

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Bahan

Penelitian ini menggunakan tanah pasir *poorly graded*. Jenis pondasi yang digunakan adalah pondasi menerus yang terbuat dari baja sebagai lapisan luar pondasi, dan bagian dalamnya diisi dengan kayu agar pondasi tersebut bersifat kaku (*rigid*). Pondasi menerus ini berfungsi untuk menopang dan meneruskan beban merata. Dalam pelaksanaannya pondasi disusun secara berundak agar beban dari *load cell* yang merupakan beban terpusat dapat tersalurkan menjadi beban merata ke tanah. Bahan perkuatan tanah yaitu anyaman bambu dua arah dibuat setipis mungkin dari bambu jenis bambu petung.

4.1.1 Analisis Gradasi Butiran Tanah

Analisis gradasi butiran tanah merupakan pengujian dasar yang dilakukan untuk menentukan gradasi agregat halus dan agregat kasar dari tanah pasir yang digunakan selama penelitian berlangsung. Pengujian ini dilakukan di laboratorium dengan menggunakan alat berupa saringan yang dipasang secara bertumpuk dari saringan no. 4 sampai saringan no. 200. Hasil pengujian analisis saringan dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut ini:



Gambar 4.1 Grafik pembagian ukuran butir tanah

Berdasarkan hasil pengujian didapatkan bahwa butiran tanah yang lolos saringan no. 200 sebesar 1,02 %. Dari hasil analisis didapatkan nilai C_u sebesar 3,29 dan C_c sebesar 0,94. 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 selanjutnya yang dilakukan adalah analisis *specific gravity*. Pengujian ini menggunakan alat labu ukur (*picnometer*) yang bertujuan untuk menentukan *specific gravity* dari tanah 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:

$$GS = \frac{W_s}{W_s - W_1 - W_2} \quad (4-1)$$

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 2,867. Hasil pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 *specific gravity* rata-rata

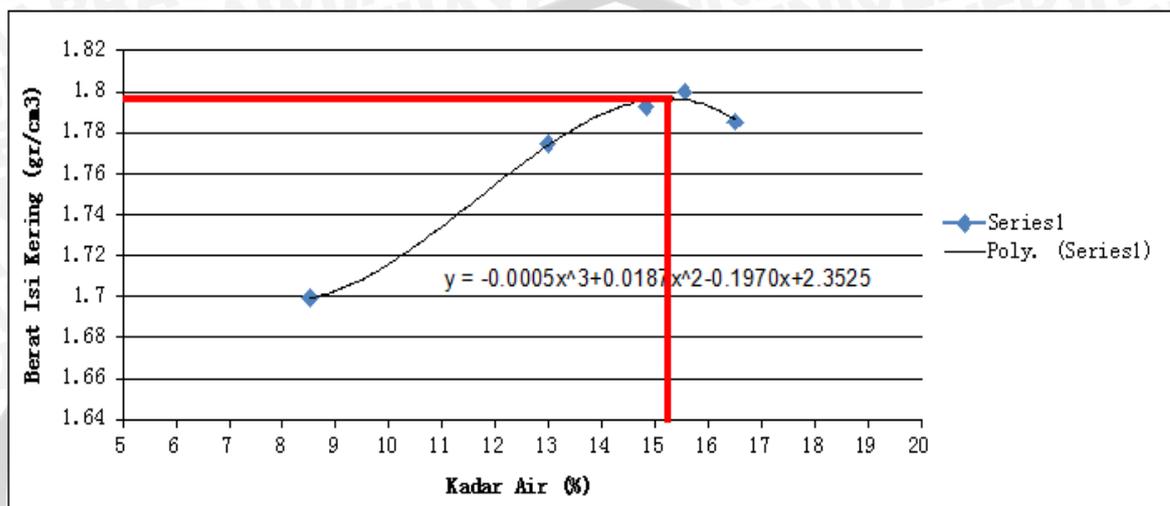
Labu ukur	A	B	C
<i>Specific gravity</i>	2,864	2,87	2,866
<i>Specific gravity</i> rata-rata	2,867		

4.1.3 Analisis Pemeriksaan Kepadatan Tanah (*compaction*)

4.1.3.1 kepadatan tanah standar *proctor test*

Pengujian ini dilakukan 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). Tujuan dari pengujian kepadatan standar (*compaction*) adalah untuk menentukan hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa berat isi kering maksimum (γ_{lab}) yang diperoleh di laboratorium adalah 1,79 gr/cm³ dengan kadar air optimum sebesar 15,2%. Hasil pengujian akan disajikan secara lebih rinci pada Gambar 4.2 berikut ini:



Gambar 4.2 Grafik pemadatan standar

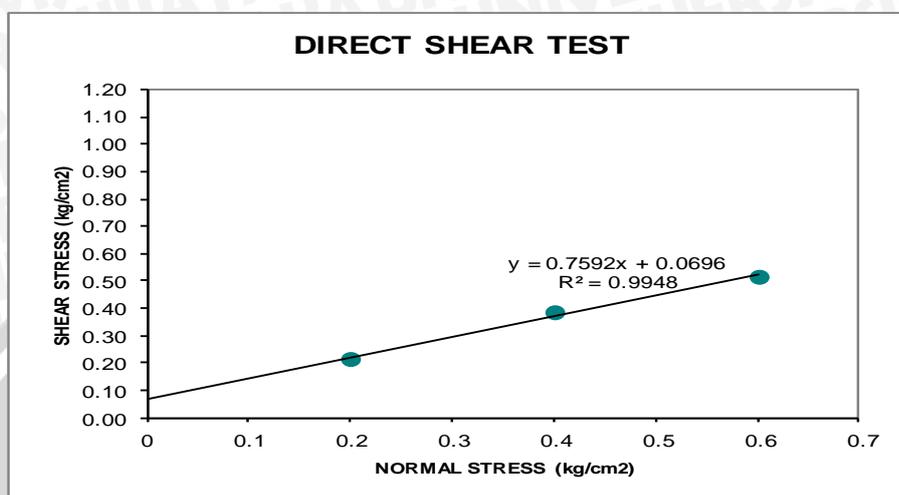
4.1.3.2 Kepadatan Tanah *Model Test*

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 melakukan *density test* yang menghasilkan nilai berat isi kering (γ_{lap}). Perbandingan antara berat isi kering yang diperoleh dari *density test* (γ_{lap}) dengan berat isi kering yang diperoleh dari pemadatan standar di laboratorium menggunakan *proctor* (γ_{lab}) akan menghasilkan nilai kepadatan. Berat isi kering yang digunakan pada penelitian ini adalah 1,36 gr/cm³ 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 (ϕ). Pengujian ini dilakukan pada tanah pasir dengan kepadatan 76%. Pengujian ini dilakukan sebanyak satu kali dengan 3 sampel dari tanah model. Nilai kohesi dan sudut geser didapatkan melalui grafik hubungan antara tekanan normal (σ) dengan tegangan geser maksimum (τ). 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 (σ) dengan sudut geser tanah (ϕ). Sebagai contoh, hasil pengujian *Direct Shear* pada kepadatan 76% pada sampel 1 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 (ϕ) dan dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.2 Nilai-nilai sudut geser dalam dan kohesi

Kepadatan pasir	Sampel	Sudut Geser Dalam (ϕ)	Kohesi (c)
76%	A	35,255°	0,0807
	B	35,937°	0,0901
	C	36,587°	0,0811
	Rata-rata	35,926°	0,0811

4.2 Pengujian *Model Test*

Pengujian pembebanan ini menggunakan *box* berukuran 120 cm x 73 cm x 70 cm yang diisi dengan pasir *poorly graded*. Pada proses pembuatan model tanah 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 ($\gamma=W/V$) dimana 1 lapis tanah dibuat dengan memasukkan 122,85 kg. Pada setiap lapisan tanah yang telah digelinding oleh silinder, dilakukan pengecekan atau pengontrolan terhadap

kepadatan dan juga kadar air dengan cara mengambil sampel tanah dengan *density ring*. Proses ini dilakukan hingga seluruh lapisan terselesaikan. Pemasangan anyaman bambu disesuaikan dengan variasi yang telah ditentukan. Penelitian ini digunakan variasi jumlah lapis dan jarak antar lapis anyaman bambu. 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 tanah datar siap diuji dengan diberikan beban dengan kelipatan 25 kg hingga tanah mengalami keruntuhan dan tidak mampu lagi menahan beban yang diberikan. Keruntuhan tanah yang terjadi adalah tipe keruntuhan geser umum yang ditandai dengan munculnya *buckling*.

4.3 Hasil Pengujian

4.3.1 Tanah Tanpa Perkuatan

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian pada tanah pada dua kondisi, yaitu pada pemodelan tanah datar dengan perkuatan anyaman bambu dua arah dibandingkan dengan tanah datar tanpa perkuatan. Untuk tanah tanpa perkuatan dilakukan 1 model pengujian.

4.3.2 Tanah dengan Perkuatan Anyaman Bambu Dua Arah

Pada pengujian tanah dengan perkuatan anyaman bambu dua arah dilakukan 9 kali pengujian pembebanan. Pemodelan pembebanan ini dibuat sesuai dengan variasi jarak antar perkuatan (1,8 cm, 2,7 cm dan 3,6 cm), variasi jumlah lapis (1 lapis, 2 lapis, dan 3 lapis). Variabel terikat yang digunakan pada penelitian ini adalah lebar pondasi yaitu 9 cm, panjang pondasi yaitu 70 cm, serta lebar perkuatan yang digunakan yaitu 54x70 cm.

4.3.2.1 Hasil Pengujian Kepadatan dan Kadar air

Pada pengujian pemodelan tanah tanpa perkuatan dan dengan perkuatan kombinasi anyaman bambu dua arah didapatkan nilai berat isi kering dan kadar air yang dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Nilai kepadatan dan kadar air tanah dengan perkuatan anyaman bambu

Benda uji		WC	berat isi kering (kg/cm ³)	RC
tanpa perkuatan		8.18	1.37	76.473
r=1,8	n=1	8.21	1.37	76.473
	n=2	8.35	1.35	75.576
	n=3	8.29	1.35	75.546
r=2,7	n=1	8.11	1.36	76.144
	n=2	8.41	1.37	76.479
	n=3	8.04	1.37	76.294
r=3,6	n=1	8.33	1.37	76.473
	n=2	8.2	1.35	75.696
	n=3	8.15	1.37	76.473

4.4 Analisis Daya Dukung Tanah dengan Kepadatan 76 %

4.4.1 Tanah Datar Tanpa Perkuatan

Pada penelitian ini, analisis daya dukung pada lereng 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

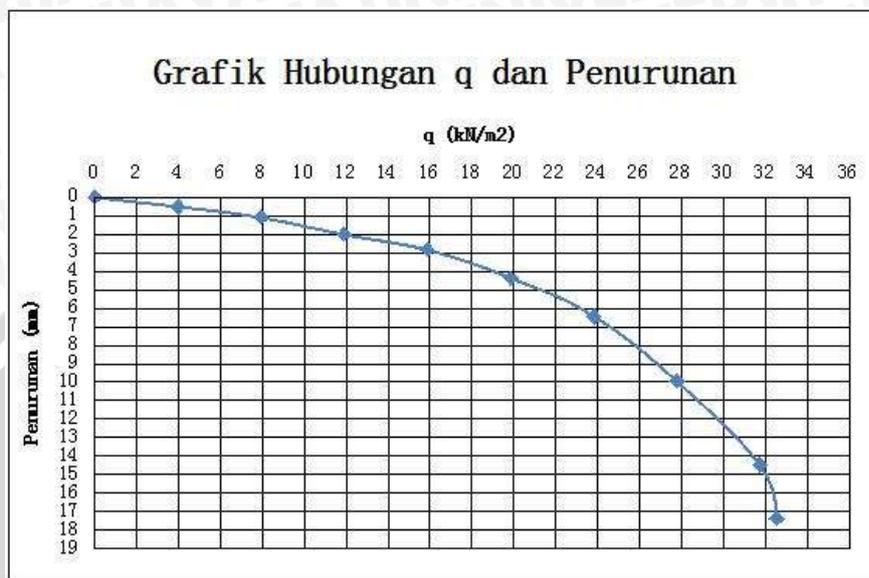
Pada tanah datar tanpa perkuatan ada beberapa cara yang dapat menghitung nilai daya dukung tanah yaitu dengan teori Terzaghi, Meyerhof, Hansen, dan Vesic. Hasil dari perhitungan nilai daya dukung tanah dari masing-masing teori-teori tersebut dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut:

Tabel 4.4 Nilai daya dukung secara analitik

Teori	q_{ult} (kN/m ²)
Uji laboratorium	32,54
Terzaghi	34,339
Meyerhof	30,971
Hansen	34,097
Vesic	35,475

4.4.1.2 Metode Eksperimen

Pada uji pembebanan tanah datar 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 4.4 berikut:

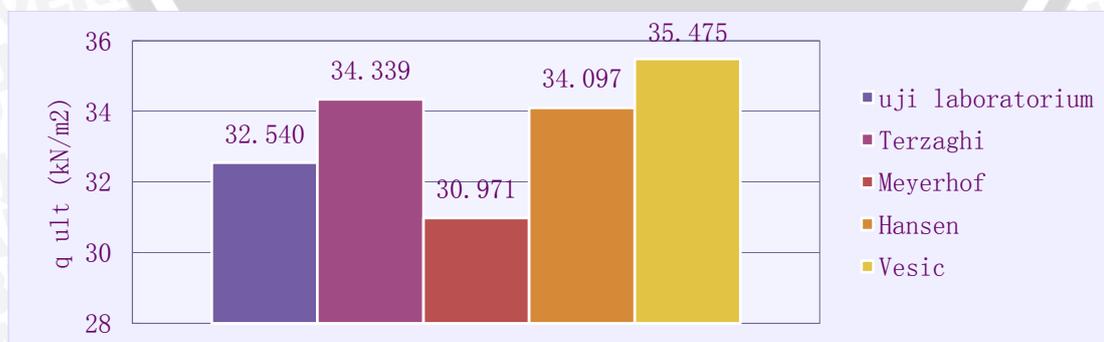


Gambar 4.4 Grafik hubungan daya dukung dan penurunan pada tanah datar tanpa perkuatan

Dari Gambar 4.4 dapat dilihat hasil penurunan adalah sebesar 17,36 mm dan nilai daya dukung maksimum yang terjadi adalah sebesar 32,539 kN/m² atau beban maksimum yang ditunjukkan oleh *load cell* yaitu sebesar 205 kg.

4.4.1.3 Perbandingan Nilai Daya Dukung

Perbandingan nilai daya dukung untuk tanah datar tanpa perkuatan antara metode analitik dan metode eksperimen disajikan pada gambar 4.5 berikut:



Gambar 4.5 Diagram perbandingan daya dukung uji laboratorium dan teori ahli

Adanya perbedaan hasil perhitungan dari masing-masing teori adalah karena masing-masing ahli meninjau faktor yang berbeda-beda dalam menentukan daya dukung ultimit tanah. Terzaghi hanya meninjau pondasi secara dua dimensi yaitu hanya meninjau faktor kohesi tanah, kedalaman pondasi, dan lebar pondasi. Meyerhof meninjau lebih dalam lagi dengan memperhitungkan juga faktor kemiringan beban. Hansen dan Vesic menambahkan analisa faktor kemiringan pondasi dan jenis tanah dibawah pondasi dalam perhitungan daya dukung ultimitnya.

Ada sedikit perbedaan nilai daya dukung ultimit hasil pengujian laboratorium dengan perhitungan teori. Selisih terbesar daya dukung uji laboratorium dengan teori yaitu Hansen adalah sebesar $2,935 \text{ kN/m}^2$ dengan kata lain selisih beban yang dapat diterima oleh pondasi dan tanah tanpa mengalami keruntuhan adalah hanya sebesar 0,02 Kg.

4.4.2 Tanah Datar dengan Perkuatan Anyaman Bambu Dua Arah

Salah satu tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui daya dukung maksimum yang dapat ditahan oleh tanah tanah datar sampai mengalami keruntuhan. Dari daya dukung yang diperoleh dari tanah datar dengan perkuatan anyaman bambu dilakukan perbandingan dengan tanah datar tanpa perkuatan. Untuk pengujian tanah datar dengan perkuatan dilakukan 9 kali pengujian. Analisis akan disajikan berdasarkan dua jenis variabel yang diteliti yaitu jarak antar lapis anyaman bambu dan jumlah lapis anyaman bambu.

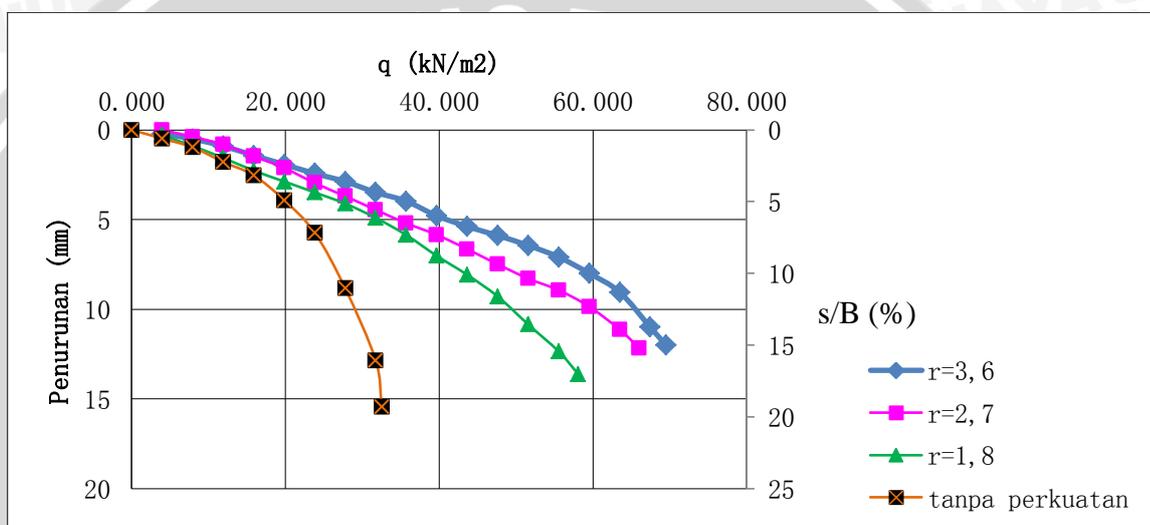
4.4.2.1 Analisis Daya Dukung untuk Variabel Jumlah Lapis Anyaman Bambu

a) Perkuatan 1 Lapis Anyaman Bambu dengan Variasi Jarak Antar Lapis Anyaman Bambu

Berdasarkan pengujian di laboratorium, diperoleh nilai daya dukung dan penurunan untuk jumlah 1 lapis perkuatan anyaman bambu dengan variasi jarak antar lapis ditampilkan pada tabel 4.5 dan gambar 4.6. Untuk variasi jumlah lapis $n=1$, jarak antar lapis antar perkuatan merupakan jarak dari pondasi atau permukaan tanah ke lapis anyaman bambu.

Tabel 4.5 Nilai daya dukung dan penurunan tanah datar dengan jumlah 1 lapis perkuatan anyaman bambu

Jumlah lapis anyaman bambu	Jarak antar lapis anyaman bambu (cm)	Penurunan (mm)	q max (kN/m ²)
1	1.8	13.619	58.095
	2.7	12.17	66.032
	3.6	12.002	69.524



Gambar 4.6 Grafik hubungan daya dukung dan penurunan tanah datar dengan perkuatan 1 lapis anyaman bambu

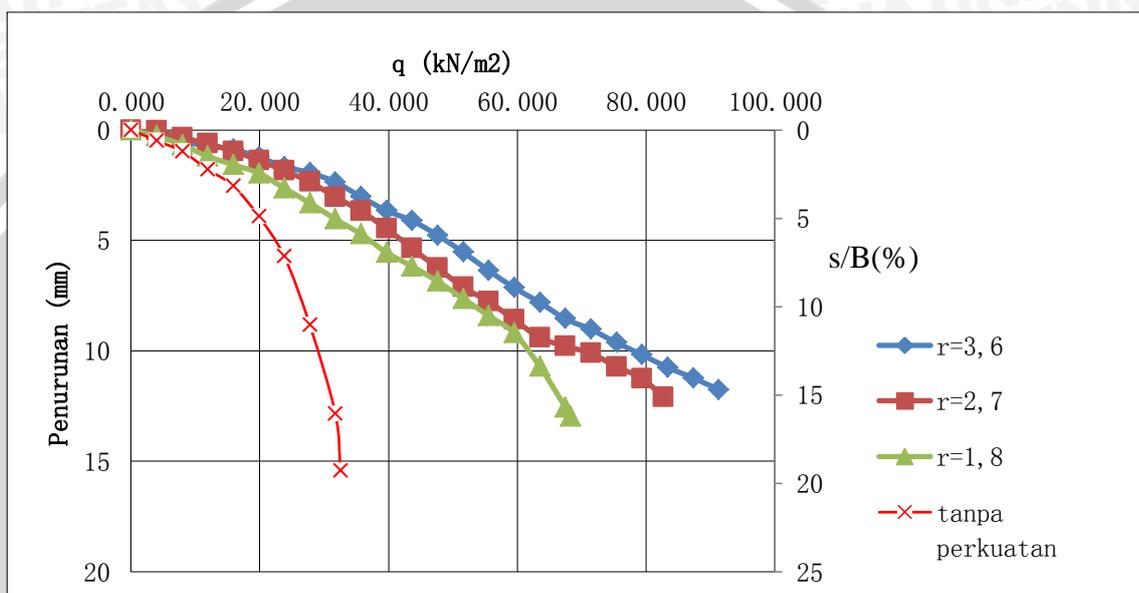
Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa dengan perkuatan 1 lapis anyaman bambu dua arah diperoleh daya dukung maksimum sebesar 69,5 kN/m² dan penurunan terkecil sebesar 12 mm yaitu dengan variasi jarak antar lapis anyaman bambu 3,6 cm.

b) Perkuatan 2 Lapis Anyaman Bambu dengan Variasi Jarak Antar Lapis Anyaman Bambu

Berdasarkan pengujian di laboratorium, diperoleh nilai daya dukung dan penurunan untuk tanah datar dengan perkuatan 2 lapis anyaman bambu dengan variasi jarak antar lapis anyaman Bambu seperti tabel 4.6 dan gambar 4.7 sebagai berikut:

Tabel 4.6 Nilai daya dukung dan penurunan tanah datar dengan perkuatan 2 Lapis Anyaman Bambu

Jumlah lapis anyaman bambu	Jarak antar lapis anyaman bambu (cm)	Penurunan (mm)	q max (kN/m ²)
2	1.8	12.9825	68.254
	2.7	12.101	82.698
	3.6	11.756	91.27



Gambar 4.7 Grafik hubungan daya dukung dan penurunan tanah datar dengan perkuatan 2 lapis anyaman bambu

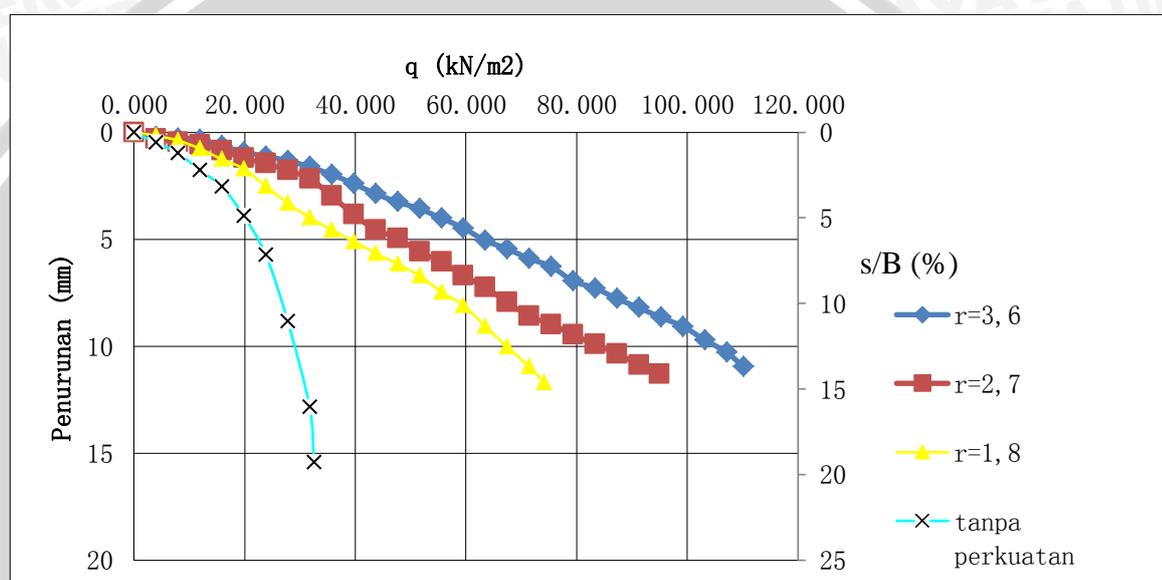
Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa dengan perkuatan 2 lapis anyaman bambu, nilai daya dukung paling maksimum diperoleh untuk jarak antar lapis 3,6 cm yaitu sebesar 91,27 kN/m² dengan nilai penurunan sebesar 11,756 mm

c) Perkuatan 3 Lapis Anyaman Bambu dengan Variasi Jarak Antar Lapis Anyaman Bambu

Berdasarkan pengujian di laboratorium, diperoleh nilai daya dukung dan penurunan untuk jarak pondasi 12 cm dengan variasi panjang yang ditampilkan dalam tabel 4.7 dan gambar 4.8 sebagai berikut:

Tabel 4.7 Nilai daya dukung dan penurunan tanah datar dengan perkuatan 3 Lapis Anyaman Bambu

Jumlah lapis anyaman bambu	Jarak antar lapis anyaman bambu (cm)	Penurunan (mm)	q max (kN/m ²)
3	1.8	11.7	74.127
	2.7	11.2985	94.921
	3.6	10.9585	110.159



Gambar 4.8 Grafik hubungan daya dukung dan penurunan tanah datar dengan perkuatan 3 lapis anyaman bambu

Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa pada tanah datar dengan perkuatan 3 lapis anyaman bambu, nilai daya dukung paling maksimum diperoleh untuk jarak antar lapis anyaman bambu 3,6 cm yaitu sebesar 110,159 kN/m² dengan nilai penurunan sebesar 10,958 mm

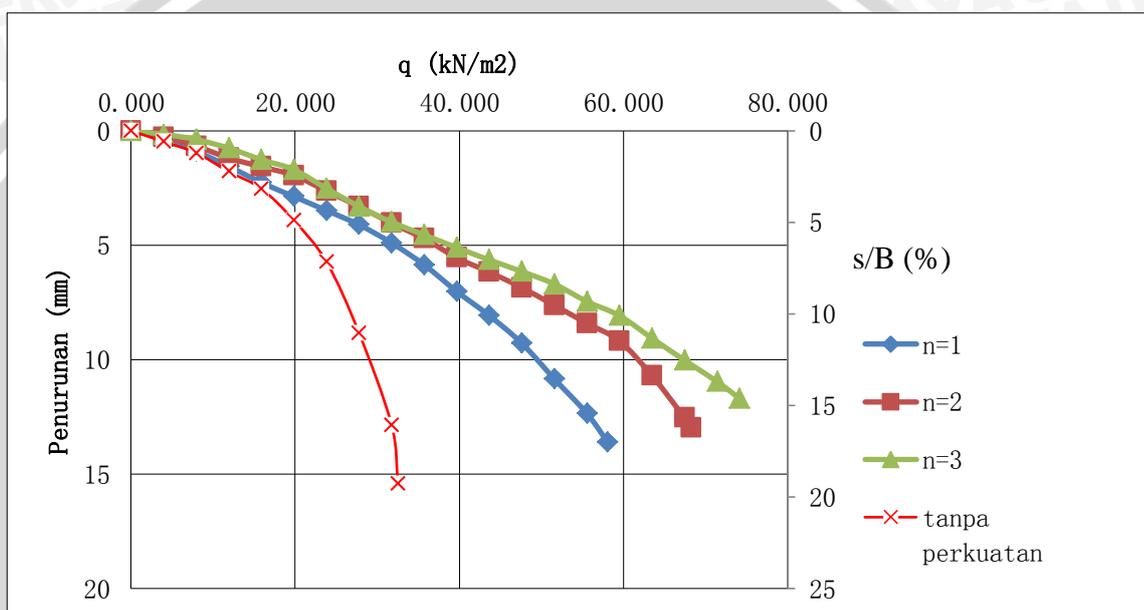
4.4.2.2 Analisis Daya Dukung untuk Variabel Jarak antar Lapis Anyaman Bambu

a) Jarak antar Lapis Perkuatan Anyaman Bambu 1,8 cm dengan Variasi Jumlah Lapis

Berdasarkan pengujian di laboratorium, diperoleh nilai daya dukung dan penurunan untuk panjang jarak antar lapis anyaman bambu 1,8 cm dengan variasi jumlah lapis anyaman seperti tabel 4.8 dan gambar 4.9.

Tabel 4.8 Nilai daya dukung dan penurunan lereng dengan jarak antar lapis perkuatan anyaman bambu 1,8 cm

Jarak antar lapis anyaman bambu (cm)	Jumlah lapis anyaman bambu	Penurunan (mm)	q max (kN/m ²)
1,8	1	13.6195	58.095
	2	12.9825	68.254
	3	11.7	74.127



Gambar 4.9 Grafik hubungan daya dukung dan penurunan tanah datar dengan jarak antar lapis anyaman bambu 1,8 cm

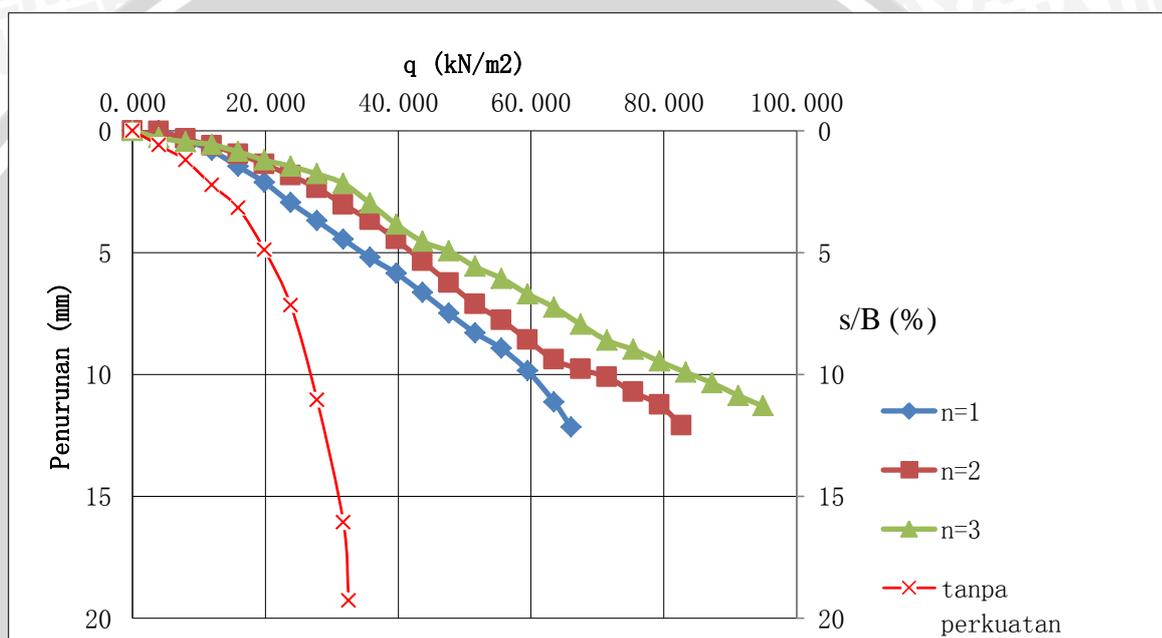
Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa untuk jarak antar lapis anyaman bambu 1,8 cm, nilai daya dukung paling maksimum diperoleh untuk jumlah anyaman bambu sebanyak 3 lapis yaitu sebesar 74,127 kN/m² dengan nilai penurunan sebesar 11,7 mm.

b) Jarak antar Lapis Perkuatan Anyaman Bambu 2,7 cm dengan Variasi Jumlah Lapis

Berdasarkan pengujian di laboratorium, diperoleh nilai daya dukung dan penurunan untuk jarak antar lapis anyaman bambu 2,7 cm dengan variasi jumlah lapis sebagaimana ditampilkan pada tabel 4.9 dan gambar 4.10.

Tabel 4.9 Nilai daya dukung dan penurunan tanah datar dengan jarak antar lapis perkuatan anyaman bambu 2,7 cm

Jarak antar lapis anyaman bambu (cm)	Jumlah lapis anyaman bambu	Penurunan (mm)	q max (kN/m ²)
2,7	1	12.17	66.032
	2	12.101	82.698
	3	11.2985	94.921



Gambar 4.9 Grafik hubungan daya dukung dan penurunan tanah datar dengan jarak antar lapis anyaman bambu 2,7 cm

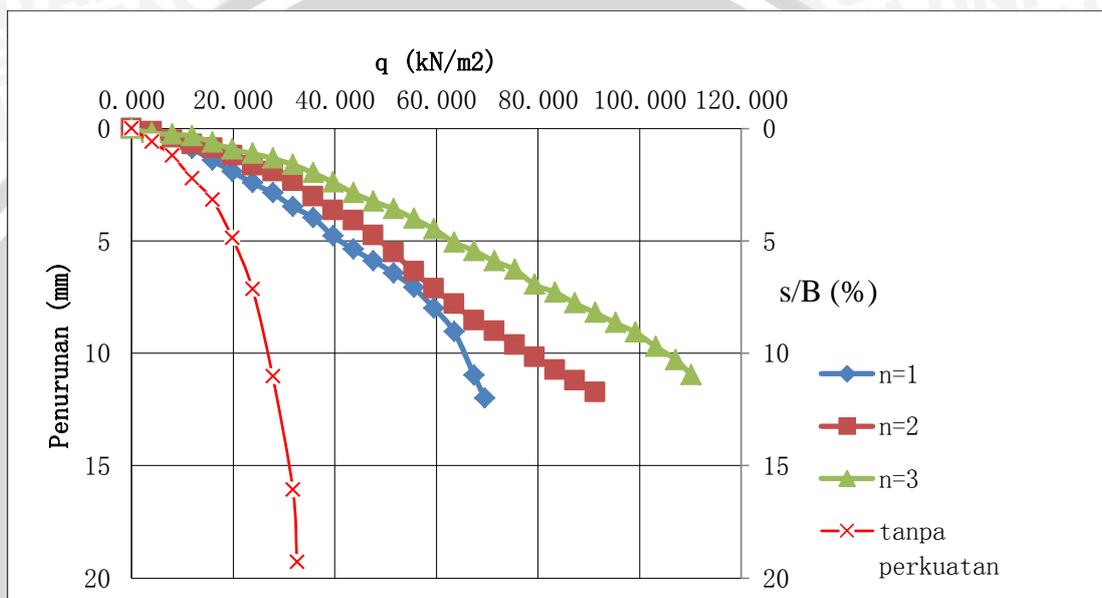
Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa untuk jarak antar lapis anyaman bambu 2,7 cm nilai daya dukung paling maksimum diperoleh untuk jumlah anyaman bambu 3 lapis yaitu sebesar 94,92 kN/m² dengan nilai penurunan sebesar 11,298 mm.

c) Jarak antar Lapis Perkuatan Anyaman Bambu 3,6 cm dengan Variasi Jumlah Lapis

Berdasarkan pengujian di laboratorium, diperoleh nilai daya dukung dan penurunan untuk jarak antar lapis perkuatan anyaman bambu 3,6 cm dengan variasi jumlah lapis seperti tabel 4.10 dan gambar 4.11.

Tabel 4.10 Nilai daya dukung dan penurunan tanah datar dengan jarak antar lapis perkuatan anyaman bambu 3,6 cm

Jarak antar lapis anyaman bambu (cm)	Jumlah lapis anyaman bambu	Penurunan (mm)	q max (kN/m ²)
3,6	1	12.0025	69.524
	2	11.756	91.27
	3	10.9585	110.159



Gambar 4.11 Grafik hubungan daya dukung dan penurunan tanah datar dengan jarak antar lapis perkuatan anyaman bambu 3,6 cm

Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa untuk jarak antar lapis anyaman bambu 3,6 cm nilai daya dukung paling maksimum diperoleh untuk jumlah perkuatan anyaman bambu sebanyak 3 lapis yaitu sebesar 110,159 kN/m² dengan nilai penurunan sebesar 10,958 mm.

4.5 Analisis *Bearing Capacity Improvement (BCI)*

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

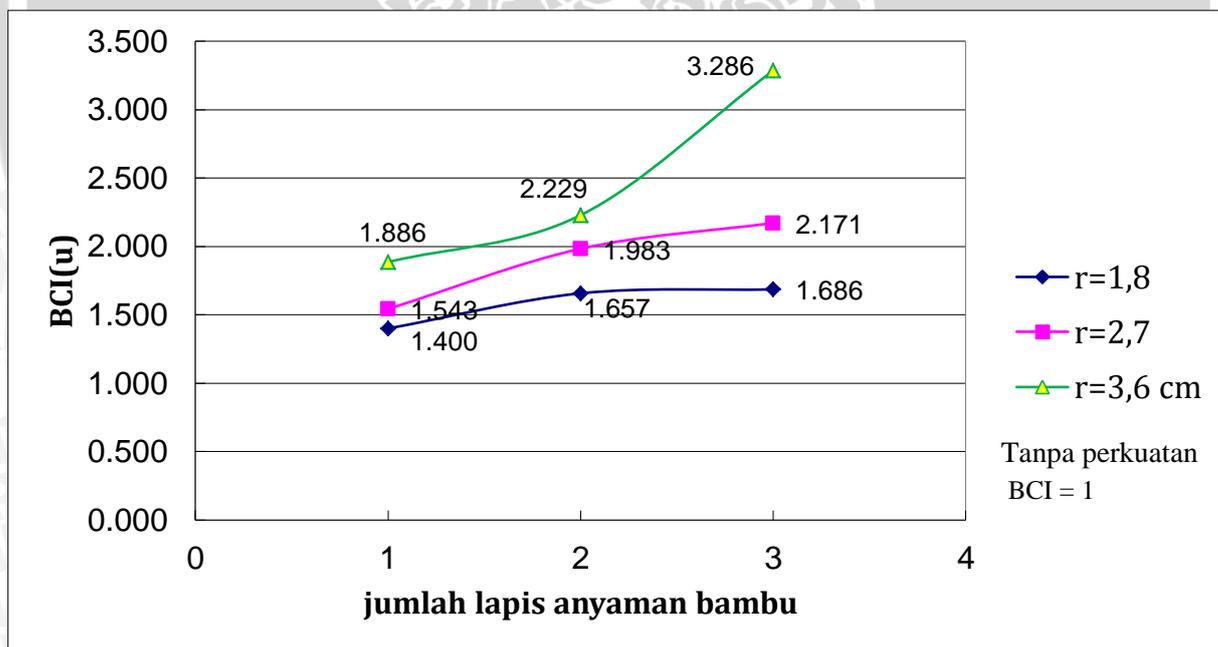
Nilai $BCI_{(u)}$ adalah rasio antara nilai daya dukung *ultimate* tanah datar dengan perkuatan dan tanah datar tanpa perkuatan. Analisis $BCI_{(u)}$ digunakan untuk mengetahui nilai peningkatan daya dukung yang terjadi akibat pemberian perkuatan pada tanah.

4.5.1.1 Nilai $BCI_{(u)}$ untuk Variasi Jumlah Lapis Anyaman Bambu

Nilai $BCI_{(u)}$ pada variasi jumlah lapis anyaman bambu dapat dilihat pada tabel 4.11 dan gambar 4.12 berikut.

Tabel 4.11 Nilai $BCI_{(u)}$ untuk variasi jumlah lapis anyaman bambu

Jarak antar lapis	Jumlah lapis	q_u (kN/m ²)	q_u tanpa perkuatan (Kn/m ²)	BCI	Selisih (%)
1,8 cm	1	58.095	32.540	1.400	
	2	68.254		1.657	25.714
	3	74.127		1.686	2.857
2,7 cm	1	66.032	32.540	1.543	
	2	82.698		1.983	44.000
	3	94.921		2.171	18.857
3,6 cm	1	69.524	32.540	1.886	
	2	91.270		2.229	34.286
	3	110.159		3.286	105.714



Gambar 4.12 Grafik nilai $BCI_{(u)}$ untuk variasi jumlah lapis anyaman bambu

Berdasarkan hasil dari grafik dan tabel diatas dapat dilihat bahwa variasi jumlah lapis anyaman bambu dapat meningkatkan daya dukung tanah yang diperkuat. Hal ini dibuktikan dengan nilai dari $BCI_{(u)}$ lebih dari 1. Adapun nilai yang maksimum dari

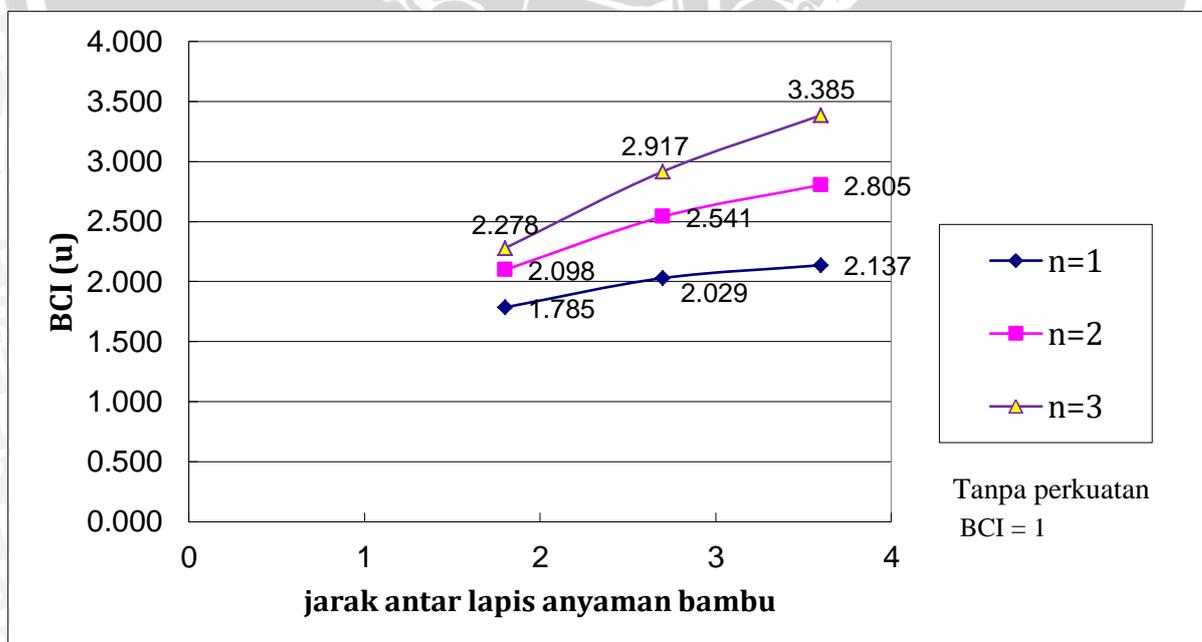
variasi jumlah lapis anyaman bambu ini diperoleh pada saat jarak antar lapis 3,6 cm dengan jumlah lapis 3 dengan nilai $BCI_{(u)}$ sebesar 3,286.

4.5.1.2 Nilai $BCI_{(u)}$ untuk Variasi Jarak Antar Lapis Anyaman Bambu

Nilai $BCI_{(u)}$ pada variasi jarak antar lapis anyaman bambu dapat dilihat pada tabel 4.12 dan gambar 4.13 berikut.

Tabel 4.12 Nilai $BCI_{(u)}$ untuk variasi jarak antar lapis anyaman bambu

Jumlah lapis	Jarak antar lapis	q_u (kN/m ²)	q_u tanpa perkuatan (Kn/m ²)	BCI	Selisih (%)
1	1.8	58.095		1.785	
	2.7	66.032	32.540	2.029	24.390
	3.6	69.524		2.137	10.732
2	1.8	68.254		2.098	
	2.7	82.698	32.540	2.541	44.390
	3.6	91.270		2.805	26.341
3	1.8	74.127		2.278	
	2.7	94.921	32.540	2.917	63.902
	3.6	110.159		3.385	46.829



Gambar 4.13 Grafik nilai $BCI_{(u)}$ untuk variasi jarak antar lapis

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 saat jumlah lapis 3 dengan jarak antar lapis 3,6 cm dengan nilai $BCI_{(u)}$ sebesar 3,385.

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

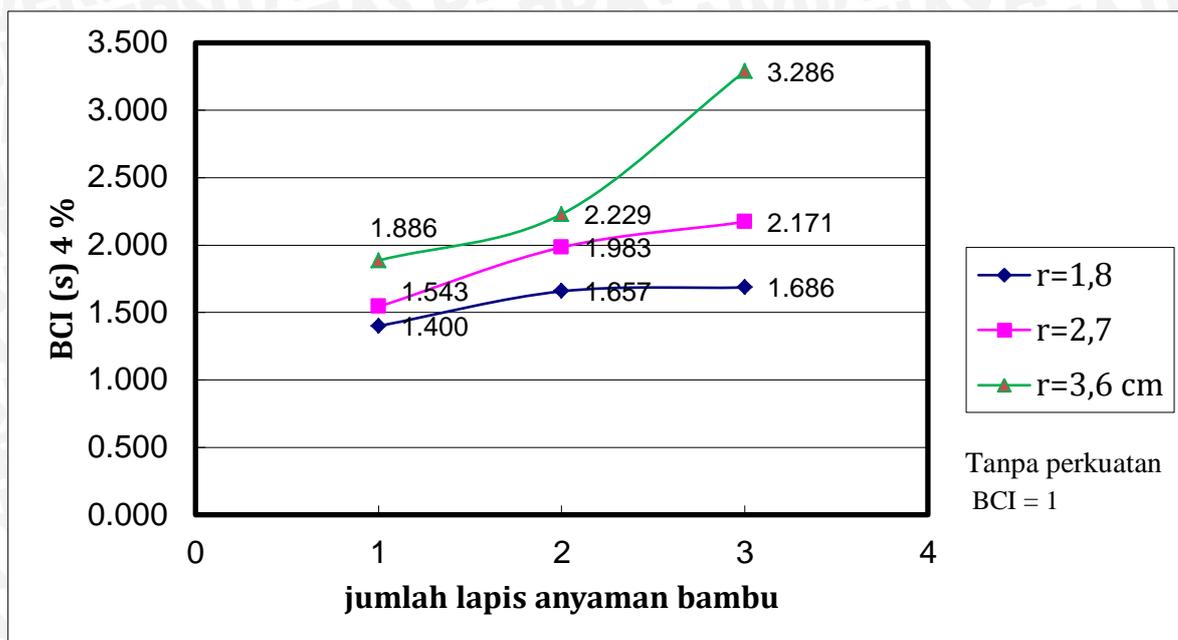
Nilai $BCI_{(s)}$ adalah rasio antara nilai daya dukung tanah datar dengan perkuatan dan tanah datar tanpa perkuatan pada nilai penurunan yang sama. Analisis $BCI_{(s)}$ digunakan untuk mengetahui nilai peningkatan daya dukung yang terjadi akibat pemberian perkuatan pada tanah datar.

4.5.2.1 Nilai $BCI_{(s)}$ untuk Variasi Jumlah Lapis Anyaman Bambu

Hasil analisis nilai $BCI_{(s)}$ untuk variasi panjang geotekstil saat mencapai nilai penurunan 3,6 mm ($s/B = 4\%$) disajikan pada tabel 4.13 dan gambar 4.14 berikut:

Tabel 4.13 Nilai $BCI_{(s)}$ 4 % untuk variasi jumlah lapis anyaman bambu

Jarak antar lapis	Jumlah lapis	q_u (kN/m ²)	q_u tanpa perkuatan (Kn/m ²)	BCI	Selisih (%)
1,8 cm	1	24.500	17.500	1.400	
	2	29.000		1.657	25.714
	3	29.500		1.686	2.857
2,7 cm	1	27.000	17.500	1.543	
	2	34.700		1.983	44
	3	38.000		2.171	18.857
3,6 cm	1	33.000	17.500	1.886	
	2	39.000		2.229	34.286
	3	57.500		3.286	105.714



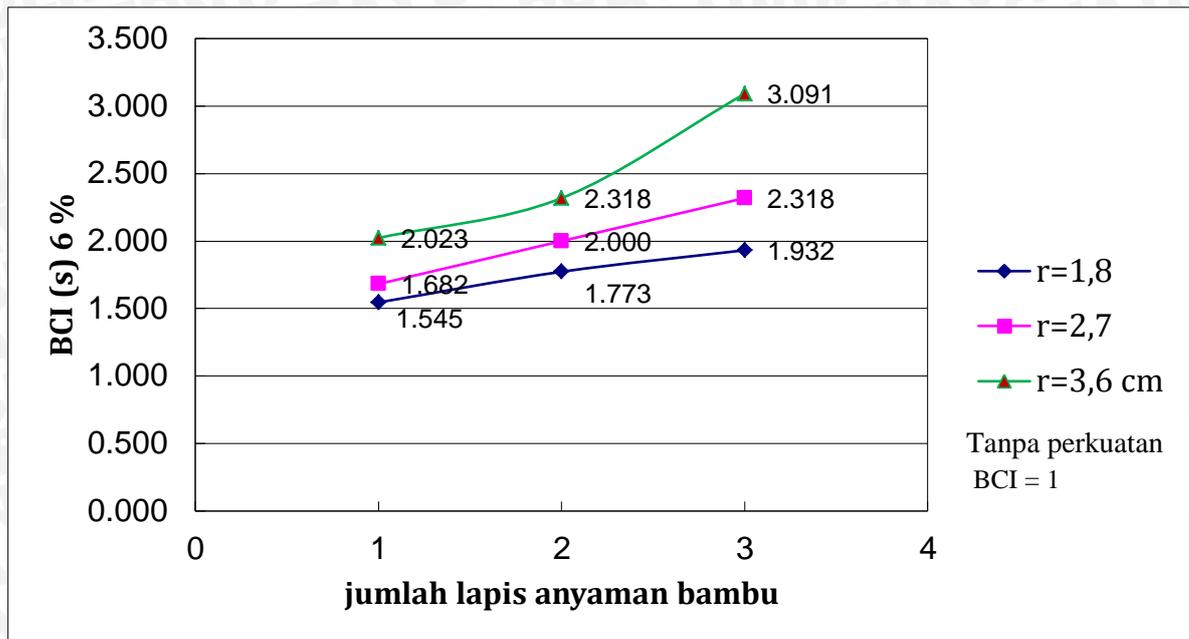
Gambar 4.14 Grafik nilai $BCI_{(s)}$ 4% untuk variasi jumlah lapis anyaman bambu

Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai $BCI_{(s)}$ saat s/B: 4% untuk variasi jumlah lapis anyaman bambu, BCI maksimum diperoleh saat jarak antar lapis 3,6 cm dengan jumlah lapis 3 yaitu sebesar 3,286.

Hasil analisis nilai $BCI_{(s)}$ untuk variasi jumlah lapis saat mencapai nilai penurunan 5,4 mm (s/B = 6%) disajikan pada 4.14 dan gambar 4.15 berikut:

Tabel 4.14 Nilai $BCI_{(s)}$ 6% untuk variasi jumlah lapis anyaman bambu

Jarak antar lapis	Jumlah lapis	q_u (kN/m ²)	q_u tanpa perkuatan (Kn/m ²)	BCI	Selisih (%)
1,8 cm	1	34		1.545	
	2	39	22.000	1.773	22.727
	3	42.5		1.932	15.909
2,7 cm	1	37.000		1.682	
	2	44.000	22.000	2.000	32
	3	51.000		2.318	31.818
3,6 cm	1	44.500		2.023	
	2	51.000	22.000	2.318	29.545
	3	68.000		3.091	77.273



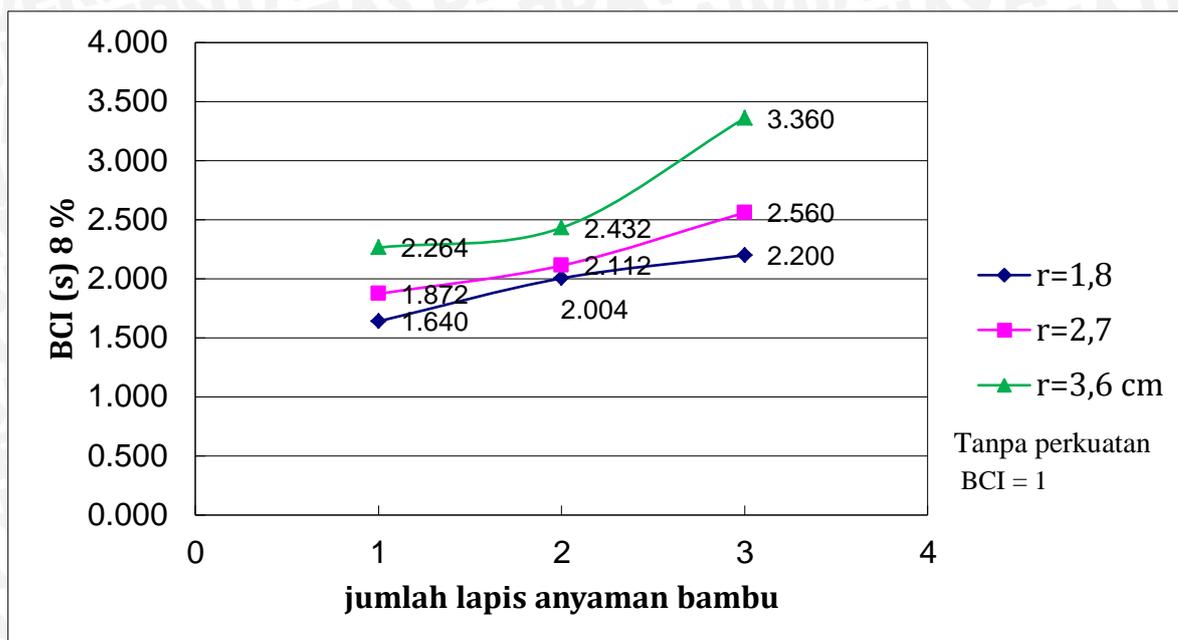
Gambar 4.15 Grafik nilai $BCI_{(s)}$ 6% untuk variasi jumlah lapis anyaman bambu

Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai $BCI_{(s)}$ saat s/B: 6% untuk variasi jumlah lapis anyaman bambu, BCI maksimum diperoleh saat jarak antar lapis 3,6 cm dengan jumlah lapis 3 yaitu sebesar 3,091.

Hasil analisis nilai $BCI_{(s)}$ untuk variasi jumlah lapis anyaman bambu saat mencapai nilai penurunan 7,2 mm (s/B = 8%) disajikan pada 4.15 dan gambar 4.16 berikut:

Tabel 4.15 Nilai $BCI_{(s)}$ 8% untuk variasi jumlah lapis anyaman bambu

Jarak antar lapis	Jumlah lapis	q_u (kN/m ²)	q_u tanpa perkuatan (Kn/m ²)	BCI	Selisih (%)
1,8 cm	1	41		1.640	
	2	50.1	25.000	2.004	36.400
	3	55		2.200	19.600
2,7 cm	1	46.8		1.872	
	2	52.8	25.000	2.112	24
	3	64		2.560	44.800
3,6 cm	1	56.6		2.264	
	2	60.8	25.000	2.432	16.800
	3	84		3.360	92.800



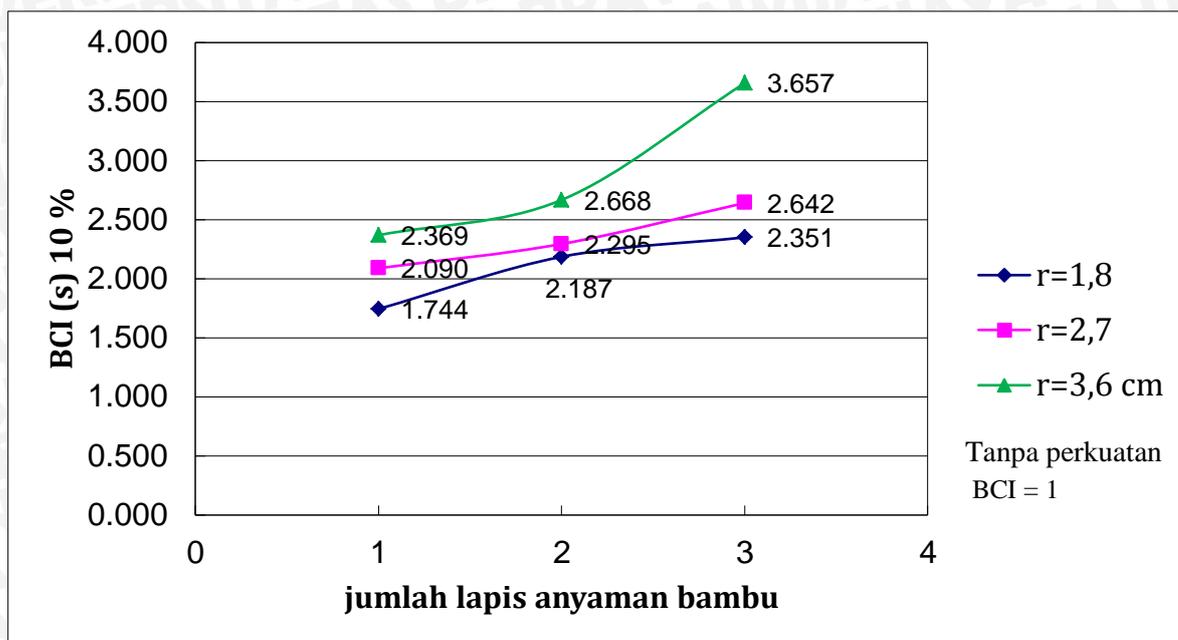
Gambar 4.16 Grafik nilai $BCI_{(s)}$ 8% untuk variasi jumlah lapis anyaman bambu

Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai $BCI_{(s)}$ saat s/B: 8% untuk variasi jumlah lapis anyaman bambu, BCI maksimum diperoleh saat jarak antar lapis 3,6 cm dengan jumlah lapis 3 yaitu sebesar 3,36.

Hasil analisis nilai $BCI_{(s)}$ untuk variasi jumlah lapis anyaman bambu saat mencapai nilai penurunan 9 mm (s/B = 10 %) disajikan pada 4.16 dan gambar 4.17 berikut:

Tabel 4.16 Nilai $BCI_{(s)}$ 10 % untuk variasi jumlah lapis anyaman bambu

Jarak antar lapis	Jumlah lapis	q_u (kN/m ²)	q_u tanpa perkuatan (Kn/m ²)	BCI	Selisih (%)
1,8 cm	1	46.75		1.744	
	2	58.6	26.800	2.187	44.216
	3	63		2.351	16.418
2,7 cm	1	56		2.090	
	2	61.5	26.800	2.295	21
	3	70.8		2.642	34.701
3,6 cm	1	63.5		2.369	
	2	71.5	26.800	2.668	29.851
	3	98		3.657	98.881



Gambar 4.17 Grafik nilai $BCI_{(s)}$ 10% untuk variasi jumlah lapis anyaman bambu

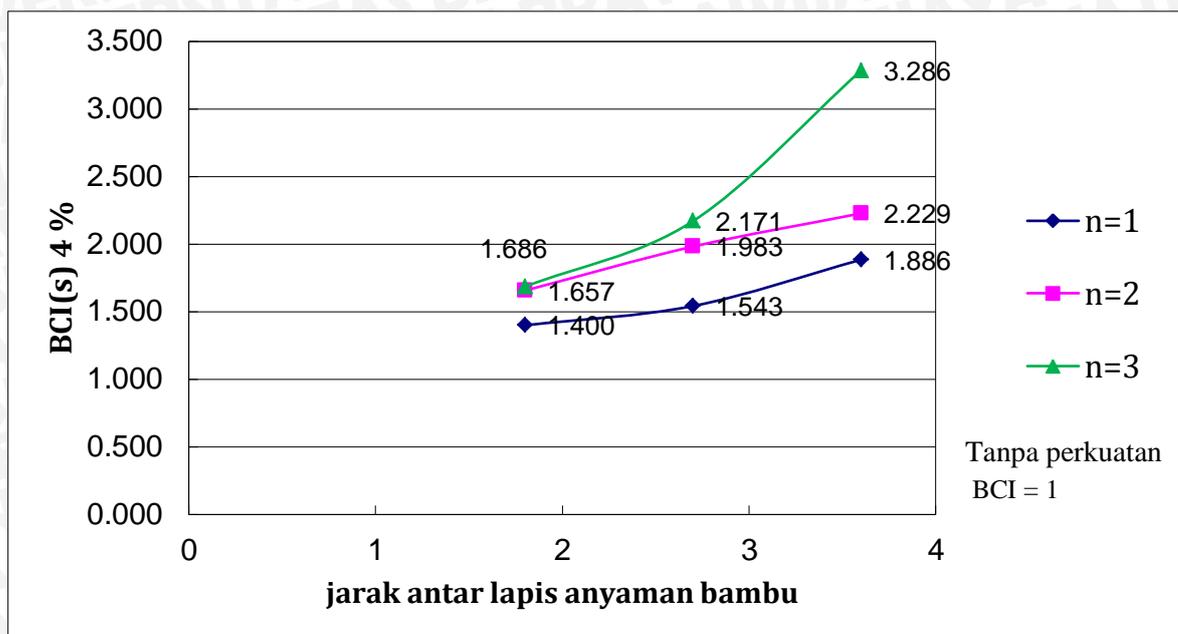
Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai $BCI_{(s)}$ saat s/B: 10% untuk variasi jumlah lapis anyaman bambu, BCI maksimum diperoleh saat jarak antar lapis 3,6 cm dengan jumlah lapis 3 yaitu sebesar 3,657.

4.5.2.2 Nilai $BCI_{(s)}$ untuk Variasi Jarak antar Lapis Anyaman Bambu

Hasil analisis nilai $BCI_{(s)}$ untuk variasi jarak antar lapis anyaman bambu saat mencapai nilai penurunan 3,6 mm (s/B = 4%) disajikan pada 4.17 dan gambar 4.18 berikut:

Tabel 4.17 Nilai $BCI_{(s)}$ 4% untuk variasi jarak antar lapis anyaman bambu

Jumlah lapis	Jarak antar lapis	q_u (kN/m ²)	q_u tanpa perkuatan (Kn/m ²)	BCI	Selisih (%)
1	1.8	24.5	17.500	1.400	
	2.7	27		1.543	14.286
	3.6	33		1.886	34.286
2	1.8	29	17.500	1.657	
	2.7	34.7		1.983	32.571
	3.6	39		2.229	24.571
3	1.8	29.5	17.500	1.686	
	2.7	38		2.171	48.571
	3.6	57.5		3.286	111.429



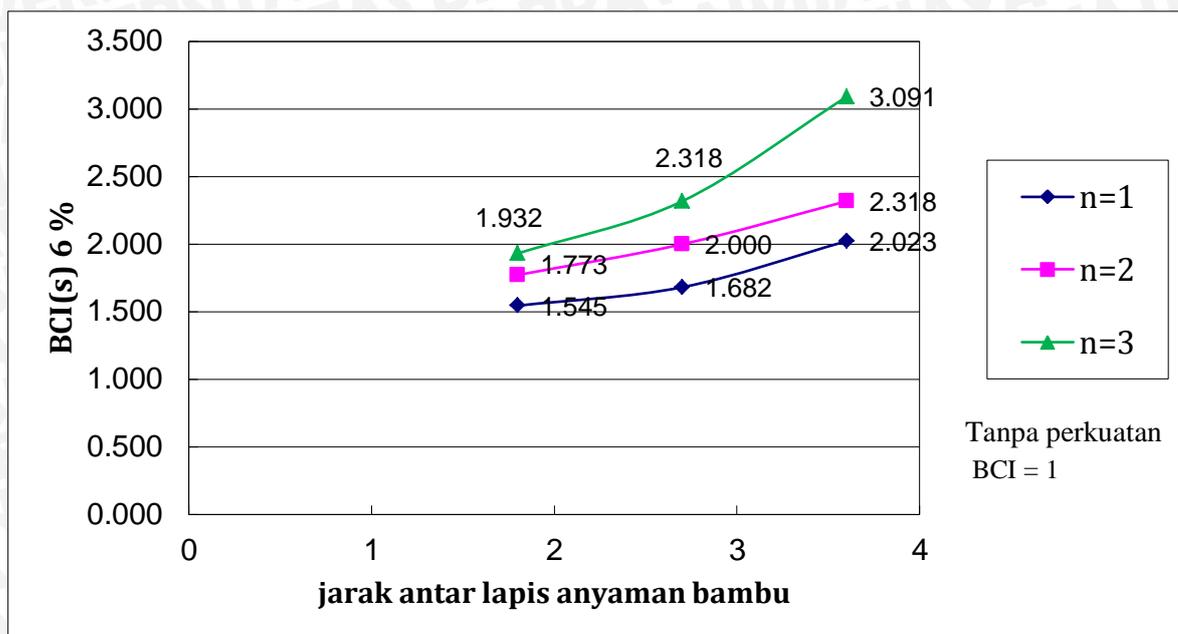
Gambar 4.18 Grafik nilai $BCI_{(s)}$ 4% untuk variasi jarak antar lapis anyaman bambu

Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai $BCI_{(s)}$ saat s/B: 4% untuk variasi jarak antar lapis anyaman bambu, BCI maksimum diperoleh ketika jumlah lapis 3 dengan jarak antar lapis 3,6 cm yaitu sebesar 3,286.

Hasil analisis nilai $BCI_{(s)}$ untuk variasi jarak pondasi saat mencapai nilai penurunan 5,4 mm (s/B = 6%) disajikan pada 4.18 dan gambar 4.19 berikut:

Tabel 4.18 Nilai $BCI_{(s)}$ 6% untuk variasi jarak jarak antar lapis anyaman bambu

Jumlah lapis	Jarak antar lapis	q_u (kN/m ²)	q_u tanpa perkuatan (Kn/m ²)	BCI	Selisih (%)
1	1.8	24.5	22.000	1.545	
	2.7	27		1.682	13.636
	3.6	33		2.023	34.091
2	1.8	29	22.000	1.773	
	2.7	34.7		2.000	22.727
	3.6	39		2.318	31.818
3	1.8	29.5	22.000	1.932	
	2.7	38		2.318	38.636
	3.6	57.5		3.091	77.273



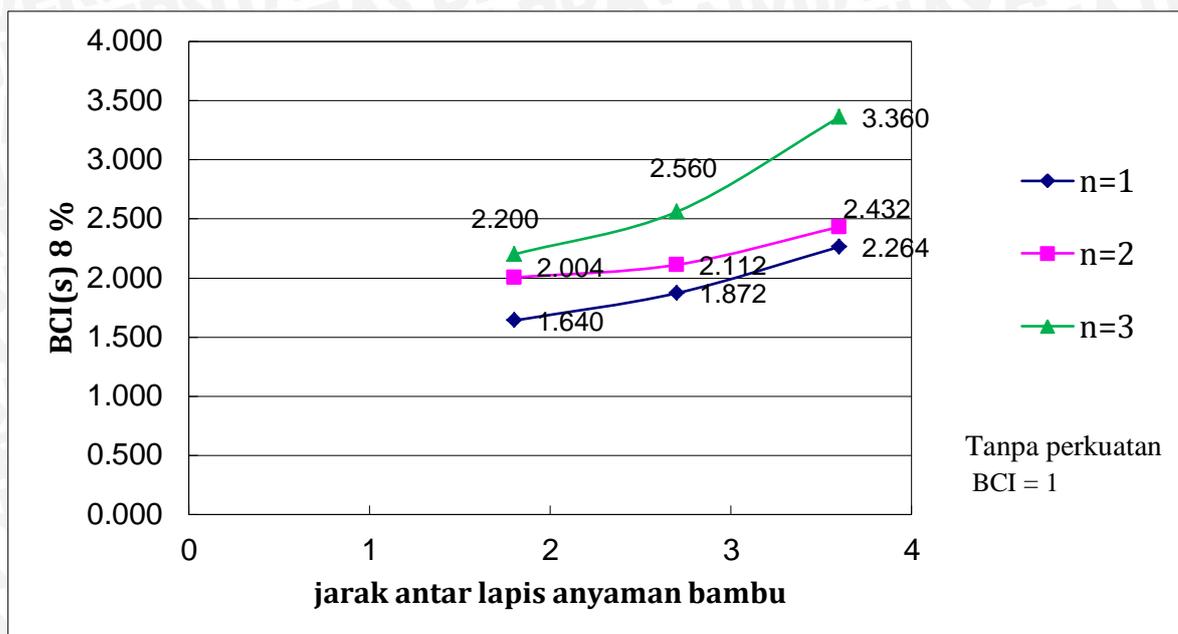
Gambar 4.19 Grafik nilai $BCI_{(s)}$ 6% untuk variasi jarak antar lapis anyaman bambu

Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai $BCI_{(s)}$ saat s/B: 6% untuk variasi jarak antar lapis anyaman bambu, BCI maksimum diperoleh ketika jumlah lapis 3 dengan jarak antar lapis 3,6 cm yaitu sebesar 3,091.

Hasil analisis nilai $BCI_{(s)}$ untuk variasi jarak pondasi saat mencapai nilai penurunan 7,2 mm (s/B = 8%) disajikan pada 4.19 dan gambar 4.20 berikut:

Tabel 4.19 Nilai $BCI_{(s)}$ 8% untuk variasi jarak jarak antar lapis anyaman bambu

Jumlah lapis	Jarak antar lapis	q_u (kN/m ²)	q_u tanpa perkuatan (Kn/m ²)	BCI	Selisih (%)
1	1.8	41	25.000	1.640	
	2.7	46.8		1.872	23.200
	3.6	56.6		2.264	39.200
2	1.8	50.1	25.000	2.004	
	2.7	52.8		2.112	10.800
	3.6	60.8		2.432	32.000
3	1.8	55	25.000	2.200	
	2.7	64		2.560	36.000
	3.6	84		3.360	80.000



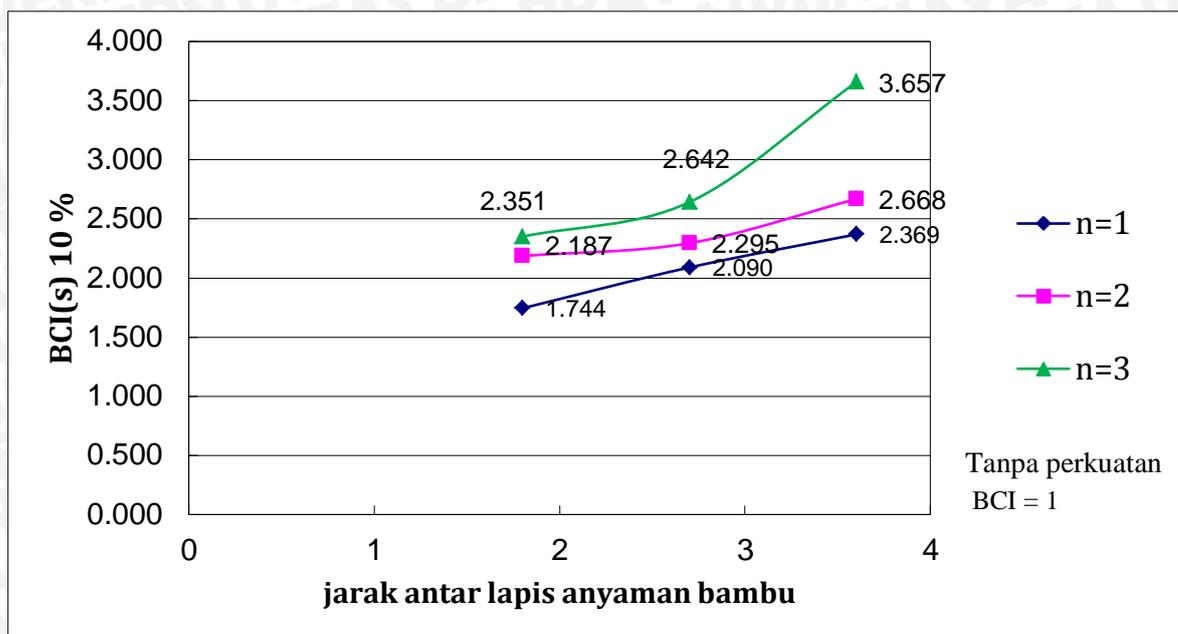
Gambar 4.20 Grafik nilai $BCI_{(s)}$ 8% untuk variasi jarak antar lapisan anyaman bambu

Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai $BCI_{(s)}$ saat s/B: 8% untuk variasi jarak antar lapisan anyaman bambu, BCI maksimum diperoleh ketika jumlah lapis 3 dengan jarak antar lapis 3,6 cm yaitu sebesar 3,36.

Hasil analisis nilai $BCI_{(s)}$ untuk variasi jarak pondasi saat mencapai nilai penurunan 9 mm ($s/B = 10\%$) disajikan pada 4.20 dan gambar 4.21 berikut:

Tabel 4.20 Nilai $BCI_{(s)}$ 10 % untuk variasi jarak jarak antar lapisan anyaman bambu

Jumlah lapis	Jarak antar lapis	q_u (kN/m ²)	q_u tanpa perkuatan (Kn/m ²)	BCI	Selisih (%)
1	1.8	46.75	26.800	1.744	
	2.7	56		2.090	34.515
	3.6	63.5		2.369	27.985
2	1.8	58.6	26.800	2.187	
	2.7	61.5		2.295	10.821
	3.6	71.5		2.668	37.313
3	1.8	63	26.800	2.351	
	2.7	70.8		2.642	29.104
	3.6	98		3.657	101.493

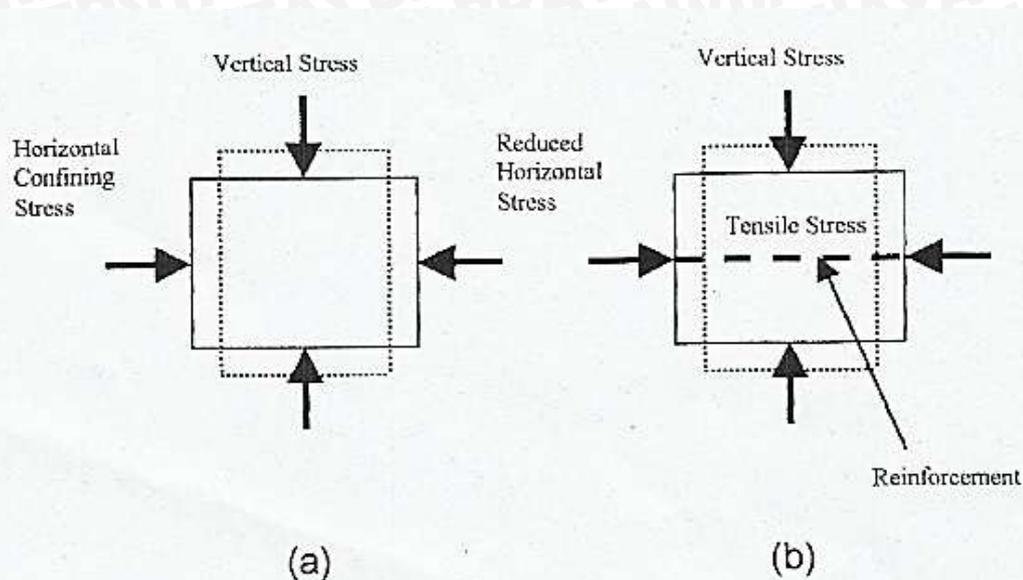


Gambar 4.21 Grafik nilai $BCI_{(s)}$ 10 % untuk variasi jarak antar lapis anyaman bambu

Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa nilai $BCI_{(s)}$ saat s/B : 10% untuk variasi jarak antar lapis anyaman bambu, BCI maksimum diperoleh ketika jumlah lapis 3 dengan jarak antar lapis 3,6 cm yaitu sebesar 3,657.

4.6 Pengaruh Jumlah Lapis dan Jarak antar Lapis Anyaman Bambu terhadap Nilai Daya Dukung

Berdasarkan penelitian pada pemodelan tanah datar dengan kepadatan 76% dengan variabel tetap yaitu lebar pondasi 9 cm, dimensi anyaman bambu 72 cm x 54 cm, kedalaman pondasi 0, variasi jarak antar lapis anyaman bambu dan variasi jumlah lapis yang telah dilakukan. Didapatkan hasil penelitian bahwa variasi jumlah lapis dan jarak antar lapis anyaman bambu memberikan pengaruh terhadap peningkatan daya dukung tanah datar. Hal ini dibuktikan pada hasil analisis BCI yang menunjukkan bahwa pemasangan anyaman bambu sebagai perkuatan tanah datar dapat meningkatkan nilai daya dukung, ditunjukkan dengan nilai BCI yang lebih besar dari satu. Model sederhana bagaimana perkuatan dapat menstabilkan tanah ditunjukkan pada gambar 4.22 dibawah ini.



Gambar 4.22 Konsep Dasar *Reinforced Soil System*

Gambar 4.22 a merupakan elemen tanah dengan tegangan vertikal yang seragam. Gaya tegangan vertikal ini mendesak elemen dan menggerakkan tegangan horizontal di sekitar elemen. Besarnya tegangan horizontal ini berhubungan langsung dengan kemampuan ekspansi lateral elemen.

Elemen tanah yang sama yang telah diperkuat pada gambar 4.22 b dimana interaksi antara tanah dan perkuatan (*reinforcement*) menyebabkan gaya tegangan tarik pada *reinforcement*. Gaya tegangan tarik dengan pengurangan tegangan horizontal di sekitar tanah menyebabkan kesetimbangan pada elemen tanah. Kontribusi dari *reinforcement* untuk kestabilan tanah dipengaruhi oleh regangan lateral, kekakuan *reinforcement*, dan tipe tanah. Dengan kata lain, tujuan dari perkuatan tanah adalah mentransfer mayoritas tegangan *confining* horizontal kepada *reinforcement* untuk membuat massa tanah yang stabil.

Dari hasil penelitian didapatkan variasi jarak antar lapis anyaman bambu dapat meningkatkan nilai daya dukung tanah datar yaitu semakin jauh jarak antar lapis perkuatan anyaman bambu maka semakin besar daya dukung dihasilkan. Dari analisis *Bearing Capacity Improvement* berdasarkan daya dukung ultimit ($BCI_{(u)}$) penambahan jarak antar lapis anyaman bambu dari 0,2 B ke 0,3 B menghasilkan peningkatan daya dukung batas lebih besar dibanding penambahan jarak antar lapis anyaman bambu dari 0,3 B ke 0,4 B. hal ini terjadi pada semua variasi jumlah lapis. Namun dari analisis *Bearing Capacity Improvement* berdasarkan Penurunan ($BCI_{(s)}$) peningkatan daya dukung batas yang lebih besar kebanyakan diperoleh dari penambahan jarak antar lapis anyaman bambu dari 0,3 B ke 0,4 B daripada penambahan jarak antar lapis anyaman

bambu dari 0,2 B ke 0,3 B. Daya dukung maksimum diperoleh pada jarak lapis anyaman bambu 3,6 cm (0,4B). Hal ini disebabkan karena adanya faktor kekakuan anyaman bambu yang besar. Anyaman bambu dengan jarak antar lapis yang dekat, kepadatan tanah di antara lapis perkuatan sulit dilakukan untuk mencapai kepadatan yang sama dengan layer sebelumnya. Dengan kata lain kepadatan tanah diantara lapis perkuatan yang jarak antar lapisnya dekat lebih kecil dibandingkan dengan kepadatan tanah yang jarak antar lapisnya lebih jauh. Akibatnya tanah diantara lapis perkuatan akan terganggu. Selain itu, pada jarak antar lapis yang kecil, bidang gaya gesek antara tanah dengan anyaman bambu lebih sedikit sehingga kontribusi gaya tarik dari anyaman bambu lebih banyak tereduksi. Karena itu, pada jarak lapis yang lebih dekat, daya dukung tanah menjadi lebih kecil.

Variasi jumlah lapis anyaman bambu juga meningkatkan nilai daya dukung. Adapun nilai daya dukung paling maksimum diperoleh pada saat jumlah lapis sebanyak 3. Berdasarkan hasil pengujian dapat diketahui bahwa semakin banyak jumlah lapis anyaman bambu maka semakin besar pula nilai daya dukung yang dihasilkan. Hal ini terjadi karena bambu mempunyai kuat tarik yang besar yaitu sekitar $100 - 400 \text{ kN/m}^2$, apabila jumlah lapis anyaman bambu yang digunakan untuk perkuatan semakin banyak, maka kuat tarik yang berkontribusi untuk meningkatkan kapasitas daya dukung tanah juga akan bertambah besar selama penambahan jumlah lapis anyaman bambu masih dalam batas bidang runtuh tanah dibawah pondasi yaitu pada kedalaman 1,5B. Adapun dalam penelitian ini konfigurasi yang menghasilkan daya dukung terbesar adalah variasi 3 jumlah lapis anyaman bambu dengan jarak antar lapis 3,6 cm.