

PENGARUH VARIASI PANJANG LEMBARAN GEOTEKSTIL DAN TEBAL LIPATAN GEOTEKSTIL TERHADAP DAYA DUKUNG PONDASI PADA PEMODELAN FISIK LERENG PASIR KEPADATAN 74%

Eko Andi Suryo*¹, Suroso¹, As'ad Munawir¹

¹Dosen / Jurusan Teknik Sipil / Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jl. MT. Haryono No. 167 Malang, 65145, Jawa Timur

Korespondensi: ekoandisuryo@ub.ac.id

ABSTRAK

Padatnya permukiman di Indonesia mengakibatkan ketersediaan lahan yang datar dan rigid pun semakin berkurang, sehingga banyak orang yang membangun rumah, gedung dan sebagainya di atas suatu lereng yang memiliki sifat tanah yang lunak dan tentunya sangat riskan terhadap bahaya longsor. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh dari geotekstil woven dalam memperbaiki stabilitas suatu lereng apabila terdapat beban dalam bentuk pondasi di atas lereng tersebut. Sehingga muncul faktor keamanan sesuai yang digunakan pada suatu lereng yang diteliti. Dalam penelitian ini, sifat fisik dan mekanis diuji sebelum dilakukan pembebanan pada model tes. Setelah tahapan pembuatan pemodelan lereng selesai dikerjakan, selanjutnya dilakukan pengambilan data dengan jumlah lapisan geotekstil, serta panjang lapisan geotekstil yang bervariasi. Semakin panjang lembar geotekstil maka daya dukung lereng tersebut akan meningkat. Kemudian semakin rapat lipatan geotekstil maka nilai daya dukung yang dihasilkan juga akan semakin meningkat.

Kata kunci: Geotekstil, perkuatan lereng, daya dukung,

1. PENDAHULUAN

Menurut penelitian mitigasi bencana geologi direktorat vulkanologi dan mitigasi bencana geologi, Indonesia merupakan salah satu negara dengan bencana longsor tertinggi di dunia. Tanah longsor ini terjadi karena tanah kehilangan kekuatan geser dan daya dukung akibat tingginya kandungan air di dalam tanah yang disebabkan tingginya intensitas curah hujan di beberapa wilayah. Oleh karena itu pada saat tanah tersebut diberikan beban bangunan atau rumah yang berupa pondasi maka tanah tersebut menjadi sangat tidak stabil karena mendapat tekanan yang berlebihan dari pondasi tersebut. Akibat dari hal ini tentunya mengakibatkan kerusakan pada konstruksi yang berada pada bagian atas pondasi.

Salah satu cara untuk memperbaiki tanah ini adalah dengan memasang perkuatan. Salah satu perkuatannya yaitu dapat berupa lapisan-lapisan geotekstil di

dalam lapisan tanah tersebut. Pada penelitian ini geotekstil yang digunakan adalah geotekstil woven. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh dari geotekstil woven dalam memperbaiki stabilitas suatu lereng apabila terdapat beban dalam bentuk pondasi di atas lereng tersebut. Sehingga muncul faktor keamanan sesuai yang digunakan pada suatu lereng yang diteliti.

2. STUDI PUSTAKA

Geotekstil merupakan salah satu tipe dari geosintetik, dimana memiliki jenis bahan yang sintesis menyerupai bahan tekstil berupa lembaran serat buatan (syntetic fibres) tenunan anti ultraviolet yang dibuat untuk menanggulangi masalah pembuatan jalan, timbunan, tanah pondasi dan sebagainya pada tanah lunak atau pasir lepas. Untuk memenuhi persyaratan dan pengolahan bahan yang mudah dipakai, maka serat buatan yang umum

dikembangkan akhir-akhir ini dibuat dari bahan polypropylene, polyethylene, polyester, nylon, dan lain-lain.

Beberapa fungsi dari geotekstil yaitu:

1. Untuk perkuatan tanah lunak
2. Untuk konstruksi teknik sipil yang mempunyai umur rencana cukup lama dan mendukung beban yang besar seperti jalan rel dan dinding penahan tanah
3. Kemudian sebagai lapangan pemisah, penyaring, drainase dan sebagai lapisan pelindung
4. Digunakan sebagai perkuatan timbunan tanah.
5. Mencegah kontaminasi agregat subbase dan base oleh tanah dasar lunak dan mendistribusikan beban lalu lintas yang efektif melalui lapisan-lapisan timbunan.
6. Meniadakan kehilangan agregat timbunan ke dalam tanah dasar yang lunak dan memperkecil biaya dan kebutuhan tambahan 'lapisan agregat terbuang.
7. Mengurangi tebal galian stripping dan meminimalkan pekerjaan persiapan.
8. Mengurangi penurunan dan deformasi yang tidak merata serta deformasi dari struktur jadi.

2.1 Woven Geotextile (Anyaman)

Geotekstil *woven* terbuat dari anyaman dua buah serat saling tegak lurus. Hasil anyaman tersebut menimbulkan sifat mekanis material dalam dua arah yang berbeda yaitu arah wrap dan weft. Arah wrap yaitu serat yang dianyam dalam geotekstil paralel dengan arah pembuatannya. Arah weft yaitu serat yang dianyam dalam geotekstil tegak lurus dengan arah pembuatannya.

Penggunaan *Woven Geotextile* akan memberikan hasil yang lebih baik sebab arah gaya dapat disesuaikan dengan arah serat, sehingga deformasi dapat dikontrol dengan baik.

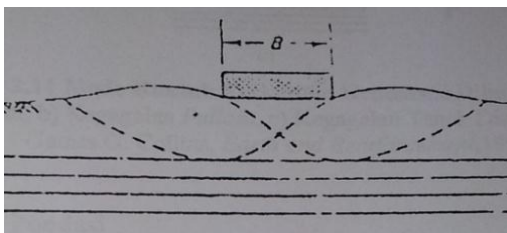
Dalam suatu perkuatan tanah kombinasi antara material tanah dan perkuatan harus sedemikian rupa sehingga interaksi antara keduanya menghasilkan material komposit yang perilakunya jauh lebih baik. Tanah yang umumnya memiliki kekuatan tekan yang baik dan kemampuan tarik yang sangat lemah dapat diperbaiki perilakunya dengan menambahkan perkuatan yang memiliki kekuatan tarik. Kerjasama kedua material ini dapat menghasilkan material koheren dan memperbaiki perilaku teknis tanah asli. Perbaikan perilaku teknis tanah asli ini terjadi karena adanya transfer beban antara perkuatan dan tanah.

Mitchell dan Villet (1987) selanjutnya membagi perkuatan kedalam dua golongan, yaitu *extensible* (dapat memanjang) dan *inextensible* (tidak dapat memanjang). Pada dasarnya, hampir semua material perkuatan adalah *inextensible* kecuali geotextile. Oleh karena material perkuatan ini mempunyai modulus yang jauh lebih tinggi dibanding tanah, maka mampu menahan deformasi tanah dalam arah sejajar perkuatan. Sehingga keberadaan perkuatan ini dapat dianggap menaikkan kohesi tanah atau menambah *confining pressure*. Transfer tegangan antara tanah dan perkuatan dapat terjadi melalui dua mekanisme, yaitu tahanan friksi dan tahanan pasif. Umumnya kedua mekanisme transfer beban ini bekerja bersama secara aktif. Perkuatan yang tergolong kedalam kategori friksi antara lainnya adalah *Reinforced Earth*, *Plastic Strip* dan *Geotextile*.

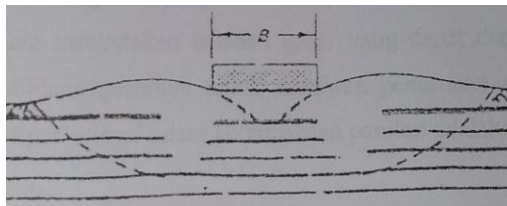
Meskipun demikian, hanya geotekstil yang bidang permukaannya halus. Sehingga hanya geotextile sajalah yang transfer bebannya terjadi melalui friksi murni. Oleh karena sistem perkuatan yang lainnya tidak mempunyai permukaan yang rata dan halus, maka koefisien friksinya didapat dari pengukuran langsung (Yulvi dan Budi, 2010: 94-95).

2.2 Model Keruntuhan dengan Geotekstil

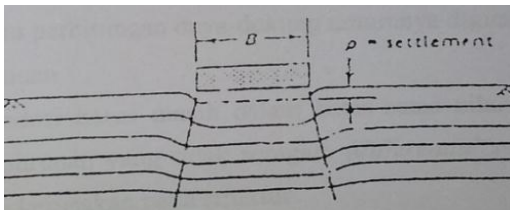
Penelitian menunjukkan bahwa umumnya kerusakan geotekstil terjadi pada saat pemasangan dan konstruksi (Koerner, 1990). Penempatan agregat dan pelaksanaan pemadatan dengan alat berat mengakibatkan tegangan yang tinggi pada geotekstil. Beberapa keruntuhan yang terjadi pada pondasi dangkal dengan beberapa lapis geotekstil dapat dilihat pada **Gambar 1** sampai dengan **Gambar 5**.



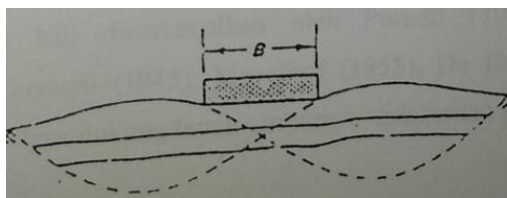
Gambar 1. Keruntuhan daya dukung di atas lapisan geotekstil.



Gambar 2. Keruntuhan tekan atau patah pada lapisan geotekstil



Gambar 3. Keruntuhan rangkak atau *creep* pada lapisan geotekstil



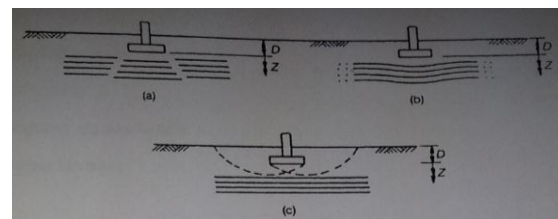
Gambar 4. Keruntuhan tarik pada lapisan geotekstil
(Koener R.M., 1998)

3. METODE PENELITIAN

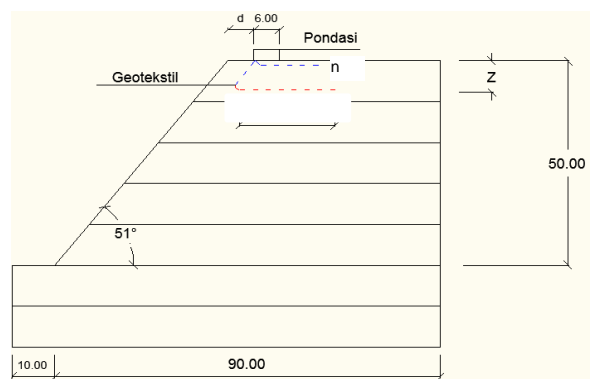
Dalam penelitian ini ditetapkan simbol-simbol yang digunakan sebagai penamaan suatu variabel sebagai berikut lebar pondasi disimbolkan dengan B , jarak pondasi dari tepi lereng disimbolkan d , tinggi lereng H , panjang geotekstil L_x , jumlah geotekstil n , serta tebal lipatan adalah Z . Selengkapnya dapat dilihat pada **Gambar 6**.

Pada awalnya pengujian model lereng tanpa perkuatan geotekstil dilakukan pada jarak pondasi dari tepi lereng yaitu $B = 9$ cm dengan sudut lereng yaitu 51° yang tentunya akan dibandingkan dengan lereng dengan adanya perkuatan geotekstil.

Pengujian selanjutnya adalah lereng dengan menggunakan perkuatan geotekstil. Terdapat beberapa variasi yang dijadikan objek pengamatan yang nantinya akan dibandingkan dengan lereng tanpa perkuatan untuk mengetahui bagaimana pengaruh geotekstil terhadap peningkatan



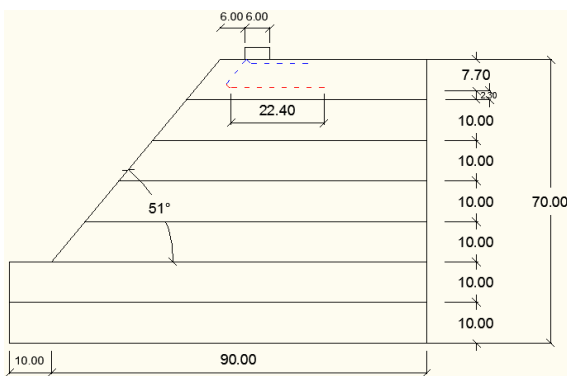
Gambar 5. Mode runtuh perkuatan geotekstil dibawah pondasi : a) Kegagalan tekan, b) Kegagalan Pullout, c) kegagalan tanah di atas lapisan geotekstil
(James G. Collins, 1997)



Gambar 6. Pemodelan lereng dengan simbol

daya dukung suatu lereng yang dibebani oleh pondasi menerus. Terdapat beberapa variasi yang ditinjau dalam pengujian lereng dengan perkuatan ini yaitu jarak pondasi dari tepi lereng serta tebal lipatan geotekstil. Perlu diketahui bahwa variabel terikat dari penelitian ini yaitu geotekstil yang digunakan hanya satu lapis saja dan panjangnya yaitu $0,32 H$ yang dapat dilihat pada **Gambar 7**.

Analisis daya dukung pada lereng tanpa perkuatan dilakukan dengan menggunakan metode analitik yaitu dengan pendekatan rumus dan metode eksperimen dengan pengujian model di laboratorium. Sedangkan analisis untuk mengetahui daya dukung lereng dengan perkuatan dilakukan dengan metode eksperimen atau melakukan percobaan secara langsung di Laboratorium dengan alat-alat yang tersedia sehingga dapat dihasilkan pemodelan lereng dalam skala lebih kecil dibandingkan dengan lereng di lapangan asli. Pada percobaan ini dilakukan dengan menggunakan box pasir, adapun variabel yang ingin diteliti di penelitian ini dibagi menjadi dua yaitu jarak pondasi dari tepi lereng dan tebal lipatan geotekstil.



Gambar 7. Pemodelan lereng dengan perkuatan geotekstil untuk satu lapisan dan panjang geotekstil 22,4 cm

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Lereng Tanpa Perkuatan

Nilai daya dukung analitik untuk lereng tanpa perkuatan dihitung dengan

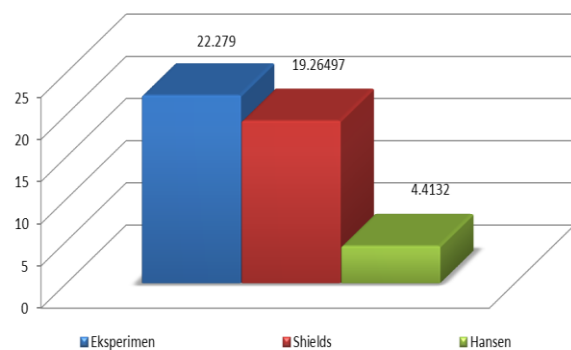
menggunakan metode *Shields* dan metode *Hansen*. Adapun nilai daya dukung yang dihasilkan adalah $19,2649 \text{ kN/m}^2$ untuk metode *Shields*, dan $4,4132 \text{ kN/m}^2$ untuk metode *Hansen*.

Dengan metode eksperimen, Nilai daya dukung pada lereng tanpa perkuatan dengan jarak pondasi 9 cm dari tepi lereng diperoleh sebesar $22,279 \text{ kN/m}^2$ dengan nilai penurunan sebesar 4,105 mm. Perbandingan nilai daya dukung untuk lereng tanpa perkuatan antara metode analitik dan metode eksperimen disajikan pada **Gambar 8**. Dapat dilihat bahwa nilai daya dukung lereng tanpa perkuatan dengan metode *Shields* paling mendekati dengan metode eksperimen.

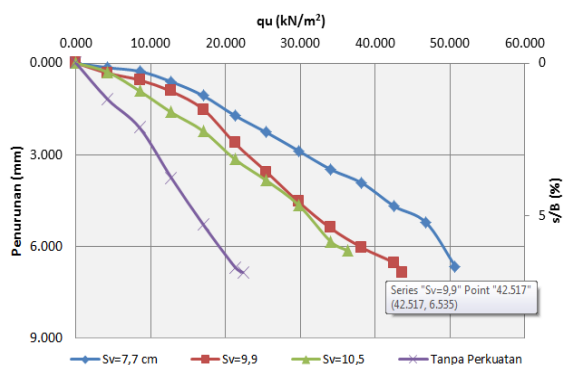
4.1.1 Lereng yang dibebani oleh pondasi berjarak 9 cm dari tepi lereng

Berdasarkan pengujian di laboratorium, diperoleh nilai daya dukung dan penurunan untuk jarak pondasi dari tepi lereng 9 cm dengan $L_x = 22,4 \text{ cm}$, dan dengan tebal lipatan lapisan geotekstil 7,7 cm disajikan pada **Gambar 9**. dapat diketahui bahwa lereng dengan tebal lipatan lapisan geotekstil 7,7 cm dengan jarak pondasi dari lereng 9 cm menghasilkan daya dukung yang paling maksimum yaitu sebesar $50,680 \text{ kN/m}^2$.

Sedangkan untuk tebal lipatan lapisan geotekstil yang sama dan dengan $L_x = 29,4 \text{ cm}$ diperoleh nilai daya dukung dan penurunan untuk jarak pondasi dari tepi lereng 9 cm disajikan pada **Gambar 10**. Dapat diketahui bahwa lereng dengan tebal lipatan lapisan geotekstil $s_v 0,15H$



Gambar 8. Grafik perbandingan metode untuk lereng tanpa perkuatan



Gambar 9. Grafik hubungan daya dukung dan penurunan lereng dengan $L_x = 22,4$ cm

dengan jarak pondasi dari lereng 9 cm dan $L_x = 29,4$ menghasilkan daya dukung yang paling maksimum yaitu sebesar 55,272 kN/m².

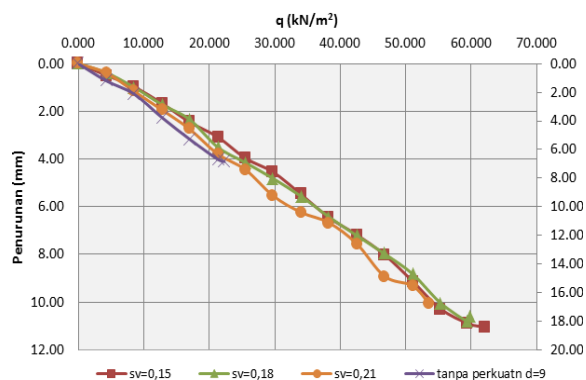
Dari hasil data di atas dapat diketahui bahwa lereng yang menggunakan perkuatan geotekstil dengan panjang lembaran 29,4 cm dan tebal lipatan 0,15 H serta jarak pondasi dari tepi lereng adalah 9 cm menghasilkan daya dukung yang lebih besar dibandingkan geotekstil yang panjang lembarannya 22,4 cm.

4.1.2 Analisis Bearing Capacity Improvement Berdasarkan Daya Dukung Ultimit ($BCI_{(u)}$)

Berdasarkan Tabel 1, Tabel 2, Gambar 11 dan Gambar 12, hasil analisis nilai $BCI_{(u)}$ untuk variasi Tebal lipatan dengan $L_x = 22,4$ cm dan $L_x = 29,4$ cm, dapat diketahui bahwa variasi tebal lipatan dan panjang lembaran geotekstil meningkatkan daya dukung lereng. Hal ini ditunjukkan dengan nilai $BCI_{(u)}$ lebih besar dari 1. Adapun nilai $BCI_{(u)}$ paling maksimum yang diperoleh saat variasi tebal lipatan adalah 0,15 H dengan jarak pondasi dari tepi lereng yaitu 9 cm yaitu sebesar 2,786.

4.1.3 Analisis Bearing Capacity Improvement Berdasarkan Penurunan ($BCI_{(s)}$)

BCI penurunan ($BCI_{(s)}$) yaitu perbandingan penurunan dengan perkuatan dan tanpa perkuatan dimana hasilnya dapat di tampilkan ke dalam grafik. Analisis $BCI_{(s)}$ dilakukan untuk mengetahui nilai



Gambar 10. Grafik hubungan daya dukung dan penurunan lereng dengan $L_x = 29,4$ cm

peningkatan daya dukung yang terjadi akibat pemberian perkuatan pada lereng.

Hasil analisis nilai BCI (s) untuk penurunan paling maksimal pada variasi tebal lipatan dengan $L_x=22,4$ dan $L_x=29,4$ disajikan pada Tabel 3, Tabel 4 dan Gambar 13 dan Gambar 14. Berdasarkan tabel dan grafik tersebut dapat diketahui bahwa nilai BCI (s) untuk variasi tebal lipatan yang paling maksimum untuk menghasilkan daya dukung yang paling besar diperoleh saat tebal lipatan geotekstinya 0,15 H saatn=1 yaitu sebesar 2,430. Adanya variasi tebal lipatan geotekstil dapat meningkatkan nilai daya dukung, hal ini dapat dilihat dari nilai hasil BCI (s) lebih dari 1.

4.1.4 Pengaruh Panjang Lembaran Geotekstil terhadap Peningkatan Daya Dukung Lereng

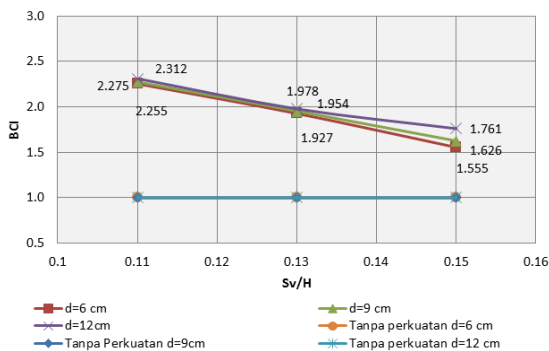
Berdasarkan eksperimen, diperoleh nilai daya dukung untuk lereng tanpa perkuatan dan lereng dengan perkuatan geotekstil dengan variasi panjang lembaran geotekstil dan tebal lipatan geotekstil. Adapun pengaruh variasi tebal lipatan geotekstil terhadap nilai daya dukung disajikan pada Gambar 13. Berdasarkan tersebut, diketahui bahwa daya dukung terbesar pada variasi jarak pondasi dari tepi lereng diperoleh pada pemasangan geotekstil dengan $Sv/H = 0,15$.

Tabel 1. Nilai $BCI_{(u)}$ untuk variasi tebal lipatan geotekstil dengan $L_x = 22,4$ cm

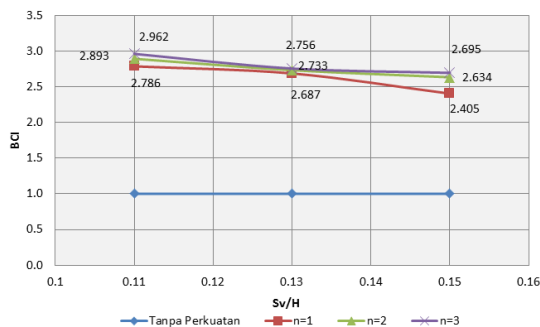
Lx	Sv/H	q (kN/m ²)	q lereng tanpa perkuatan (kN/m ²)	BCI
22,4	0,15	50,680	22,279	2,275
	0,18	43,537		1,954
	0,21	36,224		1,626

Tabel 2. Nilai $BCI_{(u)}$ untuk variasi tebal lipatan geotekstil dengan $L_x = 29,4$ cm

Lx	Sv/H	q (kN/m ²)	q lereng tanpa perkuatan (kN/m ²)	BCI
29,4	0,15	62,075	22,279	2,786
	0,18	59,864		2,687
	0,21	53,571		2,405



Gambar 11. Grafik nilai $BCI_{(u)}$ untuk variasi Tebal Lipatan Geotekstil



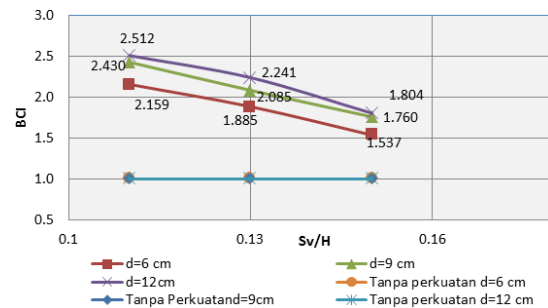
Gambar 12. Grafik nilai $BCI_{(u)}$ untuk variasi Tebal Lipatan Geotekstil $L_x = 29,4$ cm

Tabel 3. Nilai $BCI_{(s)}$ untuk variasi tebal lipatan geotekstil $s/B=6,842\%$ dengan $L_x = 22,4$ cm

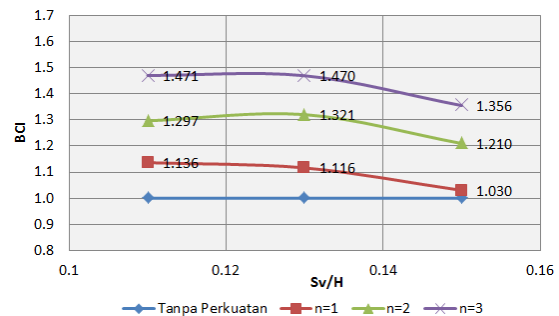
Jarak Pondasi	Sv/H	q (kN/m ²)	q lereng tanpa perkuatan (kN/m ²)	BCI
9 cm	0,15	19,543	8,041	2,430
	0,18	16,767		2,085
	0,21	14,155		1,760

Tabel 4. Nilai $BCI_{(s)}$ untuk variasi tebal lipatan geotekstil $s/B=6,842\%$ dengan $L_x = 29,4$ cm

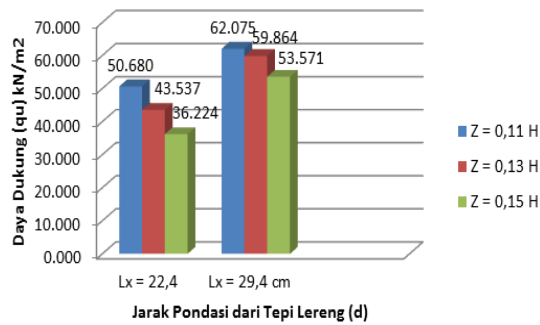
Jarak Pondasi	Sv/H	q (kN/m ²)	q lereng tanpa perkuatan (kN/m ²)	BCI
9 cm	0,15	26,147	23,008	1,136
	0,18	25,684		1,116
	0,21	23,703		1,030



Gambar 13. Grafik nilai $BCI_{(u)}$ untuk variasi Tebal Lipatan Geotekstil



Gambar 14. Grafik nilai $BCI_{(u)}$ untuk variasi Tebal Lipatan Geotekstil $L_x = 29,4$ cm



Gambar 15. Diagram perbandingan daya dukung dengan variasi tebal lipatan geotekstil

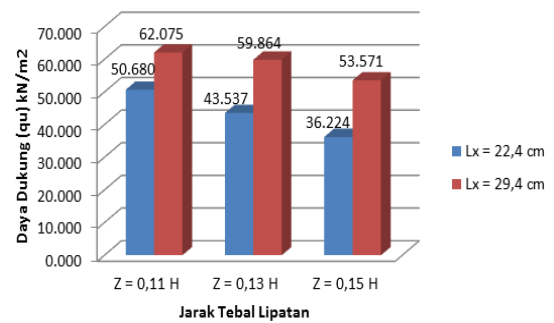
Hasil analisis juga menunjukkan bahwa semakin rapat tebal lipatan geotekstil yang dipasang maka semakin besar pula nilai daya dukung yang diperoleh.

Adapun variasi panjang lembaran geotekstil juga terbukti meningkatkan nilai daya dukung. Nilai daya dukung berdasarkan panjang lembaran geotekstil disajikan pada **Gambar 14**. Dari gambar tersebut, diketahui bahwa nilai daya dukung terbesar diperoleh pada saat pemasangan geotekstil dengan panjang lembarannya yaitu sebesar 29,4 cm.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dengan pengaruh variasi tebal lipatan geotekstil dan panjang lembaran geotekstil dengan perbandingan jarak pondasi dari tepi lereng dan jumlah lapisan geotekstil pada pemodelan fisik lereng pasir kepadatan 74% ini telah menghasilkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil eksperimen dan analisis terhadap pengaruh geotekstil



Gambar 16. Diagram perbandingan daya dukung dengan jarak tebal lipatan

pada nilai daya dukung lereng tanpa perkuatan dengan lereng perkuatan geotekstil mengalami peningkatan yang dapat dibuktikan pada nilai BCI(qu).

2. Semakin panjang lembaran geotekstil maka daya dukung lereng tersebut akan meningkat. Kemudian semakin rapat lipatan geotekstil maka nilai daya dukung yang dihasilkan akan semakin meningkat pula
3. Panjang lembaran geotekstil yang paling menghasilkan daya dukung terbesar 29,4 cm. sedangkan tebal lipatan geotekstil yang paling menghasilkan daya dukung terbesar adalah 7,7 cm.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Das, B. M. (1998). *Foundation Engineering* (Fourth Edition ed.). New York: PWS Publishing.
- Direktorat Jendral Bina Marga. (n.d.). *Perencanaan Geosintetik Untuk Perkuatan Lereng* (Vol. Volume 3.). Jakarta.
- Koerner, R. M. (1990). *Designing with Geosynthetics*.
- Zaika, Y., & Kombino, B. A. (2010). Penggunaan Geotekstil sebagai Alternatif Perbaikan Tanah terhadap Penurunan Pondasi Dangkal. *JURNAL REKAYASA SIPIL*, 4, no 2, 91 - 98.