen dan data-data yang dimasukkan adalah real dilapangan.



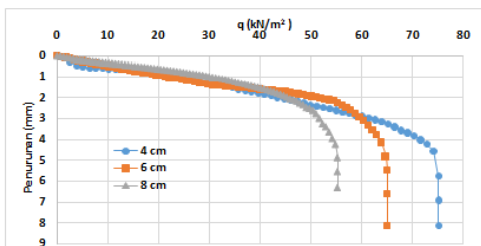
Gambar 5. Perbandingan Lereng Tanpa Perkuatan

Daya Dukung Dengan Perkuatan Geogrid

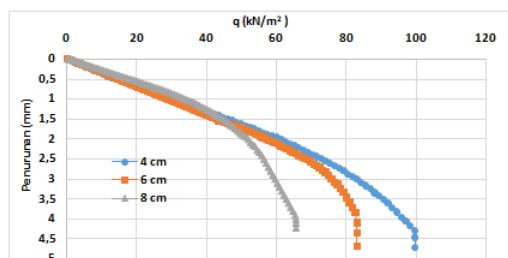
Pada eksperimen pemodelan lereng dengan menggunakan perkuatan Geogrid yang dilakukan, terdapat sembilan variabel yang diuji. Untuk pengujian yang dilakukan pada lereng dengan perkuatan Geogrid dengan variasi lebar pondasi dan jumlah lapisan didapatkan nilai daya dukung yang disajikan yang bergantung pada variabel variasinya



Gambar 6. Variasi Lebar Pondasi Terhadap Jumlah Lapisan Geogrid = 1



Gambar 7. Variasi Lebar Pondasi Terhadap Jumlah Lapisan Geogrid = 2

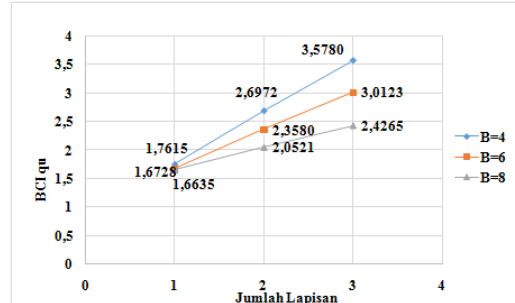


Gambar 8. Variasi Lebar Pondasi Terhadap Jumlah Lapisan Geogrid = 3

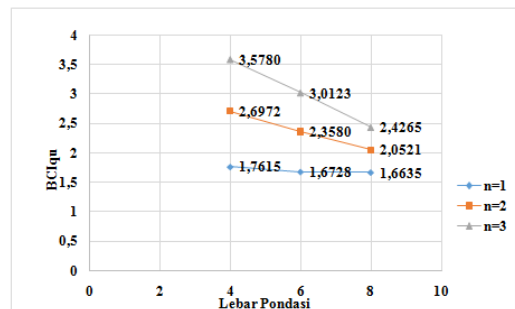
Bearing Capacity Improvement (BCI_{qu})

Analisis (BCI_{qu}) adalah suatu analisis perbandingan antara beban runtuh maksimum saat diberi perkuatan Geogrid dengan beban runtuh

maksimum tanpa perkuatan. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui nilai peningkatan daya dukung yang terjadi akibat adanya pemberian perkuatan Geogrid.



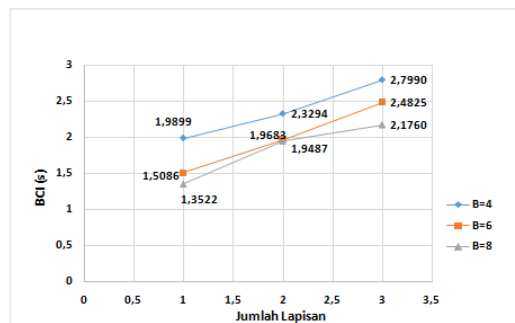
Gambar 9. Perbandingan Peningkatan BCI_{qu} untuk Variasi Jumlah Lapisan Perkuatan



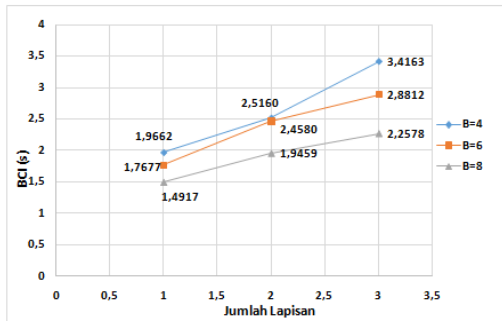
Gambar 10. Perbandingan Peningkatan BCI_{qu} untuk Variasi Lebar Pondasi

Bearing Capacity Improvement (BCIs)

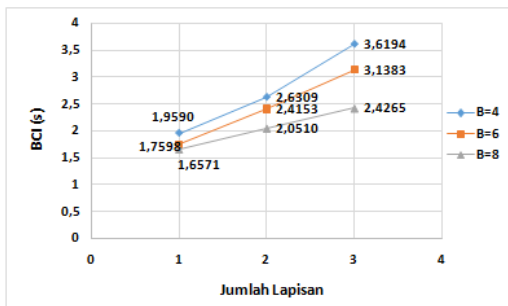
Analisis ini bertujuan untuk mengetahui nilai peningkatan daya dukung yang terjadi pada penurunan yang sama akibat adanya perkuatan geogrid



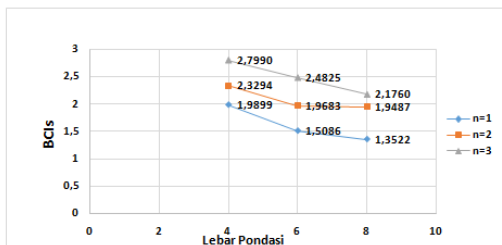
Gambar 11. Variasi Lebar Pondasi Terhadap Jumlah Lapisan Geogrid pada $s/B=2\%$



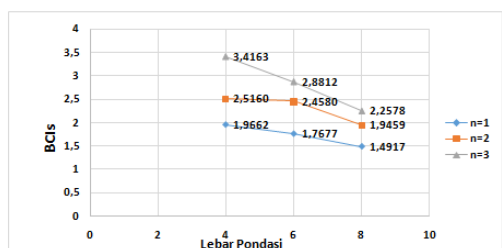
Gambar 12. Variasi Lebar Pondasi Terhadap Jumlah Lapisan Geogrid pada $s/B=4\%$



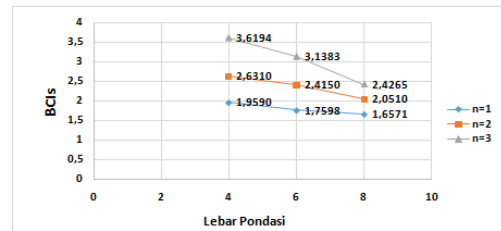
Gambar 13. Variasi Lebar Pondasi Terhadap Jumlah Lapisan Geogrid pada $s/B=6\%$



Gambar 14. Variasi Jumlah Lapisan Geogrid Terhadap Lebar Pondasi pada $s/B=2\%$



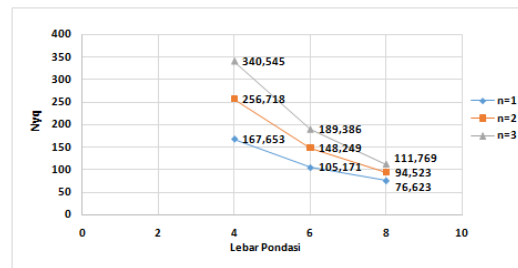
Gambar 15. Variasi Jumlah Lapisan Geogrid Terhadap Lebar Pondasi pada $s/B=4\%$



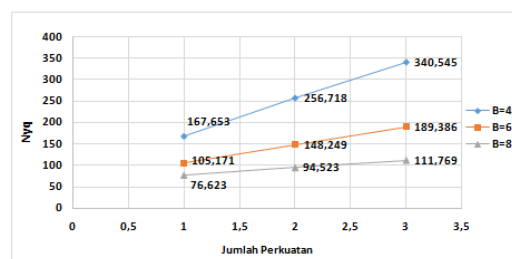
Gambar 16. Variasi Jumlah Lapisan Geogrid Terhadap Lebar Pondasi pada $s/B=6\%$

N_q Menggunakan Perkuatan Geogrid

Dengan memakai rumus daya dukung dari Meyerhof, diperoleh besarnya faktor daya dukung N_{qk} untuk lereng dengan perkuatan



Gambar 17. Perbandingan N_{qk} dengan Variasi Lebar Pondasi



Gambar 18. Perbandingan N_{qk} dengan Variasi Jumlah Perkuatan

Pengaruh Lebar Pondasi dan Jumlah Lapisan Geogrid

Daya dukung dalam penelitian ini dipengaruhi oleh variasi lebar pondasi dan jumlah lapis geogrid, maka dari itu berikut adalah tabel variabel yang berpengaruh diantara keduanya

Tabel 5. Daya Dukung Lereng dengan Perkuatan Antar Variabel dengan Variasi Lebar Pondasi

| Jumlah Perkuatan | Lebar Pondasi | qu (kN/m ²) Perkuatan | Peningkatan antar variabel (%) | Rata-rata peningkatan tiap variasi (%) | Rata-rata Total Peningkatan (%) |
|------------------|---------------|-----------------------------------|--------------------------------|--|---------------------------------|
| n=1 | 4 | 48,9796 | 6,2731 | 4,6085 | 14,8752 |
| | 6 | 46,0884 | 2,9440 | | |
| | 8 | 44,7704 | - | | |
| n=2 | 4 | 75,0000 | 15,4450 | 16,5370 | |
| | 6 | 64,9660 | 17,6289 | | |
| | 8 | 55,2296 | - | | |
| n=3 | 4 | 99,4898 | 19,8770 | 23,4802 | |
| | 6 | 82,9932 | 27,0833 | | |
| | 8 | 65,3061 | - | | |

Tabel 6. Daya Dukung Lereng dengan Perkuatan Antar Variabel dengan Variasi Jumlah Lapisan Geogrid

| Lebar Pondasi | Jumlah Perkuatan | qu (kN/m ²) Perkuatan | Peningkatan antar variabel (%) | Rata-rata peningkatan tiap variasi (%) | Rata-rata Total Peningkatan (%) |
|---------------|------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--|---------------------------------|
| B = 4 | 1 | 48,9796 | - | 42,8890 | 32,6821 |
| | 2 | 75,0000 | 53,1250 | | |
| | 3 | 99,4898 | 32,6531 | | |
| B = 6 | 1 | 46,0884 | - | 34,3541 | |
| | 2 | 64,9660 | 40,9594 | | |
| | 3 | 82,9932 | 27,7487 | | |
| B = 8 | 1 | 44,7704 | - | 20,8033 | |
| | 2 | 55,2296 | 23,3618 | | |
| | 3 | 65,3061 | 18,2448 | | |

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dengan pengaruh variasi lebar pondasi yaitu B=4cm, B=6cm, dan B=8cm serta jumlah lapisan geogrid yaitu n=1, n=2 dan n=3 pada pemodelan fisik lereng pasir RC=74% dengan kemiringan sudut 51⁰ serta jarak pondasi dari tepi lereng d/B=1 didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Adanya peningkatan daya dukung tanah lereng pasir menggunakan geogrid
2. Besar Pondasi berbanding terbalik dengan beban maksimum
3. Jumlah Lapisan berbanding sejajar dengan peningkatan daya dukung
4. Berdasarkan analisis BCIqu lebar pondasi berbanding terbalik dengan nilai daya dukung ketika beban runtuh, sedangkan jumlah lapisan berbanding lurus dengan BCIqu. Hal serupa didapat ketika analisis menggunakan metode BCIs (penurunan). Sedangkan variabel yang memiliki pangaruh besar adalah jumlah lapisan geogrid dibandingkan lebar pondasi untuk

menambah daya dukung pondasi diatas pemodelan fisik lereng pasir.

SARAN

Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai besar kemiringan lereng yang optimum untuk mengetahui sudut lereng yang aman dengan beban diatas lereng. Untuk perbedaan variabel yang lain diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai jarak pondasi dari tepi lereng yang bervariasi untuk mengetahui jarak aman pondasi dari tepi lereng.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J. E. 1993. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Jakarta : Erlangga
- Christady H., Hary. 1990. *Mekanikan Tanah*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada
- Craig, R.F. 1989. *Mekanika Tanah Edisi Keempat*. Jakarta : Erlangga
- Das, Braja M. 1984. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 2*. 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
- 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.

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

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

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