

**PENGARUH LEBAR DAN JARAK PONDASI MENERUS DARI TEPI LERENG
PADA PEMODELAN FISIK LERENG PASIR DENGAN RC 85%
MENGUNAKAN PERKUATAN GEOGRID**

**NASKAH TERPUBLIKASI
TEKNIK SIPIL**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:

**TOSAR WAYUNENDA PRANATAYUDA
NIM. 115060107111041**

**KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2016**

**PENGARUH LEBAR DAN JARAK PONDASI MENERUS DARI TEPI LERENG
PADA PEMODELAN FISIK LERENG PASIR DENGAN RC 85 %
MENGUNAKAN PERKUATAN GEOGRID**

**Tosar Wayunenda Prnatayuda, As'ad Munawir, Suroso
Jurusan Teknik Sipil - Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Jawa Timur, Indonesia
Email : tosar.natayuda@gmail.com**

ABSTRAK

Longsor yang terjadi merupakan masalah umum dalam geoteknik. Upaya perkuatan tanah perlu dilakukan untuk mencegah longsor pada tanah. Teknik perkuatan tanah pertama kali menggunakan lembaran metal. Seiring dengan perkembangan teknologi, fungsi lembaran metal untuk perkuatan tanah diganti dengan material geosintetik seperti geotextile dan geogrid. Pada penelitian perkuatan tanah ini dilakukan uji model fisik lereng dengan perkuatan geogrid. Variasi yang diterapkan pada sampel lereng berupa lebar pondasi menerus antara lain 4cm, 6cm, 8cm dan variasi jarak pondasi dari tepi lereng yaitu B, 2B, dan 3B. Menurut hasil penelitian ini bertambah besar jarak pondasi menghasilkan rasio peningkatan daya dukung cenderung menurun. Bertambah besar lebar pondasi maka rasio peningkatan daya dukung pada lereng semakin kecil. Dari hasil analisis BCI menghasilkan rasio peningkatan daya dukung paling besar terletak pada Lebar pondasi paling kecil yang diterapkan, yaitu 4cm dan jarak pondasi terkecil, yaitu sejauh satu kali lebar pondasi.

Kata kunci : daya dukung pondasi, lereng, geogrid, variasi lebar pondasi menerus, variasi jarak pondasi.

ABSTRACT

Landslide occurring is a problem common in geoteknik .Efforts bracing of land needs to be done to prevent landslide on the ground .Technique bracing of land first to use sheet metal .With the advent of the technology , function sheet metal to bracing of land replaced with the material geosintetik as geotextile and geogrid .To research bracing of this land undergone a model physical slope with bracing of geogrid .A variation that applied to sample slope of the foundation and wide among others 4cm , 6cm , 8cm and variations in distance foundation of the edge of the namely b , 2b , and 3b .Based on the research is somewhat greater distance the foundation so the ratio increase capacity declining .The bigger wide the foundation so the ratio increase capacity at the slope the less. Of the results of the analysis BCI showing the ratio of an increase in largest capacity located at a wide the foundation the smallest applied , namely 4cm and the distance the foundation smallest , namely as far as once wide the foundation .

Keywords : Footing's Bearing Capacity, Slope, Geogrid, Wide of Footing, Footing's Distance from End Slope.

PENDAHULUAN

Banyak pembangunan yang dilakukan pada lereng baik itu di perbukitan, pegunungan, maupun di dataran rendah sekitar sungai, contohnya seperti hotel atau restoran di pegunungan ataupun Universitas yang di bangun di sekitar lembah sungai. Pembangunan di lereng dilakukan karena mempertimbangkan nilai tambah keindahan alam yang dapat dinikmati, namun pembangunan di lereng sangat bahaya mengingat resiko terjadinya kelongsoran tanah pada lereng. Faktor penyebab kelongsoran tanah beberapa diantaranya adalah jarak pembangunan yang terlalu dekat dengan tepi lereng, dan faktor alam (hujan dan gempa). Semakin luas pondasi yang digunakan dan semakin dekat jarak bangunan dengan tepi lereng akan semakin besar potensi untuk terjadinya longsor. Hujan dengan intensitas tinggi sering menyebabkan longsor pada lereng, hal itu disebabkan lereng tidak mampu menahan beban yang di dapat dari resapan air hujan yang asuk kedalam tanah. Untuk itu diperlukan perbaikan tanah guna meningkatkan kualitas daya dukung lereng tersebut. Salah satu solusi yang dapat digunakan dengan memberi lapisan geogrid pada lapisan tanah di bawah pondasi.

TUJUAN

Penelitian ini bertujuan antara lain untuk menemukan mekanisme kerja perkuatan lereng dengan perbandingan daya dukung tanah (respon) lereng pasir tanpa perkuatan dengan lereng pasir yang diberi perkuatan geogrid dengan variasi lebar pondasi dan jarak pondasi ke tepi lereng. Kemudian, untuk mengetahui pengaruh adanya variasi lebar pondasi terhadap daya dukung pada lereng tanah pasir. Setelah itu untuk mengetahui pengaruh adanya variasi jarak pondasi ke tepi lereng terhadap daya dukung pada lereng tanah pasir.

TINJAUAN PUSTAKA

Geogrid

Geogrid adalah contoh dari jenis geosintetik yang berbentuk jaring (web) terbuka. Fungsi geogrid adalah sebagai perkuatan tanah. Penguatan menitik pada mekanisme kerja dimana sifat teknis dari tanah komposit / agregat dapat ditingkatkan dengan cara mekanis. Bahan pembentuk geogrid merupakan suatu jaring dengan elemen tarik dan mempunyai bukaan berukuran tertentu sehingga saling mengunci dengan bahan pengisi di sekelilingnya.

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

Analisis Daya Dukung Pondasi di Atas Lereng

Sifat-sifat tanah dikaitkan dengan persamaan yang dibuat dan bentuk bidang geser yang terjadi saat keruntuhan. Perlakuan cara analisis dengan menganggap bahwa tanah mempunyai perlakuan sebagai bahan yang bersifat plastis.

Solusi Meyerhof

Solusi teoritis dari Meyerhof untuk menentukan besar nilai daya dukung ultimit pada pondasi dangkal diatas lereng. Berdasarkan meyerhof untuk solusi daya dukung batas tanah granular ditulis sebagai berikut.

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

dimana;

q_u = daya dukung (kN/m^2)

B = Lebar pondasi (cm)

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

γ = Berat isi tanah (gr/cm^3)

c = kohesi (kN/m^2)

Solusi Gemperline

Berdasarkan teori Gemperline untuk menghitung nilai N_{yq} dan menggunakan persamaan daya dukung Meyerhof untuk memperoleh nilai daya dukungnya.

Adapun persamaan Gemperline adalah sebagai berikut :

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

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

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

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

B = lebar pondasi (inchi)

D = kedalaman pondasi (inchi)

L = panjang pondasi (inchi)

b = jarak pondasi ke puncak lereng (inchi)

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

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

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

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

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

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

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

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

Bearing Capacity Improvement (BCI)

Bearing Capacity Improvement (BCI) adalah perbandingan antara daya dukung tanah saat diberi perkuatan dengan daya dukung tanah tanpa diberi perkuatan. Besar nilai rasio dapat dihitung dari persamaan berikut;

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

Dimana,

BCI = Improvement Bearing Capacity

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

q₀ = daya dukung tanpa perkuatan geogrid

METODE PENELITIAN

Pengujian Dasar

Beberapa pengujian dasar pada tanah antara lain :

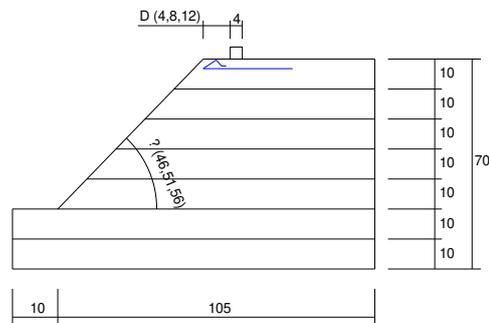
- Pemeriksaan analisis saringan menurut ASTM C-136-46
- Pemeriksaan *specific gravity* butiran tanah mengikuti ASTM D-854-58
- Kepadatan standar (*Compaction*) mengikuti ASTM D-698-70
- Pemeriksaan kekuatan geser langsung (*Direct Shear*) menurut ASTM D-3080-72

Jumlah dan Perlakuan Benda Uji

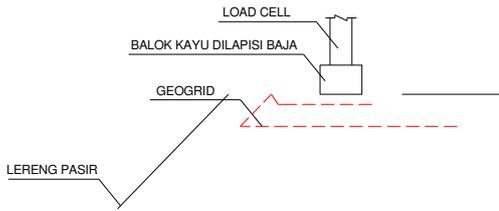
Percobaan menggunakan 9 macam benda uji dengan 3 jenis lebar pondasi dan 3 jenis jarak pondasi ke tepi lereng untuk pondasi menerus pada permukaan lereng dengan kepadatan relatif tanah sebesar 85%.

Lereng dibuat dengan sudut 46°, 51°, 56°. Jarak pondasi menerus dari tepi lereng diletakkan sebesar B, 2B, 3B dari ujung lereng. Pengulangan menggunakan perlakuan yang sama jika terjadi penyimpangan hasil dari pengujian benda uji. Adapun perlakuan benda uji ditunjukkan pada **Gambar 1**.

Dongkrak hidrolik digunakan untuk pembebanan. Untuk mengukur besarnya beban yang terjadi, dalam pembebanan digunakan *load cell*. Pembebanan dilakukan pada balok kayu yang permukaannya dilapisi baja. Detail dari uji pembebanan ini dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 1. Perlakuan Sampel



Gambar 2. Detail Uji Pembebanan

Metode Analisis Data

Menurut hasil dari pengujian pembebanan, didapatkan data beban dan penurunan tanah untuk lereng tanpa perkuatan serta nilai beban dan penurunan tanah untuk lereng dengan perkuatan geogrid.

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

$$qu = \frac{Pu}{A}$$

Dimana,

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

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

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Daya Dukung Lereng Tanpa Perkuatan

Penelitian bertujuan mengetahui daya dukung maksimum yang terjadi salah satunya. Hasil pengujian daya dukung yang diperoleh dari eksperimen pembebanan yang sudah dilakukan pada lereng tanpa perkuatan, disajikan dalam **Tabel 1** berikut ini.

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

d/B	B (cm)	Beban (Kg)	Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (Kg/cm ²)	qu (kN/m ²)
1	4	182,5	1,950	4,875	0,466	46,556
	6	265	5,040	8,400	0,451	45,068
	8	300	4,740	5,925	0,383	38,265
2	4	223	4,715	11,788	0,569	56,888
	6	290	6,310	10,517	0,493	49,320
	8	393	7,260	9,075	0,501	50,128
3	4	286	2,793	6,983	0,730	72,959
	6	300	4,065	6,775	0,510	51,020
	8	415	3,670	4,588	0,529	52,934

Analisis Daya Dukung Lereng Dengan Perkuatan

Hasil pengujian pada lereng dengan perkuatan geogrid variasi lebar pondasi dan jarak pondasi diperoleh nilai daya dukung yang disajikan **Tabel 2** berikut ini.

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

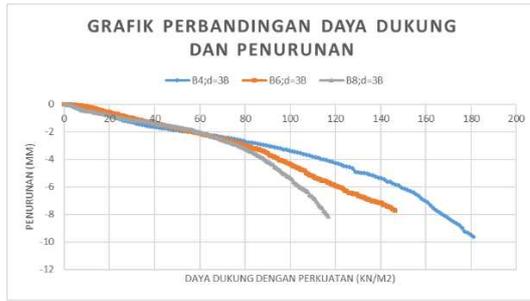
d/B	B (cm)	Beban (Kg)	Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (Kg/cm ²)	qu (kN/m ²)
1	4	595	9,77	24,425	1,518	151,786
	6	753	11,05	18,417	1,281	128,061
	8	820	9,69	12,113	1,046	104,592
2	4	678	6,55	16,375	1,730	172,959
	6	825	9,25	15,417	1,403	140,306
	8	852	4,96	6,200	1,087	108,673
3	4	700	9,345	23,363	1,786	178,571
	6	848	9,99	16,650	1,442	144,218
	8	911	14,44	18,050	1,162	116,199



(a)



(b)



(c)

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

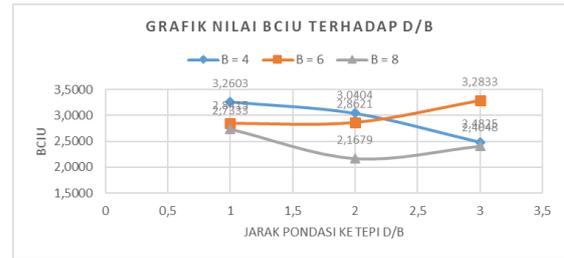
Lereng menggunakan perkuatan geogrid, terjadi penurunan pada tanah pondasi lebih besar. Daya dukung maksimum terjadi pada jarak pondasi ke tepi lereng $d/B = 1$ dan lebar pondasi ($B = 4\text{cm}$).

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

Tujuan analisis ini untuk mengetahui nilai peningkatan daya dukung yang terjadi akibat adanya pemberian perkuatan geogrid. Untuk melihat pengaruh dari lebar pondasi pada *BCI*, maka dapat dilihat dari **Tabel 3** dan **Gambar 4**.

Tabel 3. Nilai (*BCIu*) Dengan Variasi Jarak Pondasi dan Lebar Pondasi

Lebar Pondasi [B]	Jarak Pondasi [d/B]	q_u Perkuatan (kN/cm ²)	q_u Tanpa Perkuatan (kN/cm ²)	<i>BCIu</i>
4 cm	1	151,7857	46,5561	3,2603
	2	172,9592	60,2041	2,8729
	3	178,5714	72,9592	2,4476
6 cm	1	128,0612	45,0680	2,8415
	2	140,3061	50,1701	2,7966
	3	144,2177	62,9252	2,2919
8 cm	1	104,5918	38,2653	2,7333
	2	108,6735	50,1276	2,1679
	3	116,1990	61,8622	1,8784



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

Pengaruh Lebar Pondasi Dan Jarak Pondasi Terhadap Nilai Daya Dukung

Berdasar hasil, pada variasi lebar pondasi ditinjau pada beban ultimit yang bekerja dikemukakan bahwa semakin bertambahnya lebar pondasi maka daya dukung pondasi semakin menurun. Terlihat pola dari nilai daya dukung yang semakin kecil dengan makin bertambahnya nilai lebar pondasi. Lebar pondasi dengan daya dukung terbesar pada penelitian terletak pada lebar 4cm.

Misal pada jenis jarak pondasi, terjadi penurunan saat beban runtuh dari $d = B$, $d = 2B$, dan $d = 3B$ serta beban runtuh yang terbesar dapat ditahan oleh jarak pondasi $D/B=1$. Peningkatan beban runtuh tersebut juga secara langsung berdampak pada peningkatan nilai daya dukung (q_u) untuk variasi jarak pondasi.

KESIMPULAN

Kesimpulan pada penelitian ini diantaranya adalah :

1. Ada peningkatan daya dukung pada lereng yang diperkuat geogrid dibandingkan dengan lereng tanpa perkuatan geogrid. Peningkatan paling besar terjadi pada lebar pondasi 4 cm, dan jarak pondasi ke tepi lereng adalah satu kali lebar pondasi dengan nilai peningkatan sebesar 226%
2. Bertambah besar lebar pondasi yang digunakan, maka daya dukung tanah cenderung menurun yang dikarenakan bertambah besar beban diterima tanah akibat bertambahnya luasan pondasi. Berlaku untuk tanah dengan perkuatan ataupun tanah tanpa perkuatan. Pada rasio jarak pondasi ke tepi lereng dengan lebar pondasi yang sama, bertambahnya lebar pondasi menurunkan daya dukung tanah, pada tanah perkuatan dengan $d/B=1$ didapatkan nilai daya dukung untuk lebar pondasi 4 cm = 151,7857 kN/m²; lebar pondasi 6 cm = 128,0612 kN/m²; dan lebar pondasi 8 cm = 104,5918 kN/m².
3. Bertambah besar rasio jarak pondasi dari tepi lereng dengan lebar pondasi maka semakin bertambah daya dukung untuk pondasi dari tanah lereng. Berlaku untuk tanah dengan perkuatan ataupun tanah tanpa perkuatan. Pada lebar pondasi yang sama, bertambahnya rasio jarak pondasi ke tepi lereng dengan lebar pondasi menaikkan daya dukung tanah, pada tanah perkuatan dengan $B=4$ cm didapatkan nilai daya dukung untuk $d/B=1$ adalah 151,79 kN/m²; $d/B=2$ adalah 172,96 kN/m²; dan $d/B=3$ adalah 178,57 kN/m².
4. Nilai BCI_{qu} maksimum terjadi pada lereng dengan lebar pondasi

terkecil yaitu 4cm dan jarak pondasi terkecil yaitu $D/B=1$ dengan nilai BCI_{qu} sebesar 3,26. Yang didapat dari membandingkan nilai daya dukung tanah yang diperkuat yaitu 151,7857 dan dengan tanah tanpa diperkuat yaitu 46,5561 kN/m².

SARAN

Terdapat beberapa kekurangan sehingga diperlukan saran untuk menyempurnakan, diantaranya :

1. Untuk diperhatikan kadar air pada pasir di lapangan. Cuaca yang berubah dapat mempengaruhi nilai kadar air yang berarti berpengaruh pada nilai kepadatan relatif tanah. Selain itu jika pasir tidak digunakan dalam selang satu hari maka kadar air harus di cek ulang untuk memastikan kehilangan air pada pasir per hari nya.
2. Untuk diperhatikan pemadatan di lapangan dan jika mungkin melakukan pemadatan yang lebih baik. Pemadatan yang kurang baik mengakibatkan kurva q_u vs penurunan yang kurang sempurna.
3. Memperhatikan waktu jeda saat lereng istirahat untuk kemudian diuji pembebanan. Terlalu lama jeda untuk pengujian akan membuat air di lapisan teratas turun ke bawah. Ini membuat lapisan atas kekurangan kadar air dan lapisan bawah terlalu banyak kadar air.
4. Untuk selalu melakukan cek alat sebelum digunakan untuk mengurangi resiko kesalahan teknis. Kalibrasi alat sangat penting untuk mendapatkan data yang logis.
5. Pengambilan sampel tanah dari lereng dengan density ring untuk tes kadar air sebaiknya dilakukan di ujung tepi lereng yang akan di potong. Hal ini tidak akan mengurangi volume lereng yang nantinya akan diuji pembebanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J. E. 1993. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Jakarta : Erlangga
- Christady H., Hary. 1990. *Mekanika Tanah*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada
- Craig, R.F. 1989. *Mekanika Tanah Edisi Keempat*. Jakarta : Erlangga
- Das, Braja M. 1984. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 2*. Jakarta : Erlangga
- Das, Braja M. 2009. *Shallow Foundations Second Edition*. New York : Taylor and Francis Group
- Suroso, As'ad Munawir, dan Herlien Indrawahyuni. Buku Ajar Teknik Pondasi. Malang : Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
- DPU. 2009. *Pedoman Konstruksi Bangunan: Perencanaan dan Pelaksanaan Perkuatan Tanah dengan Geosintetik No. 003/BM/2009*
- El Zefanya Robert. 2015. Pengaruh Lebar dan Jarak Pondasi Dari Tepi Lereng Terhadap Pemodelan Fisik Lereng Tanah Pasir Dengan Perkuatan Geogrid Pada Sudut Kemiringan Lereng 46°. *Skripsi*. 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.
- Saeed Alamshahi, Nader Hataf. 2009. Bearing Capacity of Strip Footings on Sand Slopes Reinforced with Geogrid and Grid-Anchor. *ELSEVIER*. Iran : Universitas Shiraz
- Graham, J., Andrews, M., and Shields, D. H.,. 1987. Stress Characteristics for Shallow Footings in Cohesionless Slopes. *Geotech*, 25: 238-249. Canada
- Mohd Raihan Taha, Enas B. Altalhe. 2013. Numerical and Experimental Evaluation of Bearing Capacity Factor N_{γ} of Strip Footing on Sand Slopes. *International Journal of Physcial Sciences*. Malaysia : Universiti Kebangsaan Malaysia.