

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Analisis Bahan

Pada penelitian ini yang digunakan antara lain:

- a. Jenis tanah adalah tanah pasir lepas dengan jenis *Poorly Graded Sand* (SP).
- b. Pondasi yang digunakan untuk menopang dan meneruskan beban yang diberikan pada tanah di bawahnya adalah pondasi menerus dengan 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 dipakai sebagai perkuatan lereng adalah geotekstil jenis *woven* tipe HRX 300 yang terbuat dari bahan *polypropylene silt* seperti ditunjukkan 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.

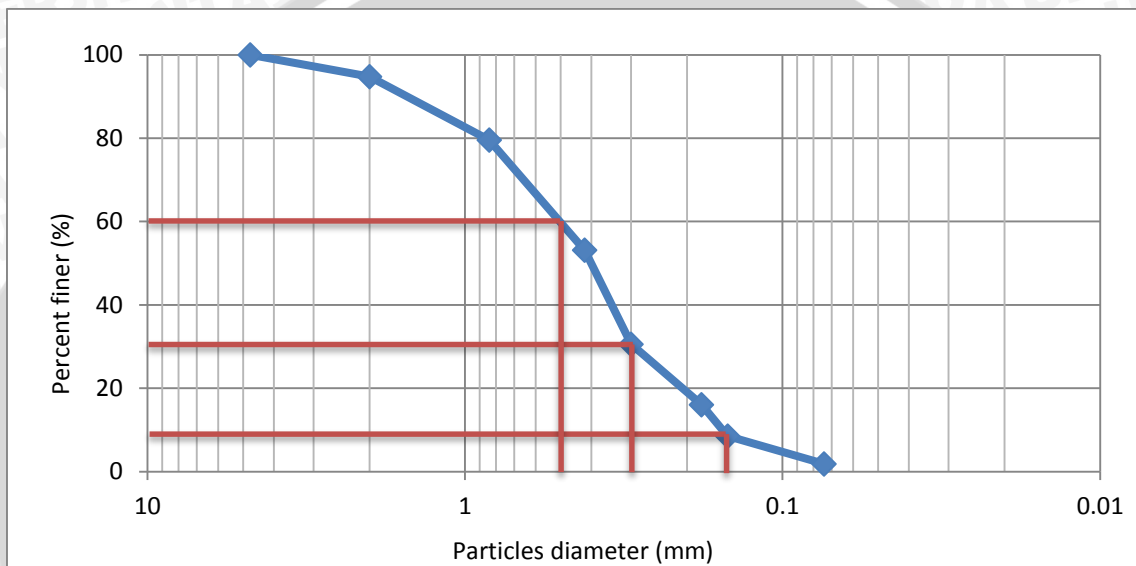
Ver September 2005

Gambar 4.1 Properties bahan geotekstil yang digunakan dalam penelitian (Sumber: *PT. Geo Green Envirotama*)



4.1.1 Analisis Gradasi Butiran Tanah

Pada tahap awal penelitian, sebelum dilakukan pemodelan lereng menggunakan box, 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**.



Gambar 4.2 Grafik pembagian butiran ukuran tanah

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

Untuk menentukan keseragaman digunakan **persamaan (4.1)**.

$$C_u = \frac{(D_{60})^2}{D_{10}} < 6 \quad \dots (4.1)$$

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

$D_{30} = 0,31$

$D_{10} = 0,17$

$$C_u = \frac{(D_{60})^2}{D_{10}} < 6$$

$$C_u = \frac{(0,53)^2}{0,17} < 6$$

$$Cu = 1,652 < 6$$

Karena nilai Cu kurang dari 6 maka jenis pasir ini adalah SP (*Poorly Graded Sand*).

4.1.2 Analisis *Specific Gravity*

Pengujian dasar selanjutnya adalah *Specific Gravity* yang bertujuan untuk menentukan berat jenis tanah yang mempunyai butiran lolos saringan no. 4 dengan menggunakan alat berupa labu ukur (*picnometer*). Berat jenis merupakan perbandingan antara berat kering udara suatu sampel tanah dengan berat air dimana berat dan volumenya sama dengan volume sampel tanah pada suhu dan temperatur yang sama.

Data yang diperoleh dari laboratorium dimasukkan ke dalam **persamaan (4.2)**.

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

dengan,

SG = *Specific Gravity*

W_s = berat tanah kering (gram)

W_1 = berat labu ukur + air + tanah (gram)

W_2 = berat labu ukur + air (gram)

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

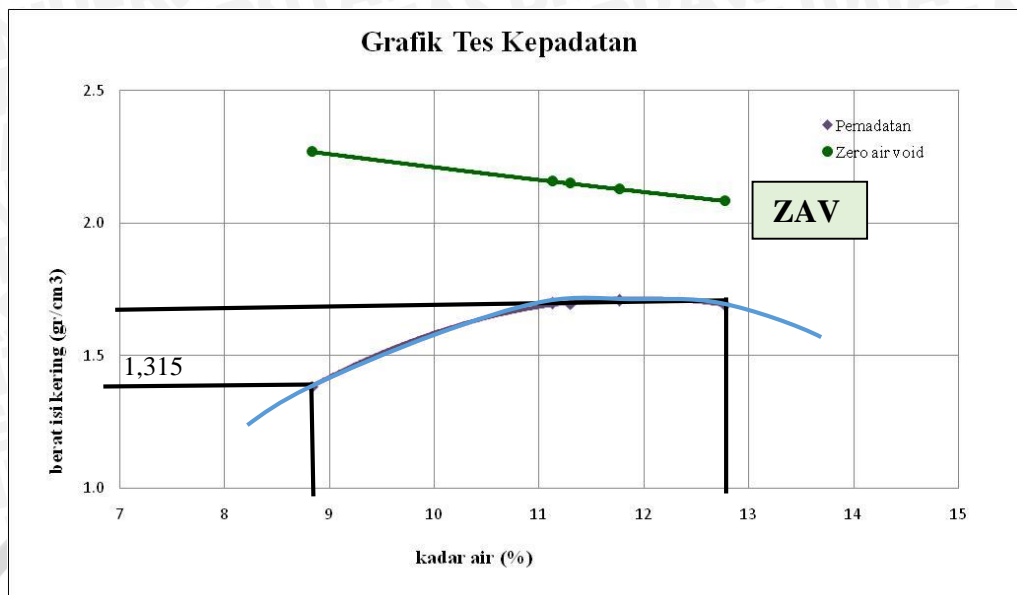
Tabel 4.1 Berat jenis tanah rata-rata

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

4.1.3 Analisis Pemeriksaan Kepadatan Tanah (*Compaction*)

4.1.3.1 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 1,66 gr/cm³ dengan kadar air optimum sebesar 12,8%. Grafik hasil pengujian tersebut disajikan dalam **Gambar 4.3**.



Gambar 4.3 Grafik pemadatan standar

4.1.3.2 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 pemadatan standar di laboratorium (γ_{lab}) menghasilkan nilai kepadatan relatif (R_c). Berat isi kering (γ_{lap}) yang dipakai dalam penelitian ini adalah 1,315 gr/cm³ untuk kepadatan relatif sebesar 74%.

Pemadatan tanah model dilakukan dengan cara menggilas tanah dengan menggunakan beton silinder dengan berat 11,28 kg dengan tinggi beton 30 cm. Jumlah gelindingan yang dilakukan untuk mendapatkan kepadatan yang diinginkan didapatkan dengan cara memadatkan suatu volume tertentu hingga mencapai ketinggian yang diinginkan, yaitu 10 cm dan kemudian dilakukan uji *density ring* untuk mengontrol nilai kepadatan.

4.2 Pengujian Model Test

Pada penelitian ini digunakan box berukuran 100 cm x 100 cm x 70 cm yang diisi dengan pasir dan dibentuk menjadi lereng. Dalam proses pembuatan lereng di dalam box, pengisian pasir dilakukan dengan membagi menjadi 7 lapisan dengan tinggi

setiap lapisan setelah dipadatkan adalah 10 cm. Setiap lapisan ditumbuk dengan cara mengelilingkan beton silinder dengan menggunakan kontrol volume di tiap lapisannya sebesar 148,595 kg. Pemeriksaan kepadatan dan kadar air dilakukan di setiap lapisan menggunakan *density ring*.

Setelah tanah mencapai tinggi 70 cm, tanah kemudian didiamkan 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 46° . Setelah lereng terbentuk, pondasi diletakkan sesuai dengan jarak yang ditentukan, yaitu dengan rasio $d/B=1$. Pondasi yang digunakan adalah pondasi 4cm, 6cm, dan 8cm. Untuk lereng dengan perkuatan, digunakan variasi jumlah lapis perkuatan, yaitu 1, 2, dan 3 lapis geotekstil. Geotekstil diletakkan setelah lapisan keenam, sesuai dengan S_v yaitu 3,2 cm, kemudian geotekstil dijangkarkan, dan diberi lapisan pasir lagi di atasnya. Setelah semua persiapan sudah dilakukan dan lereng sudah siap diuji, beban diberikan setiap kelipatan 25 kg sampai lereng mengalami keruntuhan dan tidak mampu lagi menahan beban yang diberikan.

4.3 Hasil Pengujian *Model Test*

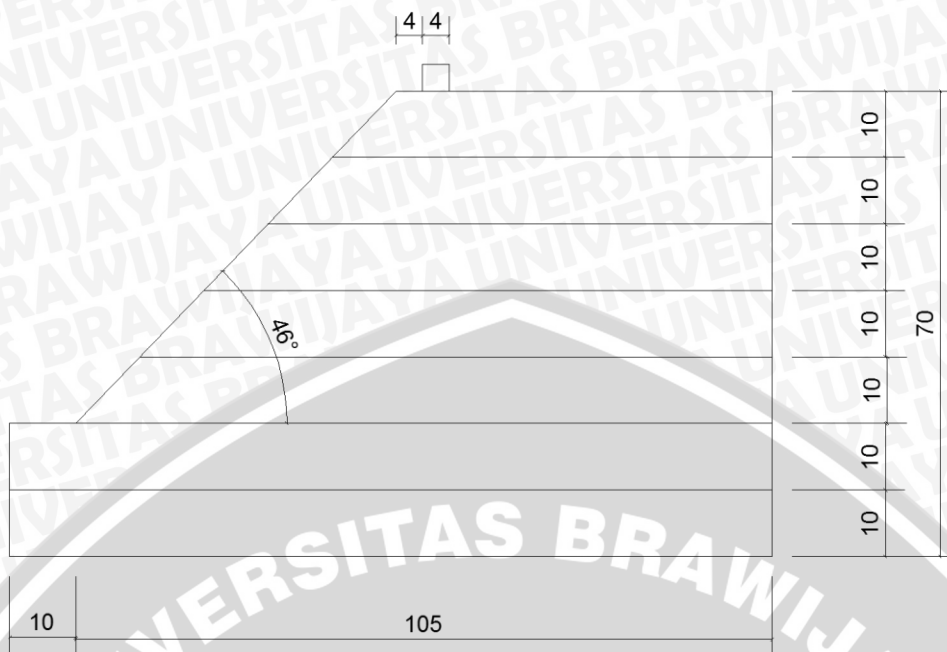
4.3.1 Lereng Tanpa Perkuatan

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 matrix pada **Tabel 4.2**.

Tabel 4.2 Matrix variabel lereng tanpa perkuatan

RC 74% Rasio jarak pondasi ke tepi lereng (d/B) = 1 Jumlah Lapisan (n) = 0	Lebar Pondasi (B)		
	B = 4 cm	B = 6 cm	B = 8 cm
$\alpha = 46^\circ$	√	√	√

Pemodelan lereng tanpa perkuatan salah satu contohnya terlihat pada **Gambar 4.4**.



Gambar 4.4 Pemodelan lereng tanpa perkuatan dengan $\alpha = 46^\circ$, $B=4\text{cm}$, dan $d/B = 1$

4.3.1.1 Hasil Pemeriksaan Kepadatan dan Kadar Air

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 4.3**.

Tabel 4.3 Nilai kadar air dan berat isi kering tanah lereng tanpa perkuatan

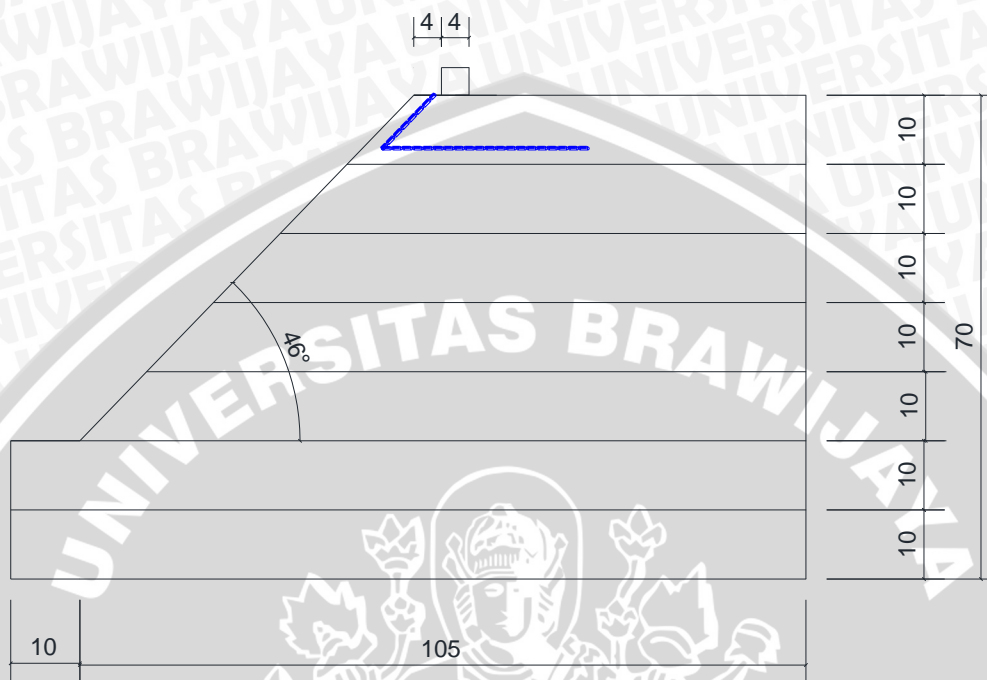
No.	Sudut	Variabel	Berat isi kering (gr/cm^3)	Kadar air (%)
1	46°	B=4cm, d/B=1	1,332	8,9
2		B=6cm, d/B=1	1,325	8,98
3		B=8cm, d/B=1	1,317	9,0

4.3.2 Lereng dengan Perkuatan Geotekstil

Pada pengujian lereng dengan perkuatan kali ini dilakukan sebanyak 9 kali pengujian pembebanan sesuai dengan matrix yang ada, seperti pada **Tabel 3.1**. Pemodelan tanah lereng dibuat sesuai dengan variasi lebar pondasi yang digunakan (B) yaitu 4 cm, 6 cm, dan 8 cm, dengan jumlah lapisan perkuatan sebanyak 1, 2, dan 3 lapis.



Variabel terikat yang digunakan pada penelitian kali ini yaitu sudut kemiringan lereng (α) sebesar 46° dan rasio jarak pondasi ke tepi lereng yaitu sebesar satu. Salah satu contoh pemodelan lereng dengan perkuatan menggunakan lebar pondasi sebesar 4 cm dan jumlah lapis perkuatan sebesar 1 lapis terlihat pada **Gambar 4.5**.



Gambar 4.5 Pemodelan lereng dengan $B=4$ cm, dan $n=1$

4.3.2.1 Hasil Pemeriksaan Kepadatan dan Kadar Air

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 4.4**.

Tabel 4.4 Nilai kadar air dan berat isi kering tanah lereng dengan perkuatan geotekstil

No.	Variabel Tetap	Variabel Bebas	Berat isi kering (gr/cm ³)	Kadar air (%)
1	Rc 74%, Sudut Lereng (α) = 46°, Rasio Jarak Pondasi ke Tepi Lereng (d/B) = 1	B=4cm, n=1	1,329	8,56
2		B=4cm, n=2	1,326	9,1
3		B=4cm, n=3	1,326	9,14
4		B=6cm, n=1	1,315	8,84
5		B=6cm, n=2	1,341	8,8
6		B=6cm, n=3	1,318	8,93
7		B=8cm, n=1	1,333	8,86
8		B=8cm, n=2	1,324	8,89
9		B=8cm, n=3	1,328	8,96

4.4 Analisis Daya Dukung Tanah Pasir Rc 74%

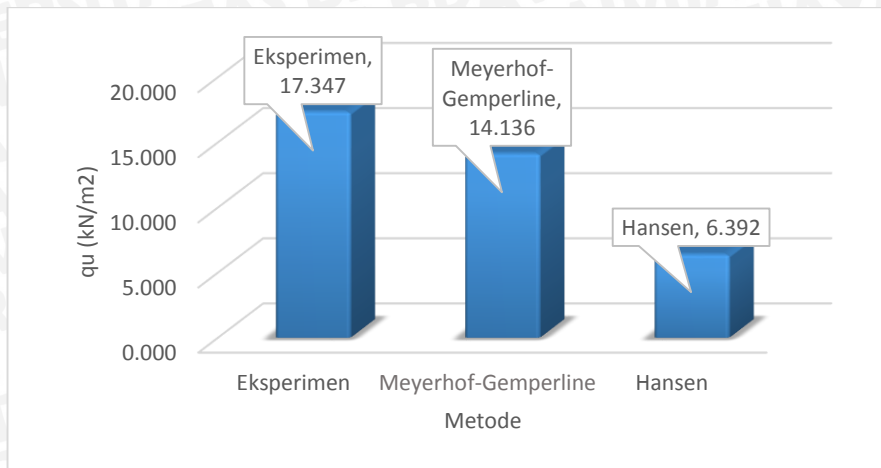
4.4.1 Lereng Tanpa Perkuatan

4.4.1.1 Metode Analitik

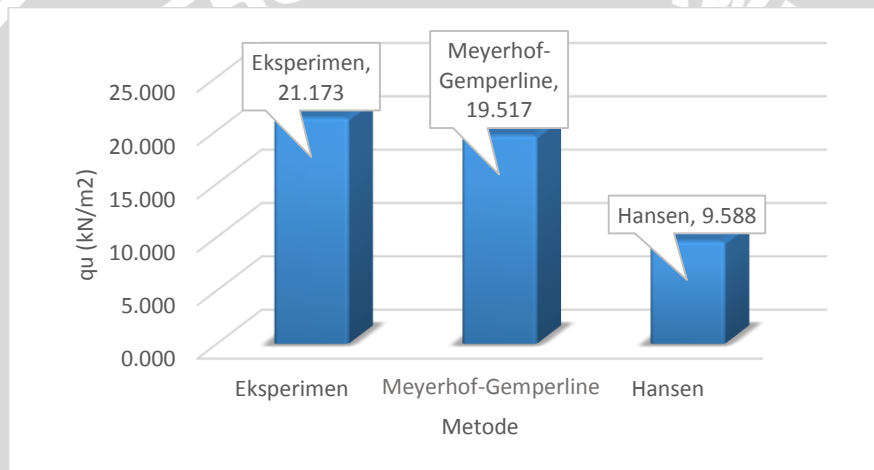
Pada tanah lereng tanpa perkuatan ada beberapa cara pendekatan perhitungan secara analitik yang dapat digunakan. Pada pengujian kali ini, digunakan metode Gemperline dan metode Hansen sebagai pendekatan. Nilai daya dukung yang diperoleh dari kedua metode tersebut tertera dalam **Tabel 4.5**, serta perbandingan antara nilai daya dukung pada tanah lereng tanpa perkuatan (Rc 74%) berdasarkan metode analitik dan eksperimen disajikan dalam **Gambar 4.6, 4.7, dan 4.8**.

Tabel 4.5 Nilai daya dukung berdasarkan analitik untuk lereng tanpa perkuatan

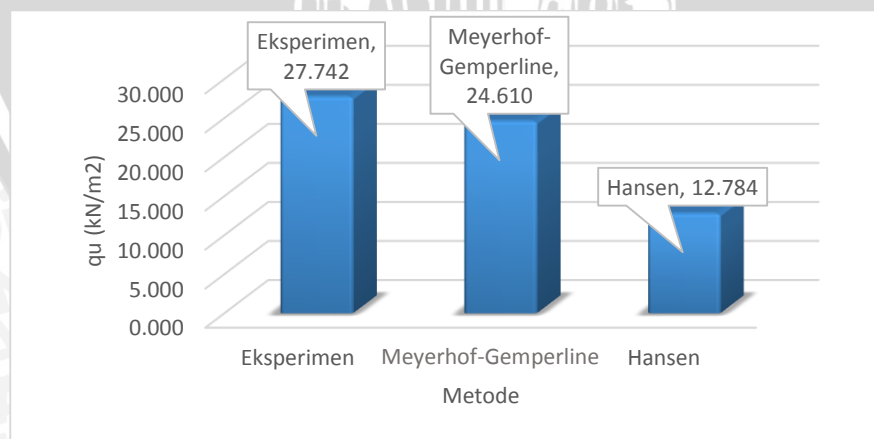
Lebar Pondasi (B)	Metode	qu (kN/m ²)
4 cm	Eksperimen	17,347
	Meyerhof-Gemperline	14,1355
	Hansen	6,392
6 cm	Eksperimen	21,173
	Meyerhof-Gemperline	19,517
	Hansen	9,588
8 cm	Eksperimen	27,742
	Meyerhof-Gemperline	24,6104
	Hansen	12,784



Gambar 4.6 Perbandingan antara nilai daya dukung pada tanah lereng tanpa perkuatan (R_c 74%) pondasi 4 cm, berdasarkan metode analitik dan eksperimen



Gambar 4.7 Perbandingan antara nilai daya dukung pada tanah lereng tanpa perkuatan (R_c 74%) pondasi 6 cm, berdasarkan metode analitik dan eksperimen



Gambar 4.8 Perbandingan antara nilai daya dukung pada tanah lereng tanpa perkuatan (R_c 74%) pondasi 8 cm, berdasarkan metode analitik dan eksperimen

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 4.6**.

Tabel 4.6 Nilai daya dukung berdasarkan eksperimen untuk lereng tanpa perkuatan

Lebar Pondasi (B)	Beban (kg)	Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (kg/cm ²)	qu (kN/m ²)
4 cm	68	1,875	4,688	0,173	17,347
6 cm	124,5	3,395	5,658	0,212	21,173
8 cm	217,5	3,475	4,344	0,277	27,742

4.4.2 Lereng dengan Perkuatan Geotekstil

Pada eksperimen pemodelan lereng dengan menggunakan perkuatan geotekstil yang dilakukan, terdapat sembilan 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, 2, dan 3 lapis.

1. Lebar pondasi (B) 4 cm dengan variasi jumlah lapisan perkuatan geotekstil (n) sebanyak 1, 2, dan 3 lapis.

Tabel 4.7 Nilai daya dukung berdasarkan eksperimen untuk lereng perkuatan dengan lebar pondasi (B) 4 cm dengan variasi jumlah lapisan perkuatan geotekstil (n) sebanyak 1, 2, dan 3 lapis.

Lebar Pondasi	n	Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (kg/cm ²)	qu (kN/m ²)
4	1	6.055	15.138	0.499	49.872
	2	6.815	17.038	0.849	84.949
	3	7.670	19.175	1.107	110.714

2. Lebar pondasi (B) 6 cm dengan variasi jumlah lapisan perkuatan geotekstil (n) sebanyak 1, 2, dan 3 lapis.

Tabel 4.8 Nilai daya dukung berdasarkan eksperimen untuk lereng perkuatan dengan lebar pondasi (B) 6 cm dengan variasi jumlah lapisan perkuatan geotekstil (n) sebanyak 1, 2, dan 3 lapis.

Lebar Pondasi	n	Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (kg/cm ²)	qu (kN/m ²)
6	1	5.145	8.575	0.495	49.490
	2	6.030	10.050	0.772	77.211
	3	6.185	10.308	0.918	91.837

3. Lebar pondasi (B) 8 cm dengan variasi jumlah lapisan perkuatan geotekstil (n) sebanyak 1, 2, dan 3 lapis.

Tabel 4.9 Nilai daya dukung berdasarkan eksperimen untuk lereng perkuatan dengan lebar pondasi (B) 8 cm dengan variasi jumlah lapisan perkuatan geotekstil (n) sebanyak 1, 2, dan 3 lapis.

Lebar Pondasi	n	Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (kg/cm ²)	qu (kN/m ²)
8	1	3.565	4.456	0.494	49.362
	2	2.760	3.450	0.542	54.209
	3	5.555	6.944	0.879	87.883

4. Jumlah lapisan perkuatan geotekstil (n) sebanyak 1 lapis dengan variasi lebar pondasi (B) sebesar 4 cm, 6 cm dan 8 cm.

Tabel 4.10 Nilai daya dukung berdasarkan eksperimen untuk lereng perkuatan dengan jumlah lapisan perkuatan geotekstil (n) sebanyak 1 lapis dengan variasi lebar pondasi (B) sebesar 4 cm, 6 cm dan 8 cm.

n	Lebar Pondasi	Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (kg/cm ²)	qu (kN/m ²)
1	4	6.055	15.138	0.499	49.872
	6	5.145	8.575	0.495	49.490
	8	3.565	4.456	0.494	49.362

5. Jumlah lapisan perkuatan geotekstil (n) sebanyak 2 lapis dengan variasi lebar pondasi (B) sebesar 4 cm, 6 cm dan 8 cm.

Tabel 4.11 Nilai daya dukung berdasarkan eksperimen untuk lereng perkuatan dengan jumlah lapisan perkuatan geotekstil (n) sebanyak 2 lapis dengan variasi lebar pondasi (B) sebesar 4 cm, 6 cm dan 8 cm.

n	Lebar Pondasi	Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (kg/cm ²)	qu (kN/m ²)
2	4	6.815	17.038	0.849	84.949
	6	6.030	10.050	0.772	77.211
	8	2.760	3.450	0.542	54.209

6. Jumlah lapisan perkuatan geotekstil (n) sebanyak 3 lapis dengan variasi lebar pondasi (B) sebesar 4 cm, 6 cm dan 8 cm.

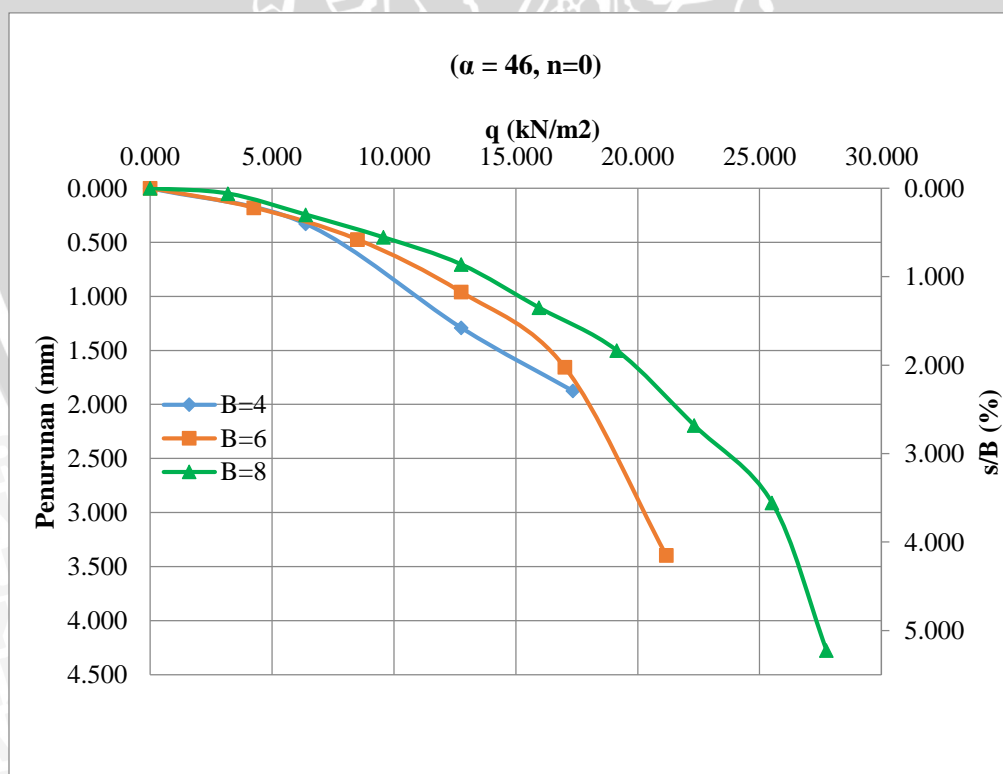
Tabel 4.12 Nilai daya dukung berdasarkan eksperimen untuk lereng perkuatan dengan jumlah lapisan perkuatan geotekstil (n) sebanyak 2 lapis dengan variasi lebar pondasi (B) sebesar 4 cm, 6 cm dan 8 cm.

n	Lebar Pondasi	Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (kg/cm ²)	qu (kN/m ²)
3	4	7.670	19.175	1.107	110.714
	6	5.145	8.575	0.495	49.490
	8	3.565	4.456	0.494	49.362

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) = 46°

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 terlihat pada **Gambar 4.9**.



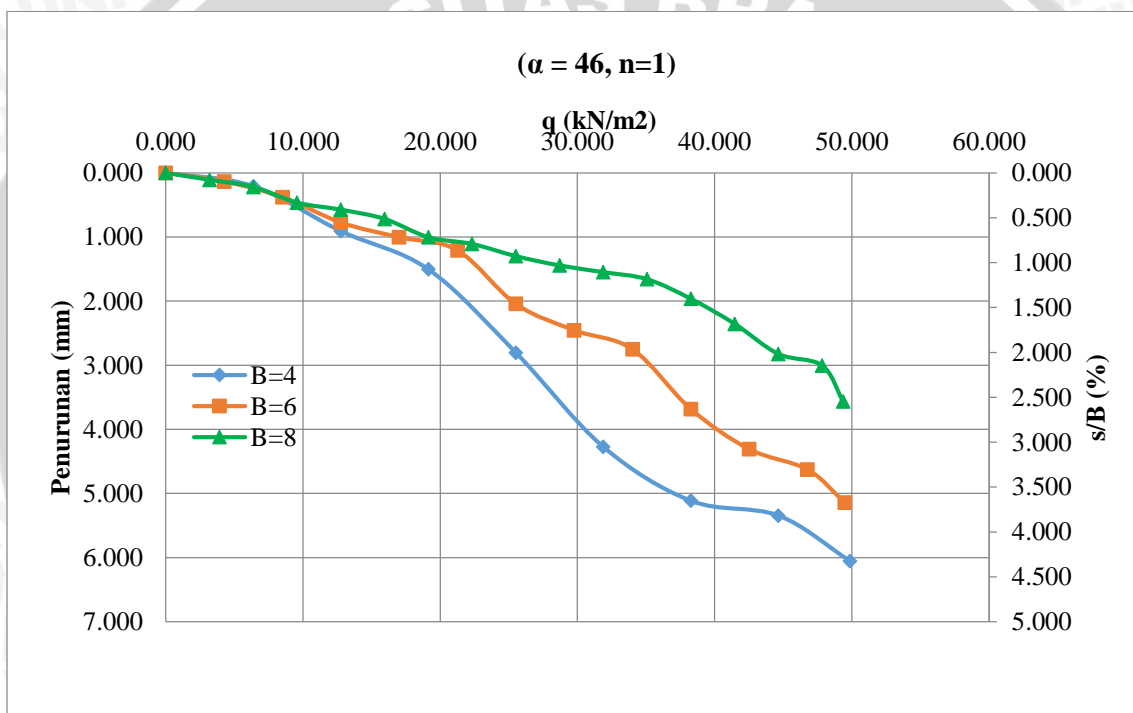
Gambar 4.9 Grafik hubungan qu dan s/B tanah pada lereng tanpa perkuatan dengan variasi lebar pondasi dengan rasio jarak pondasi ke tepi lereng (d/B) = 1 dan kemiringan sudut lereng (α) = 46°

4.5.2 Lereng dengan Perkuatan Geotekstil

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

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 terlihat pada **Gambar 4.10**.



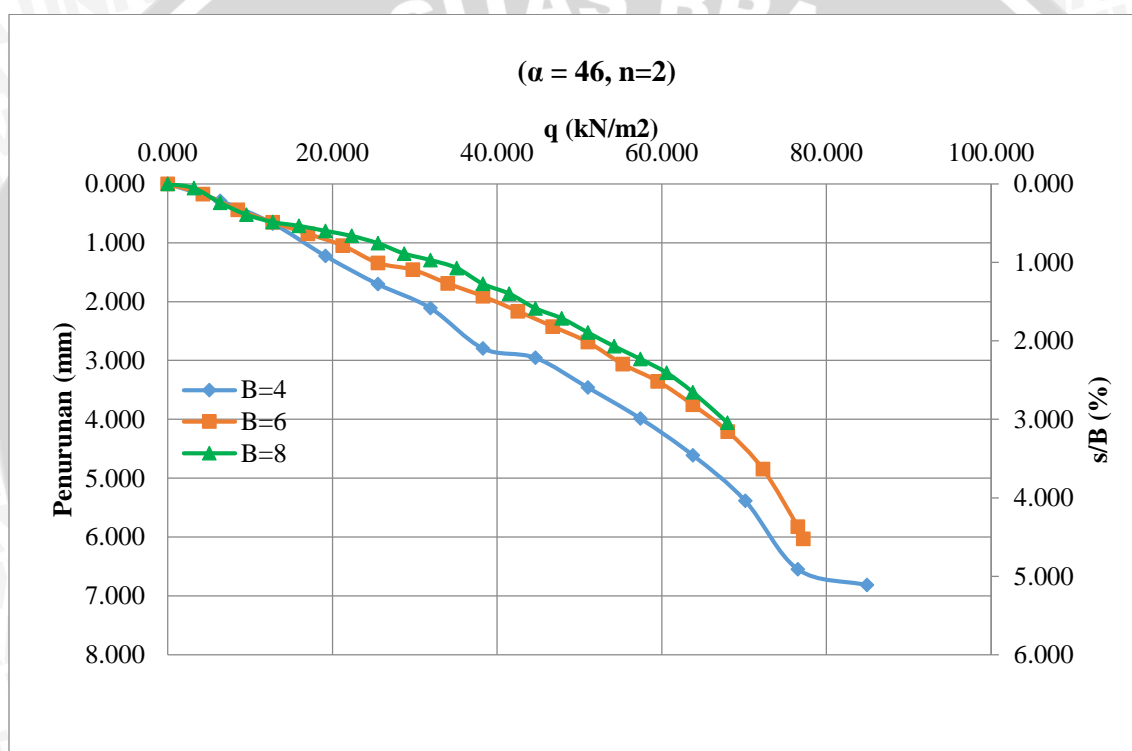
Gambar 4.10 Grafik hubungan q_u dan penurunan tanah pada lereng perkuatan dengan jumlah lapisan geotekstil (n)=1.

Pada pemodelan lereng dengan variasi lebar pondasi (B) yang diberikan jumlah lapis geotekstil sebanyak 1 lapis, penurunan tanah yang terjadi seiring dengan bertambahnya lebar pondasi, cenderung semakin kecil. Untuk lebar pondasi $B = 4$ cm penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 6,055 mm, untuk lebar pondasi $B = 6$ cm penurunan tanah yang terjadi 5,145 mm, untuk lebar pondasi $B = 8$ cm penurunan tanah yang terjadi 3,565 mm. **Gambar 4.10** tersebut menunjukkan bahwa dengan $d/B=1$ maka jarak dari tepi lereng ke pondasi ikut berubah seiring dengan variasi lebar pondasi. Oleh karena itu, grafik di atas menunjukkan pengaruh geotekstil terhadap daya

dukung. Pada lebar pondasi $B = 4$ cm dan jumlah lapis geotekstil $n = 1$, daya dukung yang terjadi adalah maksimum. Hal ini berarti pada pondasi 6 cm dan 8 cm, pengaruh geotekstil lebih kecil dibandingkan dengan pondasi 4 cm.

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 terlihat pada **Gambar 4.11**.



Gambar 4.11 Grafik hubungan q_u dan penurunan tanah pada lereng perkuatan dengan jumlah lapisan geotekstil (n) = 2.

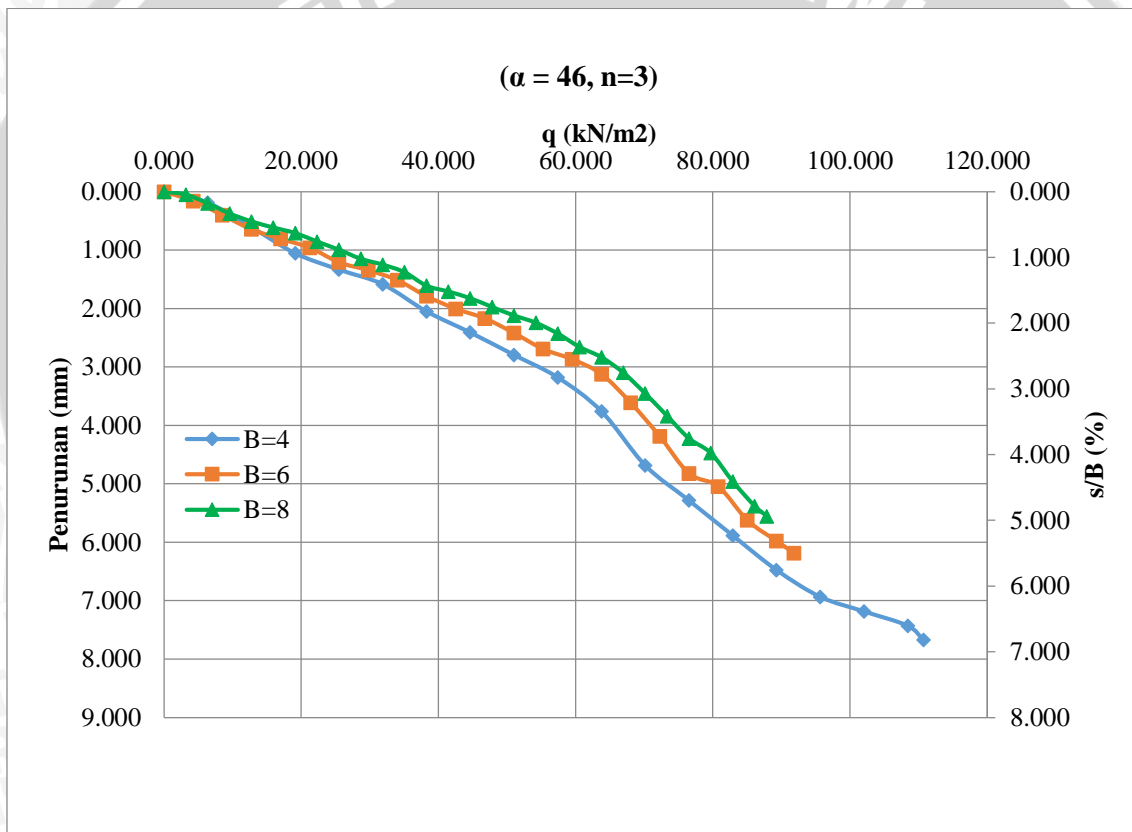
Pada pemodelan lereng dengan variasi lebar pondasi (B) yang sudah diberikan perkuatan geotekstil (n) sebanyak 2 lapis, penurunan tanah yang terjadi pada pondasi yang semakin lebar, cenderung semakin kecil. Untuk lebar pondasi $B = 4$ cm penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 6,815 mm, untuk lebar pondasi $B = 6$ cm penurunan tanah yang terjadi 6,030 mm, untuk lebar pondasi $B = 8$ cm penurunan tanah yang terjadi 4,060 mm.

Gambar 4.11 tersebut menunjukkan bahwa dengan $d/B=1$ maka jarak dari tepi lereng ke pondasi ikut berubah seiring dengan variasi lebar pondasi. Oleh karena

itu, grafik di atas menunjukkan pengaruh geotekstil terhadap daya dukung. Pada lebar pondasi $B = 4$ cm dan jumlah lapis geotekstil $n = 2$, daya dukung yang terjadi adalah maksimum. Hal ini berarti pada pondasi 6 cm dan 8 cm, pengaruh geotekstil lebih kecil dibandingkan dengan pondasi 4 cm.

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 terlihat pada **Gambar 4.12**.



Gambar 4.12 Grafik hubungan q_u dan penurunan tanah pada lereng perkuatan dengan jumlah lapisan geotekstil (n) = 3.

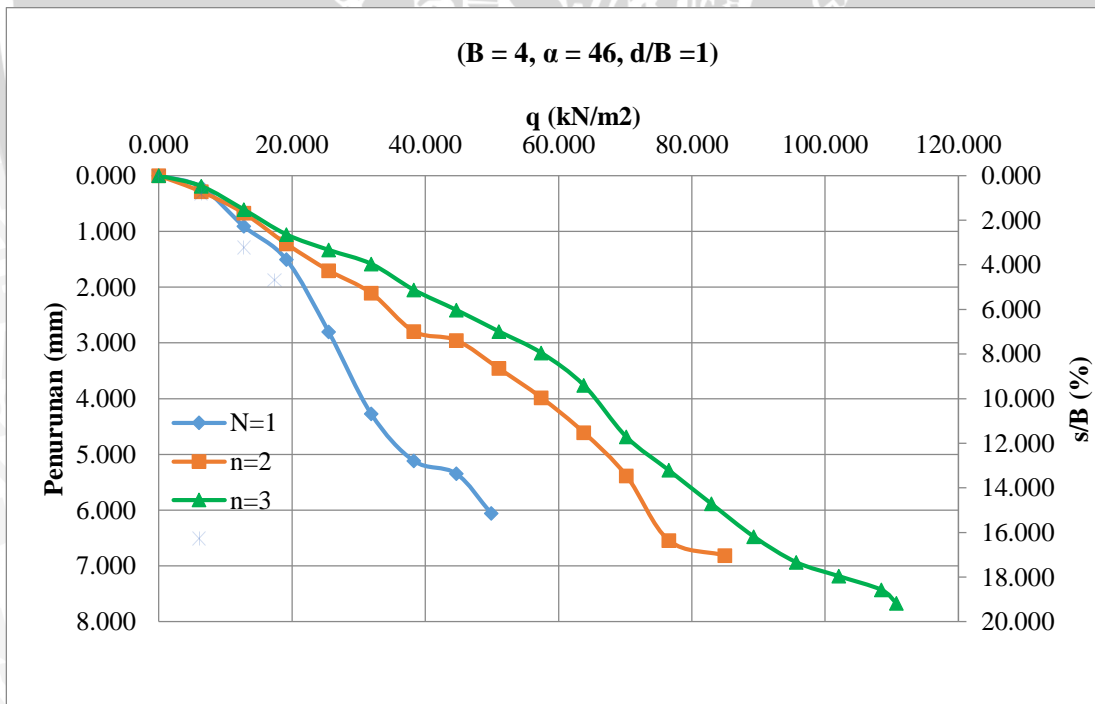
Pada pemodelan lereng dengan variasi lebar pondasi (B) yang sudah diberikan perkuatan geotekstil (n) sebanyak 3 lapis, penurunan tanah yang terjadi pada pondasi yang semakin lebar, cenderung semakin kecil. Untuk lebar pondasi $B = 4$ cm penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 7,670 mm, untuk lebar pondasi $B = 6$ cm penurunan tanah yang terjadi 6,185

mm, untuk lebar pondasi $B = 8$ cm penurunan tanah yang terjadi 5,555 mm. **Gambar 4.12** tersebut menunjukkan bahwa dengan $d/B=1$ maka jarak dari tepi lereng ke pondasi ikut berubah seiring dengan variasi lebar pondasi. Oleh karena itu, grafik di atas menunjukkan pengaruh geotekstil terhadap daya dukung. Pada lebar pondasi $B = 4$ cm dan jumlah lapis geotekstil $n = 3$, daya dukung yang terjadi adalah maksimum. Hal ini berarti pada pondasi 6 cm dan 8 cm, pengaruh geotekstil lebih kecil dibandingkan dengan pondasi 4 cm.

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

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 terlihat pada **Gambar 4.13**.

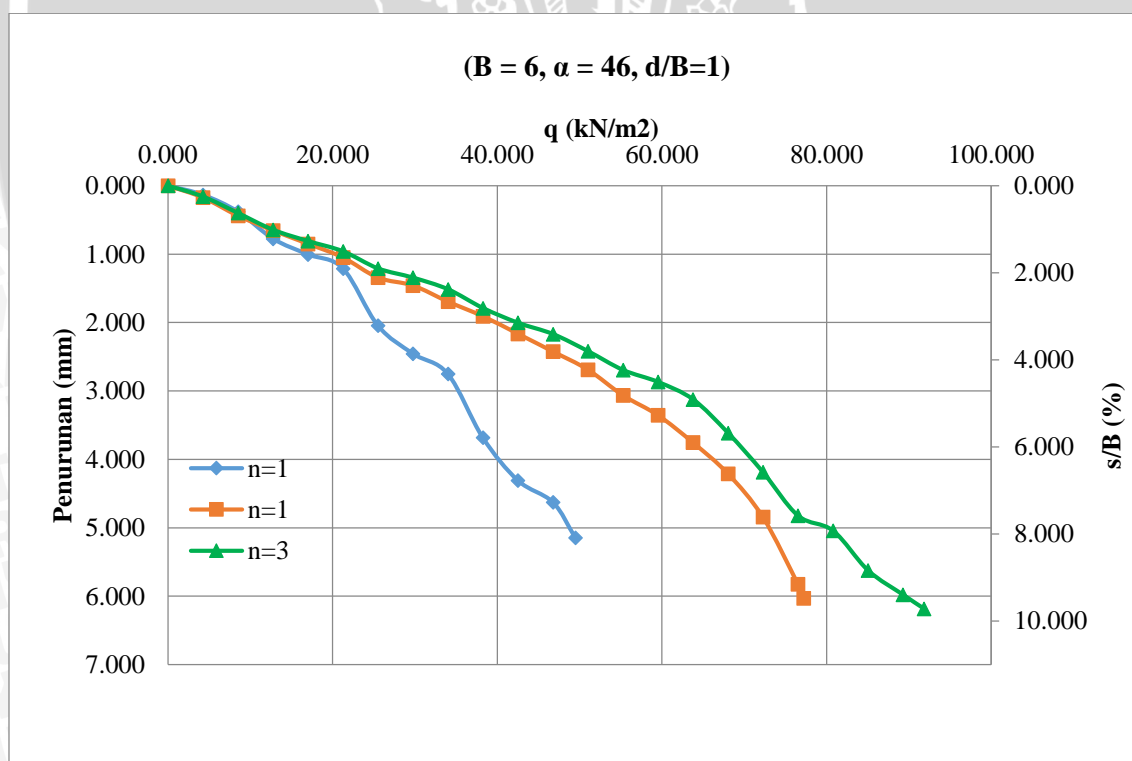


Gambar 4.13 Grafik hubungan q_u dan penurunan tanah pada lereng perkuatan dengan lebar pondasi 4 cm.

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 cenderung semakin besar. Untuk jumlah lapisan geotekstil (n) = 1 lapis penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 6,055 mm, untuk jumlah lapisan geotekstil (n) = 2 lapis penurunan tanah yang terjadi 6,815 mm, untuk jumlah lapisan geotekstil (n) = 3 lapis penurunan tanah yang terjadi 7,670 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 terlihat pada **Gambar 4.14**.



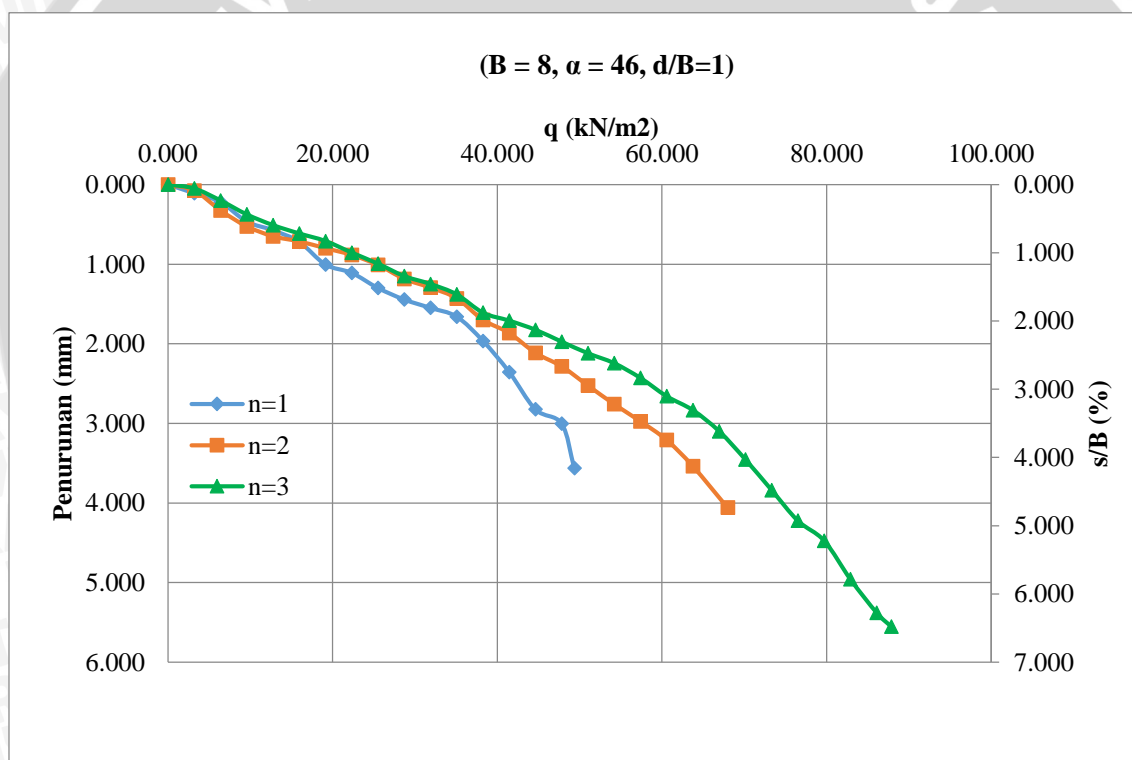
Gambar 4.14 Grafik hubungan q_u dan penurunan tanah pada lereng perkuatan dengan lebar pondasi 6 cm.

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 cenderung

semakin besar. Untuk jumlah lapisan geotekstil (n) = 1 lapis penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 5,145 mm, untuk jumlah lapisan geotekstil (n) = 2 lapis penurunan tanah yang terjadi 6,030 mm, untuk jumlah lapisan geotekstil (n) = 3 lapis penurunan tanah yang terjadi 6,185 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 terlihat pada **Gambar 4.15**.



Gambar 4.15 Grafik hubungan q_u dan penurunan tanah pada lereng perkuatan dengan lebar pondasi 8 cm.

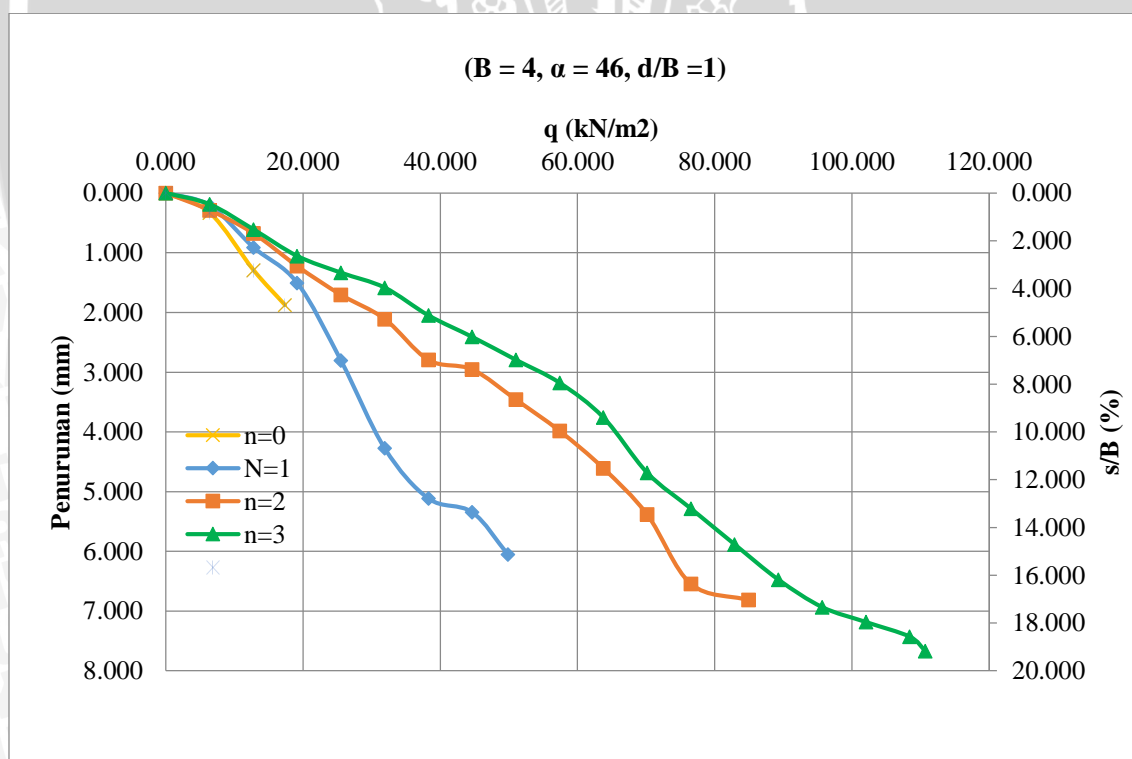
Pada pemodelan lereng menggunakan pondasi menerus selebar 8 cm dan telah diperkuat oleh lapisan geotekstil (n) dengan variasi yang berbeda yakni 1 lapis, 2 lapis dan 3 lapis, penurunan tanah yang terjadi pada pondasi cenderung semakin besar. Untuk jumlah lapisan geotekstil (n) = 1 lapis penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 3,565 mm, untuk jumlah lapisan

geotekstil (n) = 2 lapis penurunan tanah yang terjadi 4,060 mm, untuk jumlah lapisan geotekstil (n) = 3 lapis penurunan tanah yang terjadi 5,555 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.

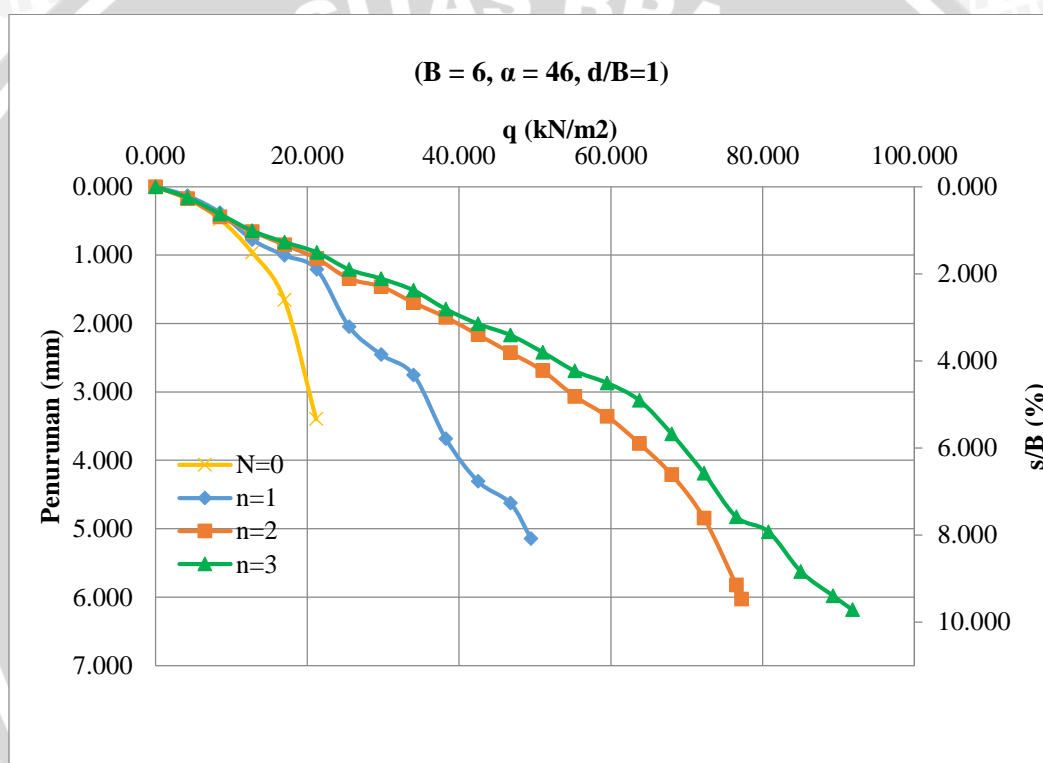
Pada lereng yang sudah diberikan perkuatan geotekstil, penurunan tanah yang terjadi pada pondasi cenderung semakin besar dibandingkan dengan lereng tanpa perkuatan. Penurunan yang terjadi berturut-turut dimulai dari lereng tanpa perkuatan sebesar 4,688 mm, diikuti dengan lereng yang telah diperkuat lapisan geotekstil. Untuk jumlah lapisan geotekstil (n) = 1, penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 6,055 mm. Untuk jumlah lapisan geotekstil (n) = 2, penurunan tanah yang terjadi 6,815 mm. Untuk jumlah lapisan geotekstil (n) = 3 lapis penurunan tanah yang terjadi 7,670 mm seperti yang terlihat pada **Gambar 4.16**.



Gambar 4.16 Grafik hubungan q_u dan penurunan tanah pada lereng 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 3,395 mm, diikuti dengan lereng yang telah diperkuat lapisan geotekstil. Untuk jumlah lapisan geotekstil (n) = 1, penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 5,145 mm. Untuk jumlah lapisan geotekstil (n) = 2, lapis penurunan tanah yang terjadi 6,030 mm. Untuk jumlah lapisan geotekstil (n) = 3, lapis penurunan tanah yang terjadi 6,185 mm, seperti yang terlihat pada **Gambar 4.17**.

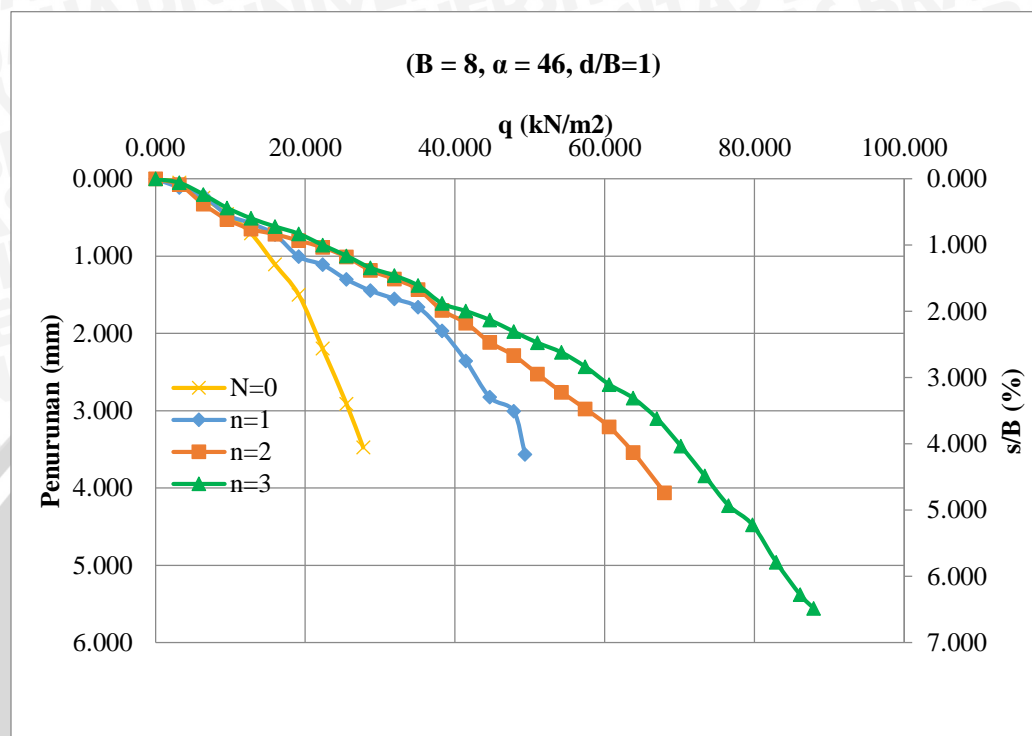


Gambar 4.17 Grafik hubungan q_u dan penurunan tanah pada lereng perkuatan dan tanpa perkuatan pada pondasi menerus dengan lebar pondasi 6 cm.

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 3,475 mm, diikuti dengan lereng yang telah diperkuat lapisan geotekstil. Untuk jumlah lapisan geotekstil (n) = 1, penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 3,565 mm. Untuk jumlah lapisan geotekstil (n) =

2, lapis penurunan tanah yang terjadi 4,060 mm. Untuk jumlah lapisan geotekstil (n) = 3 lapis penurunan tanah yang terjadi 5,555 mm, seperti yang terlihat pada **Gambar 4.18**.



Gambar 4.18 Grafik hubungan q_u dan penurunan tanah pada lereng perkuatan dan tanpa perkuatan pada pondasi menerus dengan lebar pondasi 8 cm.

4.7 Analisis *Bearing Capacity Improvement* (BCI_u) berdasarkan Daya Dukung Ultimit

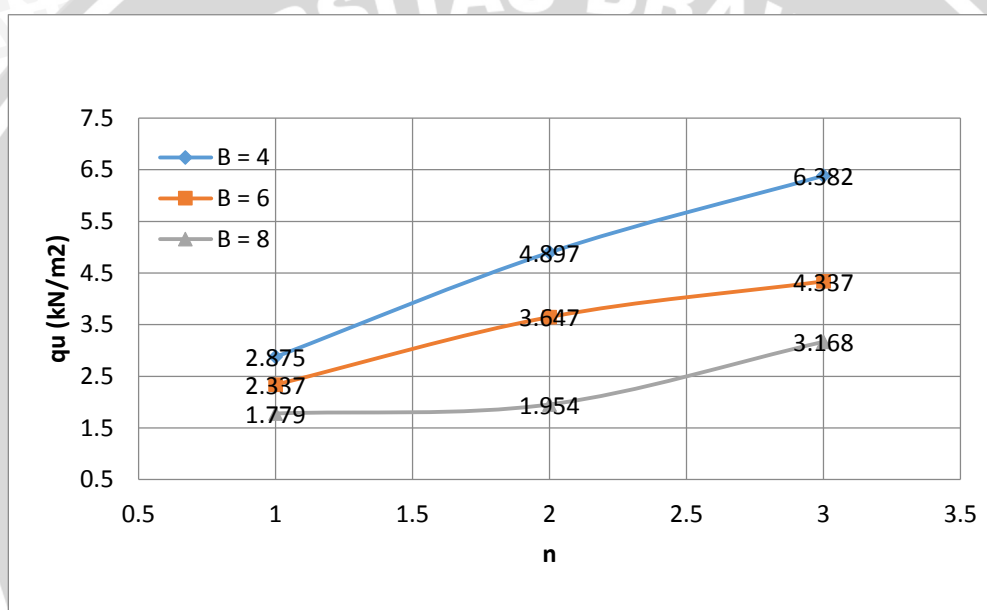
Analisis (BCI_u) adalah suatu analisis perbandingan antara beban runtuh maksimum saat diberi perkuatan geotekstil dengan beban runtuh maksimum tanpa perkuatan. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui nilai peningkatan daya dukung yang terjadi akibat adanya pemberian perkuatan geotekstil.

4.7.1 Perbandingan BCI_u pada Variasi Jumlah Lapisan Geotekstil terhadap Lebar Pondasi

Untuk melihat pengaruh dari panjang lapisan geotekstil pada BCI , maka dapat dilihat dari **Gambar 4.19**. Berdasarkan analisis beban maksimum yang dilakukan untuk setiap masing-masing variasi panjang lapisan geotekstil, maka didapatkan nilai *Bearing Capacity Improvement* (BCI_u) seperti pada **Tabel 4.15**.

Tabel 4.13 Nilai BCI_u untuk variasi jumlah perkuatan

Lebar Pondasi	n	q_u (kN/m ²)	q_u lereng tanpa perkuatan (kN/m ²)	BCI
4	1	49.872	17.347	2.875
	2	84.949	17.347	4.897
	3	110.714	17.347	6.382
6	1	49.490	21.173	2.337
	2	77.211	21.173	3.647
	3	91.837	21.173	4.337
8	1	49.362	27.742	1.779
	2	54.209	27.742	1.954
	3	87.883	27.742	3.168

**Gambar 4.19** Grafik perbandingan peningkatan BCI untuk variasi jumlah lapis geotekstil.

Berdasarkan tabel dan gambar di atas, dapat diketahui bahwa dengan bertambahnya jumlah lapis perkuatan maka daya dukung lereng juga meningkat. Adapun nilai (BCI_u) paling maksimum dalam penelitian ini diperoleh pada $B = 4$ cm dengan $n = 3$ yaitu sebesar 6,382.

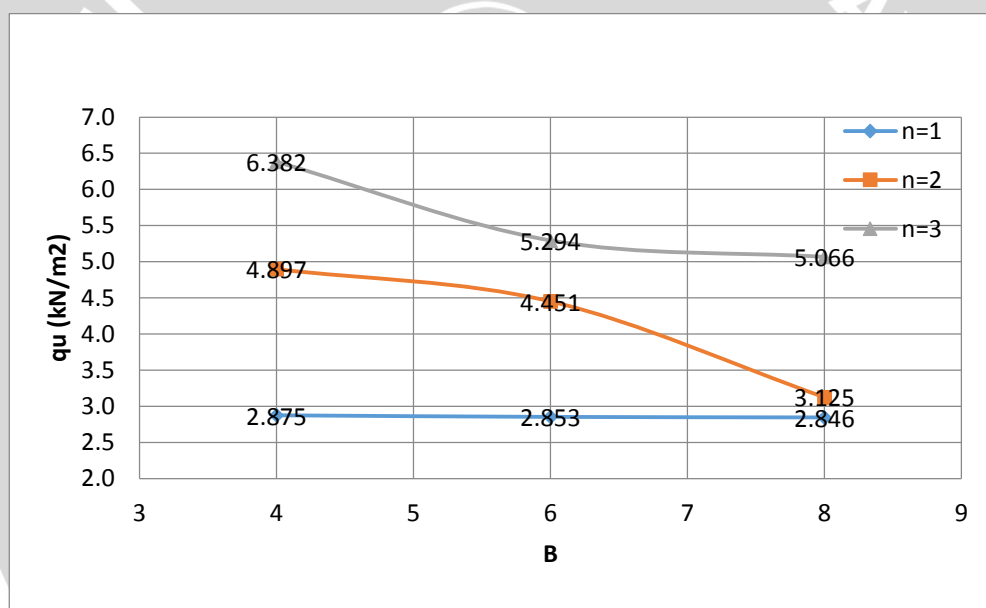
4.7.2 Perbandingan BCI_u pada Variasi Lebar Pondasi terhadap Jumlah Lapisan Geotekstil

Untuk melihat pengaruh dari lebar pondasi terhadap jumlah lapisan geotekstil pada BCI, terlihat pada **Gambar 4.20**. Berdasarkan analisis beban maksimum yang dilakukan untuk setiap masing-masing variasi lebar pondasi

terhadap jumlah lapis geotekstil, maka didapatkan nilai *Bearing Capacity Improvement* BCI_u seperti pada **Tabel 4.14**.

Tabel 4.14 Nilai BCI_u untuk variasi lebar pondasi

n	Lebar Pondasi	q_u (kN/m ²)	q_u lereng tanpa perkuatan (kN/m ²)	BCI
1	4	49.872	17.347	2.875
	6	49.490	21.173	2.853
	8	49.362	27.742	2.846
2	4	84.949	17.347	4.897
	6	77.211	21.173	4.451
	8	54.209	27.742	3.125
3	4	110.714	17.347	6.382
	6	91.837	21.173	5.294
	8	87.883	27.742	5.066



Gambar 4.20 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_u) paling maksimum dalam penelitian ini diperoleh saat $B = 4$ cm dan $n = 3$, yaitu sebesar 6,382.

4.8 Analisis *Bearing Capacity Improvement* (BCI) berdasarkan Penurunan (*Settlement*)/BCIs

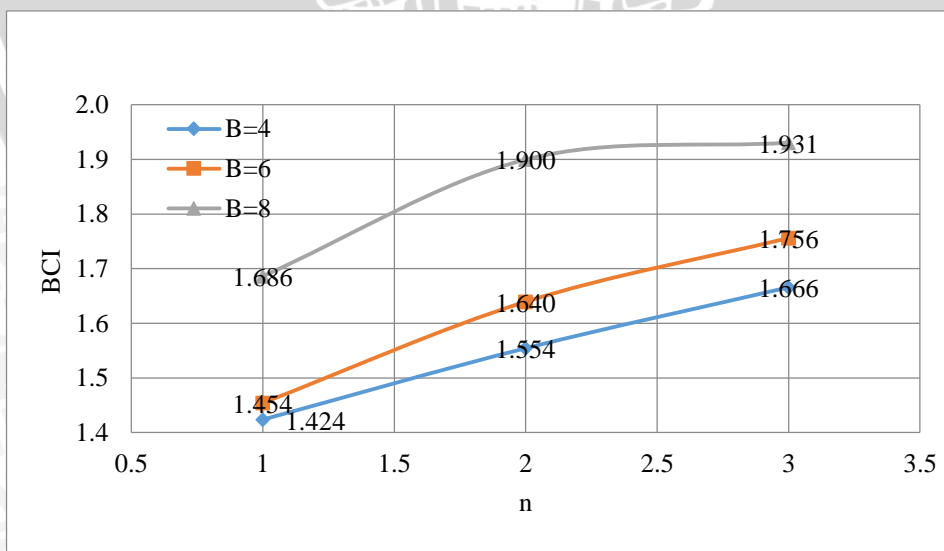
Analisis BCI_s adalah suatu analisis perbandingan antara beban runtuh saat penurunan yang sama antara daya dukung yang diberi perkuatan geotekstil dengan tanpa perkuatan. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui nilai peningkatan daya dukung yang terjadi pada penurunan yang sama akibat adanya perkuatan geotekstil.

4.8.1 Perbandingan BCI_s pada Variasi Jumlah Lapisan Geotekstil terhadap Lebar Pondasi

Hasil analisis nilai BCI_s untuk variasi jumlah lapisan saat penurunan yang sama yaitu saat mencapai nilai $s/B=2\%$ disajikan pada **Tabel 4.15** dan **Gambar 4.21**.

Tabel 4.15 Nilai BCI_s untuk variasi jumlah perkuatan lereng pada $s/B=2\%$

Lebar Pondasi	n	qu (kN/m ²)	qu lereng tanpa perkuatan (kN/m ²)	BCIs
4	1	13.269	9.320	1.424
	2	14.487	9.320	1.554
	3	15.526	9.320	1.666
6	1	21.041	14.468	1.454
	2	23.721	14.468	1.640
	3	25.408	14.468	1.756
8	1	33.356	19.782	1.686
	2	37.580	19.782	1.900
	3	38.192	19.782	1.931



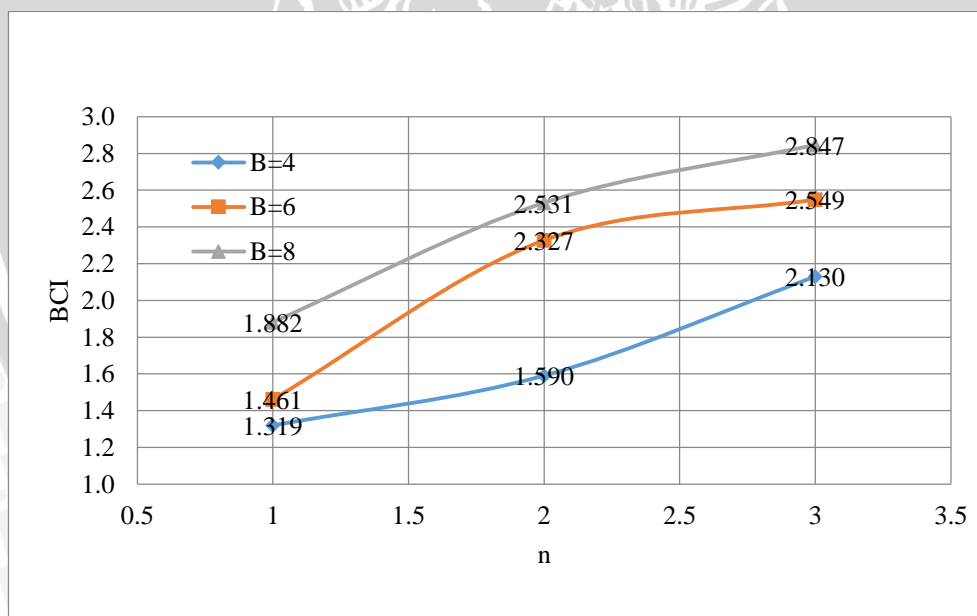
Gambar 4.21 Grafik perbandingan peningkatan BCI untuk variasi jumlah lapis perkuatan pada $s/B=2\%$

Berdasarkan tabel dan gambar di atas, terlihat bahwa nilai BCI_s paling maksimum dalam penelitian ini saat penurunan $s/B = 2\%$ diperoleh saat $B = 8$ dan $n = 3$ yaitu sebesar 1,931.

Sedangkan hasil analisis nilai BCI_s untuk variasi jumlah lapisan saat penurunan yang sama yaitu mencapai nilai penurunan $s/B = 4\%$, disajikan pada **Tabel 4.16** dan **Gambar 4.22**.

Tabel 4.16 Nilai BCI_s untuk variasi jumlah lapisan geotekstil pada $s/B=4\%$

Lebar Pondasi	n	q_u (kN/m ²)	q_u lereng tanpa perkuatan (kN/m ²)	BCI_s
4	1	19.950	15.122	1.319
	2	24.050	15.122	1.590
	3	32.205	15.122	2.130
6	1	29.109	19.924	1.461
	2	46.364	19.924	2.327
	3	50.777	19.924	2.549
8	1	44.942	23.884	1.882
	2	60.457	23.884	2.531
	3	67.988	23.884	2.847



Gambar 4.22 Grafik perbandingan peningkatan BCI untuk variasi jumlah perkuatan lereng pada $s/B = 4\%$

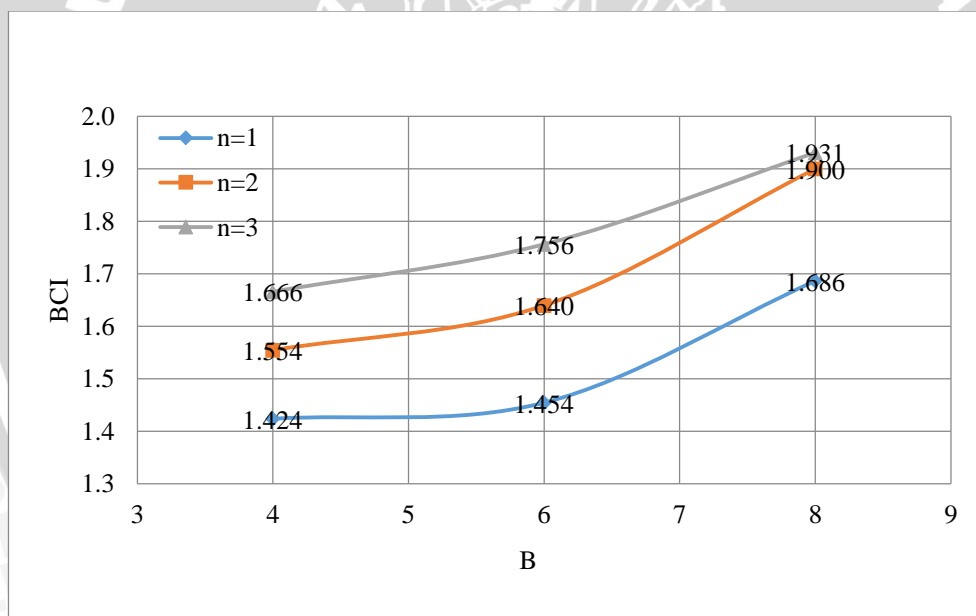
Berdasarkan tabel dan gambar di atas, dapat dilihat nilai BCI_s paling maksimum dalam penelitian ini saat penurunan $s/B = 4\%$ diperoleh saat pemasangan $B = 8$ cm dan $n = 3$ yaitu sebesar 2,847.

4.8.2 Perbandingan BCI_s pada Variasi Lebar Pondasi terhadap Jumlah Lapisan Geotekstil

Hasil analisis nilai BCI_s untuk variasi lebar pondasi saat penurunan yang sama yaitu $s/B = 2\%$ terlihat pada **Tabel 4.17** dan **Gambar 4.23**.

Tabel 4.17 Nilai BCI_s untuk variasi lebar pondasi pada $s/B=2\%$

n	Lebar Pondasi	qu (kN/m ²)	qu lereng tanpa perkuatan (kN/m ²)	BCI _s
1	4	13.269	9.320	1.424
	6	21.041	14.468	1.454
	8	33.356	19.782	1.686
2	4	14.487	9.320	1.554
	6	23.721	14.468	1.640
	8	37.580	19.782	1.900
3	4	15.526	9.320	1.666
	6	25.408	14.468	1.756
	8	38.192	19.782	1.931



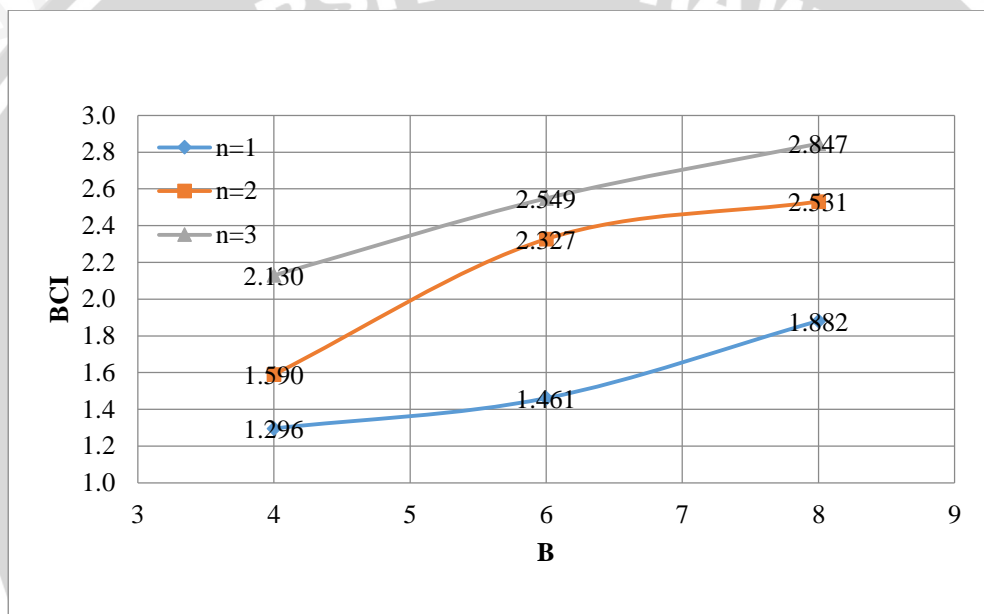
Gambar 4.23 Grafik perbandingan peningkatan BCI untuk variasi lebar pondasi pada $s/B=2\%$

Berdasarkan tabel dan gambar di atas, dapat dilihat nilai BCI_s paling maksimum dalam penelitian ini saat penurunan mencapai $s/B = 2\%$ diperoleh saat $B = 8$ cm dan $n = 3$, yaitu sebesar 1,931.

Hasil analisis nilai BCI_s untuk variasi lebar pondasi saat penurunan yang sama yaitu $s/B = 4\%$ terlihat pada **Tabel 4.18** dan **Gambar 4.24**.

Tabel 4.18 Nilai BCI_s untuk variasi lebar pondasi $s/B = 4\%$

n	Lebar Pondasi	qu (kN/m ²)	qu lereng tanpa perkuatan (kN/m ²)	BCI _s
1	4	19.600	15.122	1.296
	6	29.109	19.924	1.461
	8	44.942	23.884	1.882
2	4	24.050	15.122	1.590
	6	46.364	19.924	2.327
	8	60.457	23.884	2.531
3	4	32.205	15.122	2.130
	6	50.777	19.924	2.549
	8	67.988	23.884	2.847

**Gambar 4.24** Grafik perbandingan peningkatan BCI untuk variasi lebar pondasi pada $s/B = 4\%$

Berdasarkan tabel dan gambar di atas, dapat terlihat nilai BCI_s paling maksimum dalam penelitian ini saat penurunan mencapai $s/B = 4\%$ diperoleh saat $B = 8$ cm dan $n = 3$ yaitu sebesar 2,847.

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

Berdasarkan eksperimen yang telah dilakukan, pada pemodelan fisik lereng pasir R_c 74% dengan variabel tetap yaitu rasio jarak pondasi ke tepi lereng (d/B) = 1 dan $S_v = 3,2$ cm, variabel bebas yaitu lebar pondasi dan jumlah lapis 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 daya dukung pondasi semakin menurun. Sedangkan jika ditinjau dari penurunan (*settlement*) pada rasio s/B 2% dan 4% terjadi peningkatan daya dukung tiap kenaikan lebar pondasi. Nilai BCI paling maksimum dalam penelitian ini terjadi pada pondasi menerus dengan lebar 4 cm.

Jika dilihat pada variasi jumlah perkuatan, daya dukung mengalami tren kenaikan, dimana nilai maksimum BCI terjadi pada pemodelan lereng dengan jumlah perkuatan (n) sebanyak 3 lapis, hal tersebut dapat dilihat dari nilai BCIu yang dihasilkan yakni sebesar 6,382 yang merupakan nilai maksimum. Sedangkan jika ditinjau dari penurunan (*settlement*) yang sama di tiap rasio s/B 2% dan 4% juga terjadi peningkatan daya dukung. Untuk rasio n=1, n=2, n=3 memiliki *trendline* yang hampir sama untuk peningkatan daya dukung yang terjadi.

