

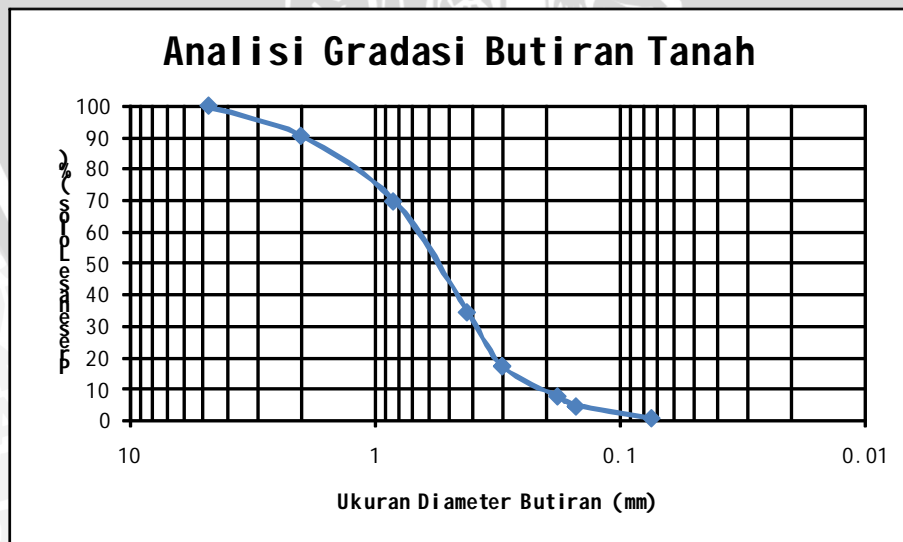
**BAB IV**  
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1 Analisis Bahan**

Jenis tanah yang digunakan dalam penelitian ini antara lain tanah pasir poorly graded atau pasir bergradasi buruk. Penelitian ini menggunakan pondasi menerus yang berfungsi untuk menopang dan meneruskan beban yang diberikan pada tanah di bawahnya. Bahan pondasi yang digunakan yaitu baja sebagai lapisan luar pondasi, sedangkan bagian dalamnya diisi dengan kayu agar pondasi tersebut bersifat kaku (*rigid*). Penelitian ini menggunakan perkuatan tanah yaitu geotekstil geocomposite *non woven* yang diperoleh dari PT.WIKA.

**4.1.1 Analisis Gradasi Butiran Tanah**

Pengujian dasar yang dilakukan pada tahap awal penelitian yaitu analisis gradasi butiran tanah. Tujuan dari pengujian tersebut adalah untuk menentukan gradasi agregat halus dan agregat kasar dari tanah pasir yang digunakan selama penelitian berlangsung. Pengujian tersebut dilakukan di laboratorium dengan menggunakan alat berupa saringan. Hasil pengujian analisis saringan terhadap gradasi butiran tanah dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut ini:



**Gambar 4.1** Grafik pembagian ukuran butir tanah

Berdasarkan hasil pengujian tersebut dapat diketahui bahwa butiran tanah yang lolos saringan no. 200 sebesar 0,56%. Menurut sistem klasifikasi *Unified*, tanah tersebut digolongkan sebagai tanah berbutir kasar jenis SP (*Poorly Graded Sand*) dengan persentase tanah yang lolos saringan no. 200 kurang dari 5%.

#### 4.1.2 Analisis *Specific Gravity*

Pengujian dasar yang dilakukan selanjutnya yaitu analisis *specific gravity*). Pengujian ini menggunakan alat labu ukur (*picnometer*) untuk menentukan *specific gravity* yang memiliki butiran lolos saringan nomor 80. *Specific gravity* merupakan perbandingan antara berat butiran tanah dengan berat air dimana berat dan volumenya sama dengan volume sampel tanah pada suhu dan temperature yang sama. Persamaan yang digunakan dalam analisis ini yaitu:

$$GS = W_s / (W_s - W_1 + W_2) \tag{4-1}$$

dengan:

- Gs = specific gravity
- Ws = berat tanah kering
- W1 = berat labu ukur + air + tanah
- W2 = berat labu ukur + air

Berdasarkan pengujian *specific gravity* yang dilakukan di laboratorium diperoleh nilai *specific gravity* sebesar 2,827. Hasil pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut:

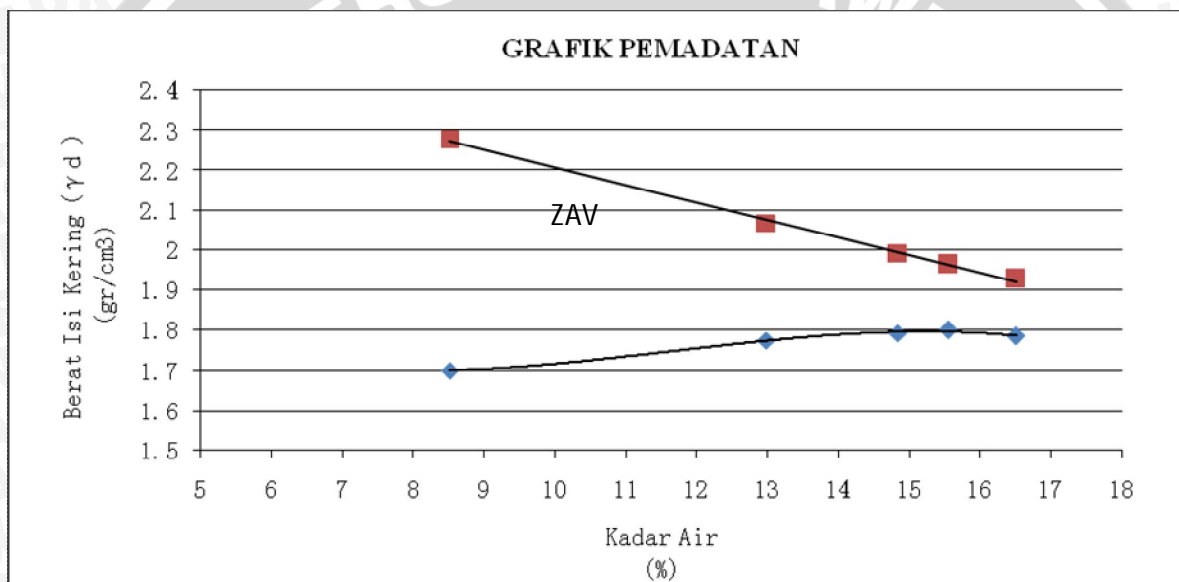
**Tabel 4.1** *specific gravity* rata-rata

Labu ukur	A	B
Specific Gravity	2,823	2,831
Specific Gravity rata-rata	2,827	

### 4.1.3 Analisis Pemeriksaan Kepadatan Tanah (*compaction*)

#### 4.1.3.1 Kepadatan Tanah Standar *Proctor Test*

Tujuan dari pengujian kepadatan standar (*compaction*) adalah untuk menentukan hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah dengan cara memadatkan tanah di dalam *mould* yang berdiameter 102 mm (4 inci) menggunakan *proctor* standar dengan berat 4,54 kg (10 lbs) dengan tinggi jatuh 45,7 cm (18 inci). Hasil pengujian menunjukkan bahwa berat isi kering ( $\gamma_{lab}$ ) yang diperoleh di laboratorium adalah 1,782 gr/cm<sup>3</sup> dengan kadar air maksimum sebesar 15,3%. Hasil pengujian akan disajikan secara lebih rinci pada Gambar 4.2 berikut ini:



Gambar 4.2 Grafik pemadatan standar

#### 4.1.3.2 Kepadatan Tanah *Model Test*

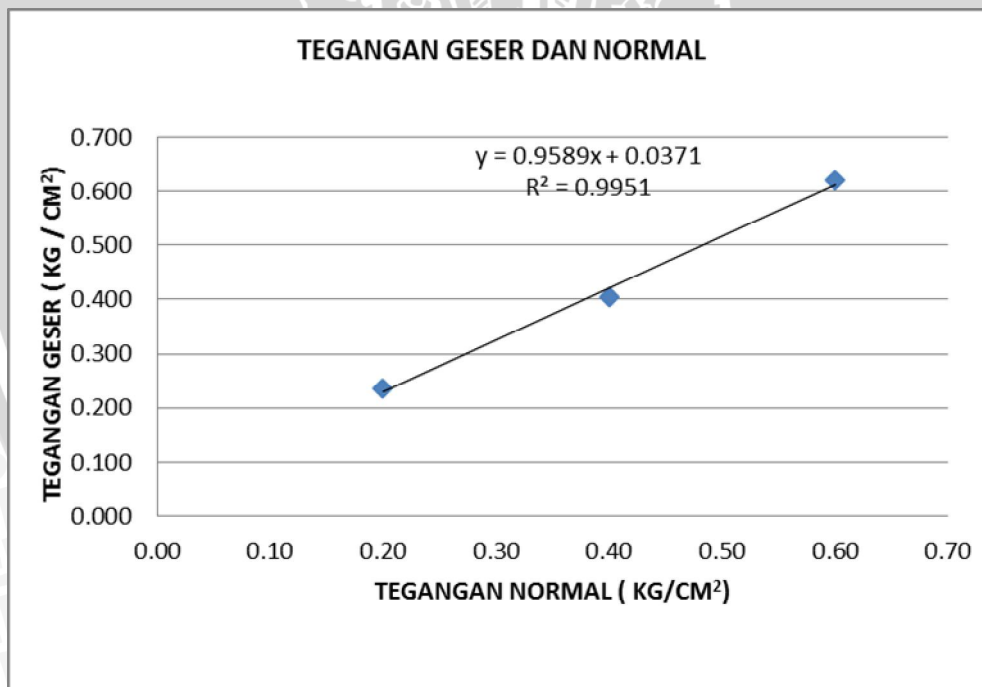
Penelitian ini menggunakan istilah kepadatan tanah model karena pada saat percobaan dalam model sulit didapatkan kepadatan maksimum seperti pada percobaan di laboratorium. Cara menentukan berat isi kering pada model yaitu dengan menggunakan *density* yang menghasilkan nilai berat isi kering ( $\gamma_{lap}$ ). Perbandingan antara berat isi kering yang diperoleh dari *density* ( $\gamma_{lap}$ ) dengan berat isi kering yang diperoleh dari pemadatan standar di laboratorium menggunakan *proctor* ( $\gamma_{lab}$ ) akan menghasilkan nilai kepadatan.



Berat isi kering yang digunakan pada penelitian ini adalah  $1,3604 \text{ gr/cm}^3$  dengan kepadatan sebesar 76%.

#### 4.1.4 Analisis Pengujian Geser langsung (*direct shear*)

Pengujian geser langsung bertujuan untuk menentukan nilai kohesi tanah ( $c$ ) dan menentukan sudut geser tanah ( $\phi$ ). Pengujian ini dilakukan pada tanah pasir dengan kepadatan 76%. Pengujian ini dilakukan sebanyak satu kali dengan menggunakan 3 sampel dari 3 lapisan yang berbeda (lapisan 1, 3, dan 5). Nilai kohesi dan sudut geser didapatkan melalui grafik hubungan antara tekanan normal ( $\sigma$ ) dengan tegangan geser maksimum ( $\tau$ ). Dari grafik hubungan tersebut, ketiga titik yang diperoleh dihubungkan sehingga membentuk garis lurus yang memotong sumbu vertikal pada nilai kohesi ( $c$ ) dan memotong sumbu horizontal ( $\sigma$ ) dengan sudut geser tanah ( $\phi$ ). Grafik hubungan tegangan geser dan tegangan normal dapat dilihat pada Gambar 4.3.



**Gambar 4.3** Hubungan tegangan geser dan tegangan normal

Berdasarkan hasil pengujian tersebut dapat diperoleh nilai-nilai sudut geser dalam ( $\phi$ ) dan dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut:

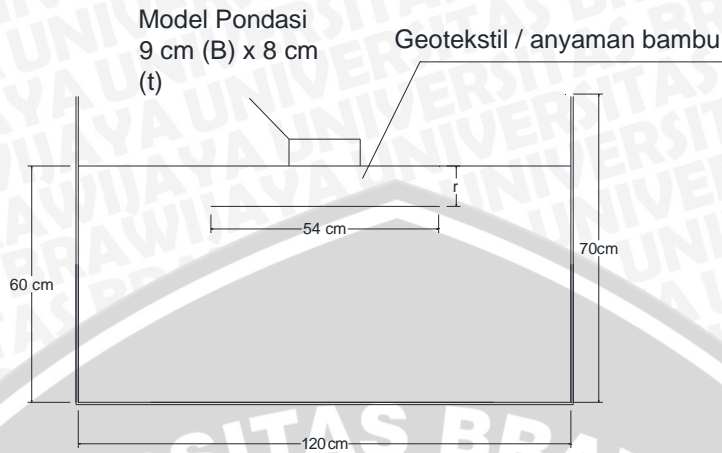
**Tabel 4.2** Nilai-nilai sudut geser dalam

Kepadatan pasir	Lapisan	Sudut Geser Dalam ( $\phi$ )	$\phi$ Rata-Rata
76%	1	35.255	35.926
	3	35.937°	
	5	36.587°	

#### 4.2 Pengujian *Model Test*

Pengujian ini menggunakan suatu *box* berukuran 120 cm x 72 cm x 70 cm yang akan diisi dengan pasir hingga ketinggian 60 cm. Pada proses pembuatan tanah pasir datar dalam *box*, pengisian pasir dibagi menjadi 6 lapisan dengan tinggi tiap lapisan yaitu 10 cm. Setelah 1 lapisan terisi pasir, dilakukan proses pemadatan dengan cara menggelindingkan menggunakan silinder beton agar diperoleh kepadatan yang diinginkan. Konsep pemadatan yang digunakan adalah kontrol volume dimana 1 lapis tanah dibuat dengan memasukkan 129,3 kg. Pada setiap lapisan pasir datar yang telah digelinding oleh silinder, dilakukan pengecekan atau pengontrolan terhadap kepadatan dan juga kadar air dengan cara mengambil sampel tanah dengan *density ring* dan *water content*. Proses ini dilakukan hingga seluruh lapisan terselesaikan. Pemasangan geotekstil & anyaman bambu 2 arah disesuaikan dengan variasi yang telah ditentukan. Penelitian ini digunakan jarak dan jumlah lapis. Setelah tanah dalam *box* mencapai tinggi 60 cm tanah didiamkan beberapa saat untuk memberikan kesempatan tanah melakukan pergeseran pada rongga-rongga yang masih dapat diisi. Selanjutnya, dibuat tanah pasir dengan kemiringan sudut  $0^0$  atau dengan kata lain tanah datar. Setelah tanah pasir datar terbentuk, maka pondasi menerus diletakkan di tengah-tengah arah melintang *box*. Kemudian tanah pasir datar siap diuji dengan diberikan beban dengan kelipatan 25 kg hingga terlihat retak pada permukaan pasir runtuh dan beban menjadi konstan.

Pada penelitian ini juga ditetapkan simbol-simbol yang digunakan untuk penamaan variabel. Lebar pondasi menggunakan simbol B, jarak antar lapis (r) dan jumlah lapis (n). Selengkapnya dapat dilihat pada gambar 4.6 berikut ini:

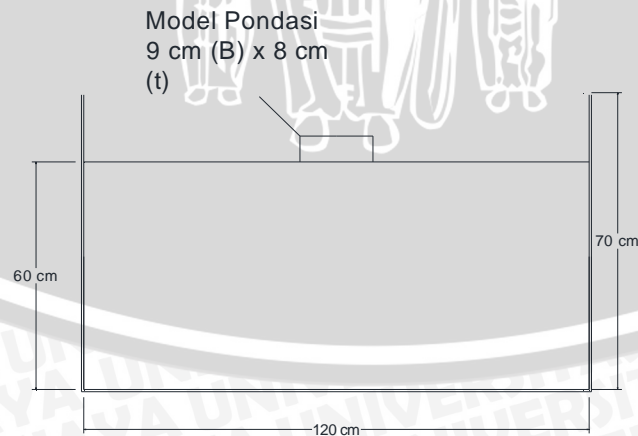


**Gambar 4.4** Pemodelan tanah datar

### 4.3 Hasil Pengujian

#### 4.3.1 Tanah Datar Tanpa Perkuatan

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian pada tanah pada dua kondisi, yaitu pada pemodelan tanah datar dengan perkuatan kombinasi geotekstil dan anyaman bambu 2 arah dibandingkan dengan tanah datar tanpa perkuatan. Untuk tanah datar tanpa perkuatan dilakukan 1 kali model pengujian. Di bawah ini dapat dilihat bentuk model tanah datar tanpa perkuatan pada gambar 4.5 berikut.



**Gambar 4.5** Tampak samping model tanah datar tanpa perkuatan



**4.3.1.1 Hasil Pengujian Kepadatan dan Kadar air**

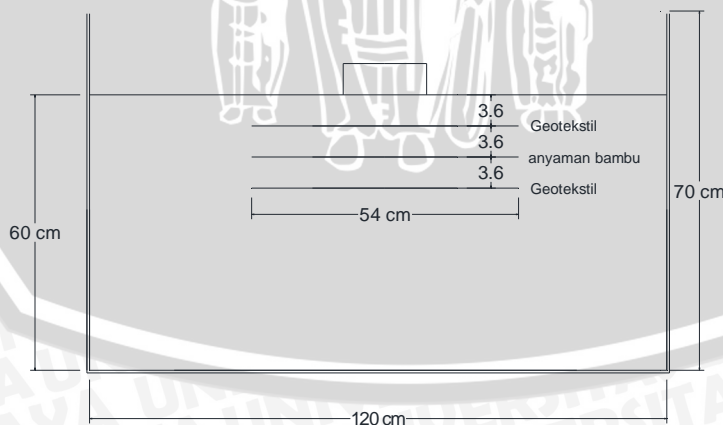
Pada pengujian pemodelan tanah datar tanpa perkuatan mendapatkan nilai berat isi kering dan kadar air yang dapat dilihat pada tabel 4.3

**Tabel 4.3** Nilai kepadatan dan kadar air tanah datar tanpa perkuatan

Tanpa Perkuatan	Kadar Air (%)	Berat isi Kering (gr/cm <sup>3</sup> )
	8.11	1,369

**4.3.2 Tanah Pasir Datar dengan Perkuatan Kombinasi Geotekstil dan Anyaman Bambu 2 Arah**

Pada pengujian tanah pasir datar dengan perkuatan kombinasi geotekstil dan anyaman bambu dilakukan 12 kali pengujian pembebanan. Pada pemodelan tanah datar ini diberikan variasi jarak antar lapis 1,8 cm, 2,7 cm, dan 3,6 cm, variasi jumlah 2 dan 3 lapis, serta variasi urutan perkuatan yakni penempatan jenis perkuatan yang selang-seling. Variabel terikat yang digunakan pada penelitian ini adalah lebar pondasi yaitu 9 cm. Berikut ini adalah contoh pemodelan tanah datar dengan jarak antar lapis 3,6 cm pada jumlah 3 lapis yang urutannya adalah geotekstil-anyaman bambu-geotekstil yang dapat dilihat pada gambar 4.6 berikut.



**Gambar 4.6** Pemodelan tanah pasir datar dengan perkuatan kombinasi

#### 4.3.2.1 Hasil Pengujian Kepadatan dan Kadar air

Pada pengujian pemodelan tanah datar pasir dengan perkuatan kombinasi untuk variasi jarak dan jumlah lapis mendapatkan nilai berat isi kering dan kadar air yang dapat dilihat pada tabel 4.4

**Tabel 4.4** Nilai kepadatan dan kadar air tanah datar dengan perkuatan kombinasi

No	Variabel	Berat Isi Kering (gr/cm <sup>3</sup> )	Kadar Air %
1	r = 1,8 cm; n =2; Geo-Bambu	1.359	8.55
2	r = 1,8 cm; n =2; Bambu-Geo	1.364	8.59
3	r = 2,7 cm; n =2; Geo-Bambu	1.365	8.70
4	r = 2,7 cm; n =2; Bambu-Geo	1.364	8.55
5	r = 3,6 cm; n =2; Geo-Bambu	1.366	8.62
6	r = 3,6 cm; n =2; Bambu-Geo	1.360	8.42
7	r = 1,8 cm; n =3; Geo-Bambu-Geo	1.358	8.47
8	r = 1,8 cm; n =3; Bambu-Geo-Bambu	1.365	8.43
9	r = 2,7 cm; n =3; Geo-Bambu-Geo	1.359	8.58
10	r = 2,7 cm; n =3; Bambu-Geo-Bambu	1.366	8.42
11	r = 3,6 cm; n =3; Geo-Bambu-Geo	1.359	8.59
12	r = 3,6 cm; n =3; Bambu-Geo-Bambu	1.365	8.71

#### 4.4 Analisis Daya Dukung Pondasi

##### 4.4.1 Tanah Datar Tanpa Perkuatan

Pada penelitian ini, analisis daya dukung pada tanah datar tanpa perkuatan dilakukan dengan metode analitik yaitu menggunakan pendekatan rumus dan menggunakan metode eksperimen yaitu dengan melakukan percobaan di laboratorium.

##### 4.4.1.1 Metode Analitik

Pada tanah datar tanpa perkuatan ada beberapa cara yang dapat menghitung nilai daya dukung tanah yaitu dengan menggunakan metode Terzaghi, Meyerhoff, metode Hansen dan Vesic. Hasil dari nilai daya dukung tanah dapat dilihat pada tabel berikut:



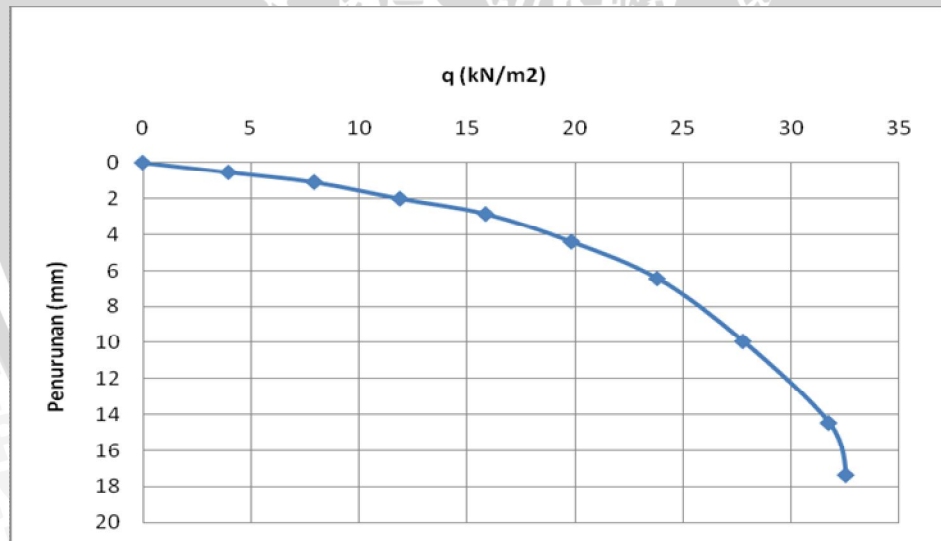
Metode	$q_u$ (Kn/m <sup>2</sup> )
Terzaghi	34.339
Meyerhoff	30.971
Hansen	34.097
Vesic	35.475

**Tabel 4.5** Nilai daya dukung secara analitik

Berdasarkan Tabel 4.5 dapat diperoleh nilai daya dukung yang terbesar yaitu analisis daya dukung menggunakan metode Vesic, sedangkan pada perhitungan dengan metode Meyerhoff nilai daya dukung yang dihasilkan paling kecil .

#### 4.4.1.2 Metode Eksperimen

Pada uji pembebanan lereng tanpa perkuatan dilakukan pengujian pembebanan setiap kelipatan 25 kg. Dari pengujian yang dilakukan didapatkan grafik hubungan antara daya dukung dan penurunan yang disajikan pada gambar 4.7 berikut:



**Gambar 4.7** Grafik hubungan daya dukung dan penurunan pada tanah tanpa perkuatan

Dari Gambar 4.7 dapat dilihat hasil penurunan dan juga nilai daya dukung maksimum yang terjadi. Nilai daya dukung dan penurunan dapat dilihat pada tabel pembebanan yang disajikan pada tabel 4.6 berikut:

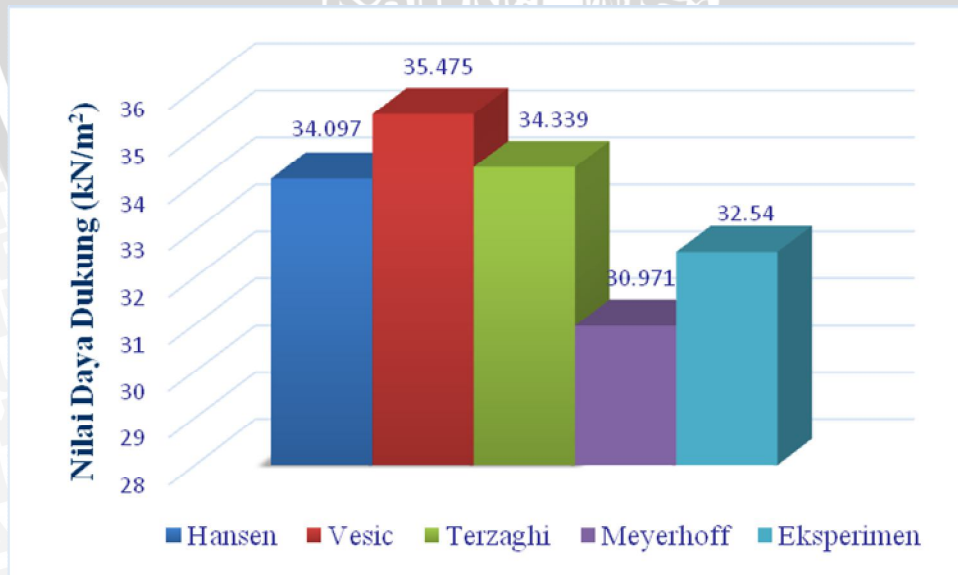
**Tabel 4.6** Nilai daya dukung berdasarkan eksperimen

Beban (Kg)	Pembacaan LVDT		penurunan	penurunan	Rata-rata penurunan (mm)	q (kN/m <sup>2</sup> )
	CH 1	CH 8	CH 1(mm)	CH 8(mm)		
	45.775	44.733	0	0	0	0
25	45.127	44.299	0.648	0.434	0.541	3.968
50	44.585	43.733	1.19	1	1.095	7.937
75	43.565	42.928	2.21	1.805	2.008	11.905
100	42.943	41.858	2.832	2.875	2.854	15.873
125	41.391	40.306	4.384	4.427	4.406	19.841
150	39.375	38.242	6.4	6.491	6.446	23.810
175	36.708	33.922	9.067	10.811	9.939	27.778
200	32.232	29.346	13.543	15.387	14.465	31.746
205	29.454	26.333	16.321	18.4	17.361	32.540

Berdasarkan pada tabel 4.6 didapatkan bahwa daya dukung yang terbesar terjadi pada beban 205 kg, yakni dengan daya dukung sebesar 32,54 kN/m<sup>2</sup>. Pada beban tersebut terjadi penurunan sebesar 17,36 mm<sup>2</sup>.

**4.4.1.3 Perbandingan Nilai Daya Dukung**

Perbandingan nilai daya dukung untuk tanah tanpa perkuatan antara metode analitik dan metode eksperimen disajikan pada gambar berikut:



**Gambar 4.8** Diagram perbandingan daya dukung hasil analitik dan eksperimen

Dari diagram diatas dapat diketahui bahwa seluruh hasil perhitungan analisis daya dukung mendekati hasil eksperimen.

#### 4.4.2 Tanah Datar dengan Perkuatan

Pada penelitian ini salah satu tujuannya adalah untuk mengetahui daya dukung maksimum yang dapat ditahan oleh tanah datar sampai mengalami keruntuhan. Dari daya dukung yang diperoleh dari tanah datar dengan perkuatan kombinasi geotekstil dan anyaman bambu dua arah dilakukan perbandingan dengan tanah datar tanpa perkuatan. Untuk pengujian tanah datar dengan perkuatan dilakukan 12 kali pengujian. Analisis akan disajikan berdasarkan tiga jenis variabel yang diteliti yaitu jarak antar lapis, jumlah lapis dan urutan perkuatan.

##### 4.4.2.1 Analisis Daya Dukung untuk Variabel Jarak Antar Lapis Perkuatan

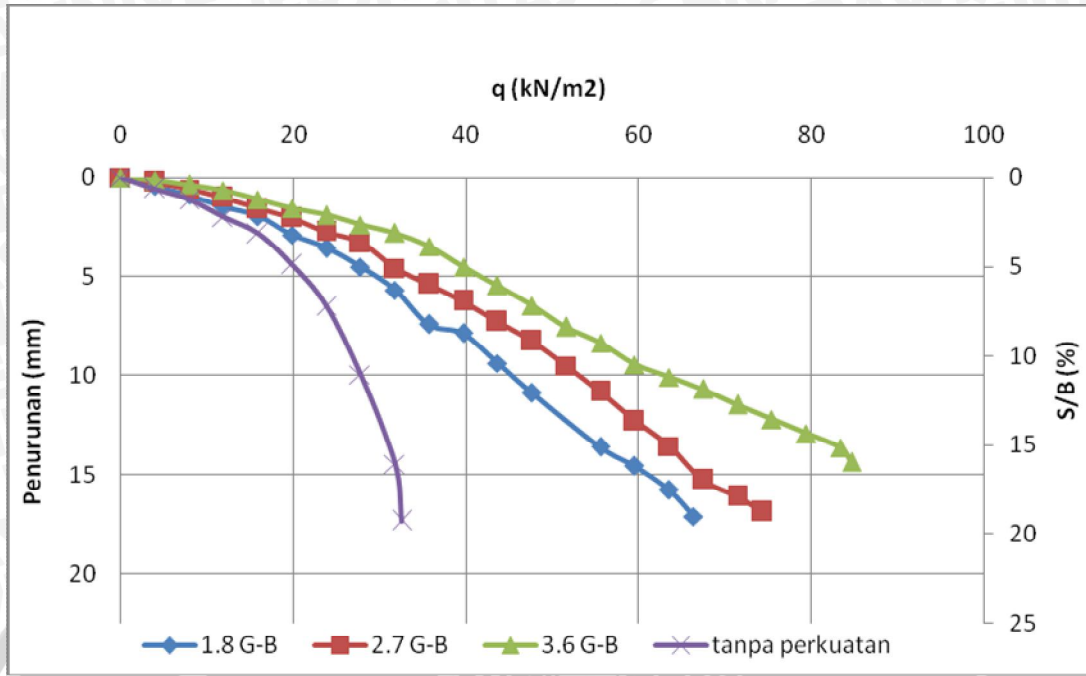
###### 4.4.2.1.1 Variasi Perkuatan Jarak Antar Lapis (n=2 ; urutan perkuatan : Geotekstil – Anyaman Bambu)

Berdasarkan pengujian di laboratorium, diperoleh nilai daya dukung dan penurunan untuk tanah datar dengan urutan perkuatan geotekstil pada lapisan pertama dan anyaman bambu dua arah pada lapisan kedua yang menggunakan variasi jarak antar lapis adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.7** Nilai daya dukung dan penurunan tanah datar dengan urutan perkuatan geotekstil-anyaman bambu menggunakan variasi jarak antar lapis

Perkuatan	Jarak Antar Lapis (cm)	Penurunan (mm)	q (kN/m <sup>2</sup> )
Geo-Bambu	1.8	17.129	66.349
	2.7	16.906	74.286
	3.6	14.390	84.603





**Gambar 4.9** Grafik hubungan daya dukung dan penurunan tanah datar (urutan :geotekstil-anyaman bambu ) dengan variasi jarak antar lapis perkuatan

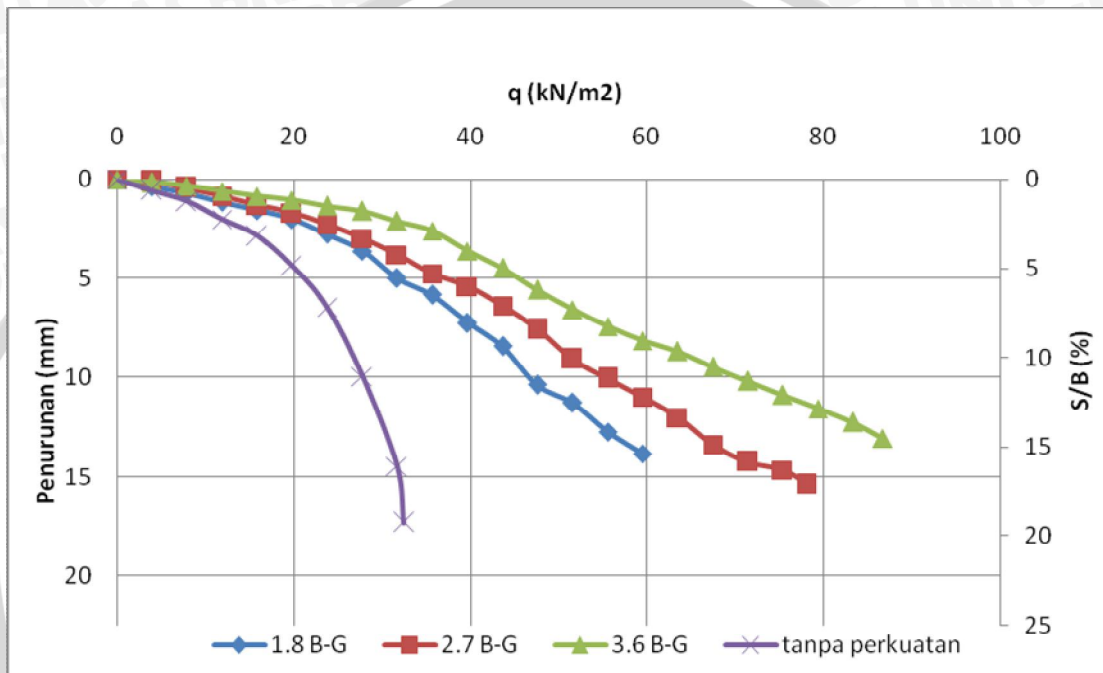
Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai daya dukung paling maksimum diperoleh untuk jarak antar lapis perkuatan 3,6 cm yaitu sebesar 84,603 kN/m<sup>2</sup> dengan nilai penurunan sebesar 14,390 mm.

**4.4.2.1.2 Variasi Perkuatan Jarak Antar Lapis (n=2 ; urutan perkuatan : Anyaman Bambu – Geotekstil )**

Berdasarkan pengujian di laboratorium, diperoleh nilai daya dukung dan penurunan untuk tanah datar dengan urutan perkuatan anyaman bambu dua arah pada lapisan pertama dan geotekstil pada lapisan kedua yang menggunakan variasi jarak antar lapis adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.8** Nilai daya dukung dan penurunan tanah datar dengan urutan perkuatan anyaman bambu-geotekstil menggunakan variasi jarak antar lapis

Perkuatan	Jarak Antar Lapis (cm)	Penurunan (mm)	q (kN/m <sup>2</sup> )
Bambu-Geo	1.8	16.488	69.048
	2.7	15.394	78.095
	3.6	13.049	86.667



**Gambar 4.10** Grafik hubungan daya dukung dan penurunan tanah datar (urutan: anyaman bambu-geotekstil ) dengan variasi jarak antar lapis perkuatan

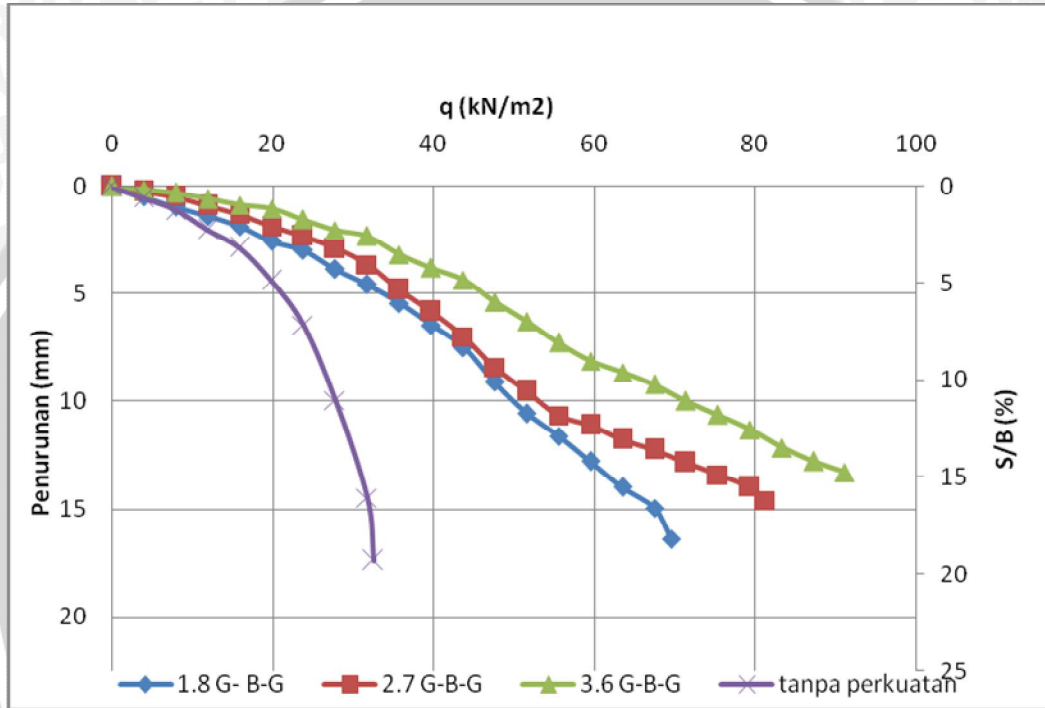
Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai daya dukung paling maksimum diperoleh untuk jarak antar lapis perkuatan 3,6 cm yaitu sebesar 86,667 kN/m<sup>2</sup> dengan nilai penurunan sebesar 13,049 mm.

#### 4.4.2.1.3 Variasi Perkuatan Jarak Antar Lapis (n=3 ; urutan perkuatan : Geotekstil – Anyaman Bambu – Geotekstil )

Berdasarkan pengujian di laboratorium, diperoleh nilai daya dukung dan penurunan untuk tanah datar dengan urutan perkuatan geotekstil pada lapisan pertama, anyaman bambu dua arah pada lapisan kedua dan geotekstil pada lapisan ketiga yang menggunakan variasi jarak antar lapis adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.9** Nilai daya dukung dan penurunan tanah datar dengan urutan perkuatan geotekstil-anyaman bambu-geotekstil variasi jarak antar lapis

Perkuatan	Jarak Antar Lapis (cm)	Penurunan (mm)	q (kN/m <sup>2</sup> )
Geo-Bambu-Geo	1.8	16.368	69.524
	2.7	14.573	81.270
	3.6	13.279	91.111



**Gambar 4.11** Grafik hubungan daya dukung dan penurunan tanah datar (urutan:geotekstil-anyaman bambu-geotekstil ) dengan variasi jarak antar lapis

Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai daya dukung paling maksimum diperoleh untuk jarak antar lapis perkuatan 3,6 cm yaitu sebesar 91,111 kN/m<sup>2</sup> dengan nilai penurunan sebesar 13,279 mm.

#### 4.4.2.1.4 Variasi Perkuatan Jarak Antar Lapis (n=3 ; urutan perkuatan : Anyaman Bambu – Geotekstil – Anyaman Bambu)

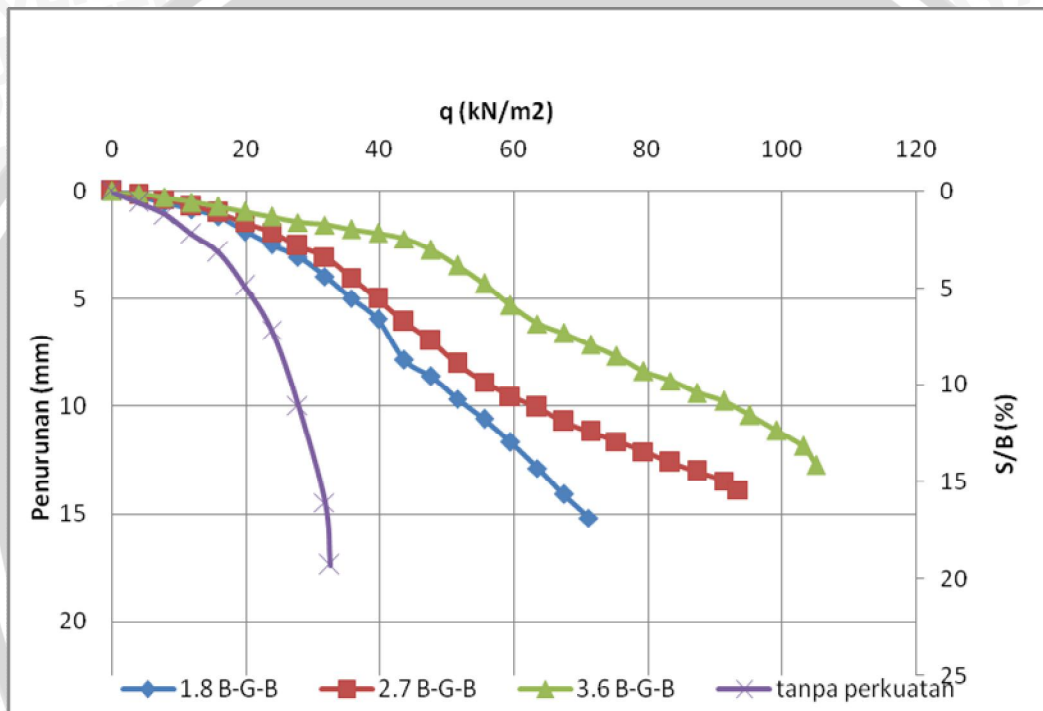
Berdasarkan pengujian di laboratorium, diperoleh nilai daya dukung dan penurunan untuk tanah datar dengan urutan perkuatan anyaman bambu pada lapisan pertama dan



ketiga, serta geotekstil pada lapisan kedua dengan menggunakan variasi jarak antar lapis adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.10** Nilai daya dukung dan penurunan tanah datar dengan urutan perkuatan anyaman bambu-geotekstil-anyaman bambu variasi jarak antar lapis

Perkuatan	Jarak Antar Lapis (cm)	Penurunan (mm)	q (kN/m <sup>2</sup> )
Bambu-Geo-Bambu	1.8	15.190	71.111
	2.7	13.882	93.492
	3.6	12.696	105.079



**Gambar 4.12** Grafik hubungan daya dukung dan penurunan tanah datar (urutan: anyaman bambu-geotekstil-anyaman bambu ) dengan variasi jarak antar lapis

Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai daya dukung paling maksimum diperoleh untuk jarak antar lapis perkuatan 3,6 cm yaitu sebesar 105,709 kN/m<sup>2</sup> dengan nilai penurunan sebesar 12,696 mm.

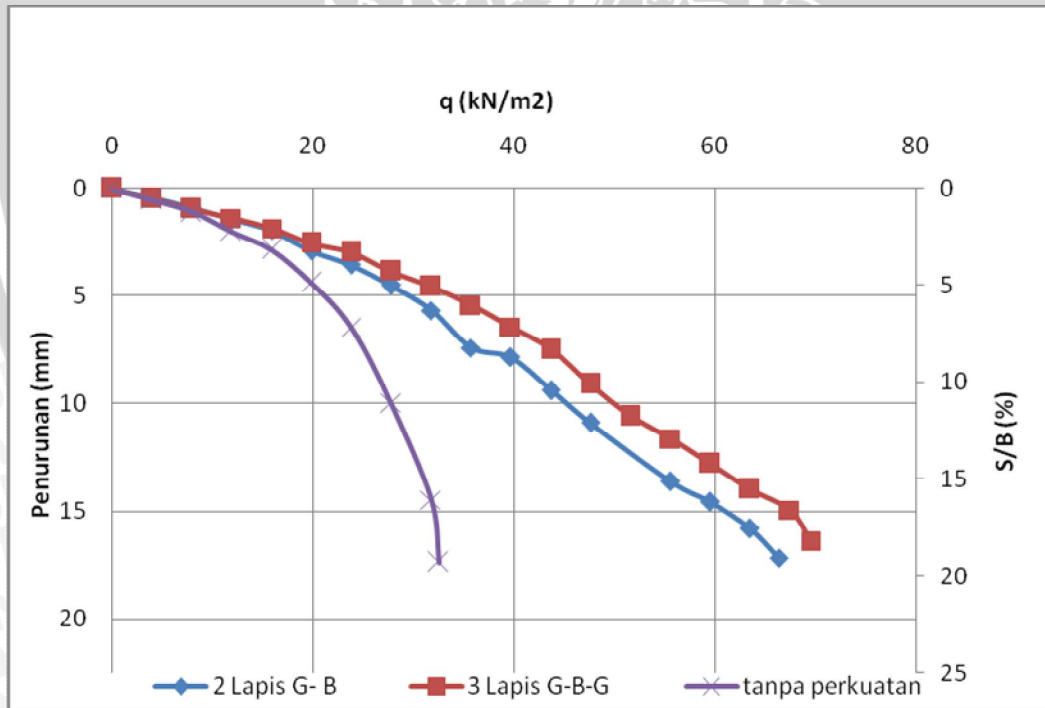
#### 4.4.2.2 Analisis Daya Dukung untuk Variabel Jumlah Lapis Perkuatan

##### 4.4.2.2.1 Variasi Jumlah Lapis dengan Jarak Antar Lapis 1,8 cm (urutan: Geo-Bambu & Geo-Bambu-Geo)

Berdasarkan pengujian di laboratorium, diperoleh nilai daya dukung dan penurunan untuk tanah datar dengan variasi jumlah lapis, yaitu 2 lapis dan 3 lapis. Urutan perkuatan yang digunakan geotekstil - anyaman bambu & geotekstil-anyaman bambu-geotekstil (yang disebutkan pertama adalah lapisan pertama/teratas). Data yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.11** Nilai daya dukung dan penurunan tanah datar dengan variasi jumlah lapis dengan jarak antar lapis 1,8 cm (Geo-bambu & geo-bambu-geo)

Perkuatan	Jumlah Lapis	Penurunan (mm)	q (kN/m <sup>2</sup> )
Geo-Bambu	2	17.129	66.349
Geo-Bambu-Geo	3	16.368	69.524



**Gambar 4.13** Grafik hubungan daya dukung dan penurunan dengan variasi jumlah lapis dengan jarak antar lapis 1,8 cm (urutan: geo-bambu & geo-bambu-geo )

Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai daya dukung paling maksimum diperoleh untuk jumlah lapis perkuatan 3 lapis yaitu sebesar 69,524 kN/m<sup>2</sup> dengan nilai penurunan sebesar 16,368 mm.

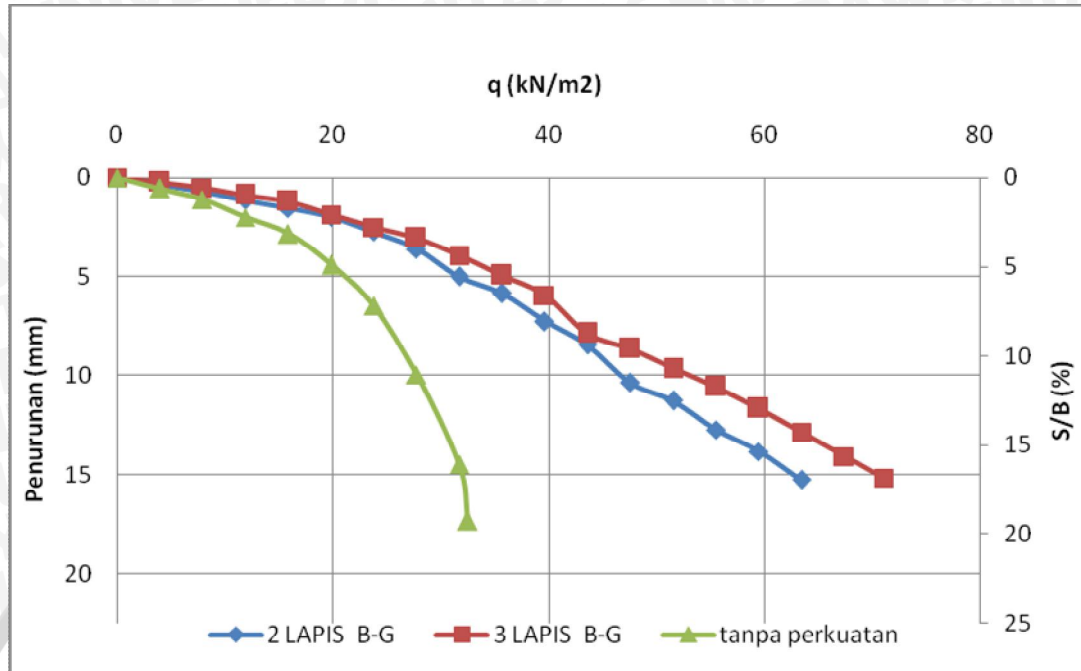
#### 4.4.2.2 Variasi Jumlah Lapis dengan Jarak Antar Lapis 1,8 cm (urutan: Bambu-Geo & Bambu-Geo-Bambu)

Berdasarkan pengujian di laboratorium, diperoleh nilai daya dukung dan penurunan untuk tanah datar dengan variasi jumlah lapis, yaitu 2 lapis dan 3 lapis. Urutan perkuatan yang digunakan anyaman bambu-geotekstil & anyaman bambu-geotekstil-anyaman bambu (yang disebutkan pertama adalah lapisan pertama/teratas). Data yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.12** Nilai daya dukung dan penurunan tanah datar dengan variasi jumlah lapis dengan jarak antar lapis 1,8 cm (Bambu-Geo & Bambu-Geo-Bambu)

Perkuatan	Jumlah Lapis	Penurunan (mm)	q (kN/m <sup>2</sup> )
Bambu-Geo	2	16.488	69.048
Bambu-Geo-Bambu	3	15.190	71.111





**Gambar 4.14** Grafik hubungan daya dukung dan penurunan tanah datar dengan variasi jumlah lapis dengan jarak antar lapis 1,8 cm (urutan: bambu-geo & bambu-geo-bambu )

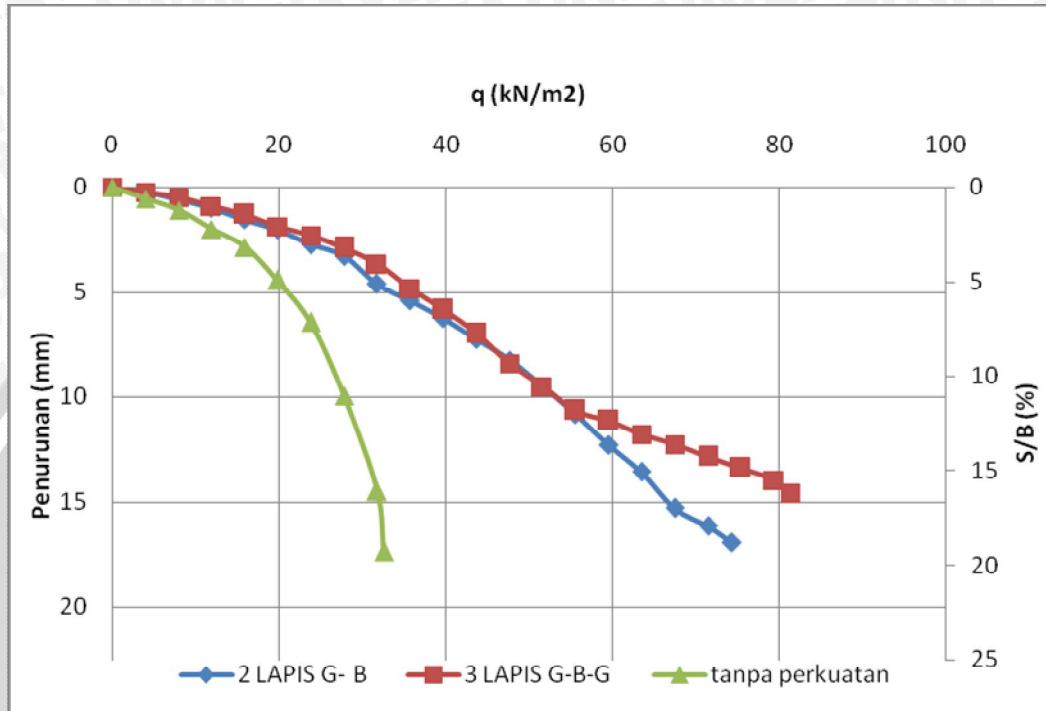
Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai daya dukung paling maksimum diperoleh untuk jumlah lapis perkuatan 3 lapis yaitu sebesar 71,111 kN/m<sup>2</sup> dengan nilai penurunan sebesar 15,190 mm.

#### 4.4.2.2.3 Variasi Jumlah Lapis dengan Jarak Antar Lapis 2,7 cm (urutan: Geo-Bambu & Geo-Bambu-Geo)

Berdasarkan pengujian di laboratorium, diperoleh nilai daya dukung dan penurunan untuk tanah datar dengan jarak antar lapis 2,7 cm yang diberikan variasi jumlah lapis, yaitu 2 lapis dan 3 lapis. Urutan perkuatan yang digunakan geotekstil - anyaman bambu & geotekstil-anyaman bambu-geotekstil (yang disebutkan pertama adalah lapisan pertama/teratas). Data yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.13** Nilai daya dukung dan penurunan tanah datar dengan variasi jumlah lapis dengan jarak antar lapis 2,7 cm (Geo-bambu & geo-bambu-geo)

Jarak Antar Lapis (cm)	Perkuatan	Jumlah Lapis	Penurunan (mm)	q (kN/m <sup>2</sup> )
2.7	Geo-Bambu	2	16.906	74.286
	Geo-Bambu-Geo	3	14.573	81.270



**Gambar 4.15** Grafik hubungan daya dukung dan penurunan dengan variasi jumlah lapis dengan jarak antar lapis 2,7 cm (urutan: geo-bambu & geo-bambu-geo )

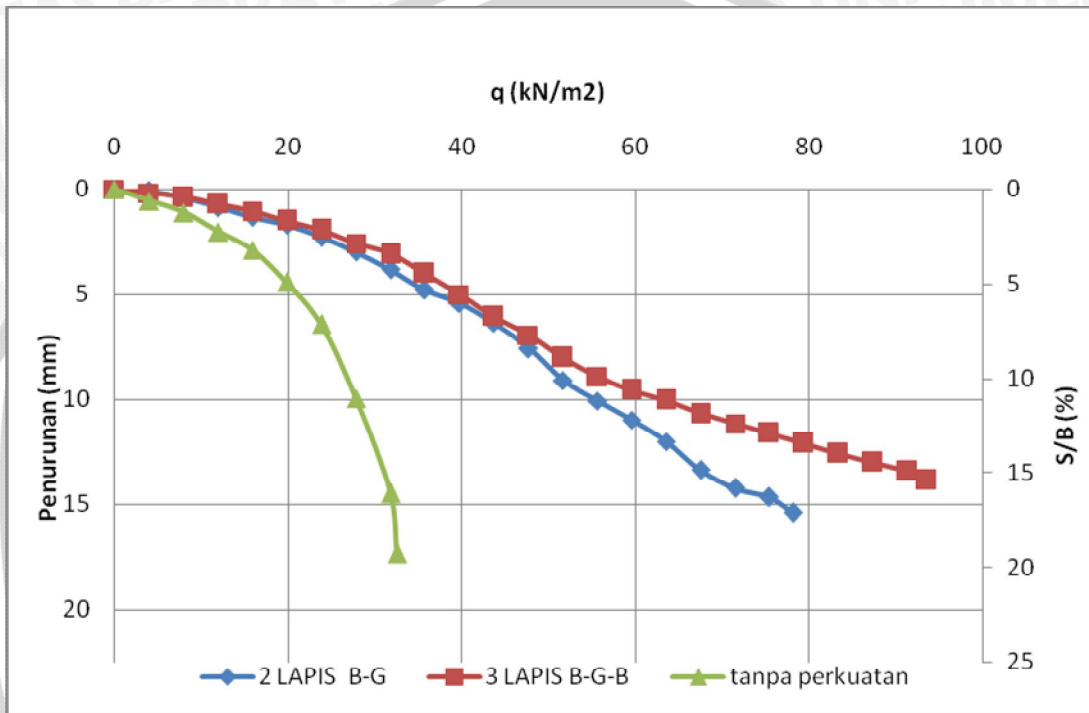
Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai daya dukung paling maksimum diperoleh untuk jumlah lapis perkuatan 3 lapis yaitu sebesar 81,270 kN/m<sup>2</sup> dengan nilai penurunan sebesar 14,573 mm.

#### 4.4.2.2.4 Variasi Jumlah Lapis dengan Jarak Antar Lapis 2,7 cm (Urutan: Bambu-Geo & Bambu-Geo-Bambu)

Berdasarkan pengujian di laboratorium, diperoleh nilai daya dukung dan penurunan untuk tanah datar dengan jarak antar lapis 2,7 cm yang diberikan variasi jumlah lapis, yaitu 2 lapis dan 3 lapis. Urutan perkuatan yang digunakan anyaman bambu-geotekstil & anyaman bambu-geotekstil-anyaman bambu (yang disebutkan pertama adalah lapisan pertama/teratas). Data yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.14** Nilai daya dukung dan penurunan tanah datar dengan variasi jumlah lapis dengan jarak antar lapis 2,7 cm (Bambu-Geo & Bambu-Geo-Bambu)

Jarak Antar Lapis (cm)	Perkuatan	Jumlah Lapis	Penurunan(mm)	q (kN/m <sup>2</sup> )
27	Bambu-Geo	2	15.394	78.095
	Bambu-Geo-Bambu	3	13.882	93.492



**Gambar 4.16** Grafik hubungan daya dukung dan penurunan r dengan variasi jumlah lapis dengan jarak antar lapis 2,7 cm (urutan: bambu-geo & bambu-geo-bambu )

Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai daya dukung paling maksimum diperoleh untuk jumlah lapis perkuatan 3 lapis yaitu sebesar 93,492 kN/m<sup>2</sup> dengan nilai penurunan sebesar 13,882 mm.

#### 4.4.2.2.5 Variasi Jumlah Lapis dengan Jarak Antar Lapis 3,6 cm (urutan: Geo-Bambu & Geo-Bambu-Geo)

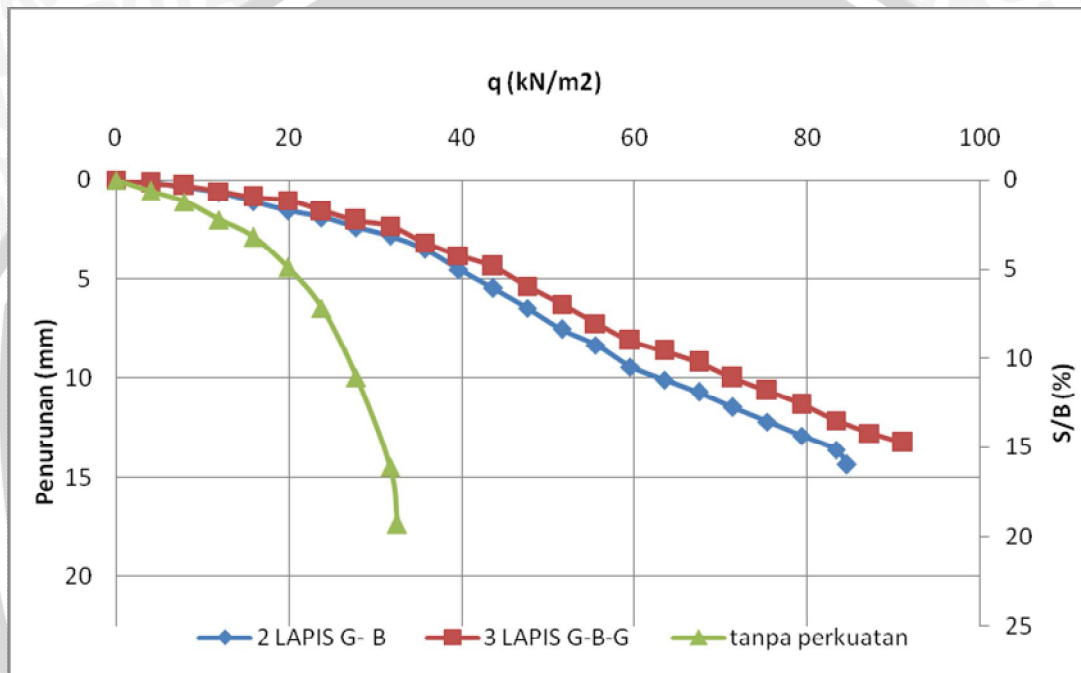
Berdasarkan pengujian di laboratorium, diperoleh nilai daya dukung dan penurunan untuk tanah datar dengan jarak antar lapis 3,6 cm yang diberikan variasi jumlah lapis, yaitu 2 lapis dan 3 lapis. Urutan perkuatan yang digunakan geotekstil - anyaman bambu &



geotekstil-anyaman bambu-geotekstil (yang disebutkan pertama adalah lapisan pertama/teratas). Data yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.15** Nilai daya dukung dan penurunan tanah datar dengan variasi jumlah lapis dengan jarak antar lapis 3,6 cm (Geo-bambu & geo-bambu-geo)

Jarak Antar Lapis (cm)	Perkuatan	Jumlah Lapis	Penurunan (mm)	q (kN/m <sup>2</sup> )
3.6	Geo-Bambu	2	14.390	84.603
	Geo-Bambu-Geo	3	13.279	91.111



**Gambar 4.17** Grafik hubungan daya dukung dan penurunan dengan variasi jumlah lapis dengan jarak antar lapis 3,6 cm (urutan: geo-bambu & geo-bambu-geo )

Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai daya dukung paling maksimum diperoleh untuk jumlah lapis perkuatan 3 lapis yaitu sebesar 91,111 kN/m<sup>2</sup> dengan nilai penurunan sebesar 13,279 mm.

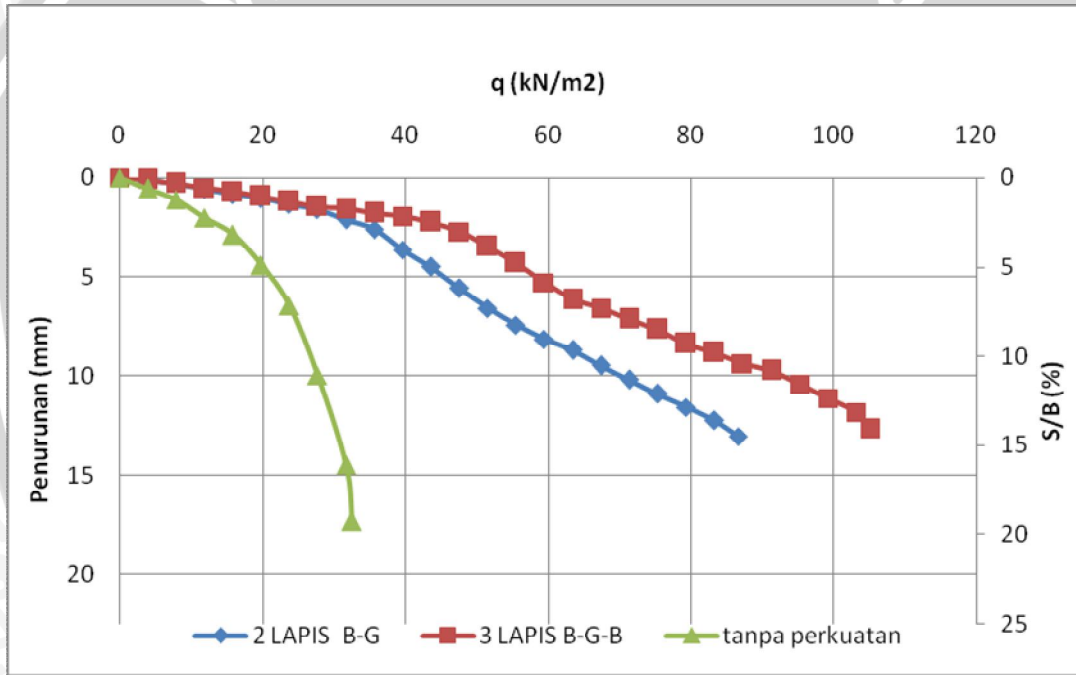
#### 4.4.2.2.6 Variasi Jumlah Lapis dengan Jarak Antar Lapis 3,6 cm (Urutan: Bambu-Geo & Bambu-Geo-Bambu)

Berdasarkan pengujian di laboratorium, diperoleh nilai daya dukung dan penurunan untuk tanah datar dengan jarak antar lapis 3,6 cm yang diberikan variasi jumlah lapis, yaitu 2 lapis dan 3 lapis. Urutan perkuatan yang digunakan anyaman bambu-geotekstil &

anyaman bambu-geotekstil-anyaman bambu (yang disebutkan pertama adalah lapisan pertama/teratas). Data yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.16** Nilai daya dukung dan penurunan tanah datar dengan variasi jumlah lapis dengan jarak antar lapis 3,6 cm (Bambu-Geo & Bambu-Geo-Bambu)

Jarak Antar Lapis (cm)	Perkuatan	Jumlah Lapis	Penurunan (mm)	q (kN/m <sup>2</sup> )
3,6	Bambu-Geo	2	13.049	86.667
	Bambu-Geo-Bambu	3	12.696	105.079



**Gambar 4.18** Grafik hubungan daya dukung dan penurunan dengan variasi jumlah lapis dengan jarak antar lapis 3,6 cm (urutan: bambu-geo & bambu-geo-bambu)

Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai daya dukung paling maksimum diperoleh untuk jumlah lapis perkuatan 3 lapis yaitu sebesar 105,079 kN/m<sup>2</sup> dengan nilai penurunan sebesar 12,696 mm.

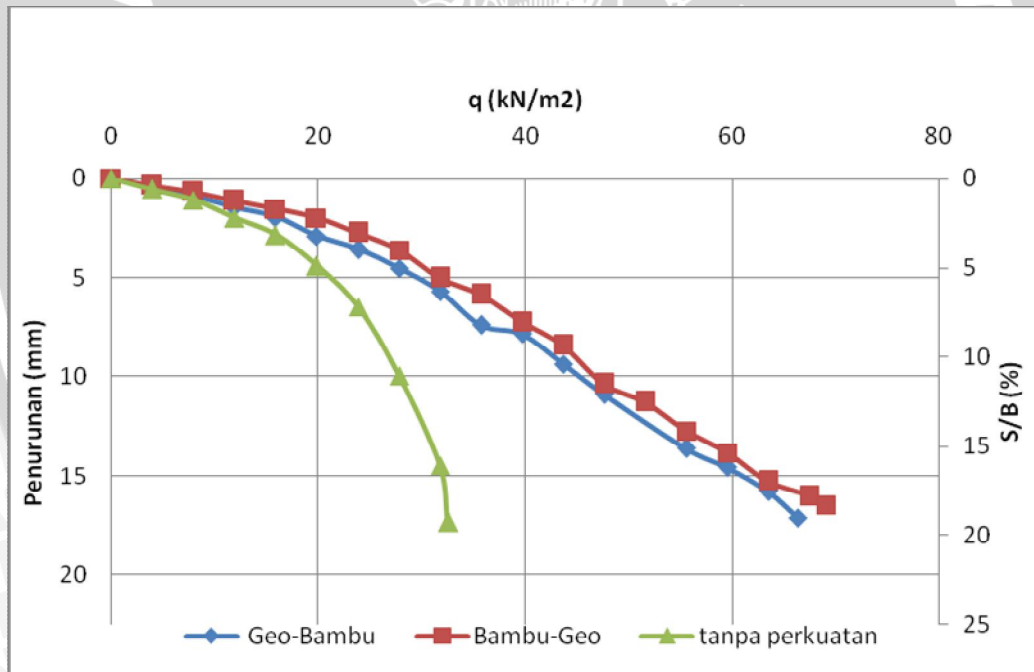
4.4.2.3 Analisis Daya Dukung untuk Variabel Urutan Lapis Perkuatan

4.4.2.3.1 Variasi Urutan Lapis Perkuatan dengan Jarak Antar Lapis (r)= 1,8 cm dan jumlah lapis (n) = 2

Berdasarkan pengujian di laboratorium, diperoleh nilai daya dukung dan penurunan untuk tanah datar dengan jarak antar lapis 1,8 cm dan jumlah 2 lapis yang diberikan variasi urutan perkuatan. Data yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.17** Nilai daya dukung dan penurunan tanah datar dengan variasi jumlah lapis dengan jarak antar lapis 1,8 cm dan jumlah 2 lapis

Jarak Antar Lapis (cm)	Jumlah Lapis	Urutan Perkuatan	Penurunan (mm)	q (kN/m <sup>2</sup> )
1.8	2	Geo-Bambu	17.129	66.349
		Bambu-Geo	16.488	69.048



**Gambar 4.19** Grafik hubungan daya dukung dan penurunan tanah datar dengan variasi urutan perkuatan dengan jarak antar lapis 1,8 cm dan jumlah 2 lapis

Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai daya dukung paling maksimum diperoleh untuk urutan perkuatan dengan anyaman bambu berada di atas (Bambu-Geo) yaitu sebesar 69,048 kN/m<sup>2</sup> dengan nilai penurunan sebesar 16,488 mm.

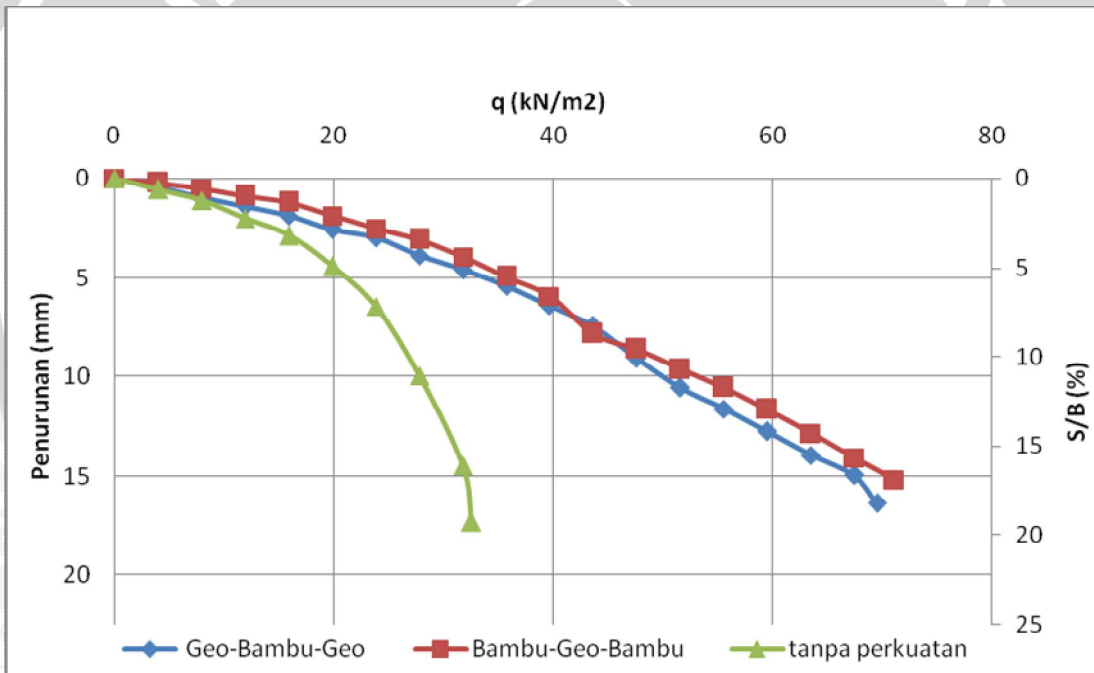


**4.4.2.3.2 Variasi Urutan Lapis Perkuatan dengan Jarak Antar Lapis (r)= 1,8 cm dan jumlah lapis (n) = 3**

Berdasarkan pengujian di laboratorium, diperoleh nilai daya dukung dan penurunan untuk tanah datar dengan jarak antar lapis 1,8 cm dan jumlah 3 lapis yang diberikan variasi urutan perkuatan. Data yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.18** Nilai daya dukung dan penurunan tanah datar dengan variasi jumlah lapis dengan jarak antar lapis 1,8 cm dan jumlah 3 lapis

Jarak Antar Lapis (cm)	Jumlah Lapis	Urutan Perkuatan	Penurunan (mm)	q (kN/m <sup>2</sup> )
1.8	3	Geo-Bambu-Geo	16.368	69.524
		Bambu-Geo-Bambu	15.190	71.111



**Gambar 4.20** Grafik hubungan daya dukung dan penurunan tanah datar dengan variasi urutan perkuatan dengan jarak antar lapis 1,8 cm dan jumlah 3 lapis

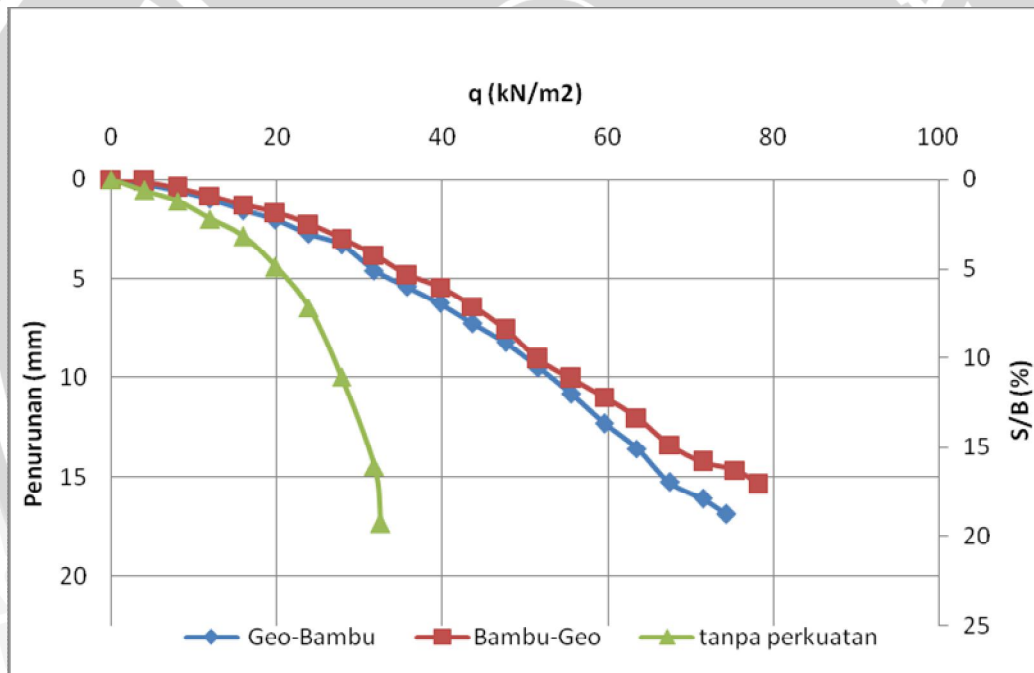
Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai daya dukung paling maksimum diperoleh untuk urutan perkuatan dengan anyaman bambu berada di atas (Bambu-Geo-Bambu) yaitu sebesar 71,111 kN/m<sup>2</sup> dengan nilai penurunan sebesar 15,190 mm.

**4.4.2.3.3 Variasi Urutan Lapis Perkuatan dengan Jarak Antar Lapis (r)= 2,7 cm dan jumlah lapis (n) = 2**

Berdasarkan pengujian di laboratorium, diperoleh nilai daya dukung dan penurunan untuk tanah datar dengan jarak antar lapis 2,7 cm dan jumlah 2 lapis yang diberikan variasi urutan perkuatan. Data yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.19** Nilai daya dukung dan penurunan tanah datar dengan variasi jumlah lapis dengan jarak antar lapis 2,7 cm dan jumlah 2 lapis

Jarak Antar Lapis (cm)	Jumlah Lapis	Urutan Perkuatan	Penurunan (mm)	q (kN/m <sup>2</sup> )
2.7	2	Geo-Bambu	16.906	74.286
		Bambu-Geo	15.394	78.095



**Gambar 4.21** Grafik hubungan daya dukung dan penurunan tanah datar dengan variasi urutan perkuatan dengan jarak antar lapis 2,7 cm dan jumlah 2 lapis

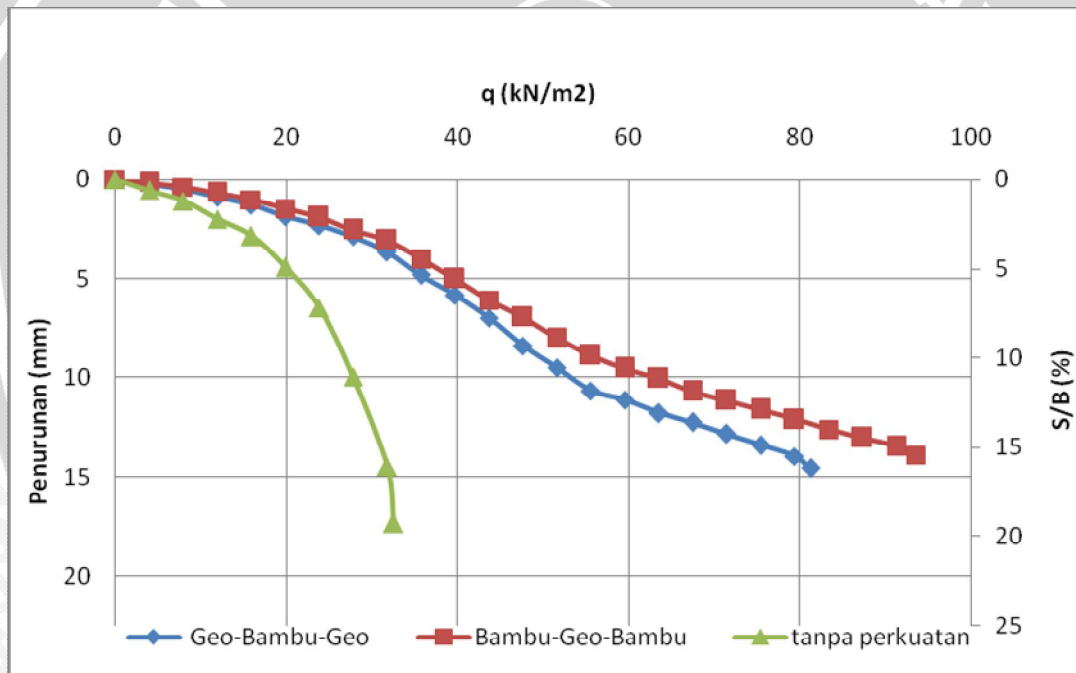
Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai daya dukung paling maksimum diperoleh untuk urutan perkuatan dengan anyaman bambu berada di atas (Bambu-Geo) yaitu sebesar 78,095 kN/m<sup>2</sup> dengan nilai penurunan sebesar 15,394 mm.

**4.4.2.3.4 Variasi Urutan Lapis Perkuatan dengan Jarak Antar Lapis (r)= 2,7 cm dan jumlah lapis (n) = 3**

Berdasarkan pengujian di laboratorium, diperoleh nilai daya dukung dan penurunan untuk tanah datar dengan jarak antar lapis 2,7 cm dan jumlah 3 lapis yang diberikan variasi urutan perkuatan. Data yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.20** Nilai daya dukung dan penurunan tanah datar dengan variasi jumlah lapis dengan jarak antar lapis 2,7 cm dan jumlah 3 lapis

Jarak Antar Lapis (cm)	Jumlah Lapis	Urutan Perkuatan	Penurunan (mm)	q (kN/m <sup>2</sup> )
2.7	3	Geo-Bambu-Geo	14.573	81.270
		Bambu-Geo-Bambu	13.882	93.492



**Gambar 4.22** Grafik hubungan daya dukung dan penurunan tanah datar dengan variasi urutan perkuatan dengan jarak antar lapis 2,7 cm dan jumlah 3 lapis

Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai daya dukung paling maksimum diperoleh untuk urutan perkuatan dengan anyaman bambu berada di atas (Bambu-Geo-Bambu) yaitu sebesar 93,492 kN/m<sup>2</sup> dengan nilai penurunan sebesar 13,882 mm.

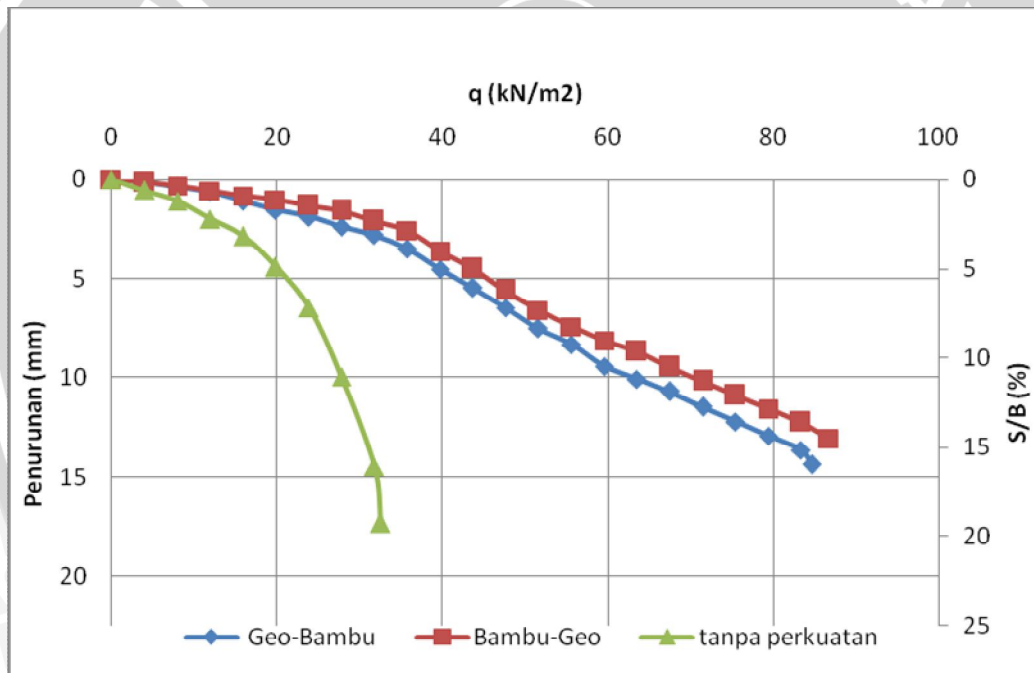


**4.4.2.3.5 Variasi Urutan Lapis Perkuatan dengan Jarak Antar Lapis (r)= 3,6 cm dan jumlah lapis (n) = 2**

Berdasarkan pengujian di laboratorium, diperoleh nilai daya dukung dan penurunan untuk tanah datar dengan jarak antar lapis 3,6 cm dan jumlah 2 lapis yang diberikan variasi urutan perkuatan. Data yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.21** Nilai daya dukung dan penurunan tanah datar dengan variasi jumlah lapis dengan jarak antar lapis 3,6 cm dan jumlah 2 lapis

Jarak Antar Lapis (cm)	Jumlah Lapis	Urutan Perkuatan	Penurunan (mm)	q (kN/m <sup>2</sup> )
3.6	2	Geo-Bambu	14.390	84.603
		Bambu-Geo	13.049	86.667



**Gambar 4.23** Grafik hubungan daya dukung dan penurunan tanah datar dengan variasi urutan perkuatan dengan jarak antar lapis 3,6 cm dan jumlah 2 lapis

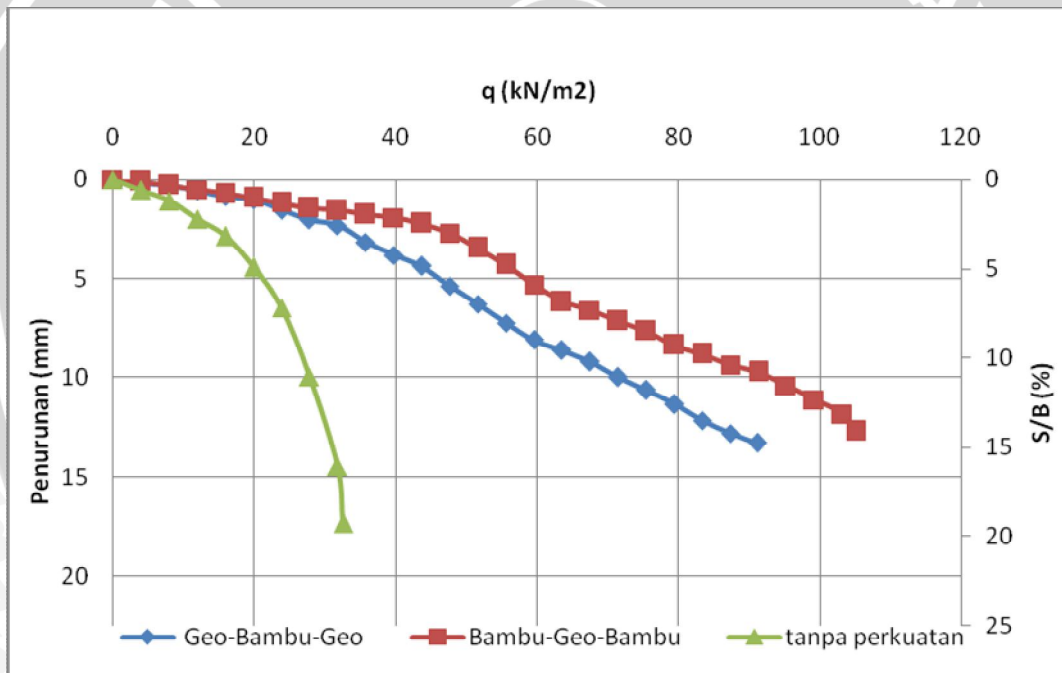
Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai daya dukung paling maksimum diperoleh untuk urutan perkuatan dengan anyaman bambu berada di atas (Bambu-Geo) yaitu sebesar 86,667 kN/m<sup>2</sup> dengan nilai penurunan sebesar 13,049 mm.

**4.4.2.3.6 Variasi Urutan Lapis Perkuatan dengan Jarak Antar Lapis (r)= 3,6 cm dan jumlah lapis (n) = 3**

Berdasarkan pengujian di laboratorium, diperoleh nilai daya dukung dan penurunan untuk tanah datar dengan jarak antar lapis 3,6 cm dan jumlah 3 lapis yang diberikan variasi urutan perkuatan. Data yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.22** Nilai daya dukung dan penurunan tanah datar dengan variasi jumlah lapis dengan jarak antar lapis 3,6 cm dan jumlah 3 lapis

Jarak Antar Lapis (cm)	Jumlah Lapis	Urutan Perkuatan	Penurunan (mm)	q (kN/m <sup>2</sup> )
3.6	3	Geo-Bambu-Geo	13.279	91.111
		Bambu-Geo-Bambu	12.696	105.079



**Gambar 4.24** Grafik hubungan daya dukung dan penurunan tanah datar dengan variasi urutan perkuatan dengan jarak antar lapis 3,6 cm dan jumlah 3 lapis

Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai daya dukung paling maksimum diperoleh untuk urutan perkuatan dengan anyaman bambu berada di atas (Bambu-Geo-Bambu) yaitu sebesar 105,079 kN/m<sup>2</sup> dengan nilai penurunan sebesar 12,696 mm.

**4.5 Analisis Bearing Capacity Improvement (BCI)**

**4.5.1 Analisis Bearing Capacity Improvement berdasarkan Daya Dukung Ultimate ( $BCI_{(u)}$ )**

Nilai  $BCI_{(u)}$  adalah rasio antara nilai daya dukung *ultimate* tanah datar dengan perkuatan dan tanah datar tanpa perkuatan. Analisis  $BCI_{(u)}$  digunakan untuk mengetahui nilai peningkatan daya dukung yang terjadi akibat pemberian perkuatan pada tanah datar.

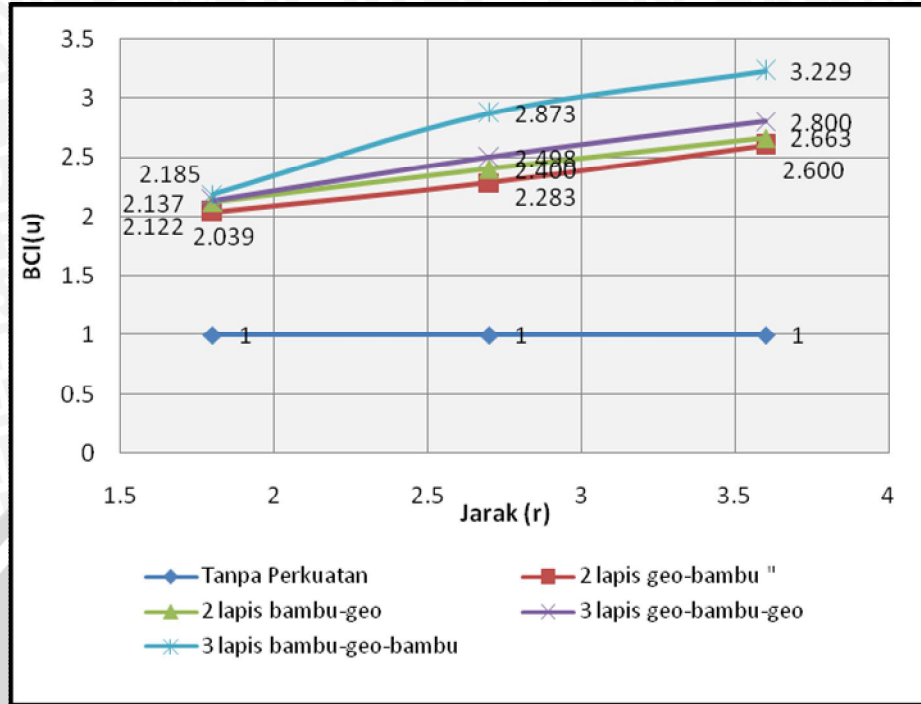
**4.5.1.1 Nilai  $BCI_{(u)}$  untuk Variasi Jarak Antar Lapis**

Nilai  $BCI_{(u)}$  pada variasi jarak antar lapis dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut

**Tabel 4.23** Nilai  $BCI_{(u)}$  untuk jarak antar lapis

Jumlah Lapis (n)	Urutan Perkuatan	Jarak antar Lapis (r) cm	q (kN/m <sup>2</sup> )	q tanpa perkuatan (kN/m <sup>2</sup> )	BCI	Peningkatan (%)
2	Geo-Bambu	1.8	66.349	32.540	2.039	
		2.7	74.286		2.283	10.684
		3.6	84.603		2.600	12.195
	Bambu-Geo	1.8	69.048		2.122	
		2.7	78.095		2.400	11.585
		3.6	86.667		2.663	9.890
3	Geo-Bambu-Geo	1.8	69.524	32.540	2.137	
		2.7	81.270		2.498	14.453
		3.6	91.111		2.800	10.801
	Bambu-Geo-Bambu	1.8	71.111		2.185	
		2.7	93.492		2.873	23.939
		3.6	105.079		3.229	11.027





**Gambar 4.25** Grafik nilai  $BCI_{(u)}$  untuk variasi jarak antar lapis ( $r$ )

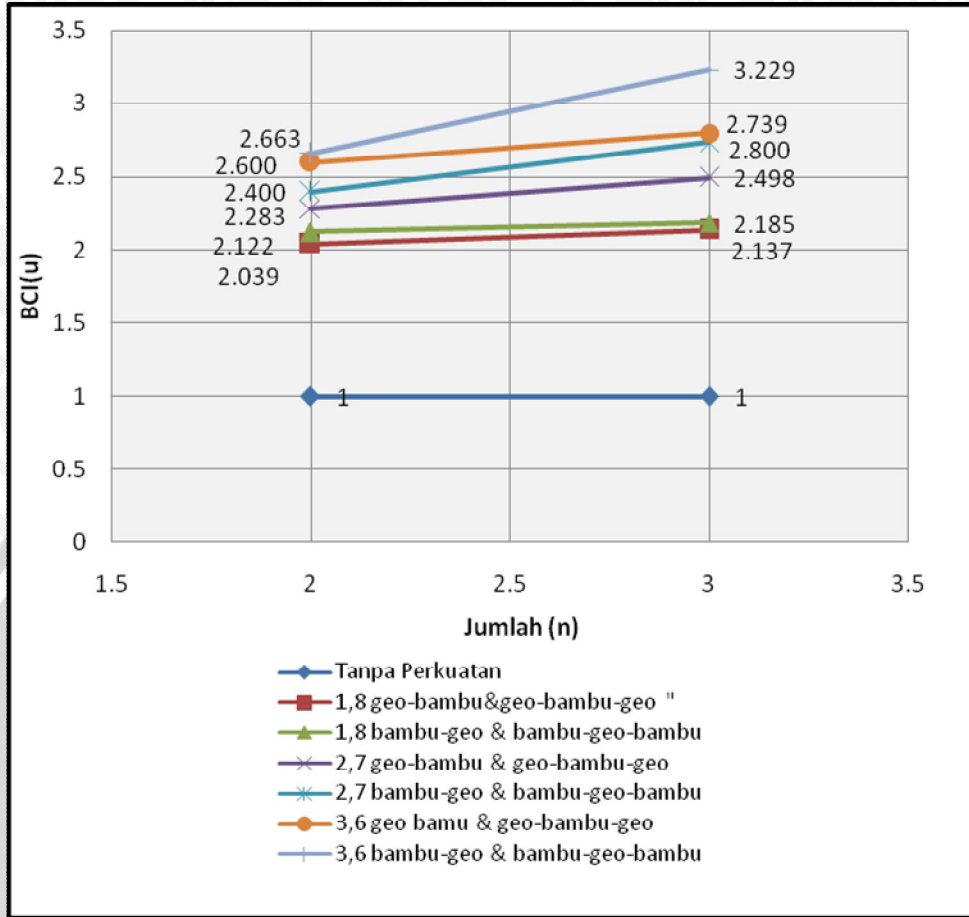
Berdasarkan hasil dari grafik dan tabel diatas dapat dilihat bahwa variasi jarak antar lapis ini meningkatkan daya dukung tanah datar yang diperkuat. Hal ini dibuktikan dengan nilai dari  $BCI_{(u)}$  lebih dari 1. Adapun nilai yang maksimum dari variasi jarak antar lapis ini diperoleh pada perkuatan 3 lapis dengan urutan anyaman bambu-geotekstil-anyaman bambu dengan nilai  $BCI_{(u)}$  sebesar 3,229.

4.5.1.2 Nilai  $BCI_{(u)}$  untuk Variasi Jumlah Lapis

Nilai  $BCI_{(u)}$  pada variasi jumlah lapis dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut

Tabel 4.24 Nilai  $BCI_{(u)}$  untuk variasi jumlah lapis

Jarak antar Lapis (r) cm	Urutan Perkuatan	Jumlah Lapis (n)	q (kN/m <sup>2</sup> )	q tanpa perkuatan (kN/m <sup>2</sup> )	BCI	Peningkatan (%)
1.8	Geo-Bambu	2	66.349	32.540	2.039	
	Geo-Bambu-Geo	3	69.524		2.137	4.566
	Bambu-Geo	2	69.048		2.122	
	Bambu-Geo-Bambu	3	71.111		2.185	2.902
2.7	Geo-Bambu	2	74.286		2.283	
	Geo-Bambu-Geo	3	81.270		2.498	8.594
	Bambu-Geo	2	78.095		2.400	
	Bambu-Geo-Bambu	3	89.118		2.739	12.369
3.6	Geo-Bambu	2	84.603		2.600	
	Geo-Bambu-Geo	3	91.111		2.800	7.143
	Bambu-Geo	2	86.667		2.663	
	Bambu-Geo-Bambu	3	105.079		3.229	17.523



**Gambar 4.26** Grafik nilai  $BCI_{(u)}$  untuk variasi jumlah lapis

Berdasarkan hasil dari grafik dan tabel diatas dapat dilihat bahwa variasi jumlah lapis ini meningkatkan daya dukung tanah datar yang diperkuat. Hal ini dibuktikan dengan nilai dari  $BCI_{(u)}$  lebih dari 1. Adapun nilai yang maksimum dari penambahan jumlah lapis ini diperoleh pada jarak antar lapis ( $r$ ) 3,6 cm dari jumlah ( $n$ ) 2 lapis (anyaman bambu-geotekstil) ke 3 lapis (anyaman bambu-geotekstil-anyaman bambu) yang mempunyai selisih 17,523% dengan nilai  $BCI_{(u)}$  sebesar 3,229.

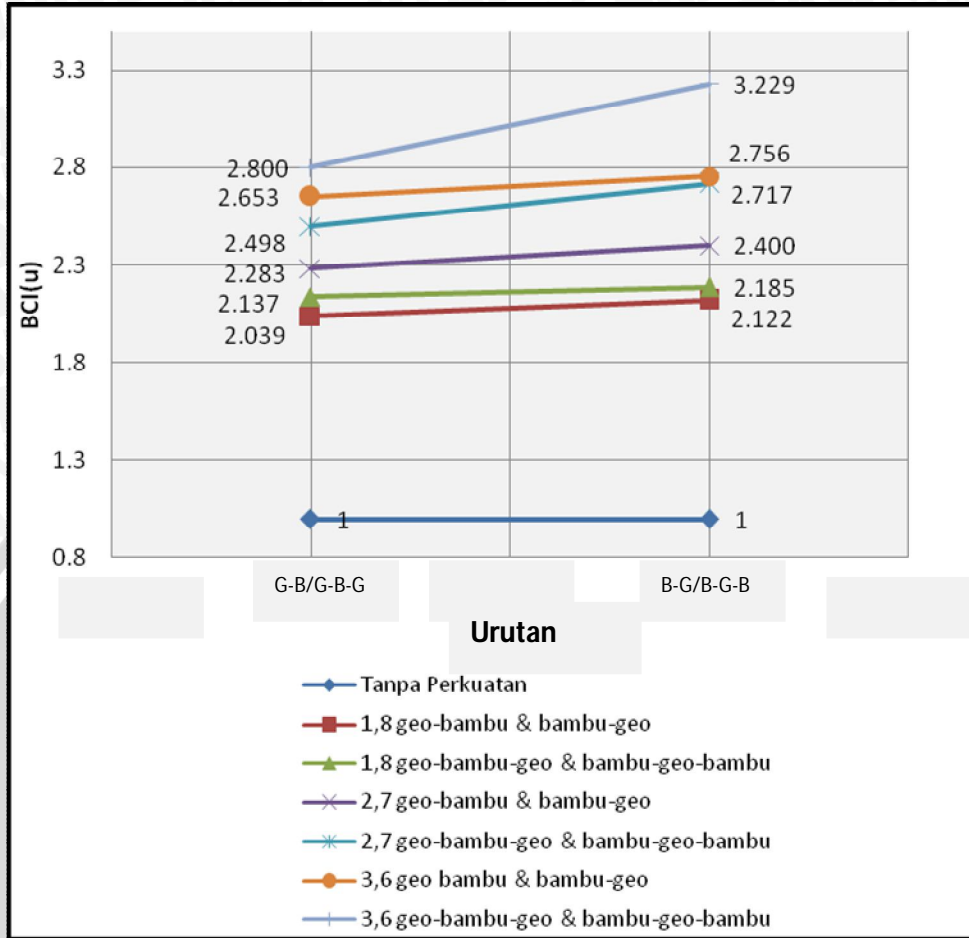


#### 4.5.1.3 Nilai $BCI_{(u)}$ untuk Variasi Urutan Perkuatan

Nilai  $BCI_{(u)}$  pada variasi Urutan Perkuatan dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut:

**Tabel 4.25** Nilai  $BCI_{(u)}$  untuk variasi Urutan Perkuatan

Jarak antar Lapis (r) cm	Jumlah Lapis (n)	Urutan Perkuatan	q (kN/m <sup>2</sup> )	q tanpa perkuatan (kN/m <sup>2</sup> )	BCI	Peningkatan (%)
1.8	2	Geo-Bambu	66.349	32.540	2.039	3.908
		Bambu-Geo	69.048		2.122	
	3	Geo-Bambu-Geo	69.524		2.137	
		Bambu-Geo-Bambu	71.111		2.185	2.232
2.7	2	Geo-Bambu	74.286		2.283	
		Bambu-Geo	78.095		2.400	4.878
	3	Geo-Bambu-Geo	81.270		2.498	
		Bambu-Geo-Bambu	88.417		2.717	8.083
3.6	2	Geo-Bambu	86.324	2.653		
		Bambu-Geo	89.665	2.756	3.726	
	3	Geo-Bambu-Geo	91.111	2.800		
		Bambu-Geo-Bambu	105.079	3.229	13.293	



**Gambar 4.27** Grafik nilai  $BCI_{(u)}$  untuk variasi urutan perkuatan

Berdasarkan hasil dari grafik dan tabel diatas dapat dilihat bahwa variasi jumlah lapis ini meningkatkan daya dukung tanah datar yang diperkuat. Hal ini dibuktikan dengan nilai dari  $BCI_{(u)}$  lebih dari 1. Adapun peningkatan yang maksimum dari variasi urutan perkuatan ini diperoleh pada jarak antar lapis ( $r$ ) 3,6 cm dengan jumlah ( $n$ ) 3 lapis, yakni dari urutan perkuatan geotekstil-anyaman bambu-geotekstil ke urutan anyaman bambu-geotekstil-anyaman bambu dengan persentase 13,293% dan nilai  $BCI_{(u)}$  sebesar 3,229.

#### 4.5.2 Analisis *Bearing Capacity Improvement* berdasarkan Penurunan ( $BCI_{(s)}$ )

Nilai  $BCI_{(s)}$  adalah rasio antara nilai daya dukung tanah datar dengan perkuatan dan tanah datar dengan perkuatan pada nilai penurunan yang sama. Analisis  $BCI_{(s)}$  digunakan untuk mengetahui nilai peningkatan daya dukung yang terjadi akibat pemberian perkuatan pada tanah datar.

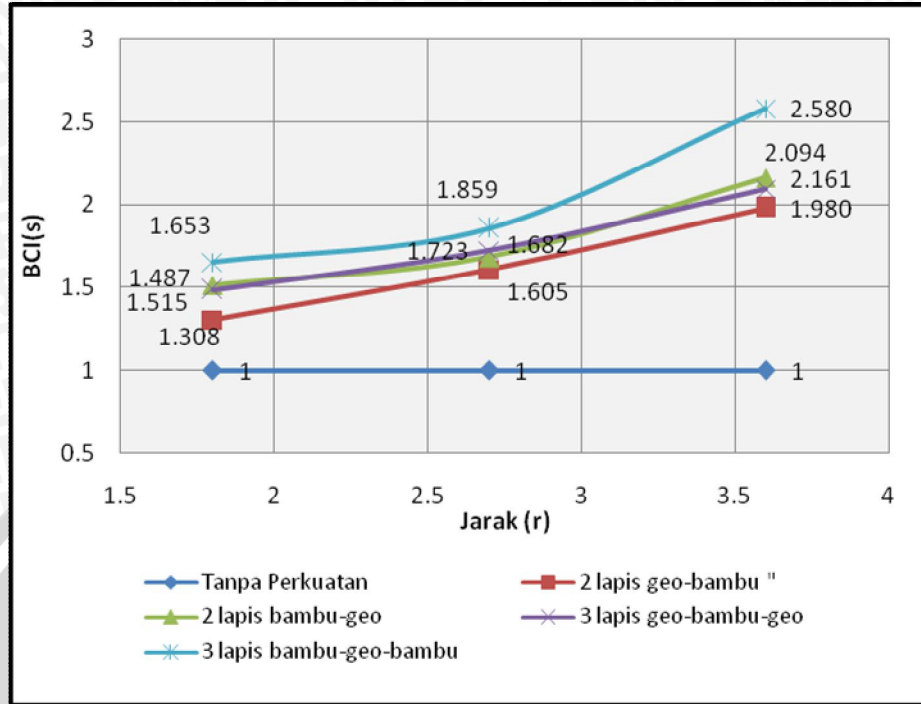
##### 4.5.2.1 Nilai $BCI_{(s)}$ untuk Variasi Jarak Antar Lapis (r)

Hasil analisis nilai  $BCI_{(s)}$  untuk variasi jarak antar lapis saat mencapai nilai penurunan 3,6 mm ( $s/B = 4\%$ ) disajikan pada tabel dan grafik berikut:

**Tabel 4.26** Nilai  $BCI_{(s)}$  4% untuk variasi jarak antar lapis

S/B	Jumlah Lapis (n)	Urutan Perkuatan	Jarak antar Lapis (r) cm	q (kN/m <sup>2</sup> )	q tanpa perkuatan (kN/m <sup>2</sup> )	BCI	Peningkatan (%)
4%	2	Geo-Bambu	1.8	23.950	18.317	1.308	
			2.7	29.407		1.605	18.557
			3.6	36.275		1.980	18.933
		Bambu-Geo	1.8	27.752		1.515	
			2.7	30.806		1.682	9.915
			3.6	39.582		2.161	22.171
	3	Geo-Bambu-Geo	1.8	27.230		1.487	
			2.7	31.556		1.723	13.708
			3.6	38.361		2.094	17.740
		Bambu-Geo-Bambu	1.8	30.278		1.653	
			2.7	34.045		1.859	11.063
			3.6	47.256		2.580	27.957





**Gambar 4.28** Grafik nilai  $BCI_{(s)}$  4% untuk variasi jarak antar lapis

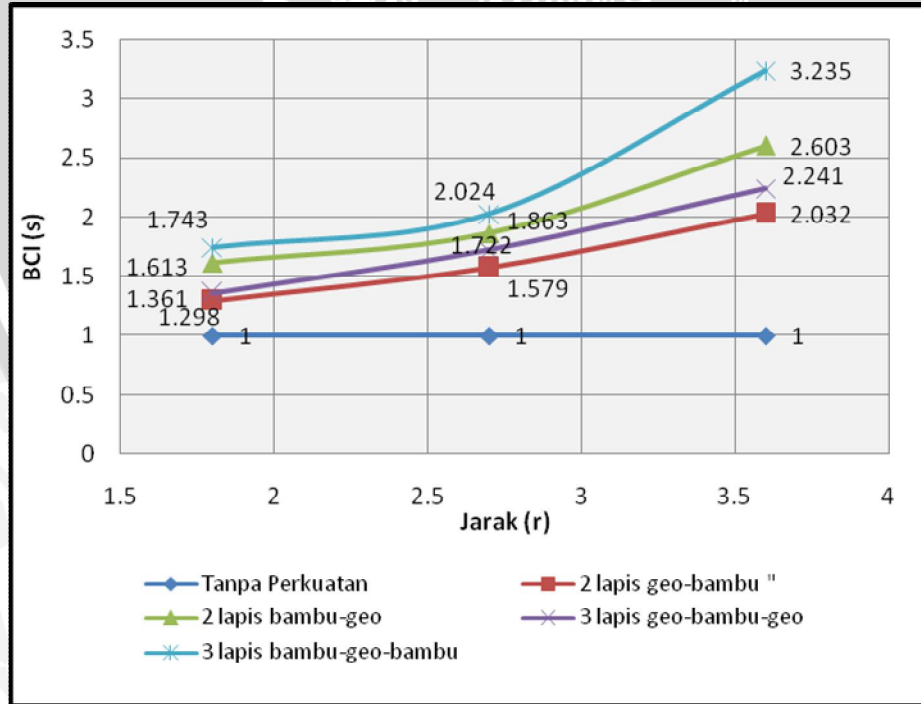
Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai  $BCI_{(s)}$  saat  $s/B: 4\%$  untuk variasi jarak antar lapis yang paling maksimum diperoleh saat jarak antar lapis ( $r$ ) 3,6 cm dengan jumlah 3 lapis (Anyaman bambu-Geotekstil-Anyaman bambu) yaitu sebesar 2,580.



Hasil analisis nilai  $BCI_{(s)}$  untuk variasi jarak antar lapis saat mencapai nilai penurunan 5,4 mm ( $s/B = 6\%$ ) disajikan pada tabel dan grafik berikut:

**Tabel 4.27** Nilai  $BCI_{(s)}$  6% untuk variasi jarak antar lapis

S/B	Jumlah Lapis (n)	Urutan Perkuatan	Jarak antar Lapis (r) cm	q (kN/m <sup>2</sup> )	q tanpa perkuatan (kN/m <sup>2</sup> )	BCI	Peningkatan (%)
6%	2	Geo-Bambu	1.8	30.881	21.9528	1.298	
			2.7	35.784		1.579	17.765
			3.6	43.405		2.032	22.299
		Bambu-Geo	1.8	33.465		1.613	
			2.7	39.581		1.863	13.385
			3.6	46.992		2.603	28.444
	3	Geo-Bambu-Geo	1.8	35.565		1.361	
			2.7	37.943		1.722	20.931
			3.6	47.777		2.241	23.187
		Bambu-Geo-Bambu	1.8	37.497		1.743	
			2.7	41.234		2.024	13.900
			3.6	59.978		3.235	37.434



**Gambar 4.29** Grafik nilai  $BCI_{(s)}$  6% untuk variasi jarak antar lapis

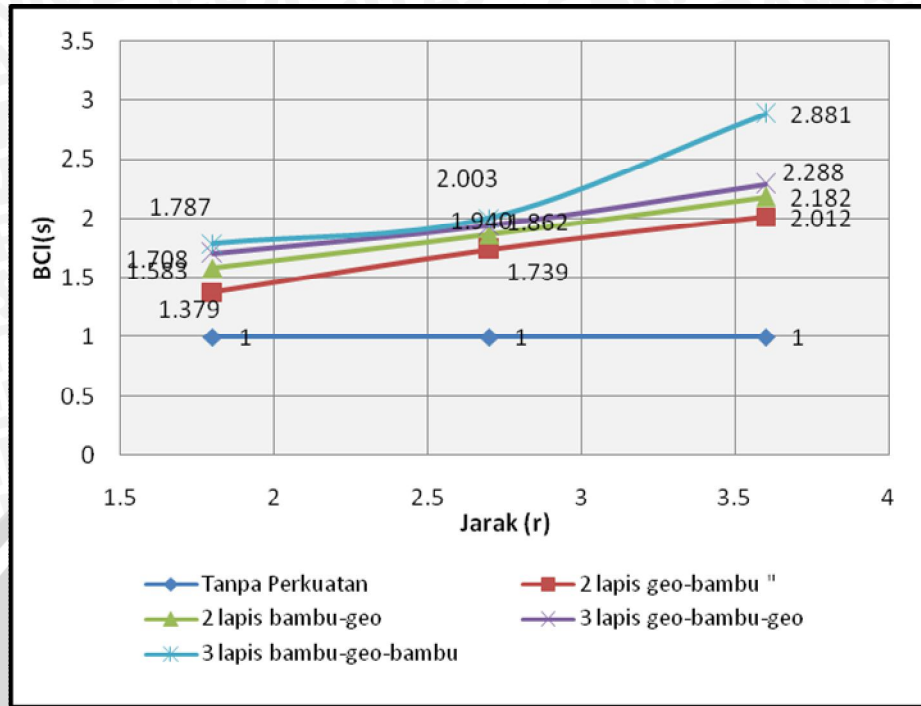
Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai  $BCI_{(s)}$  saat s/B: 6% untuk variasi jarak antar lapis yang paling maksimum diperoleh saat jarak antar lapis (r) 3,6 cm dengan jumlah 3 lapis (Anyaman bambu-Geotekstil-Anyaman bambu) yaitu sebesar 3,235.

Hasil analisis nilai  $BCI_{(s)}$  untuk variasi jarak antar lapis saat mencapai nilai penurunan 7,2 mm (s/B = 8%) disajikan pada tabel dan grafik berikut:

**Tabel 4.28** Nilai  $BCI_{(s)}$  8% untuk variasi jarak antar lapis

S/B	Jumlah Lapis (n)	Urutan Perkuatan	Jarak antar Lapis (r) cm	q (kN/m <sup>2</sup> )	q tanpa perkuatan (kN/m <sup>2</sup> )	BCI	Peningkatan (%)
8%	2	Geo-Bambu	1.8	34.422	24.9688	1.379	
			2.7	43.417		1.739	20.717
			3.6	50.237		2.012	13.577
		Bambu-Geo	1.8	39.527		1.583	
			2.7	46.486		1.862	14.971
			3.6	54.474		2.182	14.663
	3	Geo-Bambu-Geo	1.8	42.649		1.708	
			2.7	48.449		1.940	11.971
			3.6	57.129		2.288	15.194
		Bambu-Geo-Bambu	1.8	44.627		1.787	
			2.7	50.023		2.003	10.787
			3.6	71.929		2.881	30.455





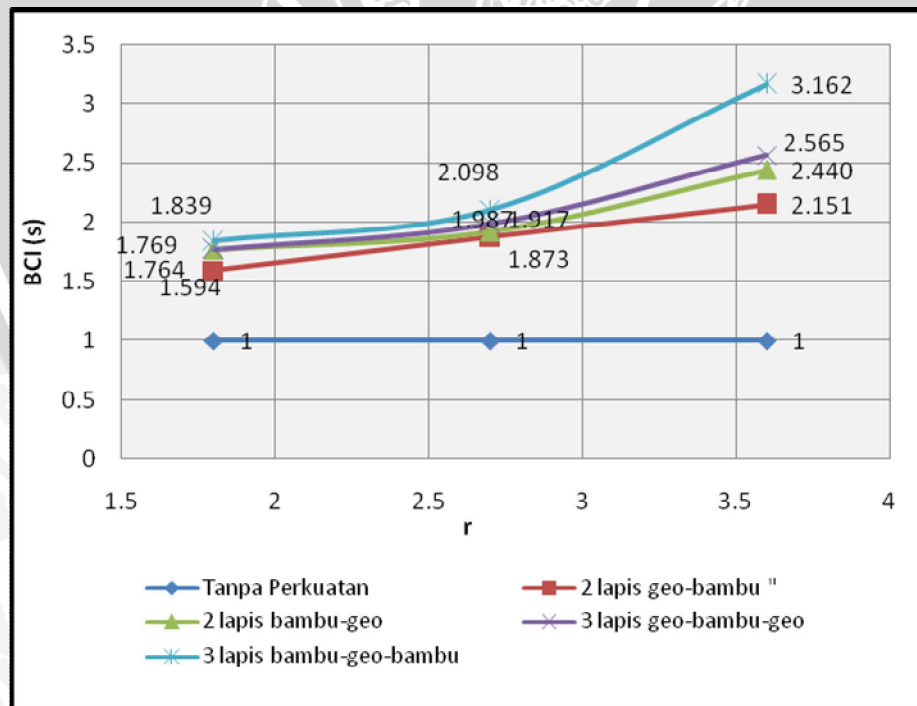
**Gambar 4.30** Grafik nilai  $BCI_{(s)}$  8 % untuk variasi jarak antar lapis

Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai  $BCI_{(s)}$  saat s/B: 8 % untuk variasi jarak antar lapis yang paling maksimum diperoleh saat jarak antar lapis (r) 3,6 cm dengan jumlah 3 lapis (Anyaman bambu-Geotekstil-Anyaman bambu) yaitu sebesar 3,881.

Hasil analisis nilai  $BCI_{(s)}$  untuk variasi jarak antar lapis saat mencapai nilai penurunan 9 mm ( $s/B = 10\%$ ) disajikan pada tabel dan grafik berikut:

**Tabel 4.29** Nilai  $BCI_{(s)}$  10% untuk variasi jarak antar lapis

S/B	Jumlah Lapis (n)	Urutan Perkuatan	Jarak antar Lapis (r) cm	q (kN/m <sup>2</sup> )	q tanpa perkuatan (kN/m <sup>2</sup> )	BCI	Peningkatan (%)
10%	2	Geo-Bambu	1.8	42.697	26.789	1.594	
			2.7	50.182		1.873	14.917
			3.6	57.612		2.151	12.895
		Bambu-Geo	1.8	47.255		1.764	
			2.7	51.349		1.917	7.973
			3.6	65.368		2.440	21.447
	3	Geo-Bambu-Geo	1.8	47.402		1.769	
			2.7	53.218		1.987	10.929
			3.6	68.712		2.565	22.549
		Bambu-Geo-Bambu	1.8	49.262		1.839	
			2.7	56.190		2.098	12.330
			3.6	84.699		3.162	33.659



**Gambar 4.31** Grafik nilai  $BCI_{(s)}$  10% untuk variasi jarak antar lapis

Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai  $BCI_{(s)}$  saat  $s/B$ : 10 % untuk variasi jarak antar lapis yang paling maksimum diperoleh saat jarak antar lapis ( $r$ ) 3,6 cm dengan jumlah 3 lapis (Anyaman bambu-Geotekstil-Anyaman bambu) yaitu sebesar 3,162.

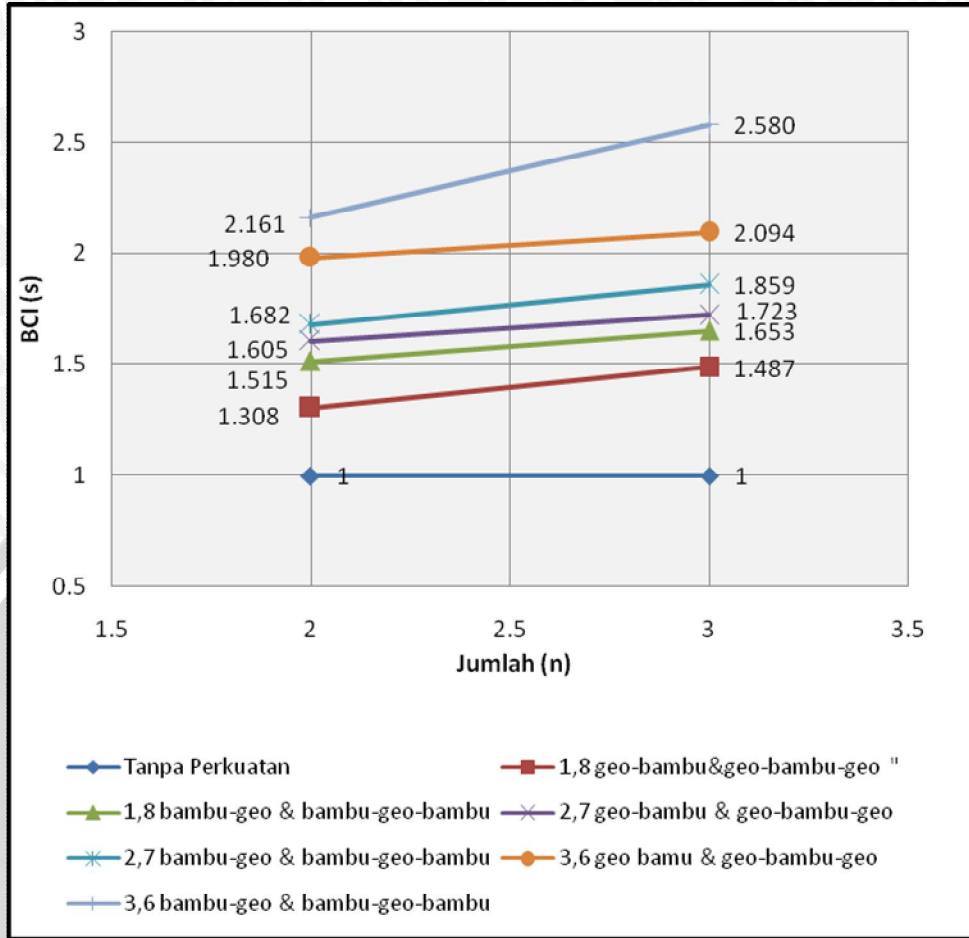
**4.5.2.2 Nilai  $BCI_{(s)}$  untuk Variasi Jumlah Lapis**

Hasil analisis nilai  $BCI_{(s)}$  untuk variasi jumlah lapis saat mencapai nilai penurunan 3,6 mm ( $s/B = 4\%$ ) disajikan pada tabel dan grafik berikut:

**Tabel 4.30** Nilai  $BCI_{(s)}$  4% untuk variasi jumlah lapis

S/B	Jarak antar Lapis (r) cm	Urutan Perkuatan	Jumlah Lapis (n)	q (kN/m <sup>2</sup> )	q tanpa perkuatan (kN/m <sup>2</sup> )	BCI	Peningkatan (%)
4%	1.8	Geo-Bambu	2	23.950	18.317	1.308	
		Geo-Bambu-Geo	3	27.230		1.487	12.048
		Bambu-Geo	2	27.752		1.515	
		Bambu-Geo-Bambu	3	30.278		1.653	8.344
	2.7	Geo-Bambu	2	29.407		1.605	
		Geo-Bambu-Geo	3	31.556		1.723	6.811
		Bambu-Geo	2	30.806		1.682	
		Bambu-Geo-Bambu	3	34.045		1.859	9.512
	3.6	Geo-Bambu	2	36.275		1.980	
		Geo-Bambu-Geo	3	38.361		2.094	5.439
		Bambu-Geo	2	39.582		2.161	
		Bambu-Geo-Bambu	3	47.256		2.580	16.239





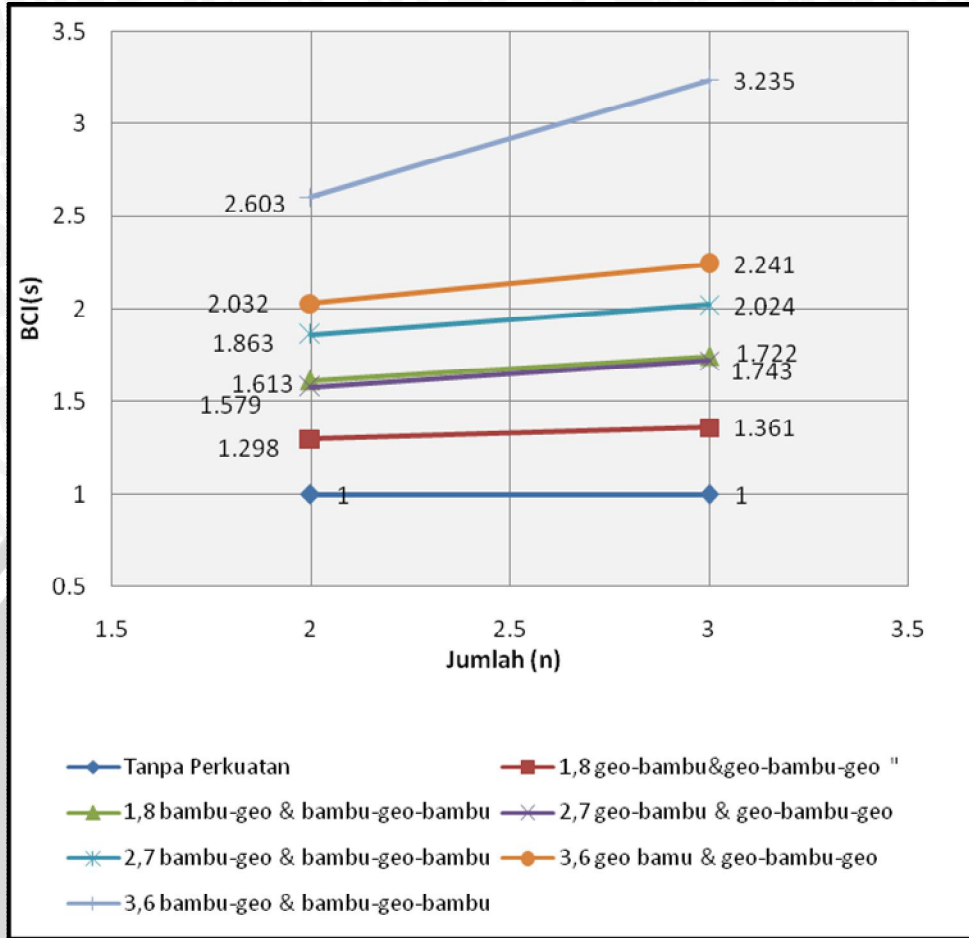
**Gambar 4.32** Grafik nilai  $BCI_{(s)}$  4 % untuk variasi jumlah lapis

Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai  $BCI_{(s)}$  saat s/B: 4% untuk variasi jumlah lapis yang paling maksimum diperoleh saat jarak antar lapis (r) 3,6 cm dari jumlah 2 lapis (anyaman bambu-geotekstil) ke 3 lapis (anyaman bambu-geotekstil-anyaman bambu) yaitu sebesar 2,580 dengan selisih 16,239%.

Hasil analisis nilai  $BCI_{(s)}$  untuk variasi jarak pondasi saat mencapai nilai penurunan 5,4 mm ( $s/B = 6\%$ ) disajikan pada tabel dan grafik berikut:

**Tabel 4.31** Nilai  $BCI_{(s)}$  6% untuk variasi jumlah lapis

S/B	Jarak antar Lapis (r) cm	Urutan Perkuatan	Jumlah Lapis (n)	q (kN/m <sup>2</sup> )	q tanpa perkuatan (kN/m <sup>2</sup> )	BCI	Peningkatan (%)
6%	1.8	Geo-Bambu	2	30.881	21.953	1.298	
		Geo-Bambu-Geo	3	35.565		1.361	4.634
		Bambu-Geo	2	33.465		1.613	
		Bambu-Geo-Bambu	3	37.497		1.743	7.429
	2.7	Geo-Bambu	2	35.784		1.579	
		Geo-Bambu-Geo	3	37.943		1.722	8.305
		Bambu-Geo	2	39.581		1.863	
		Bambu-Geo-Bambu	3	41.234		2.024	7.980
	3.6	Geo-Bambu	2	43.405		2.032	
		Geo-Bambu-Geo	3	47.777		2.241	9.354
		Bambu-Geo	2	46.992		2.603	
		Bambu-Geo-Bambu	3	59.978		3.235	19.541



**Gambar 4.33** Grafik nilai  $BCI_{(s)}$  6 % untuk variasi jumlah lapis

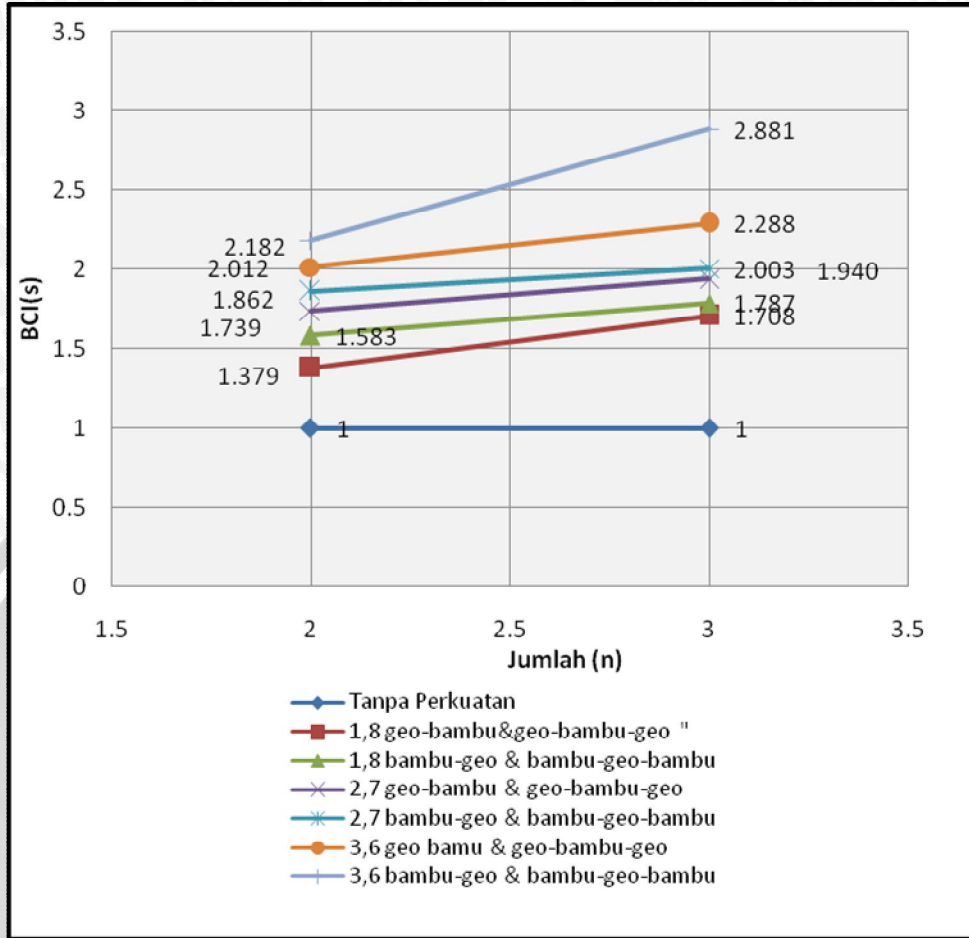
Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai  $BCI_{(s)}$  saat s/B: 6% untuk variasi jumlah lapis yang paling maksimum diperoleh saat jarak antar lapis (r) 3,6 cm dari jumlah 2 lapis (anyaman bambu-geotekstil) ke 3 lapis (anyaman bambu-geotekstil-anyaman bambu) yaitu sebesar 3,235 dengan selisih 19,541%.



Hasil analisis nilai BCI<sub>(s)</sub> untuk variasi jumlah lapis saat mencapai nilai penurunan 7,2 mm (s/B = 8%) disajikan pada tabel dan grafik berikut:

**Tabel 4.32** Nilai BCI<sub>(s)</sub> 8% untuk jumlah lapis

S/B	Jarak antar Lapis (r) cm	Urutan Perkuatan	Jumlah Lapis (n)	q (kN/m <sup>2</sup> )	q tanpa perkuatan (kN/m <sup>2</sup> )	BCI	Peningkatan (%)
8%	1.8	Geo-Bambu	2	34.422	24.969	1.379	
		Geo-Bambu-Geo	3	42.649		1.708	19.290
		Bambu-Geo	2	39.527		1.583	
		Bambu-Geo-Bambu	3	44.627		1.787	11.429
	2.7	Geo-Bambu	2	43.417		1.739	
		Geo-Bambu-Geo	3	48.449		1.940	10.387
		Bambu-Geo	2	46.486		1.862	
		Bambu-Geo-Bambu	3	50.023		2.003	7.070
	3.6	Geo-Bambu	2	50.237		2.012	
		Geo-Bambu-Geo	3	57.129		2.288	12.063
		Bambu-Geo	2	54.474		2.182	
		Bambu-Geo-Bambu	3	71.929		2.881	24.266



**Gambar 4.34** Grafik nilai  $BCI_{(s)}$  8 % untuk variasi jumlah lapis

Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai  $BCI_{(s)}$  saat s/B: 8% untuk variasi jumlah lapis yang paling maksimum diperoleh saat jarak antar lapis (r) 3,6 cm dari jumlah 2 lapis (anyaman bambu-geotekstil) ke 3 lapis (anyaman bambu-geotekstil-anyaman bambu) yaitu sebesar 2,881 dengan selisih 24,266%.

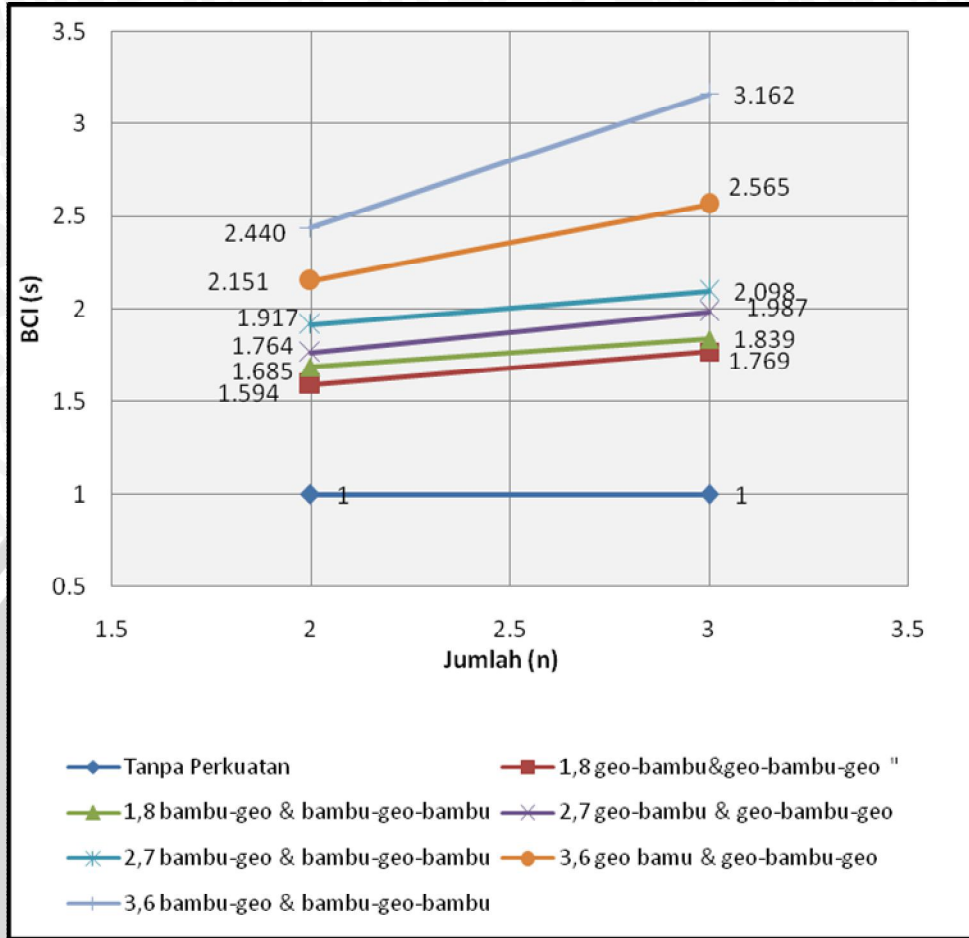
Hasil analisis nilai  $BCI_{(s)}$  untuk variasi jumlah lapis saat mencapai nilai penurunan 9 mm ( $s/B = 10\%$ ) disajikan pada tabel dan grafik berikut:

**Tabel 4.33** Nilai  $BCI_{(s)}$  10% untuk jumlah lapis

S/B	Jarak antar Lapis (r) cm	Urutan Perkuatan	Jumlah Lapis (n)	q (kN/m <sup>2</sup> )	q tanpa perkuatan (kN/m <sup>2</sup> )	BCI	Peningkatan (%)
10%	1.8	Geo-Bambu	2	42.697	26.789	1.594	
		Geo-Bambu-Geo	3	47.402		1.769	9.926
		Bambu-Geo	2	45.144		1.685	
		Bambu-Geo-Bambu	3	49.262		1.839	8.358
	2.7	Geo-Bambu	2	47.255		1.764	
		Geo-Bambu-Geo	3	53.218		1.987	11.205
		Bambu-Geo	2	51.349		1.917	
		Bambu-Geo-Bambu	3	56.190		2.098	8.616
	3.6	Geo-Bambu	2	57.612		2.151	
		Geo-Bambu-Geo	3	68.712		2.565	16.155
		Bambu-Geo	2	65.368		2.440	
		Bambu-Geo-Bambu	3	84.699		3.162	22.823







**Gambar 4.35** Grafik nilai  $BCI_{(s)}$  10 % untuk variasi jumlah lapis

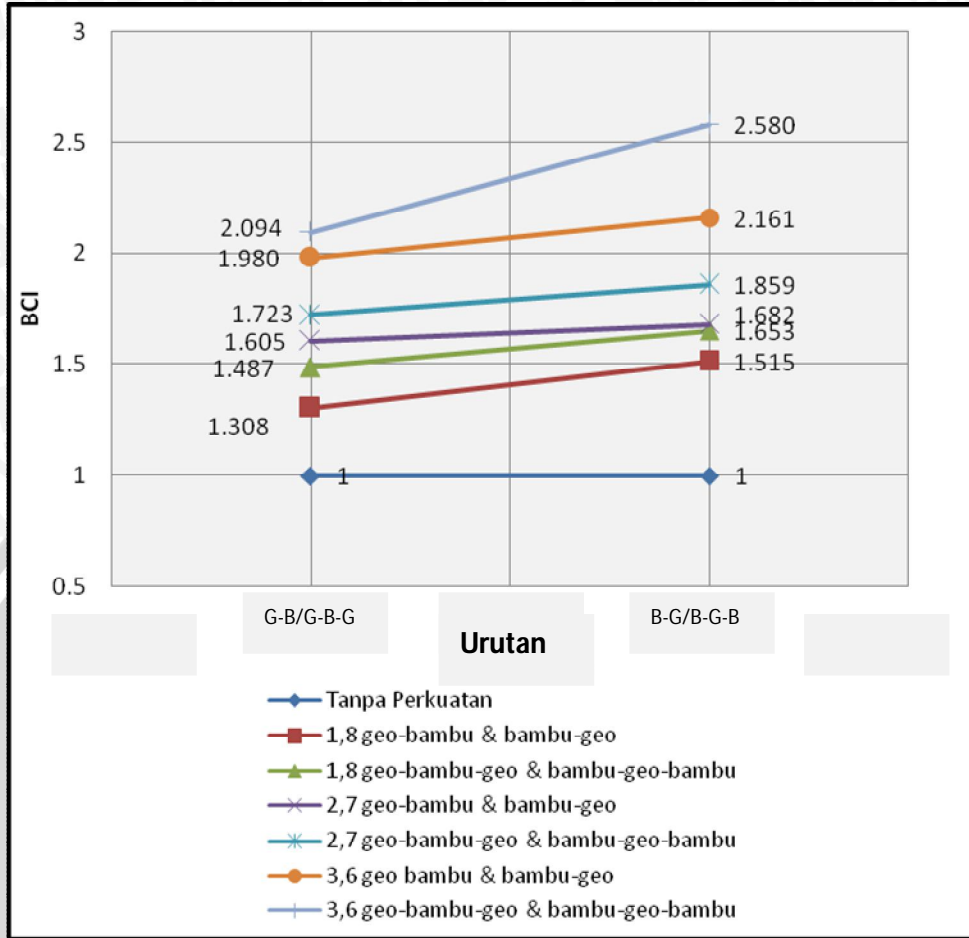
Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai  $BCI_{(s)}$  saat  $s/B$ : 10% untuk variasi jumlah lapis yang paling maksimum diperoleh saat jarak antar lapis ( $r$ ) 3,6 cm dari jumlah 2 lapis (anyaman bambu-geotekstil) ke 3 lapis (anyaman bambu-geotekstil-anyaman bambu) yaitu sebesar 3,162 dengan selisih 22,823%.

#### 4.5.2.3 Nilai $BCI_{(s)}$ untuk Variasi Urutan Perkuatan

Hasil analisis nilai  $BCI_{(s)}$  untuk variasi urutan perkuatan saat mencapai nilai penurunan 3,6 mm ( $s/B = 4\%$ ) disajikan pada tabel dan grafik berikut:

**Tabel 4.34** Nilai  $BCI_{(s)}$  4% untuk variasi urutan perkuatan

S/B	Jarak antar Lapis (r) cm	Jumlah Lapis (n)	Urutan Perkuatan	q (kN/m <sup>2</sup> )	q tanpa perkuatan (kN/m <sup>2</sup> )	BCI	Peningkatan (%)
4%	1.8	2	Geo-Bambu	23.950	18.317	1.308	
			Bambu-Geo	27.752		1.515	13.701
		3	Geo-Bambu-Geo	27.230		1.487	
			Bambu-Geo-Bambu	30.278		1.653	10.067
	2.7	2	Geo-Bambu	29.407		1.605	
			Bambu-Geo	30.806		1.682	4.543
		3	Geo-Bambu-Geo	31.556		1.723	
			Bambu-Geo-Bambu	34.045		1.859	7.310
	3.6	2	Geo-Bambu	36.275		1.980	
			Bambu-Geo	39.582		2.161	8.356
		3	Geo-Bambu-Geo	38.361		2.094	
			Bambu-Geo-Bambu	47.256		2.580	18.822



**Gambar 4.36** Grafik nilai  $BCI_{(s)}$  4 % untuk variasi urutan perkuatan

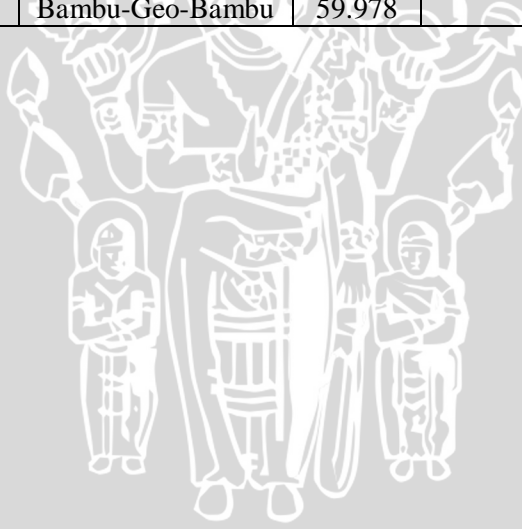
Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai  $BCI_{(s)}$  saat s/B: 4% untuk variasi urutan perkuatan yang paling maksimum diperoleh saat jarak antar lapis (r) 3,6 cm dengan jumlah (n) 3 lapis dari urutan perkuatan geotekstil-anyaman bambu-geotekstil ke urutan perkuatan anyaman bambu-geotekstil-anyaman bambu yaitu sebesar 2,580 dengan selisih 18,822%.

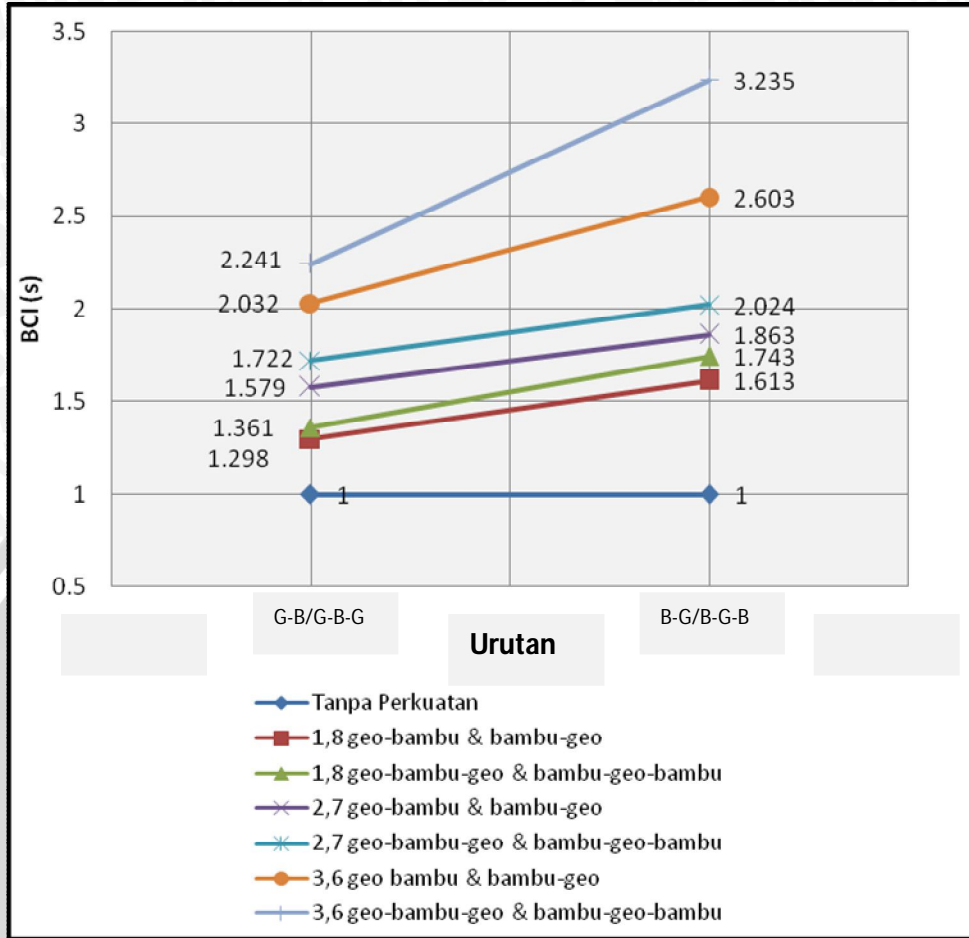


Hasil analisis nilai  $BCI_{(s)}$  untuk variasi urutan perkuatan saat mencapai nilai penurunan 5,4 mm ( $s/B = 6\%$ ) disajikan pada tabel dan grafik berikut:

**Tabel 4.35** Nilai  $BCI_{(s)}$  6% untuk variasi urutan perkuatan

S/B	Jarak antar Lapis (r) cm	Jumlah Lapis (n)	Urutan Perkuatan	q (kN/m <sup>2</sup> )	q tanpa perkuatan (kN/m <sup>2</sup> )	BCI	Peningkatan (%)
6%	1.8	2	Geo-Bambu	30.881	21.953	1.298	
			Bambu-Geo	33.465		1.613	19.534
		3	Geo-Bambu-Geo	35.565		1.361	
			Bambu-Geo-Bambu	37.497		1.743	21.892
	2.7	2	Geo-Bambu	35.784		1.579	
			Bambu-Geo	39.581		1.863	15.248
		3	Geo-Bambu-Geo	37.943		1.722	
			Bambu-Geo-Bambu	41.234		2.024	14.947
	3.6	2	Geo-Bambu	43.405		2.032	
			Bambu-Geo	46.992		2.603	21.951
		3	Geo-Bambu-Geo	47.777		2.241	
			Bambu-Geo-Bambu	59.978		3.235	30.723





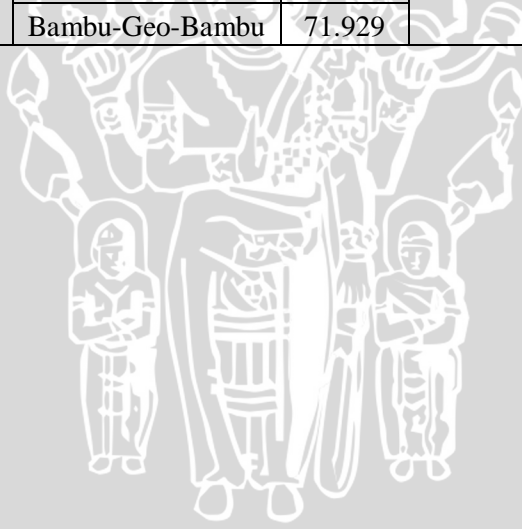
**Gambar 4.37** Grafik nilai  $BCI_{(s)}$  6 % untuk variasi urutan perkuatan

Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai  $BCI_{(s)}$  saat s/B: 6% untuk variasi urutan perkuatan yang paling maksimum diperoleh saat jarak antar lapis (r) 3,6 cm dengan jumlah (n) 3 lapis dari urutan perkuatan geotekstil-anyaman bambu-geotekstil ke urutan perkuatan anyaman bambu-geotekstil-anyaman bambu yaitu sebesar 3,235 dengan selisih 30,723%.

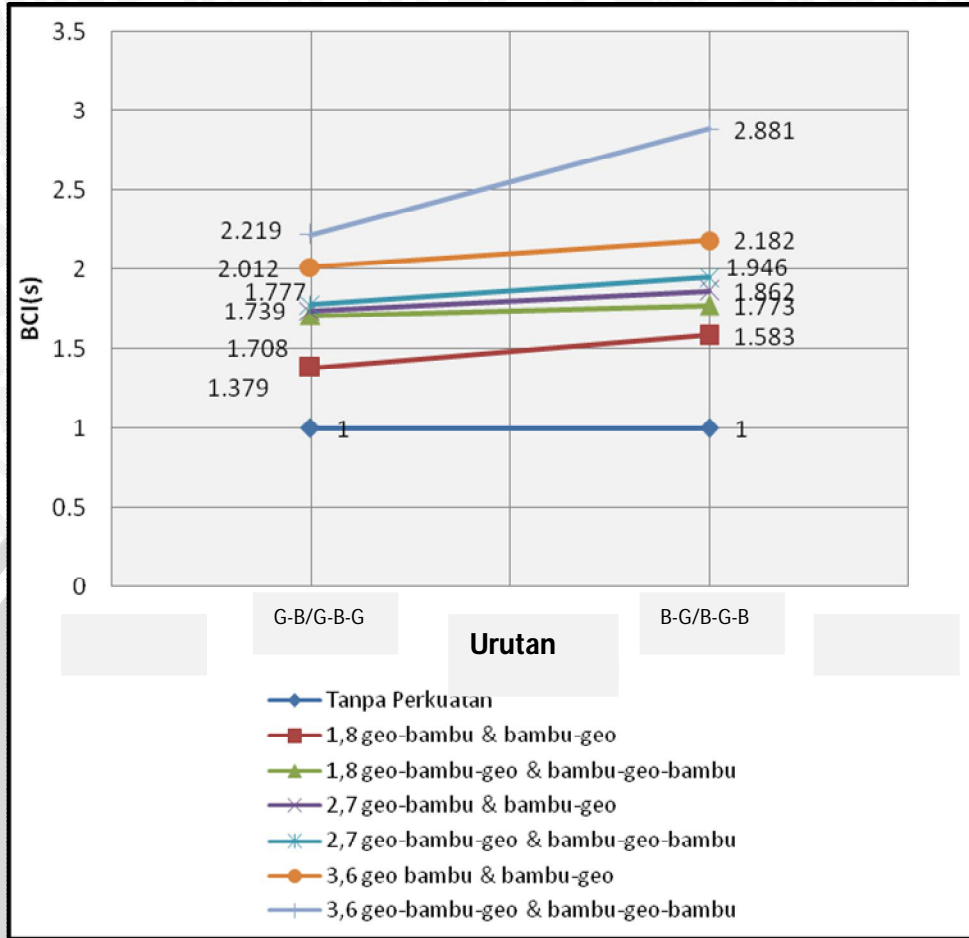
Hasil analisis nilai  $BCI_{(s)}$  untuk variasi urutan perkuatan saat mencapai nilai penurunan 7,2 mm ( $s/B = 8\%$ ) disajikan pada tabel dan grafik berikut:

**Tabel 4.36** Nilai  $BCI_{(s)}$  8% untuk urutan perkuatan

S/B	Jarak antar Lapis (r) cm	Jumlah Lapis (n)	Urutan Perkuatan	q (kN/m <sup>2</sup> )	q tanpa perkuatan (kN/m <sup>2</sup> )	BCI	Peningkatan (%)
8%	1.8	2	Geo-Bambu	34.422	24.969	1.379	
			Bambu-Geo	39.527		1.583	12.915
		3	Geo-Bambu-Geo	42.649		1.708	
			Bambu-Geo-Bambu	44.267		1.773	3.655
	2.7	2	Geo-Bambu	43.417		1.739	
			Bambu-Geo	46.486		1.862	6.604
		3	Geo-Bambu-Geo	44.381		1.777	
			Bambu-Geo-Bambu	48.593		1.946	8.667
	3.6	2	Geo-Bambu	50.237		2.012	
			Bambu-Geo	54.474		2.182	7.778
		3	Geo-Bambu-Geo	55.400		2.219	
			Bambu-Geo-Bambu	71.929		2.881	22.980







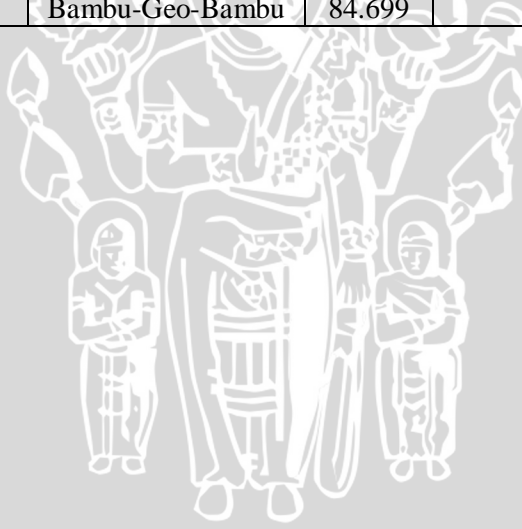
**Gambar 4.38** Grafik nilai  $BCI_{(s)}$  8 % untuk variasi urutan perkuatan

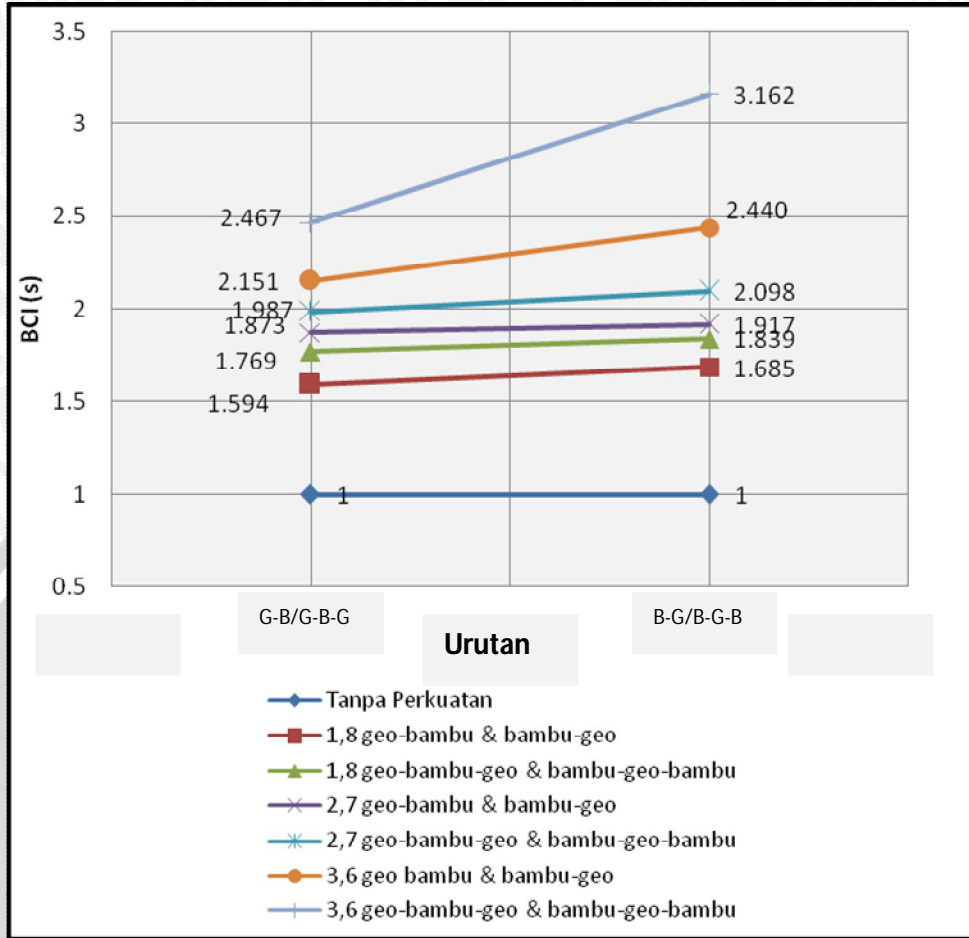
Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai  $BCI_{(s)}$  saat s/B: 8% untuk variasi urutan perkuatan yang paling maksimum diperoleh saat jarak antar lapis (r) 3,6 cm dengan jumlah (n) 3 lapis dari urutan perkuatan geotekstil-anyaman bambu-geotekstil ke urutan perkuatan anyaman bambu-geotekstil-anyaman bambu yaitu sebesar 2,881 dengan selisih 22,980%.

Hasil analisis nilai  $BCI_{(s)}$  untuk variasi urutan perkuatan saat mencapai nilai penurunan 9 mm ( $s/B = 10\%$ ) disajikan pada tabel dan grafik berikut:

**Tabel 4.37** Nilai  $BCI_{(s)}$  10% untuk urutan perkuatan

S/B	Jarak antar Lapis (r) cm	Jumlah Lapis (n)	Urutan Perkuatan	q (kN/m <sup>2</sup> )	q tanpa perkuatan (kN/m <sup>2</sup> )	BCI	Peningkatan (%)
10%	1.8	2	Geo-Bambu	42.697	26.789	1.594	
			Bambu-Geo	45.144		1.685	5.422
		3	Geo-Bambu-Geo	47.402		1.769	
			Bambu-Geo-Bambu	49.262		1.839	3.776
	2.7	2	Geo-Bambu	50.182		1.873	
			Bambu-Geo	51.349		1.917	2.272
		3	Geo-Bambu-Geo	53.218		1.987	
			Bambu-Geo-Bambu	56.190		2.098	5.290
	3.6	2	Geo-Bambu	57.612		2.151	
			Bambu-Geo	65.368		2.440	11.866
		3	Geo-Bambu-Geo	66.085		2.467	
			Bambu-Geo-Bambu	84.699		3.162	21.977





**Gambar 4.39** Grafik nilai  $BCI_{(s)}$  10 % untuk variasi urutan perkuatan

Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai  $BCI_{(s)}$  saat  $s/B$ : 10% untuk variasi urutan perkuatan yang paling maksimum diperoleh saat jarak antar lapis (r) 3,6 cm dengan jumlah (n) 3 lapis dari urutan perkuatan geotekstil-anyaman bambu-geotekstil ke urutan perkuatan anyaman bambu-geotekstil-anyaman bambu yaitu sebesar 3,162 dengan selisih 21,977%.



#### **4.6 Pengaruh Jarak dan Jumlah Lapisan Kombinasi Perkuatan terhadap Nilai Daya Dukung**

Berdasarkan penelitian pada pemodelan tanah pasir datar dengan kepadatan 76% dengan variabel tetap yaitu kedalaman pondasi 0, lebar pondasi 9 cm, panjang pondasi 70 cm yang diberikan variasi jarak antar lapis, variasi jumlah lapisan dan juga variasi urutan perkuatan yang telah dilakukan. Didapatkan hasil penelitian bahwa variasi jarak antar lapisan kombinasi perkuatan cukup berpengaruh terhadap daya dukung pada tanah datar pasir tanpa perkuatan. Hal ini dibuktikan pada Hasil analisis BCI yang menunjukkan bahwa pemasangan kombinasi geotekstil dan anyaman bambu 2 arah pada tanah datar pasir meningkatkan nilai daya dukung. Hal ini ditunjukkan dengan nilai BCI yang lebih besar dari satu.

Dari hasil yang didapatkan, variasi jarak antar lapis kombinasi perkuatan menghasilkan nilai daya dukung yang seragam dengan perhitungan yang dihasilkan yaitu semakin jauh jarak antar lapis perkuatan maka semakin besar daya dukung

Variasi jumlah lapisan perkuatan kombinasi geotekstil dan anyaman bambu 2 arah juga meningkatkan nilai daya dukung. Adapun nilai daya dukung paling maksimum diperoleh pada saat jumlah perkuatan 3 lapis. Berdasarkan hasil pengujian dapat diketahui bahwa semakin banyak lapisan perkuatan maka semakin besar pula nilai daya dukung yang diperoleh

Variasi urutan perkuatan kombinasi geotekstil dan anyaman bambu 2 arah juga meningkatkan nilai daya dukung. Adapun nilai daya dukung paling maksimum diperoleh pada saat anyaman bambu berada pada lapisan paling atas (ke-1) dan paling bawah (ke-3) yaitu saat jumlah 3 lapis. Berdasarkan hasil pengujian dapat diketahui bahwa anyaman bambu lebih kuat daripada geotekstil, karena itu penempatan jenis perkuatan yang lebih dominan pada lapisan paling atas maka semakin besar pula nilai daya dukung yang diperoleh.