

PENGARUH PANJANG DAN JUMLAH LAPISAN GEOTEKSTIL TERHADAP DAYA DUKUNG PONDASI PADA PEMODELAN LERENG PASIR KEPADATAN 74%

Dio Alif Utama, As'ad Munawir, Arief Rachmansyah
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jalan M.T. Haryono 167 Malang 65145, Jawa Timur - Indonesia
E-mail: dioalifutama@gmail.com

ABSTRAK

Dewasa ini, pembangunan infrastruktur di atas lereng semakin sering dijumpai. Akan tetapi, permasalahan muncul karena daya dukung pondasi di atas lereng lebih kecil dibandingkan dengan daya dukung pondasi di tanah datar. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh variabel panjang dan jumlah lapisan geotekstil terhadap daya dukung pondasi di lereng. Pengujian dilakukan terhadap model lereng tanpa perkuatan dan yang diperkuat geotekstil. Untuk model lereng yang diperkuat geotekstil diberikan perlakuan variasi panjang geotekstil (L): $L/H=0,45$, $L/H=0,52$ dan $L/H=0,59$, serta variasi jumlah lapisan geotekstil (n): 1 lapisan, 2 lapisan dan 3 lapisan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perkuatan geotekstil dapat meningkatkan daya dukung pondasi di lereng. Hal ini berdasarkan hasil analisis *Bearing Capacity Improvement* yang menunjukkan nilai lebih dari 1. Panjang geotekstil yang dapat memberi nilai daya dukung terbesar dalam penelitian ini adalah $L/H=0,59$. Sedangkan jumlah lapisan yang dapat memberi nilai daya dukung terbesar dalam penelitian ini adalah 3 lapisan geotekstil.

Kata Kunci: lereng, panjang geotekstil, jumlah lapisan geotekstil, daya dukung, *bearing capacity improvement*

PENDAHULUAN

Pertumbuhan jumlah penduduk Indonesia yang melaju pesat menyebabkan kepadatan penduduk kian meningkat. Hal ini berimbas langsung pada semakin berkurangnya ketersediaan lahan pembangunan. Dewasa ini, tak jarang kita jumpai pembangunan infrastruktur seperti hotel dan apartemen dilakukan di atas tanah lereng. Salah satu faktor penentu keamanan struktur yang dibangun di atas tanah lereng adalah perencanaan pondasinya. Permasalahan muncul karena ternyata daya dukung pondasi di atas lereng lebih kecil dibandingkan daya dukung pondasi di tanah datar.

Permasalahan daya dukung pondasi di atas tanah lereng dapat diatasi dengan memberikan perkuatan tanah pada lereng tersebut. Salah satu

jenis perkuatan tanah yang dapat digunakan adalah geotekstil. Pemasangan geotekstil banyak dilakukan di Indonesia untuk perkuatan pada dinding penahan tanah serta untuk meningkatkan kestabilan lereng. Penelitian-penelitian mengenai penggunaan geotekstil sebagai perkuatan lereng yang telah dilakukan sebelumnya menyimpulkan bahwa geotekstil sangat berpengaruh dalam meningkatkan stabilitas lereng. Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja geotekstil sebagai perkuatan lereng adalah panjang perkuatan (L) dan jumlah lapisan perkuatan (n).

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui perbandingan daya dukung pondasi menerus pada lereng tanah pasir tanpa perkuatan.

2. Untuk mengetahui pengaruh panjang dan jumlah lapisan geotekstil terhadap daya dukung pondasi menerus pada lereng pasir yang diperkuat dengan geotekstil.
3. Untuk mengetahui panjang dan jumlah lapisan geotekstil yang terbaik yang harus dipasang untuk memperoleh nilai daya dukung pondasi menerus di atas lereng yang terbesar.

TINJAUAN PUSTAKA

Pasir

Pasir adalah partikel-partikel batuan yang lolos saringan no. 4 (4,75 mm) dan tinggal dalam saringan no. 200 (0,075 mm). Berdasarkan *USCS*, tanah diklasifikasikan sebagai tanah kasar (kerikil dan pasir) jika lebih dari 50% tertahan pada saringan no. 200 dan sebagai tanah berbutir halus (lanau dan lempung) jika 50% atau lebih lolos saringan no. 200.

Geotekstil

Geotekstil merupakan bagian dari geosintetik yang berupa bahan sintesis menyerupai bahan tekstil berupa lembaran serat buatan (*synthetic fibers*) tenunan antiultraviolet yang dibuat untuk menanggulangi masalah pembuatan jalan, timbunan, tanah pondasi dan sebagainya pada tanah lunak atau pasir lepas.

Geotekstil dibagi menjadi tiga macam yaitu:

1. *Non Woven Geotextile*
2. *Woven Geotextile*
3. *DSF Knitted Geotextile*

Lereng tanah yang diperkuat umumnya terdiri dari timbunan padat yang digabungkan dengan perkuatan geosintetik yang disusun ke arah horisontal. Ketika tanah dan geosintetik digabungkan, material komposit (tanah yang diperkuat) tersebut menghasilkan kekuatan tekan dan tarik tinggi sehingga dapat menahan gaya yang bekerja dan deformasi. Pada tahapan tersebut,

geosintetik berlaku sebagai bagian tahanan tarik (gesekan, adhesi, saling mengikat (*interlocking*) atau pengurungan (*confinement*) yang digabungkan ke tanah/timbunan dan menjaga stabilitas massa tanah.

Lereng

Lereng merupakan suatu kondisi dimana terdapat dua permukaan tanah dengan ketinggian yang berbeda. Lereng dapat digolongkan dalam dua tipe yaitu lereng tak terbatas dan lereng terbatas.

Tipe keruntuhan lereng yang normal terjadi dapat dibagi atas:

1. Keruntuhan pada lereng (*slope failure*)
2. Keruntuhan pada kaki lereng (*toe failure*)
3. Keruntuhan dibawah kaki lereng (*base failure*)

Daya Dukung Pondasi Dangkal di Atas Lereng Tanpa Perkuatan

1. Metode Shields

Shields menyatakan prosentase daya dukung tanah datar yang ia temukan dengan menggunakan persamaan *Gemperline* untuk menghitung nilai $N_{\gamma q}$ dan menggunakan persamaan daya dukung Meyerhof untuk tanah datar.

Adapun persamaan *Gemperline* dinyatakan pada persamaan (1):

$$N_{\gamma q} = f_{\phi} \times f_B \times f_{D/B} \times f_{B/L} \times f_{D/B, B/L} \times f_{b/B, b/D, D/B} \times f_{\beta, b/B, B/L} \quad (1)$$

Keterangan:

- 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 tepi lereng (inchi)

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

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

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

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

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

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

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

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

2. Metode Hansen

Persamaan daya dukung Hansen dinyatakan pada persamaan (2):

$$q_u = c N_c s_c d_c i_c g_c b_c + D_f \gamma N_q s_q d_q i_q g_q b_q + \gamma \frac{B}{2} N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma \quad (2)$$

Keterangan:

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi} \cdot \tan^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \varphi$$

$$N_\gamma = 1,5 (N_q - 1) \tan \varphi$$

s_c, s_q, s_γ = faktor bentuk pondasi

d_c, d_q, d_γ = faktor kedalaman

i_c, i_q, i_γ = faktor kemiringan beban

g_c, g_q, g_γ = faktor kemiringan permukaan tanah

Untuk pondasi tepat di tepi lereng:

$$g_q = g_\gamma = (1 - 0,5 \tan \beta)^5$$

b_c, b_q, b_γ = faktor kemiringan alas

Pengaruh Panjang Geotekstil sebagai Perkuatan Lereng

Yun Hu, Ga Zhang, Jian-Min Zhang, C.F. Lee (2010) telah melakukan penelitian mengenai pengaruh penggunaan geotekstil sebagai perkuatan lereng. Dalam jurnalnya yang berjudul “*Centrifuge Modeling of Geotextile-Reinforced Cohesive Slopes*” disimpulkan bahwa salah satu parameter yang mempengaruhi kinerja geotekstil sebagai perkuatan adalah panjang geotekstil. Adapun panjang geotekstil yang dianggap menghasilkan kinerja terbaik berkisar antara $L/H=0,22$ hingga kurang dari $L/H=0,83$ dimana L merupakan panjang geotekstil dan H merupakan ketinggian lereng. Adapun panjang lipatan diambil 22% dari tinggi lereng sesuai jurnal A.N. Sommers dan B.V.S. Viswanadham yang berjudul “*Centrifuge Model Test on The*

Behavior of Strip Footing on Geotextile-Reinforced Slope”.

Pengaruh Jumlah Lapisan Geotekstil sebagai Perkuatan Lereng

Penelitian mengenai pengaruh jumlah lapisan geotekstil terhadap *embankment* dilakukan oleh A. Tolooiyan, I. Abustan, M.R. Selamat, Sh. Ghaffari (2009). Penelitian tersebut menggunakan satu hingga tiga lapisan perkuatan. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa tiga lapisan geotekstil memberikan pengaruh terbaik dalam meningkatkan stabilitas *embankment*.

Selain itu, penelitian mengenai pengaruh jumlah lapisan perkuatan geotekstil terhadap daya dukung juga dilakukan oleh Anita Widiyanti (2012). Dari penelitian tersebut disimpulkan bahwa tanah yang diperkuat dengan geotekstil sebanyak 1 lapis, 2 lapis dan 3 lapis berturut-turut akan mengalami peningkatan kekuatan sebesar 60,57%, 213,00% dan 402,64% dari kekuatan tanah tanpa perkuatan. Selain itu, tanah yang diperkuat dengan geotekstil sebanyak 1 lapis, 2 lapis dan 3 lapis berturut-turut akan mengalami pengurangan penurunan sebesar 40 %, 60% dan 70 % dari penurunan pada tanah tanpa perkuatan.

Bearing Capacity Improvement (BCI)

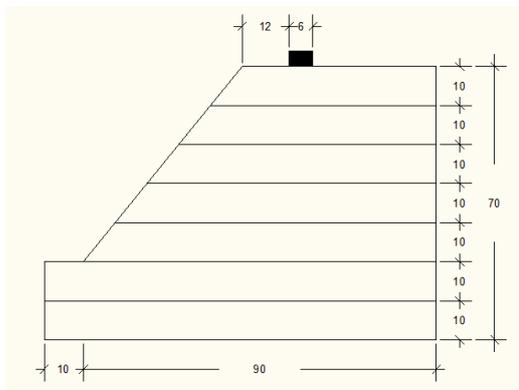
Bearing Capacity Improvement (BCI) adalah rasio yang menjelaskan perbandingan antara daya dukung tanah saat diberi perkuatan dengan daya dukung tanah tanpa diberi perkuatan. Nilai *BCI* merupakan besaran non dimensional. Nilai tersebut dapat ditentukan berdasarkan dua hal yaitu daya dukung pada saat ultimit atau $BCI_{(u)}$ dan daya dukung pada penurunan yang sama atau $BCI_{(s)}$.

METODE PENELITIAN

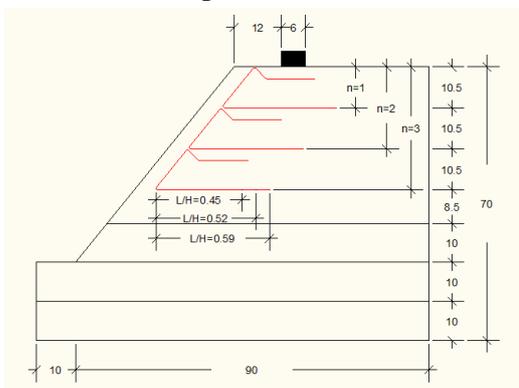
Jumlah dan Perlakuan Benda Uji

Salah satu tujuan penelitian ini

adalah untuk membandingkan daya dukung dan penurunan pondasi pada lereng tanpa perkuatan dan dengan perkuatan geotekstil. Oleh karena itu, pada penelitian ini dibuat 1 model lereng tanpa perkuatan yang dijelaskan pada gambar 1 serta 9 model lereng yang diperkuat dengan geotekstil yang dijelaskan pada gambar 2 dengan 3 variasi panjang lapisan geotekstil (L) yaitu $L/H=0,45$, $L/H=0,52$ dan $L/H=0,59$ dengan H merupakan ketinggian lereng, serta 3 variasi jumlah lapisan geotekstil (n) yaitu $n=1$, $n=2$ dan $n=3$.



Gambar 1. Model lereng tanpa perkuatan



Gambar 2. Model lereng dengan perkuatan geotekstil

Pembuatan Model Lereng

Langkah-langkah pembuatan model lereng tanpa perkuatan yaitu:

1. Mempersiapkan tanah pasir dengan gradasi halus sampai sedang.
2. Memasukkan tanah pasir per lapisan ke dalam *box* kemudian dipadatkan setiap lapisan sesuai ketinggian lapisan yang dijelaskan pada

gambar 3.7 dengan menggunakan silinder beton. Setiap lapisan tanah harus dicek kepadatan dan kadar airnya dengan menggunakan *density ring*.

3. Membuat kemiringan lereng sesuai dengan sudut yang akan diuji yaitu 51° .

Langkah-langkah pembuatan model lereng dengan perkuatan yaitu:

1. Mempersiapkan tanah pasir dengan gradasi halus sampai sedang.
2. Memasukkan tanah pasir per lapisan ke dalam *box* kemudian dipadatkan setiap lapisan sesuai ketinggian lapisan yang dijelaskan pada gambar 3.7 dengan menggunakan silinder beton. Setiap lapisan tanah harus dicek kepadatan dan kadar airnya dengan menggunakan *density ring*.
3. Memasang perkuatan geotekstil sesuai dengan model benda uji pada gambar 3.7 kemudian dipadatkan dengan silinder beton yang digelindingkan. Setiap lapisan tanah harus dicek kepadatan dan kadar airnya dengan menggunakan *density ring*.
4. Membuat kemiringan lereng sesuai dengan sudut yang akan diuji yaitu 51° .

Pembebanan Model Lereng

Langkah-langkah pengujian pembebanan adalah sebagai berikut:

1. Memasang pondasi menerus yang terbuat dari baja yang di dalamnya diisi dengan balok kayu. Pondasi yang digunakan memiliki dimensi sebesar $6 \times 4 \times 98$ cm. Pondasi dipasang dengan jarak 12 cm dari ujung lereng.
2. Memasang *load cell* untuk mengukur besarnya beban yang terjadi. Untuk memastikan beban sentris di tengah pondasi, dilakukan pengecekan dengan *waterpass* dan unting-unting.

- Memasang *dial lvdt* dan *lvdt digital* pada pondasi untuk mengetahui besarnya penurunan selama pembebanan.
- Melakukan uji pembebanan dengan menggunakan dongkrak hidrolik. Pembebanan dilakukan bertahap hingga beban tidak dapat ditambahkan lagi atau hingga lereng runtuh.
- Mencatat beban yang diberikan serta penurunan yang terjadi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Daya Dukung Lereng Tanpa Perkuatan

1. Metode Analitik

Nilai daya dukung analitik untuk lereng tanpa perkuatan dihitung dengan menggunakan metode Shields dan metode Hansen. Berdasarkan hasil perhitungan dengan metode Shields diperoleh nilai daya dukung sebesar 22,038 kN/m². Sedangkan hasil perhitungan dengan metode Hansen diperoleh nilai daya dukung sebesar 5,853 kN/m².

2. Metode Eksperimen

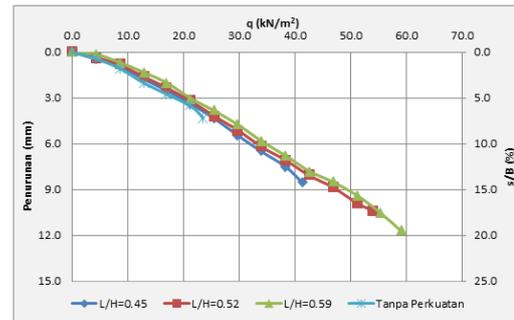
Hasil analisis daya dukung lereng tanpa perkuatan dengan metode eksperimen menunjukkan nilai daya dukung sebesar 23,468 kN/m² dan penurunan sebesar 4,3 mm.

Analisis Daya Dukung Lereng dengan Perkuatan untuk Variabel Panjang Geotekstil

Hasil analisis daya dukung lereng untuk 1 lapisan geotekstil yang divariasikan panjangnya disajikan pada tabel 1 dan gambar 1.

Tabel 1. Daya dukung dan penurunan untuk 1 lapisan geotekstil

Jumlah Lapisan	Panjang Geotekstil	Penurunan (mm)	qu (kN/m ²)
1 Lapisan	L/H=0.45	8.575	41.327
	L/H=0.52	10.420	54.082
	L/H=0.59	11.720	59.014

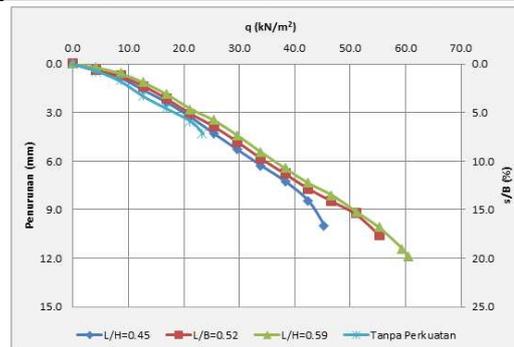


Gambar 1. Grafik hubungan daya dukung dan penurunan lereng dengan 1 lapisan geotekstil

Hasil analisis daya dukung lereng untuk 2 lapisan geotekstil yang divariasikan panjangnya disajikan pada tabel 2 dan gambar 2.

Tabel 2. Daya dukung dan penurunan untuk 2 lapisan geotekstil

Jumlah Lapisan	Panjang Geotekstil	Penurunan (mm)	qu (kN/m ²)
2 Lapisan	L/H=0.45	9.995	45.408
	L/H=0.52	10.570	55.272
	L/H=0.59	11.910	60.544

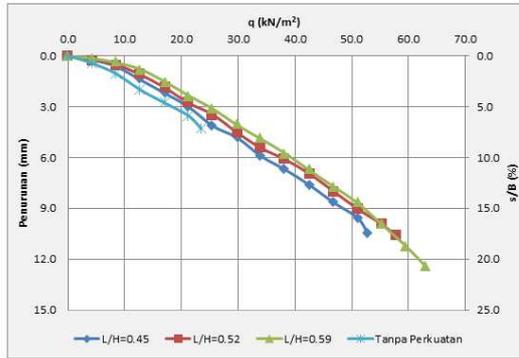


Gambar 2. Grafik hubungan daya dukung dan penurunan lereng dengan 2 lapisan geotekstil

Hasil analisis daya dukung lereng untuk 3 lapisan geotekstil yang divariasikan panjangnya disajikan pada tabel 3 dan gambar 3.

Tabel 3. Daya dukung dan penurunan untuk 3 lapisan geotekstil

Jumlah Lapisan	Panjang Geotekstil	Penurunan (mm)	qu (kN/m ²)
3 Lapisan	L/H=0.45	10.510	52.891
	L/H=0.52	10.615	57.823
	L/H=0.59	12.450	63.095



Gambar 3. Grafik hubungan daya dukung dan penurunan lereng dengan 3 lapisan geotekstil

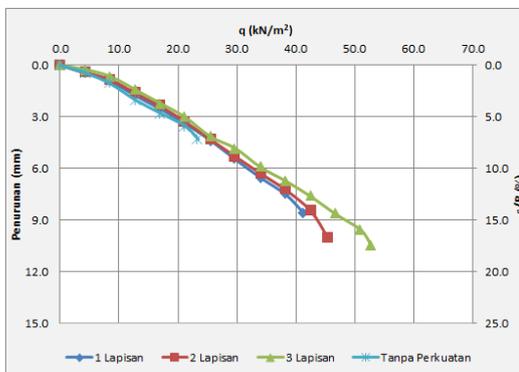
Berdasarkan analisis daya dukung lereng dengan perkuatan geotekstil yang divariasikan panjangnya, diketahui bahwa panjang yang memberikan nilai daya dukung terbesar adalah $L/H=0,59$.

Analisis Daya Dukung Lereng dengan Perkuatan untuk Variabel Jumlah Lapisan Geotekstil

Hasil analisis daya dukung lereng untuk panjang geotekstil $L/H=0,45$ yang divariasikan jumlah lapisannya disajikan pada tabel 4 dan gambar 4.

Tabel 4. Daya dukung dan penurunan untuk panjang geotekstil $L/H=0,45$

Panjang Geotekstil	Jumlah Lapisan	Penurunan (mm)	q_u (kN/m^2)
$L/H=0,45$	1 Lapisan	8.575	41.327
	2 Lapisan	9.995	45.408
	3 Lapisan	10.510	52.891

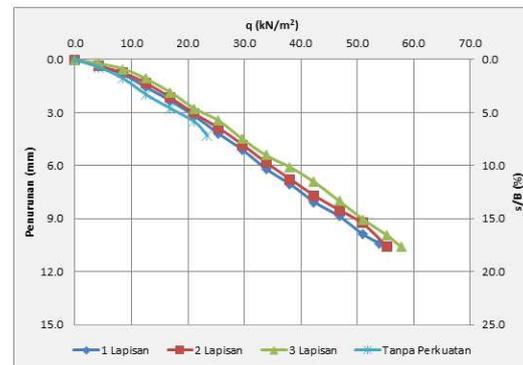


Gambar 4. Grafik hubungan daya dukung dan penurunan lereng dengan panjang geotekstil $L/H=0,45$

Hasil analisis daya dukung lereng untuk panjang geotekstil $L/H=0,52$ yang divariasikan jumlah lapisannya disajikan pada tabel 5 dan gambar 5.

Tabel 5. Daya dukung dan penurunan untuk panjang geotekstil $L/H=0,52$

Panjang Geotekstil	Jumlah Lapisan	Penurunan (mm)	q_u (kN/m^2)
$L/H=0,52$	1 Lapisan	10.420	54.082
	2 Lapisan	10.570	55.272
	3 Lapisan	10.615	57.823



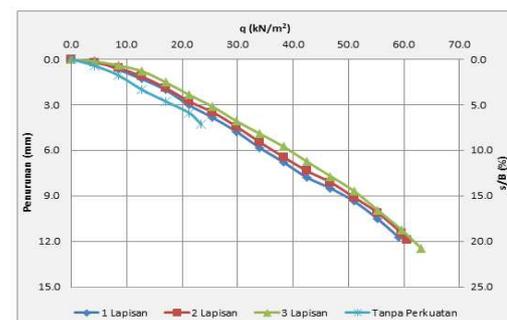
Gambar 5. Grafik hubungan daya dukung dan penurunan lereng dengan panjang geotekstil $L/H=0,52$

Hasil analisis daya dukung lereng untuk panjang geotekstil $L/H=0,59$ yang divariasikan jumlah lapisannya disajikan pada tabel 5 dan gambar 5.

Tabel 5. Daya dukung dan penurunan

Panjang Geotekstil	Jumlah Lapisan	Penurunan (mm)	q_u (kN/m^2)
$L/H=0,59$	1 Lapisan	11.720	59.014
	2 Lapisan	11.910	60.544
	3 Lapisan	12.450	63.095

untuk panjang geotekstil $L/H=0,59$



Gambar 5. Grafik hubungan daya dukung dan penurunan lereng dengan panjang geotekstil L/H=0,59

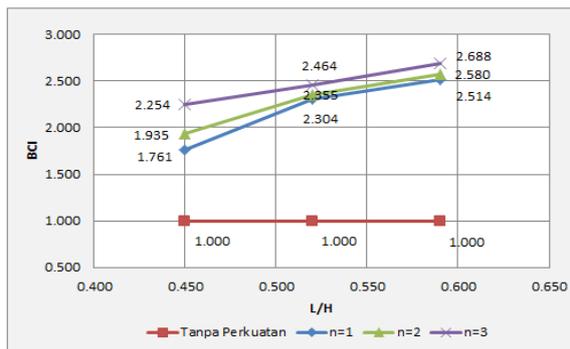
Berdasarkan analisis daya dukung lereng dengan perkuatan geotekstil yang divariasikan jumlah lapisannya, diketahui bahwa jumlah lapisan yang memberikan nilai daya dukung terbesar adalah 3 lapisan.

Analisis $BCI_{(u)}$ Lereng dengan Perkuatan untuk Variabel Panjang Geotekstil

Hasil analisis $BCI_{(u)}$ lereng dengan perkuatan untuk variabel panjang geotekstil disajikan pada tabel 6 dan gambar 6.

Tabel 6. $BCI_{(u)}$ lereng dengan perkuatan untuk variabel panjang geotekstil

Jumlah Lapisan	Panjang Geotekstil	$BCI_{(u)}$
1 Lapisan	L/H=0.45	1.761
	L/H=0.52	2.304
	L/H=0.59	2.514
2 Lapisan	L/H=0.45	1.935
	L/H=0.52	2.355
	L/H=0.59	2.580
3 Lapisan	L/H=0.45	2.254
	L/H=0.52	2.464
	L/H=0.59	2.688



Gambar 6. Grafik $BCI_{(u)}$ lereng dengan perkuatan untuk variabel panjang

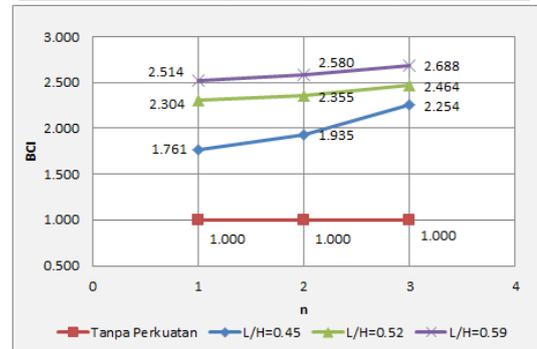
Analisis $BCI_{(u)}$ lereng dengan perkuatan untuk variabel panjang menunjukkan bahwa nilai $BCI_{(u)}$ terbesar diperoleh untuk 3 lapisan geotekstil dengan L/H=0,59.

Analisis $BCI_{(u)}$ Lereng dengan Perkuatan untuk Variabel Jumlah Lapisan Geotekstil

Hasil analisis $BCI_{(u)}$ lereng dengan perkuatan untuk variabel jumlah lapisan geotekstil disajikan pada tabel 7 dan gambar 7.

Tabel 7. $BCI_{(u)}$ lereng dengan perkuatan untuk variabel jumlah lapisan geotekstil

Panjang Geotekstil	Jumlah Lapisan	$BCI_{(u)}$
L/H=0.45	1 Lapisan	1.761
	2 Lapisan	1.935
	3 Lapisan	2.254
L/H=0.52	1 Lapisan	2.304
	2 Lapisan	2.355
	3 Lapisan	2.464
L/H=0.59	1 Lapisan	2.514
	2 Lapisan	2.580
	3 Lapisan	2.688



Gambar 7. Grafik $BCI_{(u)}$ lereng dengan perkuatan untuk variabel jumlah lapisan

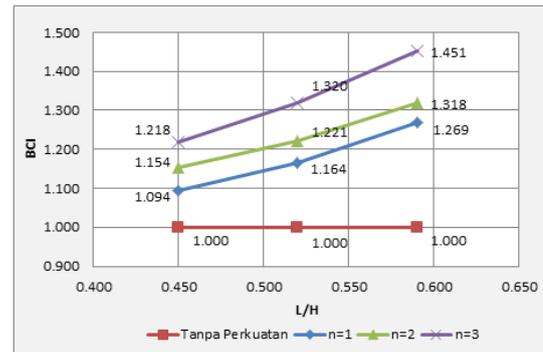
Analisis $BCI_{(u)}$ lereng dengan perkuatan untuk variabel jumlah lapisan geotekstil menunjukkan bahwa nilai $BCI_{(u)}$ terbesar diperoleh untuk L/H=0,59 dengan 3 lapisan geotekstil.

Analisis $BCI_{(s)}$ Lereng dengan Perkuatan untuk Variabel Panjang Geotekstil

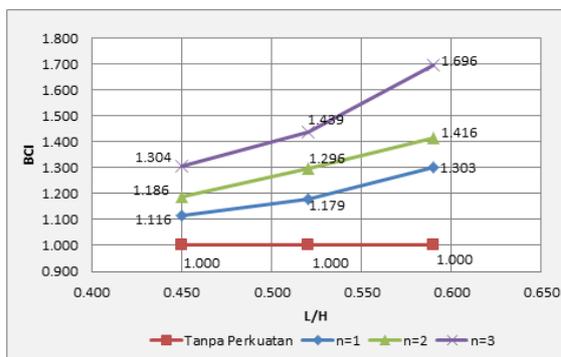
Untuk s/B: 2%, hasil analisis $BCI_{(s)}$ lereng dengan perkuatan untuk variabel panjang geotekstil disajikan pada tabel 8 dan gambar 8.

Tabel 8. $BCI_{(s)}$ lereng dengan variabel panjang geotekstil untuk s/B:2%

Jumlah Lapisan	Panjang Geotekstil	$BCI_{(s)}$
1 Lapisan	L/H=0.45	1.116
	L/H=0.52	1.179
	L/H=0.59	1.303
2 Lapisan	L/H=0.45	1.186
	L/H=0.52	1.296
	L/H=0.59	1.416
3 Lapisan	L/H=0.45	1.304
	L/H=0.52	1.439
	L/H=0.59	1.696



Gambar 9. Grafik $BCI_{(s)}$ lereng dengan variabel panjang geotekstil untuk s/B:4%



Gambar 8. Grafik $BCI_{(s)}$ lereng dengan variabel panjang geotekstil untuk s/B:2%

Untuk s/B: 4%, hasil analisis $BCI_{(s)}$ lereng dengan perkuatan untuk variabel panjang geotekstil disajikan pada tabel 9 dan gambar 9.

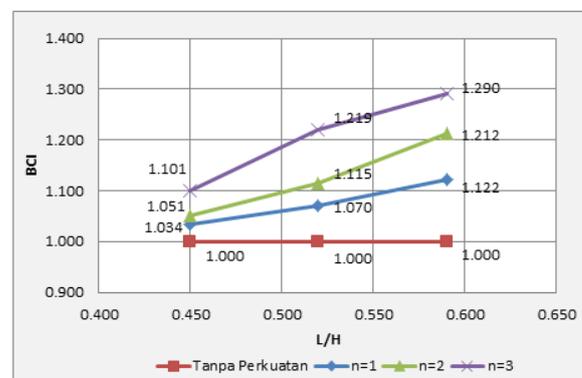
Tabel 9. $BCI_{(s)}$ lereng dengan variabel panjang geotekstil untuk s/B:4%

Jumlah Lapisan	Panjang Geotekstil	$BCI_{(s)}$
1 Lapisan	L/H=0.45	1.094
	L/H=0.52	1.164
	L/H=0.59	1.269
2 Lapisan	L/H=0.45	1.154
	L/H=0.52	1.221
	L/H=0.59	1.318
3 Lapisan	L/H=0.45	1.218
	L/H=0.52	1.320
	L/H=0.59	1.451

Untuk s/B: 6%, hasil analisis $BCI_{(s)}$ lereng dengan perkuatan untuk variabel panjang geotekstil disajikan pada tabel 10 dan gambar 10.

Tabel 10. $BCI_{(s)}$ lereng dengan variabel panjang geotekstil untuk s/B:6%

Jumlah Lapisan	Panjang Geotekstil	$BCI_{(s)}$
1 Lapisan	L/H=0.45	1.034
	L/H=0.52	1.070
	L/H=0.59	1.122
2 Lapisan	L/H=0.45	1.051
	L/H=0.52	1.115
	L/H=0.59	1.212
3 Lapisan	L/H=0.45	1.101
	L/H=0.52	1.219
	L/H=0.59	1.290

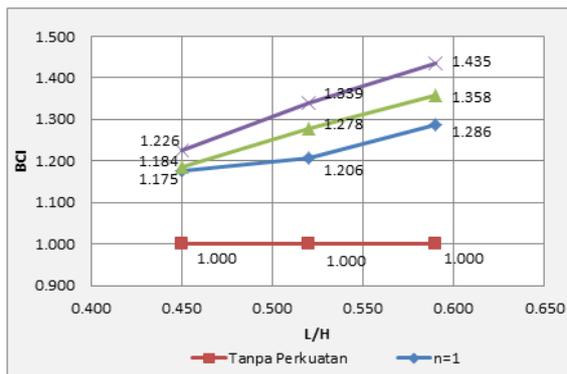


Gambar 10. Grafik $BCI_{(s)}$ lereng dengan variabel panjang geotekstil untuk s/B:6%

Untuk s/B: 7,167%, hasil analisis $BCI_{(s)}$ lereng dengan perkuatan untuk variabel panjang geotekstil disajikan pada tabel 11 dan gambar 11.

Tabel 11. $BCI_{(s)}$ lereng dengan variabel panjang geotekstil untuk s/B:7,167%

Jumlah Lapisan	Panjang Geotekstil	$BCI_{(s)}$
1 Lapisan	L/H=0.45	1.175
	L/H=0.52	1.206
	L/H=0.59	1.286
2 Lapisan	L/H=0.45	1.184
	L/H=0.52	1.278
	L/H=0.59	1.358
3 Lapisan	L/H=0.45	1.226
	L/H=0.52	1.339
	L/H=0.59	1.435



Gambar 11. Grafik $BCI_{(s)}$ lereng dengan variabel panjang geotekstil untuk s/B:7,167%

Analisis $BCI_{(s)}$ lereng dengan perkuatan untuk variabel panjang menunjukkan bahwa nilai $BCI_{(s)}$ terbesar diperoleh untuk 3 lapisan geotekstil dengan L/H=0,59.

Analisis $BCI_{(s)}$ Lereng dengan Perkuatan untuk Variabel Jumlah Lapisan Geotekstil

Untuk s/B: 2%, hasil analisis $BCI_{(s)}$ lereng dengan perkuatan untuk variabel jumlah lapisan geotekstil disajikan pada tabel 12 dan gambar 12.

Tabel 12. $BCI_{(s)}$ lereng dengan variabel jumlah lapisan geotekstil untuk s/B:2%

Panjang Geotekstil	Jumlah Lapisan	$BCI_{(s)}$
L/H=0.45	1 Lapisan	1.116
	2 Lapisan	1.186
	3 Lapisan	1.304
L/H=0.52	1 Lapisan	1.179
	2 Lapisan	1.296
	3 Lapisan	1.439
L/H=0.59	1 Lapisan	1.303
	2 Lapisan	1.416
	3 Lapisan	1.696



Gambar 12. Grafik $BCI_{(s)}$ lereng dengan variabel jumlah lapisan geotekstil untuk s/B:2%

Untuk s/B: 4%, hasil analisis $BCI_{(s)}$ lereng dengan perkuatan untuk variabel jumlah lapisan geotekstil disajikan pada tabel 13 dan gambar 13.

Tabel 13. $BCI_{(s)}$ lereng dengan variabel jumlah lapisan geotekstil untuk s/B:4%

Panjang Geotekstil	Jumlah Lapisan	$BCI_{(s)}$
L/H=0.45	1 Lapisan	1.094
	2 Lapisan	1.154
	3 Lapisan	1.218
L/H=0.52	1 Lapisan	1.164
	2 Lapisan	1.221
	3 Lapisan	1.320
L/H=0.59	1 Lapisan	1.269
	2 Lapisan	1.318
	3 Lapisan	1.451

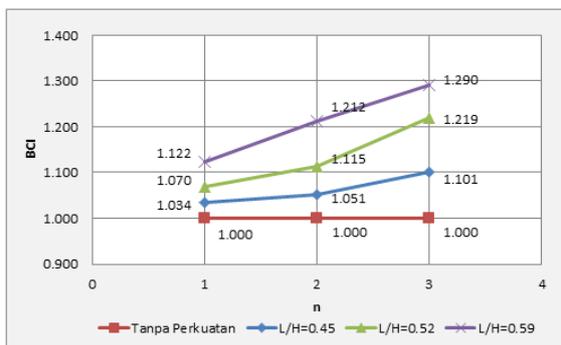


Gambar 13. Grafik $BCI_{(s)}$ lereng dengan variabel jumlah lapisan geotekstil untuk $s/B:4\%$

Untuk $s/B: 6\%$, hasil analisis $BCI_{(s)}$ lereng dengan perkuatan untuk variabel jumlah lapisan geotekstil disajikan pada tabel 14 dan gambar 14.

Tabel 14. $BCI_{(s)}$ lereng dengan variabel jumlah lapisan geotekstil untuk $s/B:6\%$

Panjang Geotekstil	Jumlah Lapisan	$BCI_{(s)}$
L/H=0.45	1 Lapisan	1.034
	2 Lapisan	1.051
	3 Lapisan	1.101
L/H=0.52	1 Lapisan	1.070
	2 Lapisan	1.115
	3 Lapisan	1.219
L/H=0.59	1 Lapisan	1.122
	2 Lapisan	1.212
	3 Lapisan	1.290

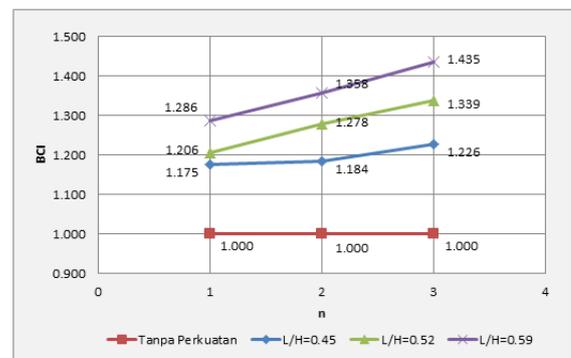


Gambar 14. Grafik $BCI_{(s)}$ lereng dengan variabel jumlah lapisan geotekstil untuk $s/B:6\%$

Untuk $s/B: 7,167\%$, hasil analisis $BCI_{(s)}$ lereng dengan perkuatan untuk variabel jumlah lapisan geotekstil disajikan pada tabel 15 dan gambar 15.

Tabel 15. $BCI_{(s)}$ lereng dengan variabel jumlah lapisan geotekstil untuk $s/B:7,167\%$

Panjang Geotekstil	Jumlah Lapisan	$BCI_{(s)}$
L/H=0.45	1 Lapisan	1.175
	2 Lapisan	1.184
	3 Lapisan	1.226
L/H=0.52	1 Lapisan	1.206
	2 Lapisan	1.278
	3 Lapisan	1.339
L/H=0.59	1 Lapisan	1.286
	2 Lapisan	1.358
	3 Lapisan	1.435



Gambar 15. Grafik $BCI_{(s)}$ lereng dengan variabel jumlah lapisan geotekstil untuk $s/B:7,167\%$

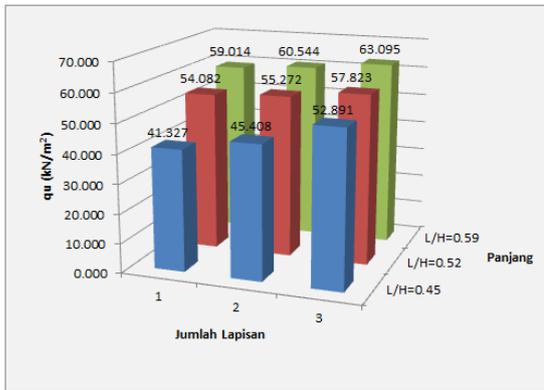
Analisis $BCI_{(s)}$ lereng dengan perkuatan untuk variabel jumlah lapisan geotekstil menunjukkan bahwa nilai $BCI_{(s)}$ terbesar diperoleh untuk panjang $L/H=0,59$ dengan 3 lapisan geotekstil.

Pengaruh Panjang dan Jumlah Lapisan Geotekstil terhadap Nilai Daya Dukung

Hasil analisis $BCI_{(u)}$ dan $BCI_{(s)}$ menunjukkan bahwa pemasangan geotekstil sebagai perkuatan lereng meningkatkan nilai daya dukung. Hal ini ditunjukkan dengan nilai $BCI_{(u)}$ dan $BCI_{(s)}$ lebih besar dari satu.

Adapun perbandingan nilai daya dukung ultimat (q_u) untuk lereng dengan perkuatan geotekstil yang

divariasikan panjang dan jumlah lapisannya disajikan pada gambar 16.



Gambar 16. Perbandingan daya dukung lereng dengan kekuatan geotekstil

Berdasarkan gambar 16, diketahui bahwa semakin panjang dan semakin banyak jumlah lapisan geotekstil, maka daya dukung semakin meningkat. Adapun nilai daya dukung maksimum diperoleh pada model lereng dengan 3 lapisan geotekstil dengan panjang $L/H=0,59$.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Penggunaan geotekstil sebagai perkuatan lereng dapat meningkatkan nilai daya dukung jika dibandingkan dengan lereng tanpa perkuatan.
2. Semakin panjang geotekstil yang digunakan sebagai perkuatan lereng, maka daya dukung pondasi semakin meningkat. Semakin banyak jumlah lapisan geotekstil yang digunakan sebagai perkuatan lereng, maka daya dukung pondasi semakin meningkat pula.
3. Dalam penelitian ini, panjang geotekstil terbaik yang menghasilkan nilai daya dukung terbesar adalah 29,4 cm atau $L/H=0,59$. Sedangkan jumlah lapisan geotekstil terbaik yang menghasilkan nilai daya dukung terbesar adalah 3 lapisan geotekstil.

SARAN

Untuk penelitian selanjutnya, beberapa hal yang dapat disarankan sebagai berikut:

1. Menggunakan geotekstil dengan panjang lebih dari 29,4 cm ($L/H=0,59$) untuk mengetahui perilakunya terhadap daya dukung sehingga dapat diketahui panjang geotekstil yang paling optimum untuk memperoleh nilai daya dukung terbesar.
2. Menggunakan geotekstil dengan jumlah lebih dari 3 untuk mengetahui perilakunya terhadap daya dukung sehingga dapat diketahui jumlah geotekstil yang paling optimum untuk memperoleh nilai daya dukung terbesar.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, C.R. 2010. *Studi Analisis Geotekstil pada Penanganan Jalan dengan Konstruksi Bantalan Tertutup pada Tanah Gambut*. Skripsi Sarjana Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta: tidak diterbitkan.
- A. Tolooiy, I. Abustan, M.R. Selamat, Sh. Ghaffari. 2009. *A Comprehensive Method for analyzing Effect of Geotextile Layers on Embankment Stability*. Geotextile and Geomembranes 27.
- Bowles, J.E. 1993. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Jakarta: Erlangga.
- Chen, Qiming. 2007. *An Experimental Study on Characteristics and Behaviour of Reinforced Soil Foundation*. Disertasi Doktor Louisiana State University: tidak diterbitkan.
- Das, B.M. 1988. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Jakarta: Erlangga.
- Das, B.M. 2008. *Advanced Soil Mechanics Third Edition*. New York: Taylor & Francis.
- Sunggono, K. H. 1984. *Mekanika Tanah*. Bandung: Nova.

- Das, B.M. 2009. *Shallow Foundations Bearing Capacity and Settlement*. New York: Taylor & Francis.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum. 2009. *Modul Pelatihan Geosintetik Volume 3, Perencanaan Geosintetik untuk Perkuatan Lereng*.
- Fitri, W.N. 2013. *Pengaruh Penempatan Pondasi dan Kemiringan Lereng terhadap Daya Dukung Pondasi pada Pemodelan Fisik Lereng Pasir*. Skripsi Sarjana Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang: tidak diterbitkan.
- Hardiyatmo, H. C. 2011. *Analisis dan Perancangan Fondasi I*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Hartanto, D. 2013. *Permodelan Pergerakan Tanah pada Lereng*. Seri Kajian Ilmiah, Volume 15, Nomor 1, Januari 2013.
- Hausmann, M.R. 1990. *Engineering Principles of Ground Modification*. Singapura: McGraw-Hill Book Co.
- Laksono, T.D. 2011. *Perbaikan Tanah dengan Menggunakan Geotekstil*. Teodolita Vol.12, No.2., Des 2011:19-26
- Munawir, As'ad,dkk. 2013. *Bearing Capacity on Slope Modeling with Composite Bamboo Pile Reinforcement*. International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT) Volume-2, Issue-5, Juni 2013.
- Syaifudin, Fahmi. 2012. *Pengaruh Variasi Jarak Antar Pile dan Lokasi Perkuatan Pile pada Pemodelan Fisik Lereng Tanah Pasir Dr 88%*. Skripsi Sarjana Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang: tidak diterbitkan.
- Terzaghi, K. dan Peck, R.B. 1987. *Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa Jilid I*. Jakarta: Erlangga.
- Widianti, Anita. 2012. *Pengaruh Jumlah Lapisan dan Spasi Perkuatan Geosintetik terhadap Kuat Dukung dan Penurunan Tanah Lempung Lunak*. Jurnal Ilmiah Teknik Semesta Vol. 15, No. 1, 90-97.
- Yun Hu, Ga Zhang, Jian-Min Zhang, C.F. Lee. 2010. *Centrifuge Modeling of Geotextile-Reinforced Cohesive Slopes*. Geotextile and Geomembranes 28.
- Zaika, Y. dan Kombino, B.A. 2010. *Penggunaan Geotekstil Sebagai Alternatif Perbaikan Tanah Terhadap Penurunan Pondasi Dangkal*. Jurnal Rekayasa Sipil Volume 4 No.2.