

BAB IV PEMBAHASAN

4.1. Analisis Bahan

Pada penelitian ini jenis tanah yang digunakan antara lain:

- a. Tanah pasir lepas dengan symbol SP (Poorly Graded Sand) menurut U.S.C.S.
- b. Pondasi yang digunakan untuk menopang dan meneruskan beban yang diberikan pada tanah dibawahnya adalah pondasi menerus dengan tiga variasi lebar pondasi (B) sebesar 4 cm, 6 cm dan 8 cm. Bahan yang digunakan sebagai pondasi adalah baja sebagai lapisan luar pondasi dan bagian di dalamnya diisi dengan kayu dengan tujuan agar pondasi yang digunakan pada penelitian ini bersifat *rigid* (kaku).
- c. Bahan yang digunakan sebagai perkuatan lereng adalah geotekstil jenis *woven* tipe HRX 300 yang terbuat dari bahan *polypropylene silt*. Spesifikasi geotekstil tersebut dapat dilihat pada **Gambar 4.1**.

Properties	Test Method	Units	HRX 250	HRX 300
PHYSICAL				
Thickness	ASTM D 5199	mm	0.66	0.76
Raw Material	-	-	Polypropylene	Polypropylene
Colour	-	-	Black	Black
MECHANICAL				
Wide Width Tensile Strength				
- Machine Direction (Warp)	ASTM D 4595	kN/m	38	55
- Cross Machine Direction (Weft)			33	51
Wide Width Tensile Elongation				
- Machine Direction (Warp)	ASTM D 4595	%	11	14
- Cross Machine Direction (Weft)			8	9
Trapezoid Tearing Strength				
- Machine Direction (Warp)	ASTM D 4533	N	760	880
- Cross Machine Direction (Weft)			590	730
Mullen Burst	ASTM D 3786	kN/m ²	4990	6500
CBR Puncture Strength	ASTM D 6241	N	5180	6500
Index Puncture Resistance	ASTM D 4833	N	700	870
HYDRAULIC				
Apparent Opening Size	ASTM D 4751	mm	0.28	0.340
Permeability	ASTM D 4491	cm/sec	0.03	0.04
Permittivity	ASTM D 4491	sec ⁻¹	0.42	0.48
Flow Rate	ASTM D 4491	l/m ² /min	1050	1200
ENVIRONMENTAL				
Effect of Soil Alkalinity	-	-	Nil	Nil
Effect of Soil Acidity	-	-	Nil	Nil
Effect of Bacteria	-	-	Nil	Nil
Effect of UV Light	-	-	Stabilized	Stabilized
DIMENSION				
Roll Width	-	m	3.85 or 4.00	3.85 or 4.00
Roll Length	-	m	150	150

The information set forth in this brochure reflects our best knowledge at the time of issue. The brochure is subject to change pursuant to new developments and findings, and a similar reservation applies to the properties of the products described. We undertake no liability for results obtained by usage of our products and information.

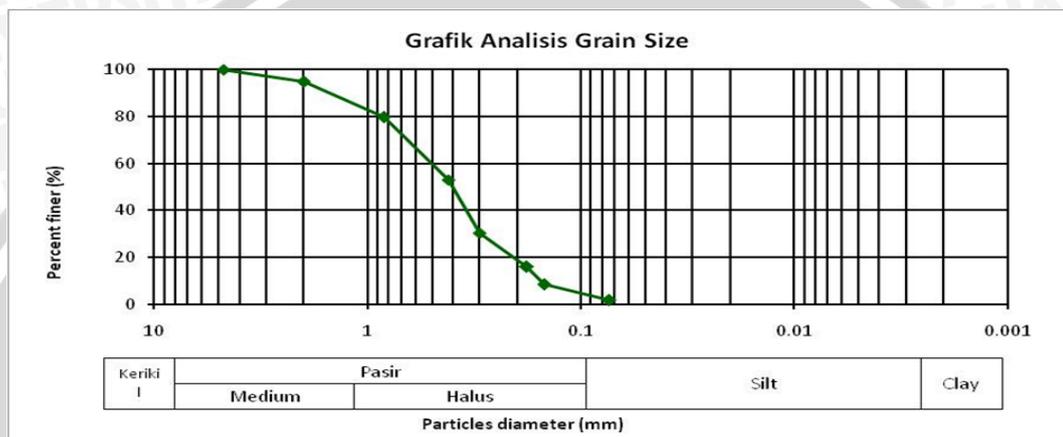
Ver September 2005

Gambar 1.1. Spesifikasi Teknis Geotekstil Jenis *Woven*

(Sumber: *PT. Geo Green Envirotama*)

4.1.1. Analisis Gradasi Butiran Tanah

Pada tahap awal penelitian, sebelum dilakukan pengujian pada lereng menggunakan pasir, dilakukan pengujian dasar terlebih dahulu. Salah satunya adalah analisis gradasi butiran tanah. Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan gradasi agregat halus dan agregat kasar dari tanah pasir yang digunakan selama penelitian berlangsung. Pengujian dilakukan di laboratorium dengan menggunakan alat berupa saringan dengan ukuran yang ditentukan. Data yang diperoleh dari hasil pengujian analisis saringan terhadap gradasi butiran tanah disajikan pada **Gambar 4.2** di bawah ini.



Gambar 1.2. Grafik Pembagian Butiran Ukuran Tanah

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan di laboratorium, diperoleh data yang lolos saringan no. 200 sebesar 1,83%. Pada sistem Klasifikasi *Unified*, tanah tersebut digolongkan sebagai tanah berbutir kasar dengan prosentase tanah yang lolos saringan no. 200 kurang dari 5%.

Untuk menentukan jenis pasir, maka digunakan rumus berikut ini.

$$Cu = \frac{(D_{60})}{D_{10}} < 6 \quad \dots (4.1)$$

Diketahui: $D_{60} = 0,53$

$$D_{30} = 0,31$$

$$D_{10} = 0,17$$

$$Cu = \frac{(D_{60})}{D_{10}} < 6$$

$$Cu = \frac{(0,53)}{0,17} < 6$$

$$Cu = 3,12 < 6$$

Karena nilai C_u kurang dari 6 maka dapat disimpulkan bahwa jenis pasir ini adalah SP (*Poorly Graded Sand*).

4.1.2. Analisis *Specific Gravity*

Pengujian dasar ini bertujuan untuk menentukan *Specific Gravity* tanah yang mempunyai butiran lolos saringan no. 4 dengan menggunakan alat berupa labu ukur (*picnometer*). *Specific Gravity* merupakan perbandingan antara berat butir tanah dan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu.

Data yang diperoleh dari laboratorium dimasukkan ke dalam persamaan berikut.

$$SG = \frac{W_s}{W_s - W_1 + W_2} \dots (4.2)$$

dengan,

SG = *Specific Gravity*

W_s = berat tanah kering

W_1 = berat labu ukur + air + tanah

W_2 = berat labu ukur + air

Berdasarkan hasil pengujian berat jenis yang dilakukan di laboratorium diperoleh nilai *Specific Gravity* sebesar 2,839 seperti yang disajikan dalam **Tabel 4.1** berikut.

Tabel 4.1. Berat Jenis Tanah Rata-Rata

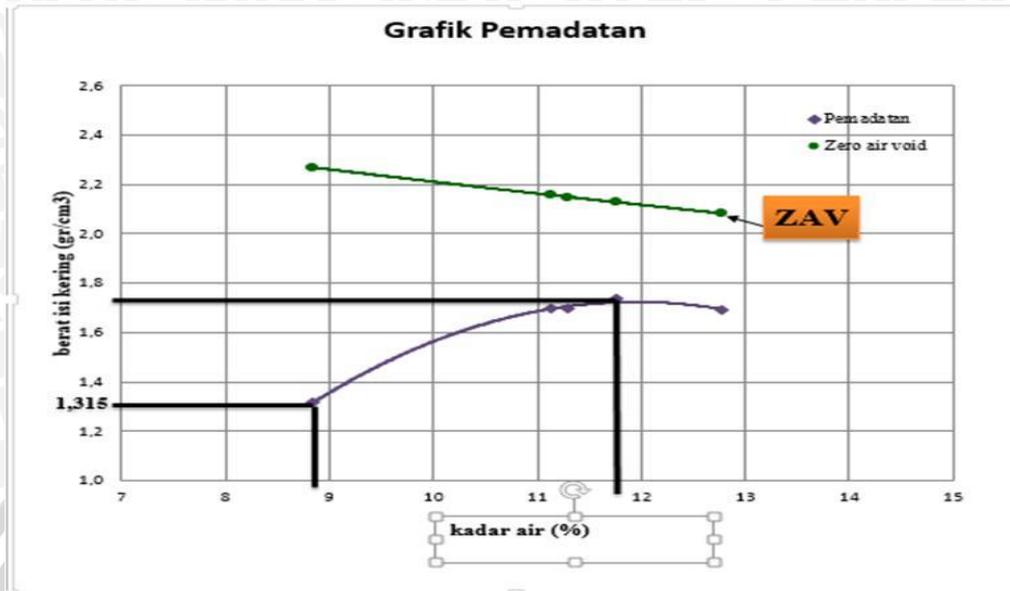
Labu ukur	A	B
Berat jenis	2,846	2,832
Berat jenis rata-rata	2,839	

4.1.3. Analisis Pemeriksaan Kepadatan Tanah (*Compaction*)

2.1.3.1. Kepadatan Tanah Standar di Laboratorium (*Proctor Test*)

Pengujian kepadatan standar (*compaction*) bertujuan untuk menentukan hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah dengan memadatkan tanah di dalam *mould* yang berdiameter 15,5 cm dengan menggunakan *proctor* standar dengan berat 2,5 kg. Tinggi jatuh untuk pemadatan standar adalah sebesar 45,7 cm (18 inch). Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan diperoleh nilai berat isi kering (γ_{lab}) sebesar 1,735 gr/cm³

dengan kadar air optimum sebesar 11,8%. Grafik hasil pengujian tersebut disajikan dalam Gambar 4.3 berikut.



Gambar 1.3. Grafik Pematatan Standar

2.1.3.2. Kepadatan Tanah Model

Dalam penelitian ini, istilah kepadatan tanah model dipakai karena pada saat percobaan dalam model sangat sulit didapatkan kepadatan maksimum seperti halnya pada percobaan di laboratorium. Untuk menentukan berat isi kering pada model, digunakan *sand cone* yang menghasilkan nilai berat isi kering (γ_{lap}). Perbandingan berat isi kering yang diperoleh dari *sand cone* (γ_{lap}) dengan berat isi kering yang diperoleh dari pematatan standar di laboratorium (γ_{lab}) menghasilkan nilai kepadatan relatif (RC). Berat isi kering (γ_{lap}) yang dipakai dalam penelitian ini adalah 1,315 gr/cm³ untuk kepadatan relatif sebesar 74%.

Pematatan tanah model dilakukan dengan cara menggilas tanah dengan menggunakan beton silinder dengan berat 11,28 kg dengan panjang beton 30 cm. Jumlah gelindingan yang dilakukan untuk mendapatkan kepadatan yang diinginkan didapatkan dengan cara memadatkan hingga ketinggian rencana dari tiap *layer* yaitu sebesar 10 cm dan kemudian dilakukan uji *density ring* untuk mengontrol nilai kepadatan.

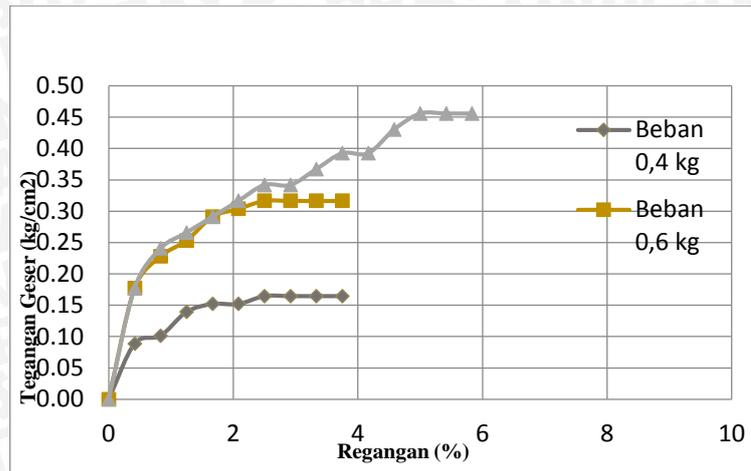
4.2. Pengujian Model Tes

Pada penelitian ini digunakan kotak berukuran 100 cm x 100 cm x 70 cm yang diisi dengan pasir dan dibentuk menjadi lereng. Dalam proses pembuatan lereng di dalam kotak, pengisian pasir dilakukan secara bertahap untuk setiap lapisan sebanyak tujuh lapis dengan tinggi setiap lapisannya 10 cm. Setiap lapisan ditumbuk dengan cara mengelindingkan beton silinder dengan menggunakan kontrol volume di tiap lapisannya sebesar 148,558 kg di setiap lapisnya. Pemeriksaan kepadatan dan kadar air dilakukan di setiap lapisan menggunakan *density ring*.

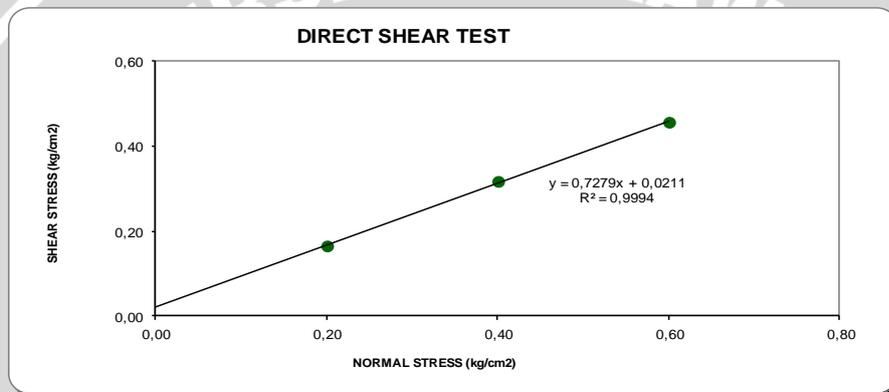
Setelah tiap lapisan dari model telah terisi penuh yakni setinggi 70 cm, tanah kemudian dидiamkan selama ± 30 menit untuk memberikan kesempatan tanah untuk melakukan pergeseran rongga-rongga yang masih dapat diisi. Selanjutnya lereng dibuat sesuai kemiringan sudut yang akan diuji yaitu 51° . Setelah lereng terbentuk, pondasi dengan variable 4 cm, 6 cm dan 8 cm diletakkan sesuai dengan jarak yang ditentukan sebesar $d/b=1$. Setelah semua persiapan sudah dilakukan maka lereng telah siap untuk diuji, beban diberikan secara bertahap menggunakan alat *hydraulic jack* dengan penambahan tiap pembebanan sebesar 20 kg hingga terjadi keruntuhan pada lereng karena tidak mampu menahan beban yang berlebihan.

4.1.4. Analisis Kuat Geser Langsung (*Direct Shear*)

Analisis pengujian geser langsung ini dimaksudkan untuk menentukan parameter nilai kohesi tanah (c) serta nilai sudut geser dalam tanah (ϕ). Hasil dari pengujian ini disajikan dalam grafik hubungan antara tahanan normal (σ) dan tegangan geser maksimum (τ). Dari grafik tersebut dapat diperoleh nilai kohesi tanah serta nilai sudut geser tanah dengan menghubungkan ketiga titik yang diperoleh dengan garis *linear* sehingga membentuk garis lurus yang memotong sumbu vertikal pada nilai kohesi (c) dan memotong sumbu horizontal dengan membentuk sebuah sudut yang merupakan sudut geser dalam tanah (ϕ). Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan diperoleh nilai sudut geser dalam tanah ($\phi=33,007^{\circ}$). Grafik hasil pengujian *Direct Shear* disajikan pada **Gambar 4.4**.



(a)



(b)

Gambar 1.4. (a) Grafik Hubungan Antara Tegangan Geser dan Regangan Geser (b) Grafik Hubungan Antara Tegangan Geser dan Tegangan Normal

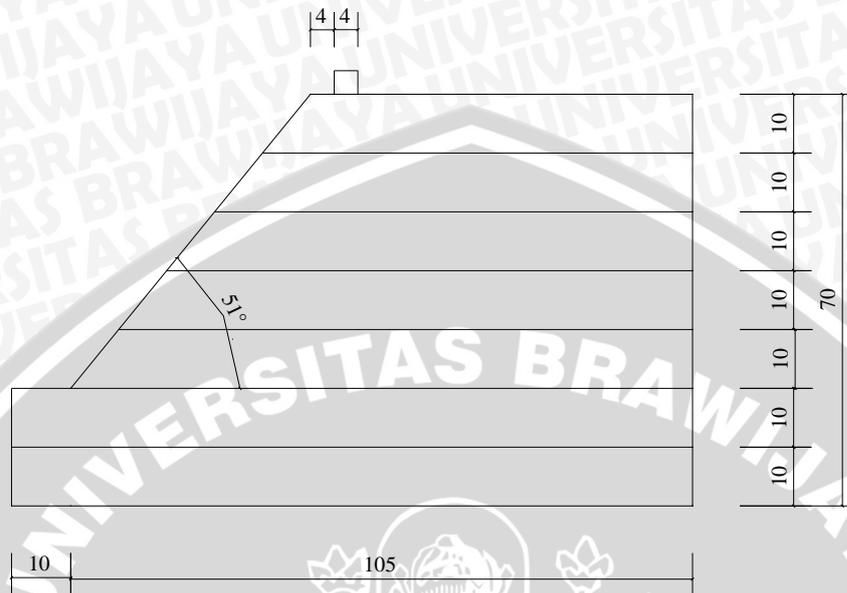
4.3. Hasil Pengujian Model Tes

4.3.1. Lereng Tanpa Perkuatan

Pada penelitian pendahuluan kali ini, dilakukan pada kondisi lereng tanpa perkuatan sebagai pembanding. Untuk pemodelan lereng tanpa perkuatan dilakukan pengujian terhadap tiga model lereng sesuai dengan matriks berikut.

RC 74% Jarak ke tepi lereng (d/B) = 1 Kemiringan sudut (α) = 51°	Lebar pondasi (B)		
	B = 4 cm	B = 6 cm	B = 8 cm
n = 0	√	√	√

Pada Pemodelan lereng tanpa perkuatan dapat dilihat salah satu contohnya pada **Gambar 4.5.**, yakni model dengan ketentuan jarak ke tepi lereng (d/B) = 1, kemiringan sudut (α) = 51° dan lebar pondasi $B = 4$ cm.



Gambar 1.5. Pemodelan Lereng Tanpa Perkuatan dengan $B = 4$ cm

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada pemodelan lereng tanpa perkuatan diperoleh nilai kadar air dan berat isi kering dengan menggunakan *density ring* yang ditunjukkan pada **Tabel 4.2.** – **Tabel 4.4.**

Tabel 4.2. Nilai Kadar Air dan Berat Isi Kering Tanah Lereng Tanpa Perkuatan dengan Lebar Pondasi 4 cm

No. Lapisan	Lebar Pondasi (cm)	Berat isi kering (gr/cm^3)	Kadar air (%)
1	4	1,320	9,345
2		1,323	10,022
3		1,320	8,646
4		1,326	9,070
5		1,326	8,838
6		1,320	8,411
7		1,320	7,943
Rata – rata		1,322	8,897

Nilai Kadar Air dan Berat Isi Kering Tanah Lereng Tanpa Perkuatan dengan Lebar Pondasi 6 cm

No. Lapisan	Lebar Pondasi (cm)	Berat isi kering (gr/cm ³)	Kadar air (%)
1	6	1,317	10,070
2		1,329	10,207
3		1,320	9,115
4		1,323	9,328
5		1,320	8,878
6		1,320	7,943
7		1,326	7,908
Rata – rata		1,322	9,064

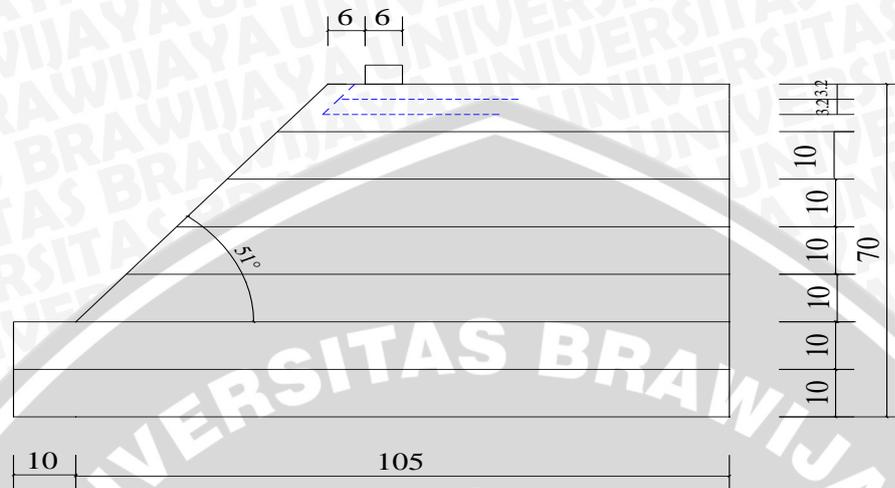
Tabel 4.3. Nilai Kadar Air dan Berat Isi Kering Tanah Lereng Tanpa Perkuatan dengan Lebar Pondasi 8 cm

No. Lapisan	Lebar Pondasi (cm)	Berat isi kering (gr/cm ³)	Kadar air (%)
1	8	1,339	9,678
2		1,326	9,070
3		1,308	8,491
4		1,323	8,625
5		1,323	8,627
6		1,336	8,078
7		1,326	8,602
Rata – rata		1,326	8,739

4.3.2. Lereng dengan Perkuatan Geotekstil

Pada pengujian lereng dengan perkuatan kali ini dilakukan sebanyak 9 kali pengujian pembebanan sesuai dengan matriks yang adatelah dijelaskan pada bab sebelumnya. Pemodelan tanah lereng dibuat sesuai dengan variasi lebar pondasi yang digunakan (B) yaitu 4 cm, 6 cm dan 8 cm dan variasi jumlah perkuatan geotekstil (n) yang digunakan sebanyak 1 lapis, 2 lapis dan 3 lapis. Variabel terikat yang digunakan pada penelitian kali ini yaitu rasio jarak perletakn pondasi (d/B) = 1 juga kemiringan sudut

model lereng (α) yakni 51° . Salah satu contoh pemodelan lereng dengan variasi Model Tes Lereng dengan Perkuatan dengan $n = 2$ dan $B = 6$ cm dapat dilihat pada **Gambar 4.6.** berikut.



Gambar 1.6. Model Test Lereng dengan Perkuatan, $n = 2$ dan $B = 6$ cm

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada pemodelan lereng dengan perkuatan geotekstil diperoleh nilai kadar air dan berat isi kering dengan menggunakan *density ring* yang ditunjukkan pada **Tabel 4.5.**

Tabel 4.4. Nilai Kadar Air dan Berat Isi Kering Tanah Lereng dengan Perkuatan Geotekstil

No.	Variabel tetap	Variabel	Berat isi kering (gr/cm^3)	Kadar air (%)
1	RC 74%	$B = 4$ cm; $n = 1$	1,327	9,028
2		$B = 4$ cm; $n = 2$	1,316	8,841
3		$B = 4$ cm; $n = 3$	1,325	9,108
4	Kemiringan sudut (α) = 51°	$B = 6$ cm; $n = 1$	1,318	8,927
5		$B = 6$ cm; $n = 2$	1,318	8,921
6		$B = 6$ cm; $n = 3$	1,323	8,760
7		$B = 8$ cm; $n = 1$	1,323	8,760
8		$B = 8$ cm; $n = 2$	1,322	8,967
9		$B = 8$ cm; $n = 3$	1,330	9,013

4.4. Analisis Daya Dukung Tanah Pasir RC 74%

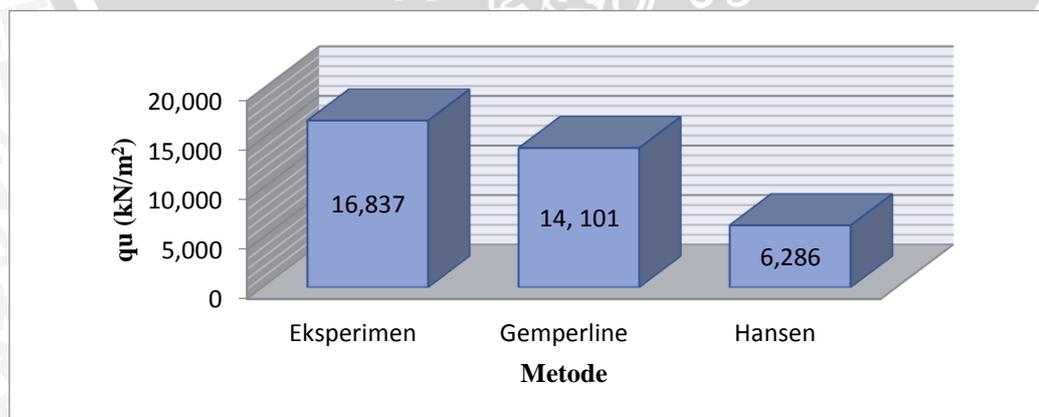
4.4.1. Lereng Tanpa Perkuatan

4.4.1.1. Metode Analitik

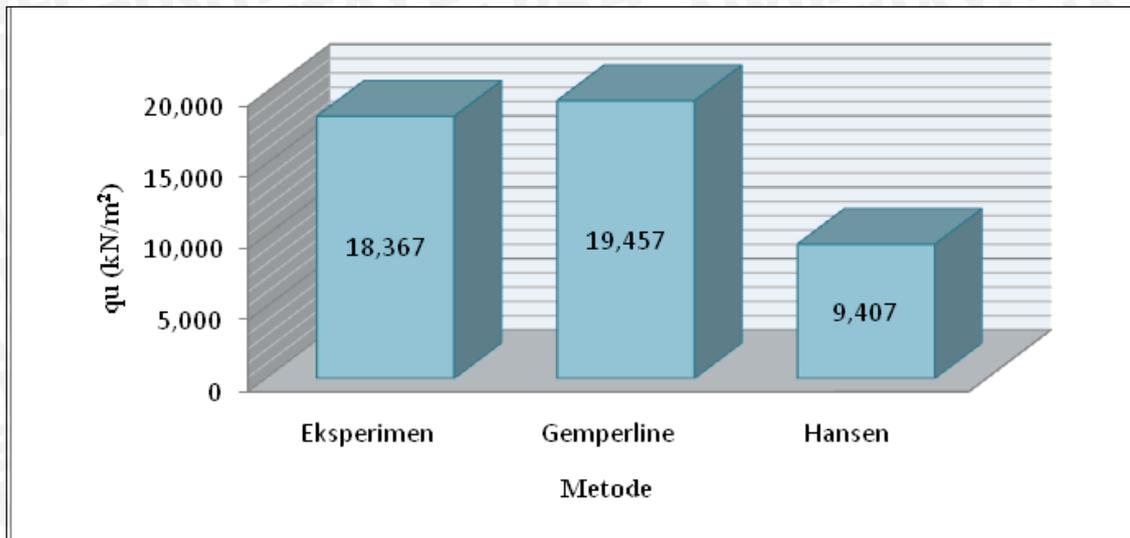
Pada tanah lereng tanpa perkuatan ada beberapa cara pendekatan perhitungan secara analitik yang dapat digunakan. Pada pengujian kali ini, digunakan metode Gemperline dan Metode Hansen sebagai pendekatan. Nilai daya dukung yang diperoleh dari kedua metode tersebut disajikan dalam **Tabel 4.6.** di bawah ini serta perbandingan antara nilai daya dukung pada tanah lereng tanpa perkuatan (RC 74%) berdasarkan metode analitik dan eksperimen disajikan dalam **Gambar 4.5 - 4.7** di bawah ini.

Tabel 4.5. Nilai Daya Dukung Berdasarkan Analitik untuk Lereng Tanpa Perkuatan

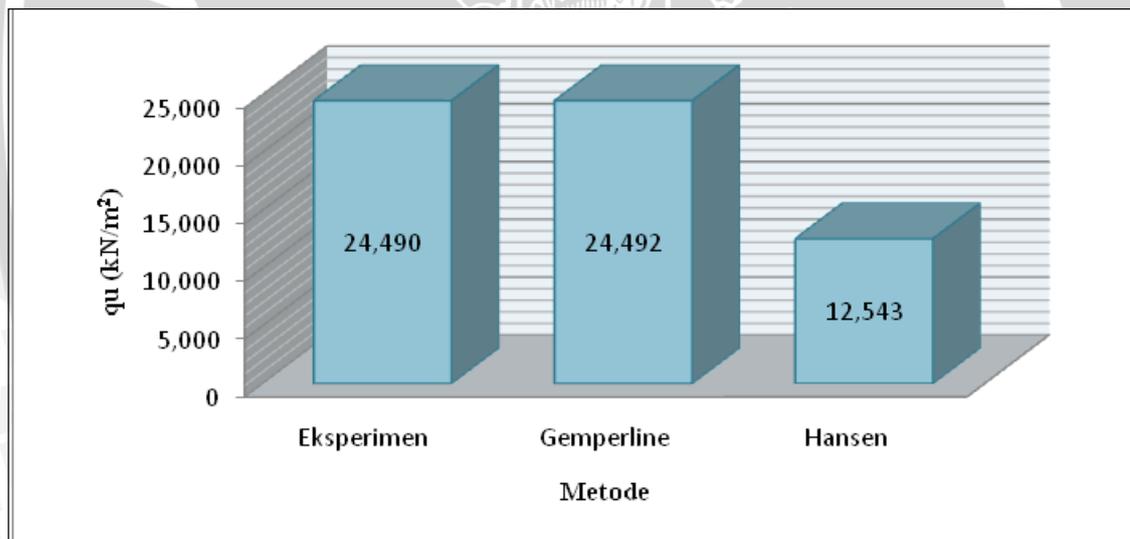
Lebar Pondasi (cm)	Metode	qu (kN/m ²)
4	Eksperimen	16,837
	Gemperline	14,101
	Hansen	6,286
6	Eksperimen	18,367
	Gemperline	19,504
	Hansen	9,428
8	Eksperimen	24,490
	Gemperline	24,552
	Hansen	12,572



Gambar 1.7. Perbandingan Nilai Daya Dukung pada Lereng Tanpa Perkuatan, B = 4 cm



Gambar 1.8. Perbandingan Nilai Daya Dukung pada Lereng Tanpa Perkuatan, B = 6 cm



Gambar 1.9. Perbandingan Nilai Daya Dukung pada Lereng Tanpa Perkuatan, B = 8 cm

4.4.1.2. Metode Eksperimen

Adapun salah satu tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui daya dukung maksimum yang terjadi. Dari percobaan pembebanan yang sudah dilakukan pada lereng tanpa perkuatan, hasil pengujian daya dukung yang diperoleh dengan melakukan eksperimen disajikan dalam **Tabel 4.7** berikut ini.

Nilai Daya Dukung Berdasarkan Eksperimen untuk Lereng Tanpa Perkuatan

Lebar Pondasi (cm)	Beban (kg)	Penurunan (mm)	s/B (%)	Qu (kg/cm ²)	Qu (kN/m ²)
4	73	2,490	6,225	0.186	18,622
6	112	2,330	3,883	0.190	19,048
8	195	3,085	3,856	0.249	24,872

4.4.2. Lereng dengan Perkuatan Geotekstil

Pada eksperimen pemodelan lereng dengan menggunakan perkuatan geotekstil yang dilakukan, terdapat 9 variabel yang diuji. Untuk pengujian yang dilakukan pada lereng dengan perkuatan geotekstil dengan variasi lebar pondasi yang digunakan (B) yaitu 4 cm, 6 cm, dan 8 cm dan variasi jumlah perkuatan geotekstil (n) sebanyak 1 lapis, 2 lapis, dan 3 lapis. Hasil pengujian terhadap lereng dengan variasi jumlah lapisan perkuatan dapat dilihat pada **Tabel 4.8.** sampai dengan **Tabel 4.10.**

Tabel 4.6. Nilai Daya Dukung Berdasarkan Eksperimen untuk Lereng Perkuatan dengan Lebar Pondasi (B) 4 cm dan Variasi Jumlah Lapisan Perkuatan Geotekstil (n)

B	n	Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (kN/m ²)
4	1	6.445	16.113	45.663
	2	7.230	18.075	73.214
	3	10.330	25.825	109.184

Tabel 4.7. Nilai Daya Dukung Berdasarkan Eksperimen untuk Lereng Perkuatan dengan Lebar Pondasi (B) 6 cm dan Variasi Jumlah Lapisan Perkuatan Geotekstil (n)

B	n	Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (kN/m ²)
6	1	5.605	9.342	41.412
	2	6.740	11.233	69.133
	3	7.610	12.683	79.337

Nilai Daya Dukung Berdasarkan Eksperimen untuk Lereng Perkuatan dengan Lebar Pondasi (B) 8 cm dan Variasi Jumlah Lapisan Perkuatan Geotekstil (n)

B	n	Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (kN/m ²)
8	1	4.655	5.819	40.306
	2	5.005	6.256	57.143
	3	6.540	8.175	72.959

Hasil pengujian terhadap lereng dengan variasi lebar pondasi dapat dilihat pada **Tabel 4.11.** sampai dengan **Tabel 4.13.** berikut ini:

Tabel 4.8. Nilai Daya Dukung Berdasarkan Eksperimen untuk Lereng Perkuatan dengan Jumlah Lapisan Perkuatan Geotekstil (n) Sebanyak 1 Lapis dengan Variasi Lebar Pondasi (B)

n	B	Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (kN/m ²)
1	4	6.445	16.113	45.663
	6	5.605	14.013	41.412
	8	4.655	11.638	40.306

Tabel 4.9. Nilai Daya Dukung Berdasarkan Eksperimen untuk Lereng Perkuatan dengan Jumlah Lapisan Perkuatan Geotekstil (n) Sebanyak 1 Lapis dengan Variasi Lebar Pondasi (B)

n	B	Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (kN/m ²)
2	4	7.230	12.050	73.214
	6	6.740	11.233	69.133
	8	5.005	8.342	57.143

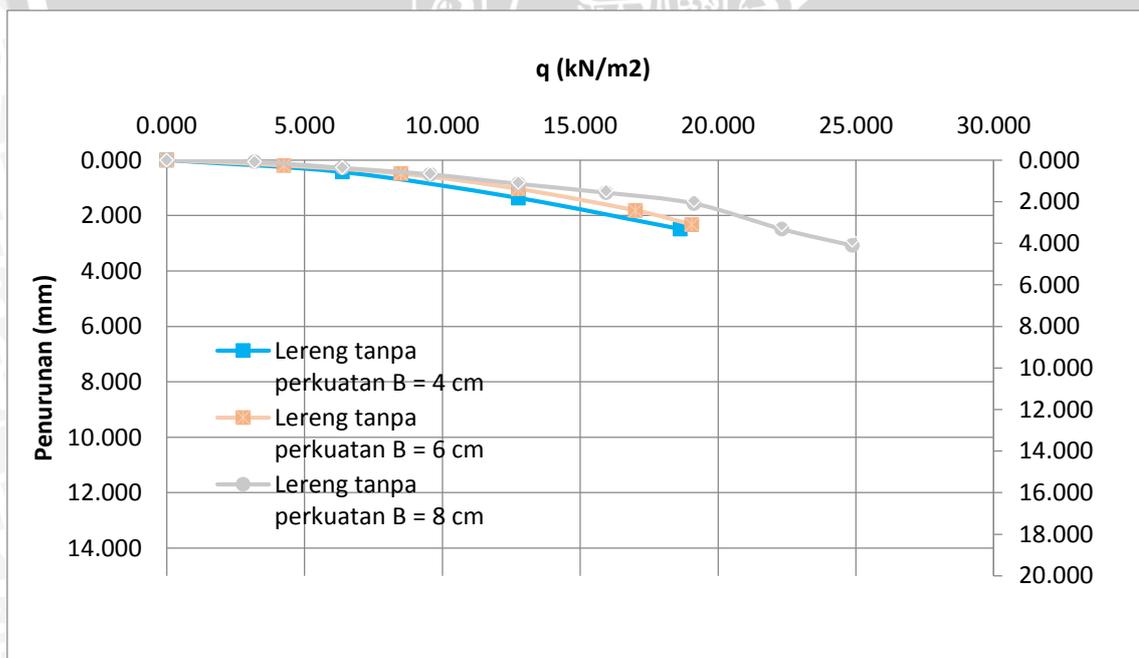
Nilai Daya Dukung Berdasarkan Eksperimen untuk Lereng Perkuatan dengan Jumlah Lapisan Perkuatan Geotekstil (n) Sebanyak 1 Lapis dengan Variasi Lebar Pondasi (B)

n	B	Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (kN/m ²)
3	4	10.330	12.913	109.184
	6	7.610	9.513	79.337
	8	6.540	8.175	72.959

4.5. Analisis Penurunan Tanah Pasir RC 74%

4.5.1. Penurunan Tanah pada Variasi Lebar Pondasi dengan Rasio Jarak Pondasi ke Tepi Lereng (d/B) = 1 dan Kemiringan Sudut Lereng (α) = 51°

Berdasarkan percobaan pembebanan yang telah dilakukan di lapangan untuk pemodelan lereng tanpa perkuatan didapatkan nilai pembacaan untuk daya dukung dan penurunan yang terjadi. Hasil pembacaan daya dukung dan penurunan untuk model lereng dengan perkuatan disajikan dengan grafik hubungan antara daya dukung dan penurunan yang dapat dilihat pada **Gambar 4.10** berikut ini.



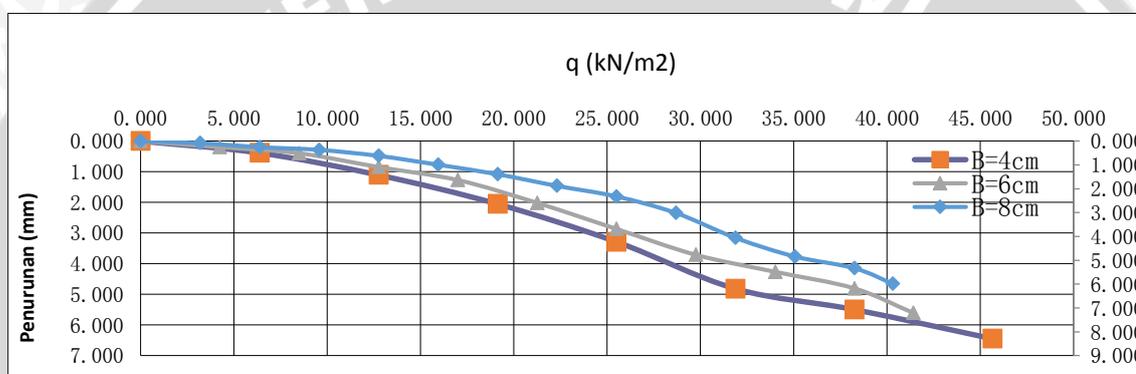
Gambar 1.10. Grafik Hubungan Q_u dan Penurunan Tanah pada Lereng Tanpa Perkuatan dengan Variasi Lebar Pondasi

4.5.2. Lereng dengan Perkuatan Geotekstil

4.5.2.1. Penurunan Tanah pada Variasi Jumlah Lapisan Geotekstil terhadap Lebar Pondasi

a. Jumlah Lapisan Geotekstil (n) = 1

Berdasarkan percobaan pembebanan yang telah dilakukan di lapangan untuk pemodelan lereng dengan menggunakan perkuatan didapatkan nilai pembacaan untuk daya dukung dan penurunan yang terjadi. Hasil pembacaan daya dukung dan penurunan untuk model lereng dengan menggunakan perkuatan disajikan dengan grafik hubungan antara daya dukung dan penurunan yang dapat dilihat pada **Gambar 4.11** berikut ini.



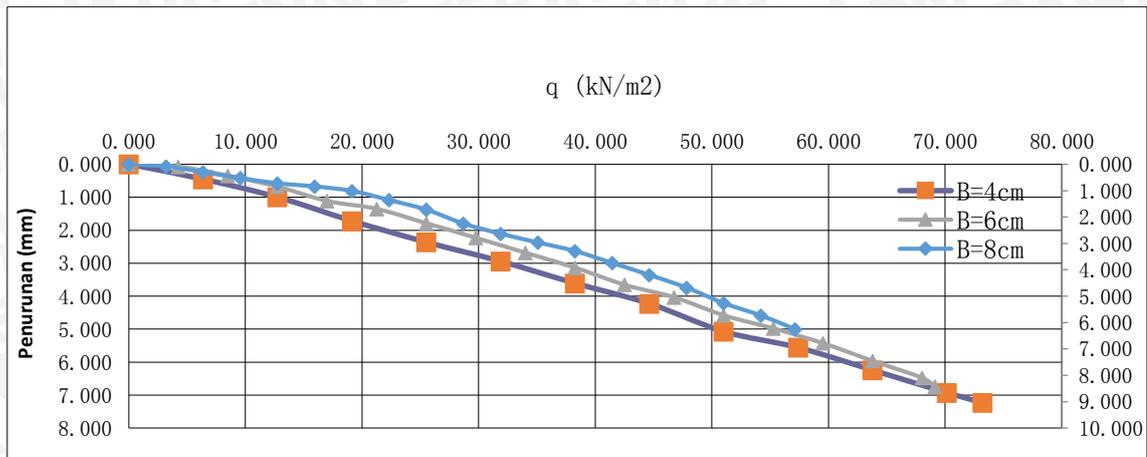
Gambar 1.11. Grafik Hubungan Q_u dan Penurunan Tanah pada Lereng Perkuatan dengan Jumlah Lapisan Geotekstil (n) = 1

Pada pemodelan lereng dengan variasi lebar pondasi (B) yang sudah diberikan perkuatan geotekstil (n) sebanyak 1 lapis, penurunan tanah yang terjadi pada pondasi seiring dengan bertambahnya lebar pondasi cenderung semakin kecil. Untuk lebar pondasi $B = 4$ cm penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 6,445 mm, untuk lebar pondasi $B = 6$ cm penurunan tanah yang terjadi adalah 5,605 mm, sedangkan penurunan tanah yang terjadi untuk lebar pondasi $B = 8$ cm adalah 4,655 mm.

b. Jumlah lapisan geotekstil (n) = 2.

Berdasarkan percobaan pembebanan yang telah dilakukan di lapangan untuk pemodelan lereng dengan menggunakan perkuatan didapatkan nilai pembacaan untuk daya dukung dan penurunan yang terjadi. Hasil pembacaan daya dukung dan penurunan

untuk model lereng dengan menggunakan perkuatan disajikan dengan grafik hubungan antara daya dukung dan penurunan yang dapat dilihat pada **Gambar 4.12.** berikut ini.

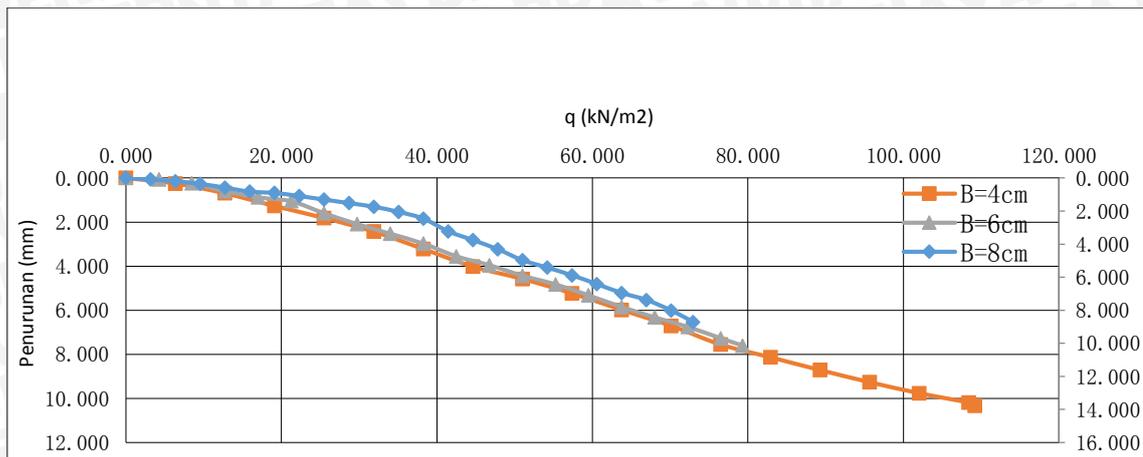


Gambar 1.12. Grafik Hubungan Qu dan Penurunan Tanah pada Lereng Perkuatan dengan Jumlah Lapisan Geotekstil (n) = 2

Pada pemodelan lereng dengan variasi lebar pondasi (B) yang sudah diberikan perkuatan geotekstil (n) sebanyak 2 lapis, penurunan tanah yang terjadi pada pondasi seiring dengan bertambahnya lebar pondasi cenderung semakin kecil. Untuk lebar pondasi B = 4 cm penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 5,005 mm, untuk lebar pondasi B = 6 cm penurunan tanah yang terjadi adalah 6,740 mm, sedangkan penurunan tanah yang terjadi untuk lebar pondasi B = 8 cm adalah 7,230 mm.

c. Jumlah lapisan geotekstil (n) = 3.

Berdasarkan percobaan pembebanan yang telah dilakukan di lapangan untuk pemodelan lereng dengan menggunakan perkuatan didapatkan nilai pembacaan untuk daya dukung dan penurunan yang terjadi. Hasil pembacaan daya dukung dan penurunan untuk model lereng dengan menggunakan perkuatan disajikan dengan grafik hubungan antara daya dukung dan penurunan yang dapat dilihat pada **Gambar 4.13** berikut ini.



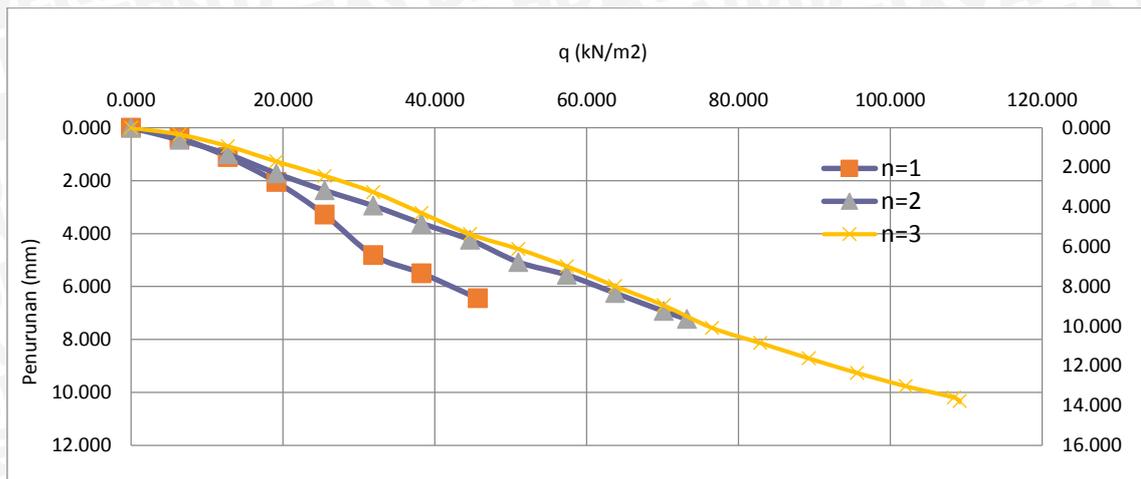
Gambar 1.13. Grafik Hubungan Q_u dan Penurunan Tanah pada Lereng Perkuatan dengan Jumlah Lapisan Geotekstil (n) = 3

Pada pemodelan lereng dengan variasi lebar pondasi (B) yang sudah diberikan perkuatan geotekstil (n) sebanyak 3 lapis, penurunan tanah yang terjadi pada pondasi seiring dengan bertambahnya lebar pondasi cenderung semakin kecil. Untuk lebar pondasi $B = 4$ cm penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 6,540 mm, untuk lebar pondasi $B = 6$ cm penurunan tanah yang terjadi adalah 7,610 mm, sedangkan penurunan tanah yang terjadi untuk lebar pondasi $B = 8$ cm adalah 10,330 mm.

4.5.2.2. Penurunan Tanah pada Variasi Lebar Pondasi terhadap Jumlah Lapisan Geotekstil

a. Lebar pondasi 4 cm

Berdasarkan percobaan pembebanan yang telah dilakukan di lapangan untuk pemodelan lereng dengan menggunakan perkuatan didapatkan nilai pembacaan untuk daya dukung dan penurunan yang terjadi. Hasil pembacaan daya dukung dan penurunan untuk model lereng dengan menggunakan perkuatan disajikan dengan grafik hubungan antara daya dukung dan penurunan yang dapat dilihat pada **Gambar 4.14.** berikut ini.

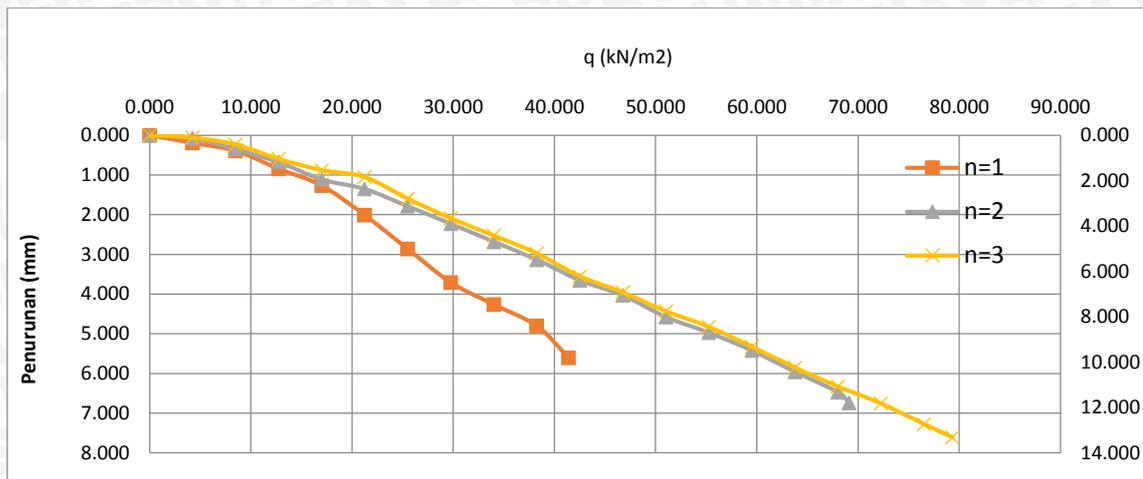


Gambar 1.14. Grafik Hubungan Q_u dan Penurunan Tanah pada Lereng Perkuatan dengan Lebar Pondasi 4 cm

Pada pemodelan lereng menggunakan pondasi menerus selebar 4 cm dan telah diperkuat oleh lapisan geotekstil (n) dengan variasi yang berbeda yakni 1 lapis, 2 lapis dan 3 lapis, penurunan tanah yang terjadi pada pondasi seiring dengan bertambahnya jumlah lapisan geotekstil cenderung semakin besar. Untuk jumlah lapisan geotekstil (n) = 1 lapis penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 6,445 mm, untuk jumlah lapisan geotekstil (n) = 2 lapis penurunan tanah yang terjadi 7,230 mm, untuk jumlah lapisan geotekstil (n) = 3 lapis penurunan tanah yang terjadi 10,330 mm.

b. Lebar pondasi 6 cm.

Berdasarkan percobaan pembebanan yang telah dilakukan di lapangan untuk pemodelan lereng dengan menggunakan perkuatan didapatkan nilai pembacaan untuk daya dukung dan penurunan yang terjadi. Hasil pembacaan daya dukung dan penurunan untuk model lereng dengan menggunakan perkuatan disajikan dengan grafik hubungan antara daya dukung dan penurunan yang dapat dilihat pada **Gambar 4.15.** berikut ini.

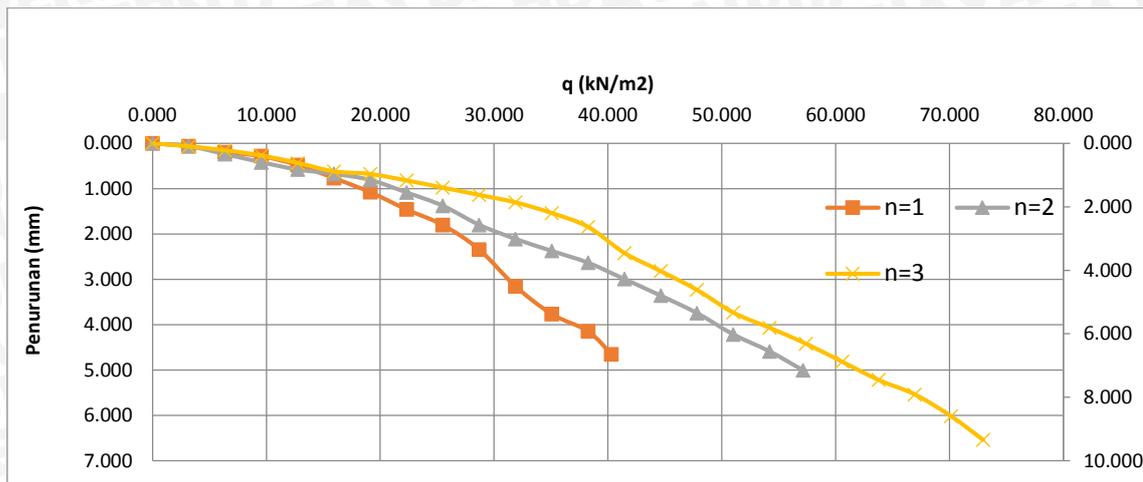


Gambar 1.15. Grafik Hubungan Q_u dan Penurunan Tanah pada Lereng Perkuatan dengan Lebar Pondasi 6 cm

Pada pemodelan lereng menggunakan pondasi menerus selebar 6 cm dan telah diperkuat oleh lapisan geotekstil (n) dengan variasi yang berbeda yakni 1 lapis, 2 lapis dan 3 lapis, penurunan tanah yang terjadi pada pondasi seiring dengan bertambahnya jumlah lapisan geotekstil cenderung semakin besar. Untuk jumlah lapisan geotekstil (n) = 1 lapis penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 5,605 mm, untuk jumlah lapisan geotekstil (n) = 2 lapis penurunan tanah yang terjadi 6,740 mm, untuk jumlah lapisan geotekstil (n) = 3 lapis penurunan tanah yang terjadi 7,610 mm.

b. Lebar pondasi 8 cm.

Berdasarkan percobaan pembebanan yang telah dilakukan di lapangan untuk pemodelan lereng dengan menggunakan perkuatan didapatkan nilai pembacaan untuk daya dukung dan penurunan yang terjadi. Hasil pembacaan daya dukung dan penurunan untuk model lereng dengan menggunakan perkuatan disajikan dengan grafik hubungan antara daya dukung dan penurunan yang dapat dilihat pada **Gambar 4.16.** berikut ini.



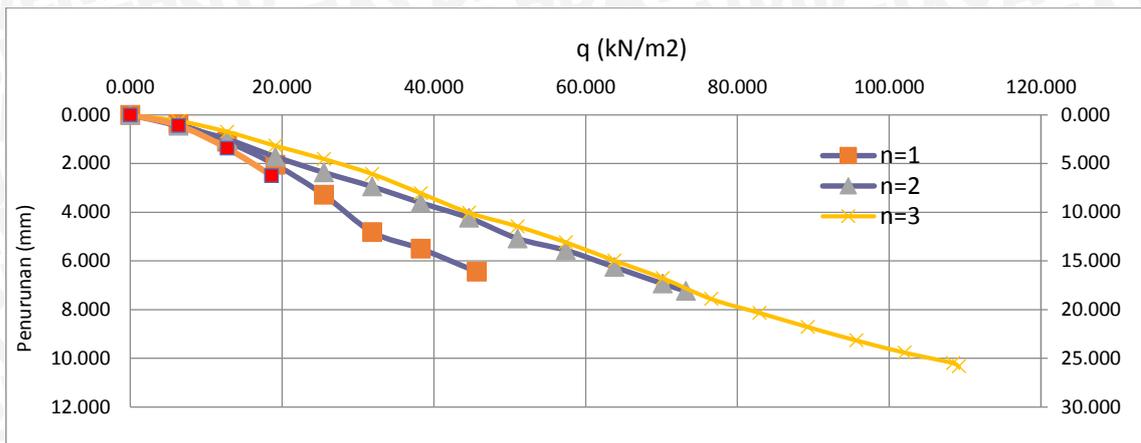
Gambar 1.16. Grafik Hubungan Q_u dan Penurunan Tanah pada Lereng Perkuatan dengan Lebar Pondasi 8 cm

Pada pemodelan lereng menggunakan pondasi menerus selebar 8 cm dan telah diperkuat oleh lapisan geotekstil (n) dengan variasi yang berbeda yakni 1 lapis, 2 lapis dan 3 lapis, penurunan tanah yang terjadi pada pondasi seiring dengan bertambahnya jumlah lapisan geotekstil cenderung semakin besar. Untuk jumlah lapisan geotekstil (n) = 1 lapis penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 4,655 mm, untuk jumlah lapisan geotekstil (n) = 2 lapis penurunan tanah yang terjadi 5,005 mm, untuk jumlah lapisan geotekstil (n) = 3 lapis penurunan tanah yang terjadi 6,540 mm.

4.6. Perbandingan Hubungan Daya Dukung dan Penurunan Lereng Tanpa Perkuatan dengan Menggunakan Perkuatan Geotekstil

4.6.1. Pondasi Menerus dengan Lebar Pondasi 4 cm

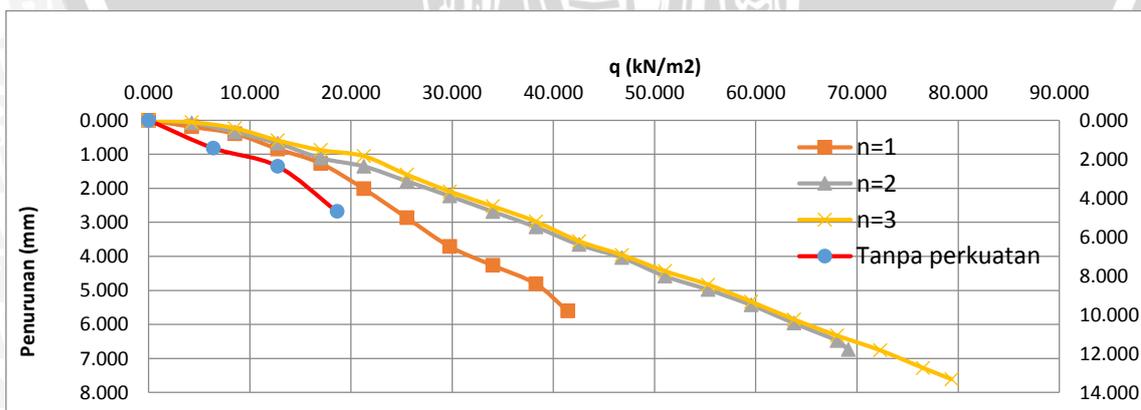
Pada lereng yang sudah diberikan perkuatan geotekstil, penurunan tanah yang terjadi pada pondasi cenderung semakin besar dibandingkan dengan lereng tanpa perkuatan. Penurunan yang terjadi berturut-turut dimulai dari lereng tanpa perkuatan sebesar 2,210 mm, diikuti dengan lereng yang telah diperkuat lapisan geotekstil. Untuk jumlah lapisan geotekstil (n) = 1 lapis penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 5,835 mm, untuk jumlah lapisan geotekstil (n) = 2 lapis penurunan tanah yang terjadi 5,910 mm, untuk jumlah lapisan geotekstil (n) = 3 lapis penurunan tanah yang terjadi 6,235 mm seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 4.17**.



Gambar 1.17. Grafik Hubungan Q_u dan Penurunan Tanah pada Lereng dengan Perkuatan dan Tanpa Perkuatan pada Pondasi Menerus dengan Lebar Pondasi 4 cm

4.6.2. Pondasi Menerus dengan Lebar Pondasi 6 cm

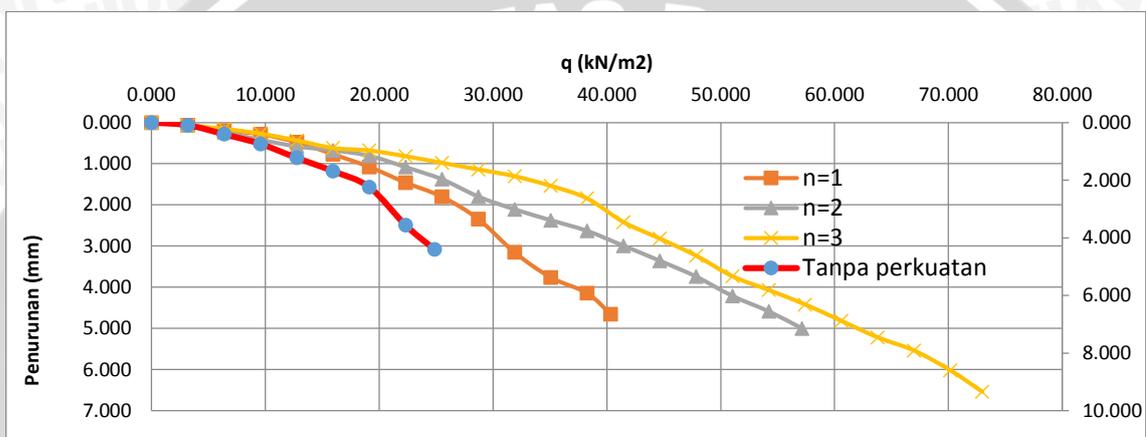
Pada lereng yang sudah diberikan perkuatan geotekstil, penurunan tanah yang terjadi pada pondasi cenderung semakin besar dibandingkan dengan lereng tanpa perkuatan. Penurunan yang terjadi berturut-turut dimulai dari lereng tanpa perkuatan sebesar 2,690 mm, diikuti dengan lereng yang telah diperkuat lapisan geotekstil. Untuk jumlah lapisan geotekstil (n) = 1 lapis penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 5,605 mm, untuk jumlah lapisan geotekstil (n) = 2 lapis penurunan tanah yang terjadi 6,740 mm, untuk jumlah lapisan geotekstil (n) = 3 lapis penurunan tanah yang terjadi 7,610 mm seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 4.18**.



Gambar 1.18. Grafik Hubungan Q_u dan Penurunan Tanah pada Lereng dengan Perkuatan dan Tanpa Perkuatan pada Pondasi Menerus dengan Lebar Pondasi 6 cm

4.6.3. Pondasi Menerus dengan Lebar Pondasi 8 cm

Pada lereng yang sudah diberikan perkuatan geotekstil, penurunan tanah yang terjadi pada pondasi cenderung semakin besar dibandingkan dengan lereng tanpa perkuatan. Penurunan yang terjadi berturut-turut dimulai dari lereng tanpa perkuatan sebesar 3,215 mm, diikuti dengan lereng yang telah diperkuat lapisan geotekstil. Untuk jumlah lapisan geotekstil (n) = 1 lapis penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 4,655 mm, untuk jumlah lapisan geotekstil (n) = 2 lapis penurunan tanah yang terjadi 5,005 mm, untuk jumlah lapisan geotekstil (n) = 3 lapis penurunan tanah yang terjadi 6,540 mm seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 4.19**.



Gambar 1.19. Grafik Hubungan q_u dan Penurunan Tanah pada Lereng dengan Perkuatan dan Tanpa Perkuatan pada Pondasi Menerus dengan Lebar Pondasi 8 cm

4.7. Analisis *Bearing Capacity Improvement* $BCI_{(q_u)}$ Berdasarkan Daya Dukung *Ultimate*

Analisis $BCI_{(q_u)}$ adalah suatu analisis perbandingan antara beban runtuh maksimum saat diberi perkuatan geotekstil dengan beban runtuh maksimum tanpa perkuatan. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui nilai peningkatan daya dukung yang terjadi akibat adanya pemberian perkuatan geotekstil.

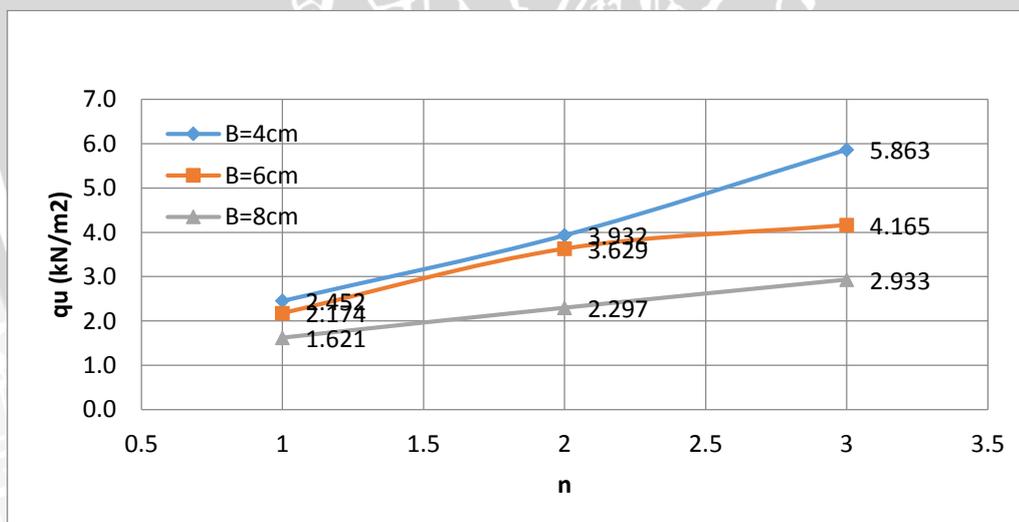
4.7.1. Perbandingan $BCI_{(q_u)}$ pada Variasi Jumlah Lapisan Geotekstil terhadap Lebar Pondasi

Untuk melihat pengaruh dari jumlah lapisan geotekstil terhadap lebar pondasi pada $BCI_{(q_u)}$, maka dapat dilihat pada **Gambar 4.20**. Berdasarkan analisis beban maksimum yang dilakukan untuk setiap masing-masing variasi jumlah lapis geotekstil maka

didapatkan nilai *Bearing Capacity Improvement* $BCI_{(qu)}$ seperti pada **Tabel 4.14** berikut ini.

Tabel 4.10. Nilai $BCI_{(qu)}$ untuk Variasi Jumlah Lapis Perkuatan

Lebar Pondasi	n	q_u (kN/m ²)	q_u lereng tanpa perkuatan (kN/m ²)	BCI
4	1	45.663	18.622	2.452
	2	73.214		3.932
	3	109.184		5.863
6	1	41.412	19.048	2.174
	2	69.133		3.629
	3	79.337		4.165
8	1	40.306	24.872	1.621
	2	57.143		2.297
	3	72.959		2.933



Gambar 1.20. Grafik Perbandingan Peningkatan BCI untuk Variasi Jumlah Lapis Perkuatan

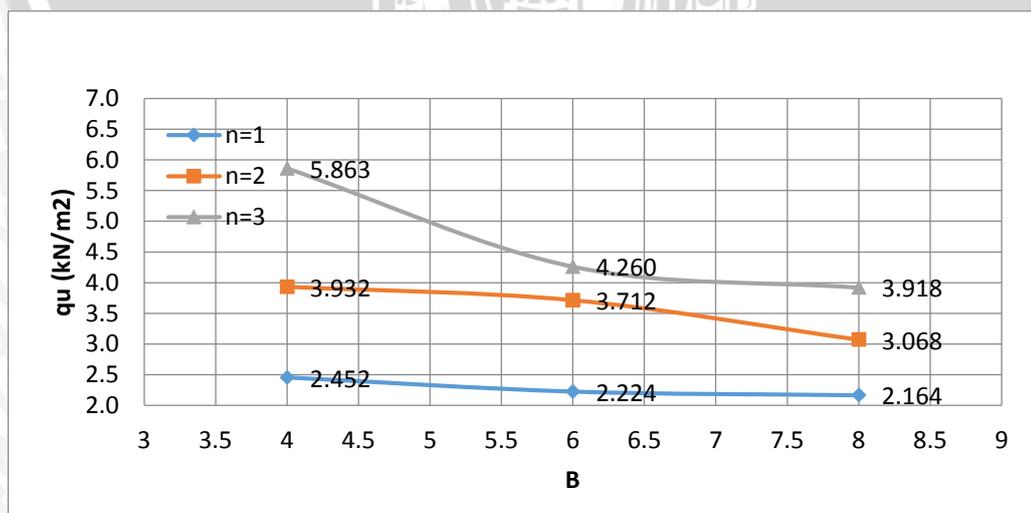
Berdasarkan tabel dan gambar di atas, dapat diketahui bahwa bertambahnya jumlah perkuatan meningkatkan daya dukung lereng. Adapun nilai $BCI_{(qu)}$ paling maksimum dalam penelitian ini diperoleh saat $B = 4$ cm dengan $n = 3$ lapis, yaitu sebesar 5,863.

4.7.2. Perbandingan BCI_{qu} pada Variasi Lebar Pondasi terhadap Jumlah Lapisan Geotekstil

Untuk melihat pengaruh dari lebar pondasi terhadap jumlah lapisan geotekstil pada $BCI_{(qu)}$, maka dapat dilihat dari **Gambar 4.21**. Berdasarkan analisis beban maksimum yang dilakukan untuk setiap masing-masing variasi rasio jarak pondasi ke tepi lereng dengan lebar pondasi, maka didapatkan nilai *Bearing Capacity Improvement* $BCI_{(qu)}$ seperti pada **Tabel 4.15**. berikut ini.

Tabel 4.11. Nilai $BCI_{(qu)}$ untuk Variasi Lebar Pondasi Terhadap Jumlah Perkuatan

n	Lebar Pondasi	q_u (kN/m ²)	q_u lereng tanpa perkuatan (kN/m ²)	BCI
1	4	45.663	18.622	2.452
	6	41.412	19.048	2.224
	8	40.306	24.872	2.164
2	4	73.214	18.622	3.932
	6	69.133	19.048	3.712
	8	57.143	24.872	3.068
3	4	109.184	18.622	5.863
	6	79.337	19.048	4.260
	8	72.959	24.872	3.918



Gambar 1.21. Grafik Perbandingan Peningkatan BCI untuk Variasi Lebar Pondasi Terhadap Jumlah Perkuatan

Berdasarkan tabel dan gambar di atas, dapat diketahui bahwa semakin besar pondasi yang digunakan menurunkan daya dukung lereng. Adapun nilai $BCI_{(qu)}$ paling maksimum dalam penelitian ini diperoleh saat $n = 3$ lapis dan $B = 4$ cm, yaitu sebesar 5,863.

4.8. Analisis *Bearing Capacity Improvement* $BCI_{(s)}$ berdasarkan Penurunan (*Settlement*)

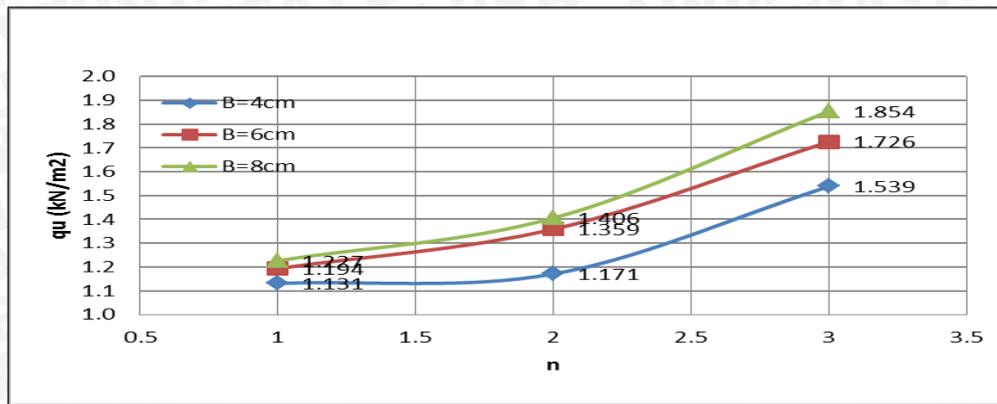
Analisis $BCI_{(s)}$ adalah suatu analisis perbandingan antara beban runtuh saat penurunan yang sama antara daya dukung yang diberi perkuatan geotekstil dengan tanpa perkuatan. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui nilai peningkatan daya dukung yang terjadi pada penurunan yang sama akibat adanya perkuatan geotekstil.

4.8.1. Perbandingan $BCI_{(s)}$ pada Variasi Jumlah Lapis Geotekstil terhadap Lebar Pondasi

Hasil analisis nilai ($BCI_{(s)}$) untuk variasi panjang lapisan saat penurunan yang sama yaitu mencapai nilai $s/B=2\%$ disajikan pada **Tabel 4.16.** dan **Gambar 4.22.** berikut ini.

Tabel 4.12. Nilai ($BCI_{(s)}$) untuk Variasi Jumlah Lapis Perkuatan Lereng pada $s/B=2\%$

Lebar Pondasi (cm)	n	q (kN/m ²)	q lereng tanpa perkuatan (kN/m ²)	$BCI_{(s)}$
4	1	10.214	9.027	1.131
	2	10.570	9.027	1.171
	3	13.893	9.027	1.539
6	1	16.398	13.739	1.194
	2	18.668	13.739	1.359
	3	23.718	13.739	1.726
8	1	23.582	19.221	1.227
	2	27.018	19.221	1.406
	3	35.636	19.221	1.854



Gambar 1.22. Grafik Perbandingan Peningkatan $BCI_{(s)}$ untuk Variasi Jumlah Perkuatan Lereng pada $s/B=2\%$

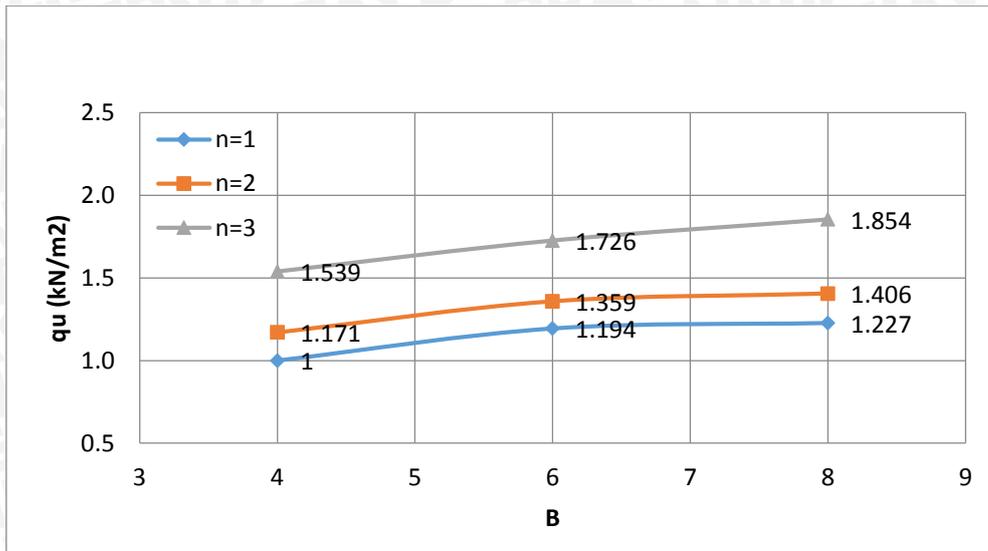
Berdasarkan tabel dan gambar di atas, dapat dilihat nilai ($BCI_{(s)}$) paling maksimum dalam penelitian ini saat penurunan ($s/B = 2\%$) diperoleh saat $B = 8$ dan $n = 3$, yaitu sebesar 1,854.

4.8.2. Perbandingan $BCI_{(s)}$ pada Variasi Lebar Pondasi terhadap Jumlah Lapisan Geotekstil

Hasil analisis nilai $BCI_{(s)}$ untuk variasi jarak vertikal antarlapis geotekstil saat penurunan yang sama yaitu ($s/B = 2\%$) disajikan pada **Tabel 4.17** dan **Gambar 4.23** berikut ini.

Tabel 4.13. Nilai ($BCI_{(s)}$) untuk Variasi Lebar Pondasi Terhadap Jumlah Lapisan Geotekstil pada $s/B=2\%$

n	Lebar Pondasi (cm)	q (kN/m ²)	q lereng tanpa perkuatan (kN/m ²)	$BCI_{(s)}$
1	4	10.214	9.027	1.131
	6	16.398	13.739	1.194
	8	23.582	19.221	1.227
2	4	10.570	9.027	1.171
	6	18.668	13.739	1.359
	8	27.018	19.221	1.406
3	4	13.893	9.027	1.539
	6	23.718	13.739	1.726
	8	35.636	19.221	1.854



Gambar 1.23. Grafik Perbandingan Peningkatan $BCI_{(s)}$ untuk Variasi Lebar Pondasi Terhadap Jumlah Lapisan Geotekstil pada $s/B=2\%$

Berdasarkan tabel dan gambar di atas, dapat dilihat nilai $BCI_{(s)}$ paling maksimum dalam penelitian ini saat penurunan mencapai ($s/B = 2\%$) diperoleh saat $n = 3$ dan $B = 8$ cm, yaitu sebesar 1,854.

4.9. Pengaruh Lebar Pondasi dan Jumlah Lapisan Geotekstil terhadap Nilai Daya Dukung

Berdasarkan eksperimen yang telah dilakukan, pada pemodelan fisik lereng pasir RC 74% dengan variabel tetap yaitu rasio jarak pondasi ke tepi lereng (d/B)=1 dan $sv=3,2$ cm, variabel bebas yaitu lebar pondasi dan jumlah perkuatan, didapatkan hasil bahwa variasi lebar pondasi dan jumlah lapisan sangat berpengaruh terhadap daya dukung. Dalam penelitian ini tidak ditinjau lebih lanjut perhitungan secara numerik, sehingga tidak dapat dilihat secara pasti faktor-faktor mana yang lebih berpengaruh terhadap daya dukung yang terjadi.

Dari hasil yang didapatkan, pada variasi lebar pondasi jika ditinjau dari beban *ultimate* yang bekerja diketahui bahwa semakin lebar pondasi menerus yang digunakan maka *Bearing Capacity Improvement* (BCI_{qu}) semakin menurun. Hal ini dikarenakan semakin lebar pondasi yang digunakan maka luasan yang dihasilkan akan semakin besar pula dan mengakibatkan penyebaran beban yang terjadi pada tiap kenaikan lebar pondasi

meningkat. Sedangkan jika ditinjau dari penurunan (*settlement*) pada rasio $s/B=2\%$, terjadi peningkatan daya dukung tiap kenaikan lebar pondasi. Nilai $BCI_{(s)}$ paling maksimum dalam penelitian ini terjadi pada pondasi menerus dengan lebar 8 cm. selain itu jika ditinjau dari peningkatan beban runtuh maksimal pada variasi lebar pondasi, pondasi dengan lebar 8 cm memiliki beban runtuh maksimal. Maka, nilai BCI paling maksimal yang didapat terjadi pada saat lebar pondasi 8 cm.

Jika dilihat pada variasi jumlah perkuatan, daya dukung mengalami tren kenaikan, dari hasil yang didapatkan dapat dilihat kenaikan yang seragam dari tiap penurunan (*settlement*) yang sama pada rasio $s/B 2\%$ juga terjadi peningkatan daya dukung untuk rasio $n=1$, $n=2$, dan $n=3$ dimana daya dukung paling maksimal adalah $n=3$. Hal serupa juga didapatkan untuk perbandingan beban maksimum yang dapat diterima oleh ketiga variasi jumlah lapisan geotekstil, dimana pondasi dengan variasi jumlah lapisan geotekstil sebanyak 3 lapis mampu menahan beban runtuh paling maksimal dimana peningkatan daya dukung yang terjadi pada tiap kenaikan variasi jumlah lapisan geotekstil dikarenakan fungsi dari geotekstil itu sendiri yang berkaitan erat dengan perbaikan tanah yakni fungsi perkuatan. Maksud dasar dari perkuatan ini adalah meningkatkan stabilitas tanah daya dukung dan stabilitas lereng. Tanah yang umumnya memiliki kemampuan tarik yang sangat lemah dapat diperbaiki perilakunya dengan menambahkan perkuatan yang memiliki kekuatan tarik yakni geotekstil. Hal ini dikarenakan terjadinya transfer beban secara friksi antara tanah dan geotekstil.