

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Analisis Bahan

Pada penelitian ini bahan yang digunakan antara lain :

- a. Tanah pasir lepas dengan tingkat keseragaman buruk.
- b. Pondasi menerus dengan lebar pondasi (B) sebesar 8 cm dan dengan panjang 98 cm. Bahan yang digunakan sebagai pondasi adalah baja sebagai lapisan luar pondasi dan bagian di dalamnya diisi dengan kayu yang bertujuan 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*.

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

Ver. September 2005

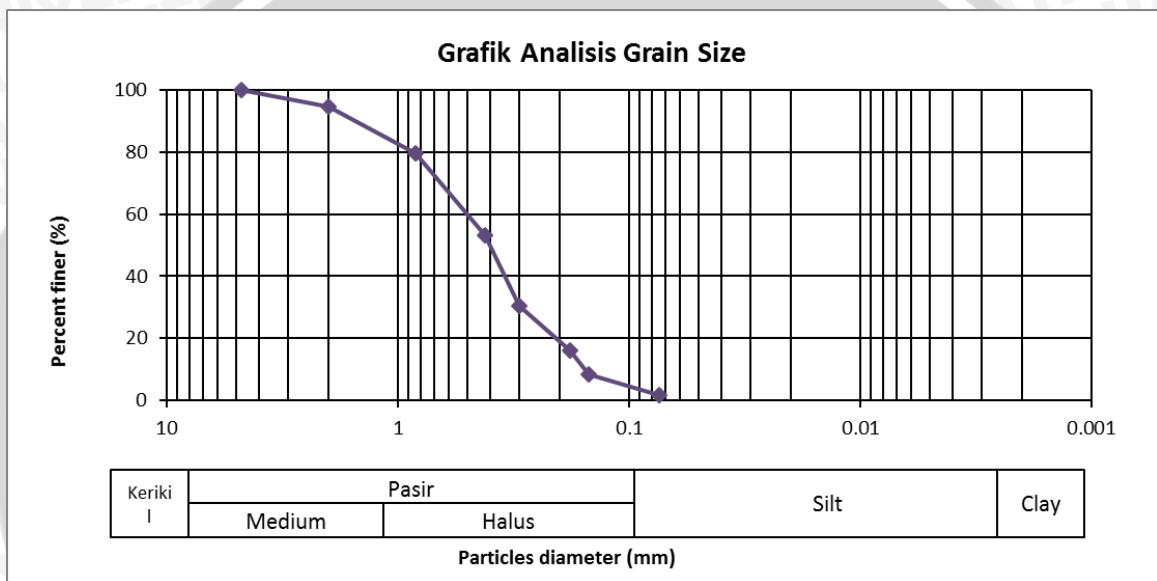
The information set forth in this brochure reflects our best knowledge at the time of issue. The brochure is subject to change pursuant to new developments and findings, and a similar reservation applies to the properties of the products described. We undertake no liability for results obtained by usage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

(Sumber : PT. Geo Green Envirotama)



4.1.1 Analisis Gradasi Butiran Tanah

Analisis gradasi butiran tanah dilakukan sebelum melakukan pengujian pada lereng menggunakan pasir atau merupakan pengujian dasar pendahuluan untuk menganalisis pasir yang akan digunakan selanjutnya untuk penelitian ini. 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 4.1 di bawah ini.



Gambar 4.1 Grafik pembagian butiran ukuran tanah

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, 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 (4.1) berikut ini.

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

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

$D_{30} = 0,31$

$D_{10} = 0,17$

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

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

$$Cu = 1,652 < 6$$

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

4.1.2 Analisis Berat Jenis (*Specific Gravity*)

Analisis berat jenis (*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 berikut.

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

dengan,

G_s = berat jenis tanah

G_t = berat jenis air

W_s = berat tanah kering

W_1 = berat labu ukur + air + tanah

W_2 = berat labu ukur + air

Dari hasil pengujian berat jenis yang dilakukan didapatkan nilai berat jenis (*Specific Gravity*) sebesar 2,839 seperti yang disajikan dalam tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Berat Jenis Tanah Rata-Rata.

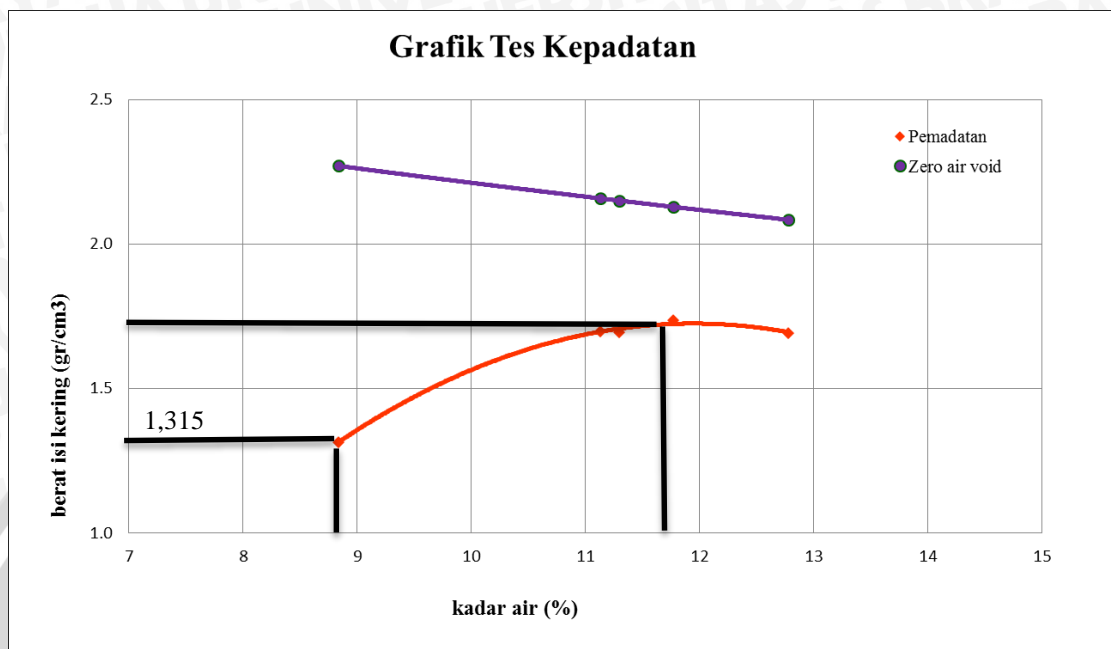
Labu ukur	A	B
Berat jenis	2,846	2,832
Berat jenis rata-rata	2,839	

4.1.3 Analisis Pemeriksaan Kepadatan Tanah (*Compaction*)

4.1.3.1 Kepadatan Tanah Standar di Laboratorium (*proctor test*)

Pengujian kepadatan standar (*compaction*) yang dilakukan menggunakan proktor atau biasa disebut *proctor test* bertujuan untuk menentukan hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah dengan memadatkan tanah di dalam mould yang berdiameter 15,5 cm dengan menggunakan *proktor* standar dengan berat 2,5 kg. Tinggi jatuh untuk pemadatan standar adalah sebesar 45,7 cm (18 inch). Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan

didapatkan nilai berat isi kering (γ_{lab}) sebesar $1,66 \text{ gr/cm}^3$ dengan kadar air optimum sebesar 12,8%. Grafik hasil pengujian tersebut disajikan dalam Gambar 4.2 berikut.



Gambar 4.2 Grafik pemadatan standar

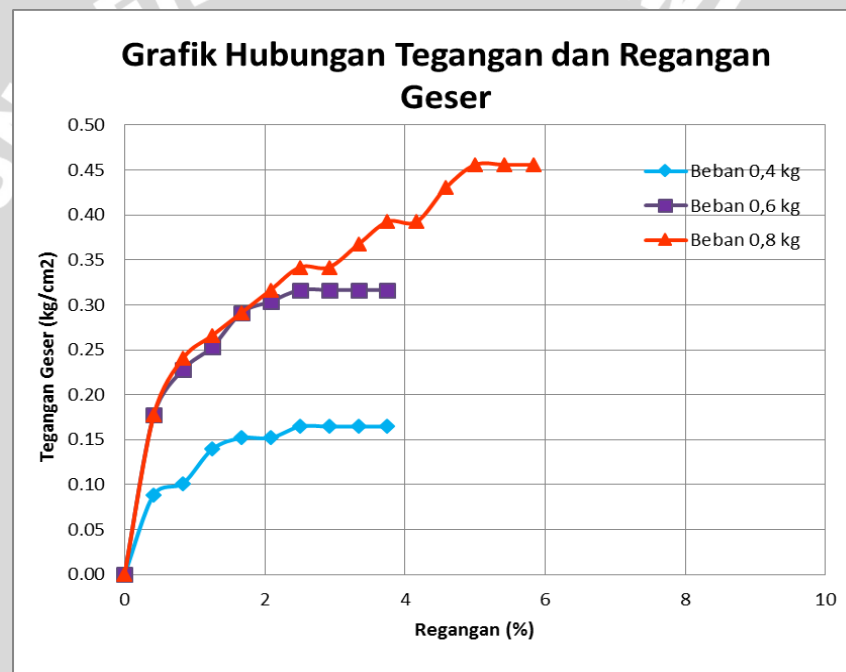
4.1.3.2 Kepadatan Tanah Model

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

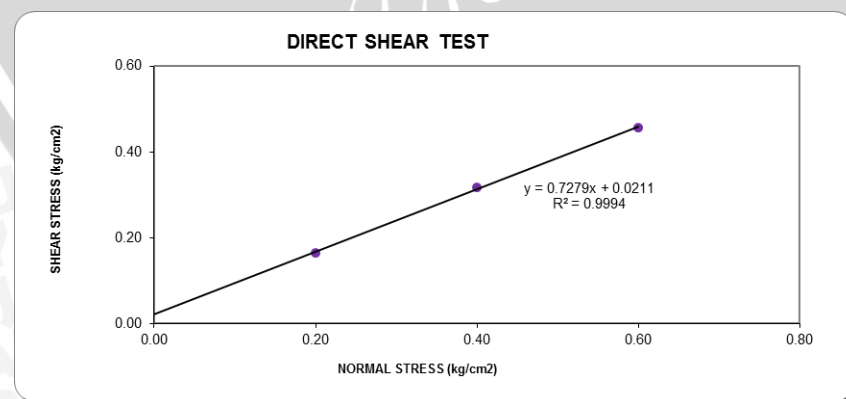
Dalam penelitian ini, istilah istilah yang digunakan adalah kepadatan tanah model karena pada saat percobaan dalam model sangat sulit didapatkan kepadatan maksimum seperti yang telah didapatkan pada percobaan di laboratorium. Untuk menentukan berat isi kering pada model, digunakan sand cone yang menghasilkan 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 (RC). Berat isi kering (γ_{lap}) yang dipakai dalam penelitian ini adalah $1,315 \text{ gr/cm}^3$ untuk kepadatan relatif sebesar 74%.

4.1.4. Analisis Pengujian 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 tegangan 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 4.3.



(a)



(b)

Gambar 4.3 (a) Grafik Hubungan antara Tegangan Geser dan Regangan Geser
(b) Grafik Hubungan antara Tegangan Geser dan Tegangan Normal

4.2 Pengujian Model Test

Pada penelitian ini digunakan *box* berukuran 150 cm x 100 cm x 100 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 lapisannya 10 cm dalam keadaan sudah dipadatkan. Dan untuk setiap lapisan dipadatkan dengan cara menggelindingkan beton silinder dengan menggunakan kontrol volume di tiap lapisannya sebesar 120,54 kg di setiap lapisannya. Pemeriksaan kepadatan dan kadar air dilakukan di setiap lapisan menggunakan *density ring*.

Setelah tanah mencapai 7 lapisan, kemudian tanah didiamkan selama ± 30 menit untuk memberikan kesempatan untuk melakukan pergeseran rongga-rongga yang masih dapat diisi. Selanjutnya lereng dibuat sesuai kemiringan sudut yang akan diuji yaitu $46^{\circ}, 51^{\circ}, 56^{\circ}$. Setelah lereng dibentuk, pondasi diletakkan sesuai dengan jarak yang ditentukan, yaitu dengan rasio $d/B=2$. Setelah itu alat ukur penurunan dan pembebanan dipasang pada titik yang telah ditentukan. Setelah semua persiapan sudah dilakukan dan lereng sudah siap diuji, beban diberikan setiap kelipatan 25 kg sampai lereng mengalami keruntuhan dan tidak mampu menahan beban yang diberikan.

4.3 Hasil Pengujian Model Test

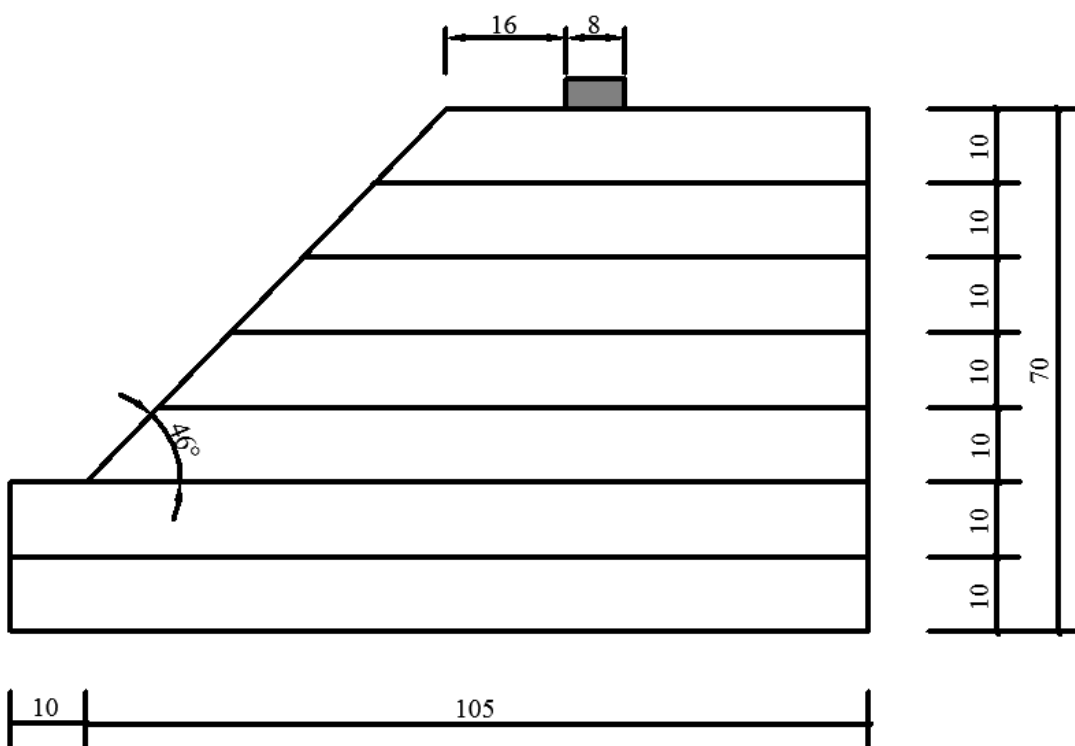
4.3.1 Lereng Tanpa Perkuatan

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

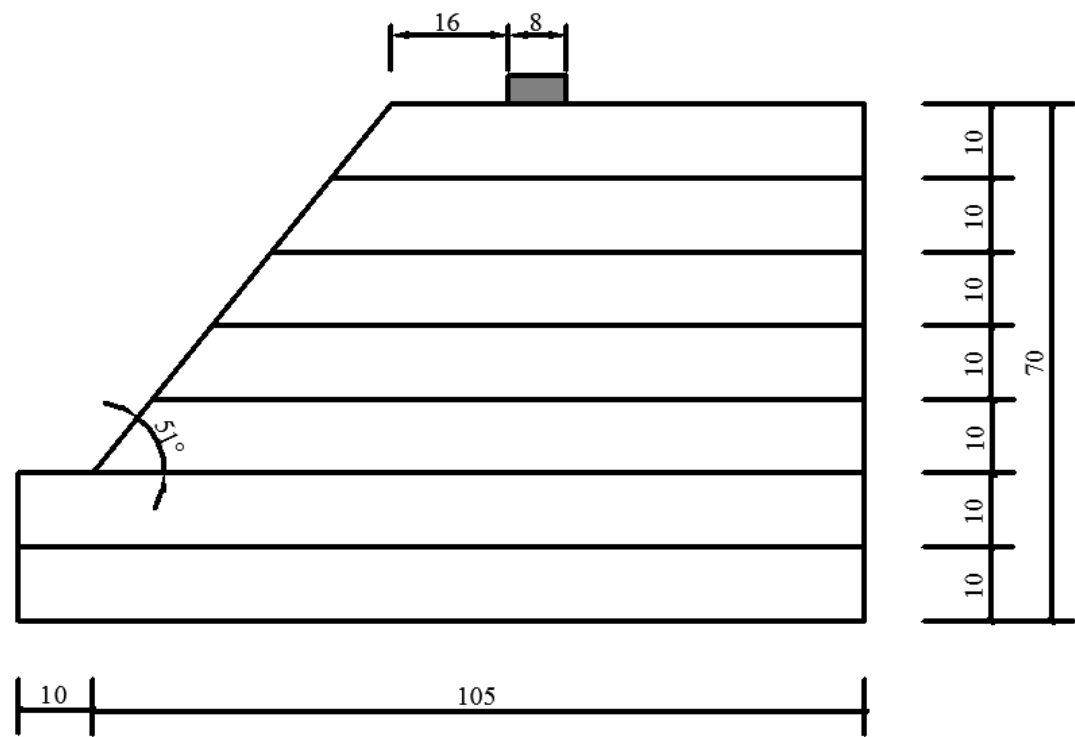
Tabel 4.2 Matriks lereng tanpa perkuatan.

RC 74% Lebar Pondasi (B) = 8 cm Jumlah Lapisan (n) = 0	$d/B = 2$
$\beta = 46^{\circ}$	√
$\beta = 51^{\circ}$	√
$\beta = 56^{\circ}$	√

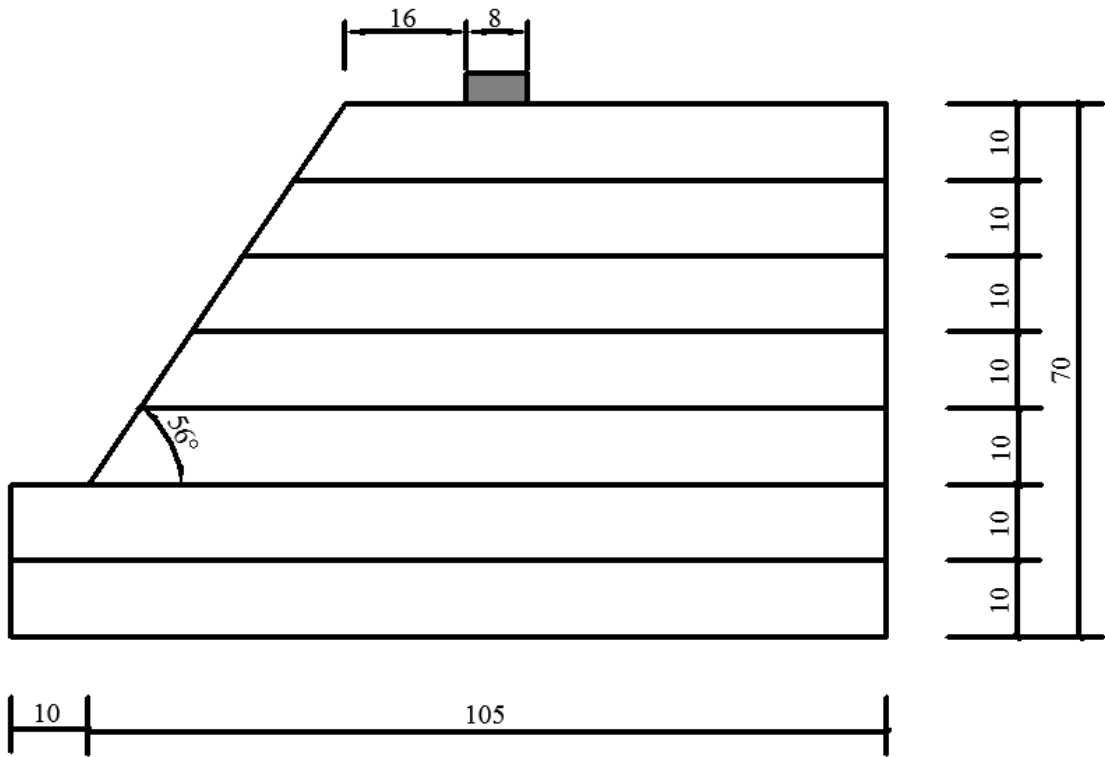
Pemodelan lereng tanpa perkuatan ditunjukkan pada Gambar 4.4 .



(a)



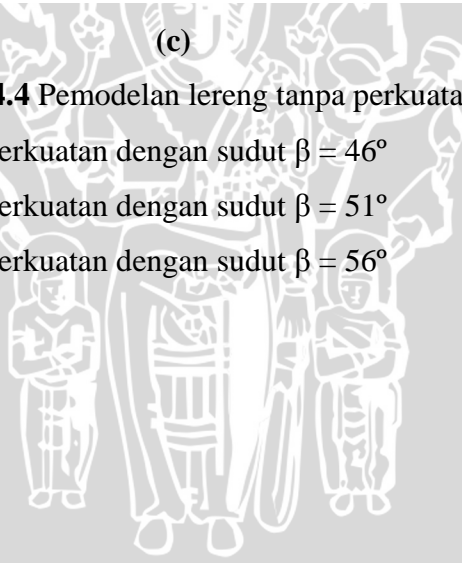
(b)



(c)

Gambar 4.4 Pemodelan lereng tanpa perkuatan

- a) Tanpa perkuatan dengan sudut $\beta = 46^\circ$
- b) Tanpa perkuatan dengan sudut $\beta = 51^\circ$
- c) Tanpa perkuatan dengan sudut $\beta = 56^\circ$



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.

a. Kemiringan 46°

No.	d (cm)	Berat Isi Kering (gr/cm ³)	Kadar Air (%)
1		1.33	9.07
2		1.32	8.62
3		1.32	8.64
4	16	1.33	8.56
5		1.32	8.86
6		1.32	9.13
7		1.32	8.90
Rata-rata		1.32	8.83

b. Kemiringan 51°

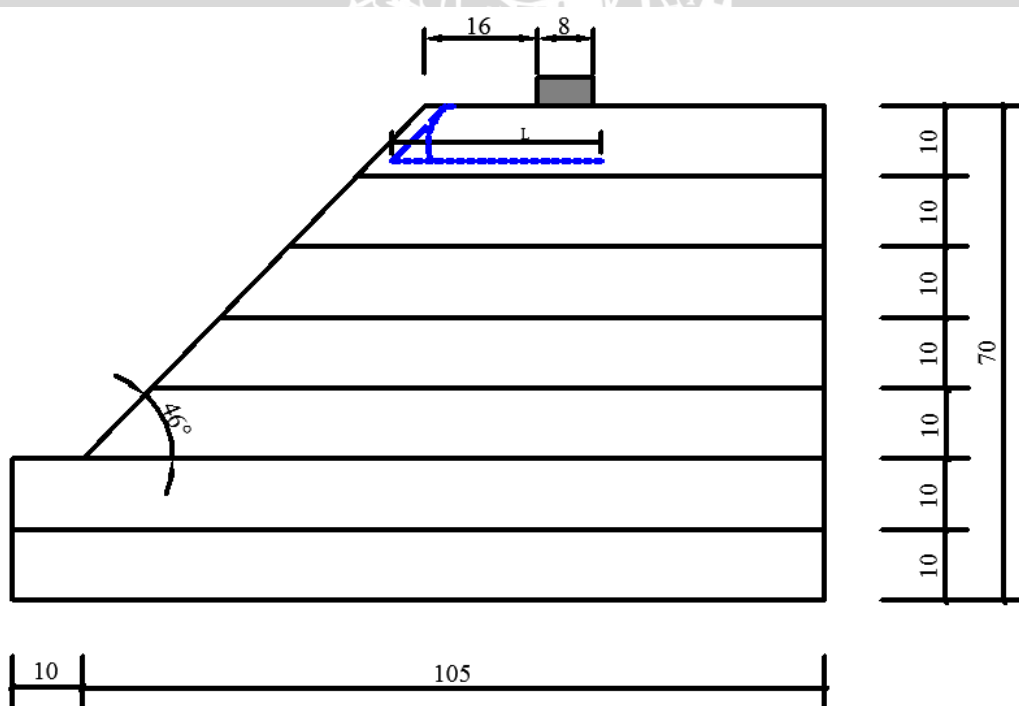
No.	d (cm)	Berat Isi Kering (gr/cm ³)	Kadar Air (%)
1		1.32	8.88
2		1.30	8.75
3		1.29	8.83
4	16	1.33	8.36
5		1.33	8.37
6		1.33	8.61
7		1.34	6.80
Rata-rata		1.32	8.37

c. Kemiringan 56°

No.	d (cm)	Berat Isi Kering (gr/cm ³)	Kadar Air (%)
1		1.33	9.03
2		1.30	9.00
3		1.30	8.51
4	16	1.31	9.16
5		1.31	8.71
6		1.30	9.00
7		1.32	8.88
Rata-rata		1.31	8.90

4.3.2 Lereng dengan Perkuatan Geotekstil

Pengujian lereng dengan perkuatan ini dilakukan sebanyak 9 kali pengujian pembebanan sesuai dengan matriks yang ada, seperti pada Tabel 3.1. Pemodelan tanah lereng dibuat sesuai dengan variasi kemiringan lereng yang digunakan (β) yaitu 46° ; 51° ; 56° dengan variasi jumlah lapisan geotekstil yaitu $n=1$, $n=2$, dan $n=3$. Variabel terikat yang digunakan pada penelitian kali ini yaitu lebar pondasi (B) sebesar 8 cm dan jarak pondasi ke tepi lereng yaitu dua kali lebar pondasi ($d/B=2$) sebesar 16 cm. Salah satu contoh pemodelan lereng dengan variasi $\beta = 46^{\circ}$ dan $n=1$ ditunjukkan pada Gambar 4.5 berikut.



Gambar 4.5 Pemodelan lereng dengan $S_v/H = 0,064$

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.	d (cm)	Variabel	Berat Isi Kering (gr/cm ³)	Kadar Air (%)
1		$\beta = 46^\circ, n = 1$	1.33	8.87
2		$\beta = 46^\circ, n = 2$	1.32	8.79
3		$\beta = 46^\circ, n = 3$	1.30	8.64
4		$\beta = 51^\circ, n = 1$	1.30	8.83
5	16	$\beta = 51^\circ, n = 2$	1.30	8.83
6		$\beta = 51^\circ, n = 3$	1.31	8.90
7		$\beta = 56^\circ, n = 1$	1.30	8.86
8		$\beta = 56^\circ, n = 2$	1.30	8.86
9		$\beta = 56^\circ, n = 3$	1.30	8.30

4.4 Analisis Daya Dukung Tanah Pasir Rc 74%

4.4.1 Lereng Tanpa Perkuatan

4.4.1.1 Metode Analitik

Adapun cara untuk mencari atau menghitung daya dukung tanah tanpa perkuatan dengan menggunakan perhitungan teori. Dalam hal ini digunakan Metode Gemperline/Mayerhof dan Metode Hansen sebagai pendekatan untuk mendapatkan nilai daya dukung sebagai perkiraan dasar untuk penelitian. Nilai daya dukung yang diperoleh dari kedua metode tersebut disajikan dalam Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Nilai daya dukung berdasarkan analitik untuk lereng tanpa perkuatan.
-Kemiringan 46°

Kemiringan Lereng	Metode	qu (kN/m ²)
46°	Eksperimen	28.699
	Gemperline/Mayerhof	18.139
	Hansen	12.691

-Kemiringan 51°

Kemiringan Lereng	Metode	qu (kN/m ²)
51°	Eksperimen	27.232
	Gemperline/Mayerhof	16.319
	Hansen	12.672

-Kemiringan 56°

Kemiringan Lereng	Metode	qu (kN/m ²)
56°	Eksperimen	24.617
	Gemperline/Mayerhof	14.006
	Hansen	12.653

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 berikut ini serta perbandingan antara nilai daya dukung pada tanah lereng tanpa perkuatan (Rc 74%) berdasarkan metode analitik dan eksperimen disajikan dalam Gambar 4.6.

Tabel 4.6 Nilai daya dukung berdasarkan eksperimen untuk lereng tanpa perkuatan.

-Kemiringan 46°

Beban (kg)	Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (Kg/cm ²)	qu (kN/m ²)
225	4.865	6.081	0.287	28.699

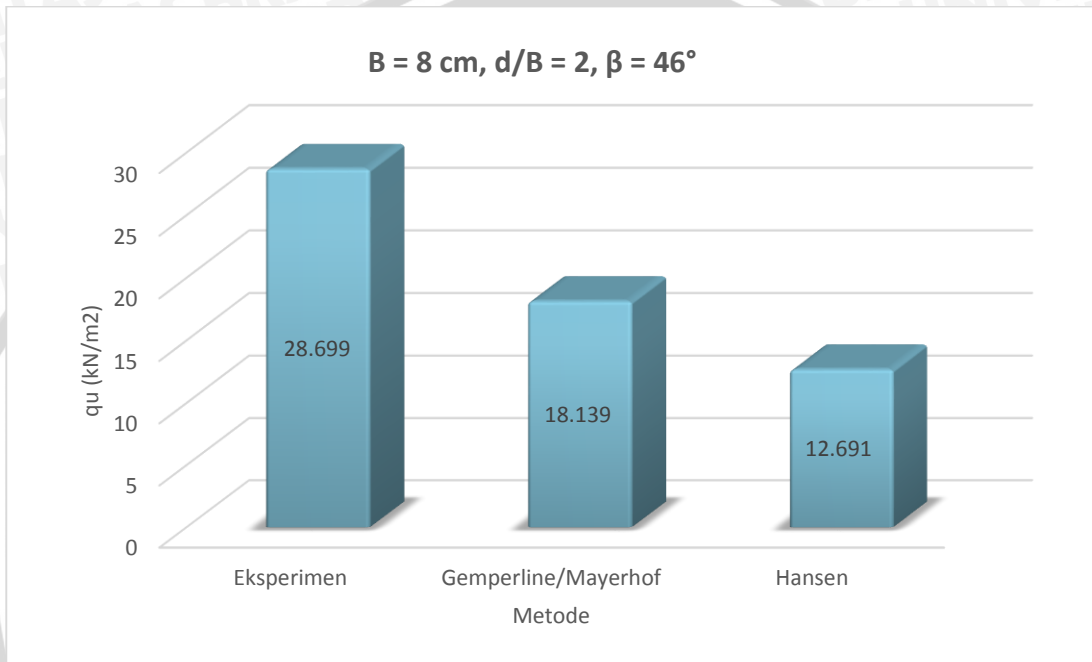
-Kemiringan 51°

Beban (kg)	Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (Kg/cm ²)	qu (kN/m ²)
213.5	4.260	5.325	0.272	27.232

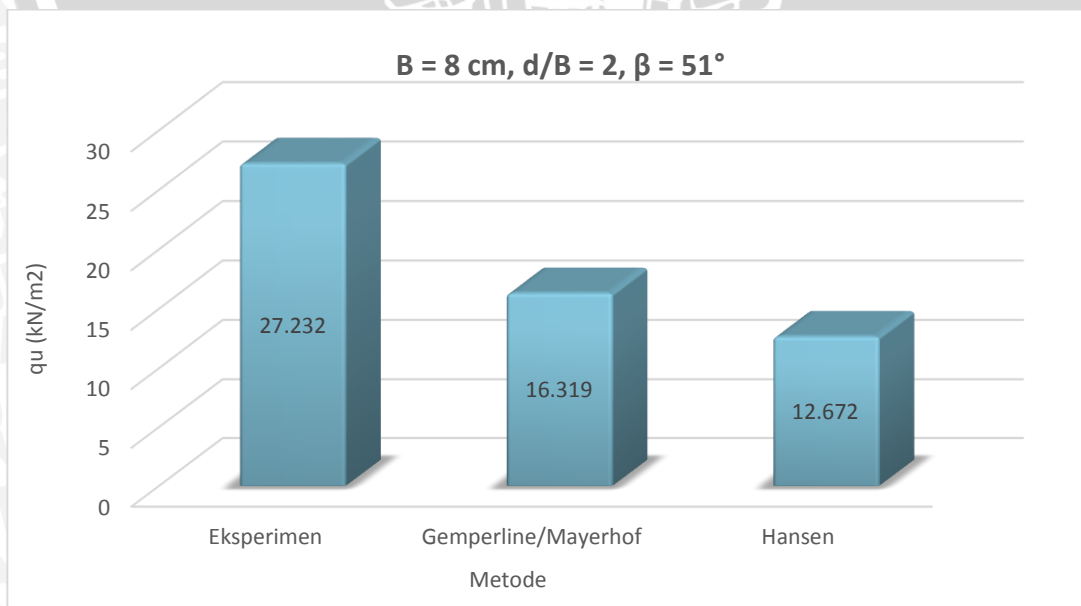
-Kemiringan 56°

Beban (kg)	Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (Kg/cm ²)	qu (kN/m ²)
193	3.125	3.906	0.246	24.617

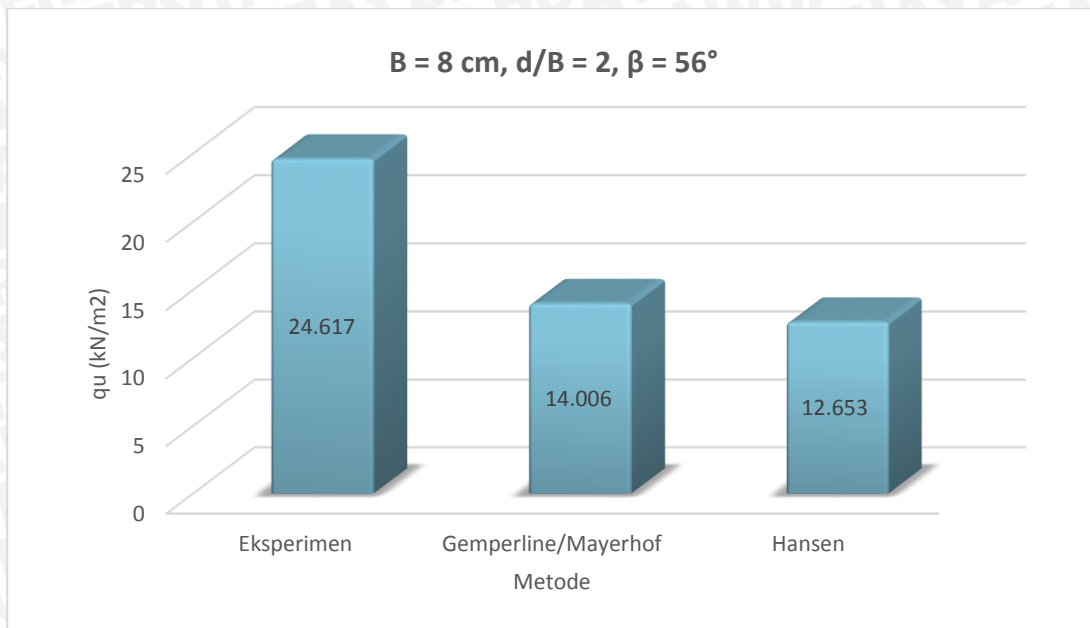
Perbandingan hasil analitik menggunakan 2 metode perhitungan teori dengan hasil penelitian ditunjukkan pada Gambar 4.6 berikut.



(a)



(b)



(c)
Gambar 4.6 Perbandingan antara nilai daya dukung pada tanah lereng tanpa perkuatan (R_c 74%) berdasarkan metode analitik dan eksperimen.



4.4.2 Lereng dengan Perkuatan Geotekstil

Pada penelitian pemodelan lereng dengan menggunakan perkuatan geotekstil yang dilakukan, terdapat sembilan variabel yang diuji. Untuk pengujian yang dilakukan pada lereng dengan perkuatan geotekstil dengan variasi kemiringan dan jumlah lapisan geotekstil didapatkan nilai daya dukung sebagai berikut.

1. Kemiringan lereng (β) = 46° dengan variasi jumlah lapisan geotekstil (n).

Tabel 4.7 Nilai daya dukung berdasarkan eksperimen untuk lereng perkuatan dengan (β) = 46° dengan variasi jumlah lapisan geotekstil (n).

Sudut Kemiringan Lereng	n	Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (kg/cm ²)	qu (kN/m ²)
46	1	4.080	5.100	0.633	63.265
	2	3.622	4.527	0.727	72.704
	3	5.420	6.775	0.981	98.087

2. Kemiringan lereng (β) = 51° dengan variasi jumlah lapisan geotekstil (n).

Tabel 4.8 Nilai daya dukung berdasarkan eksperimen untuk lereng perkuatan dengan (β) = 51° dengan variasi jumlah lapisan geotekstil (n).

Sudut Kemiringan Lereng	n	Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (kg/cm ²)	qu (kN/m ²)
51	1	5.983	7.479	0.499	49.872
	2	5.987	7.483	0.656	65.561
	3	7.059	8.824	0.895	89.541

3. Kemiringan lereng (β) = 56° dengan variasi jumlah lapisan geotekstil (n).

Tabel 4.9 Nilai daya dukung berdasarkan eksperimen untuk lereng perkuatan dengan (β) = 56° dengan variasi jumlah lapisan geotekstil (n).

Sudut Kemiringan Lereng	n	Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (kg/cm ²)	qu (kN/m ²)
56	1	6.945	8.681	0.434	43.367
	2	5.672	7.090	0.555	55.485
	3	7.980	9.975	0.806	80.612

4. Jumlah lapisan geotekstil (n) = 1 dengan variasi kemiringan lereng (β).

Tabel 4.10 Nilai daya dukung berdasarkan eksperimen untuk lereng perkuatan dengan (n) = 1 dengan variasi kemiringan lereng (β).

n	Sudut Kemiringan Lereng	Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (kg/cm ²)	qu (kN/m ²)
1	46	4.080	5.100	0.633	63.265
	51	5.983	7.479	0.499	49.872
	56	6.945	8.681	0.434	43.367

5. Jumlah lapisan geotekstil (n) = 2 dengan variasi kemiringan lereng (β).

Tabel 4.11 Nilai daya dukung berdasarkan eksperimen untuk lereng perkuatan dengan (n) = 2 dengan variasi kemiringan lereng (β).

n	Sudut Kemiringan Lereng	Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (kg/cm ²)	qu (kN/m ²)
2	46	3.622	4.527	0.727	72.704
	51	5.987	7.483	0.656	65.561
	56	5.672	7.090	0.555	55.485

6. Jumlah lapisan geotekstil (n) = 3 dengan variasi kemiringan lereng (β).

Tabel 4.12 Nilai daya dukung berdasarkan eksperimen untuk lereng perkuatan dengan (n) = 3 dengan variasi kemiringan lereng (β).

n	Sudut Kemiringan Lereng	Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (kg/cm ²)	qu (kN/m ²)
3	46	5.420	6.775	0.981	98.087
	51	7.059	8.824	0.895	89.541
	56	7.980	9.975	0.806	80.612

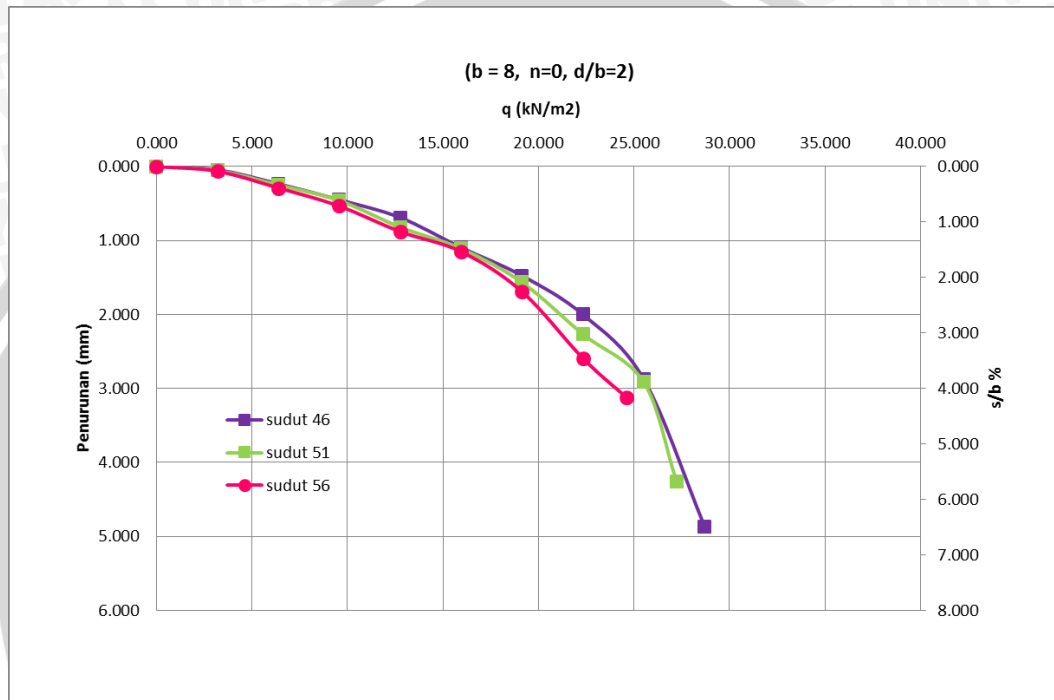


4.5 Analisis Penurunan Tanah Pasir Rc 74%

4.5.1 Lereng Tanpa Perkuatan

4.5.1.1 Penurunan Tanah Lereng Tanpa Perkuatan pada Variasi Kemiringan

Setelah didapatkan hasil pembebanan dan pembacaan penurunan dari model lereng untuk daya dukung yang terjadi. Hasil pembacaan daya dukung dan penurunan untuk model lereng tanpa perkuatan disajikan dengan grafik hubungan antara daya dukung dan penurunan yang ditunjukkan pada Gambar 4.7 berikut ini.



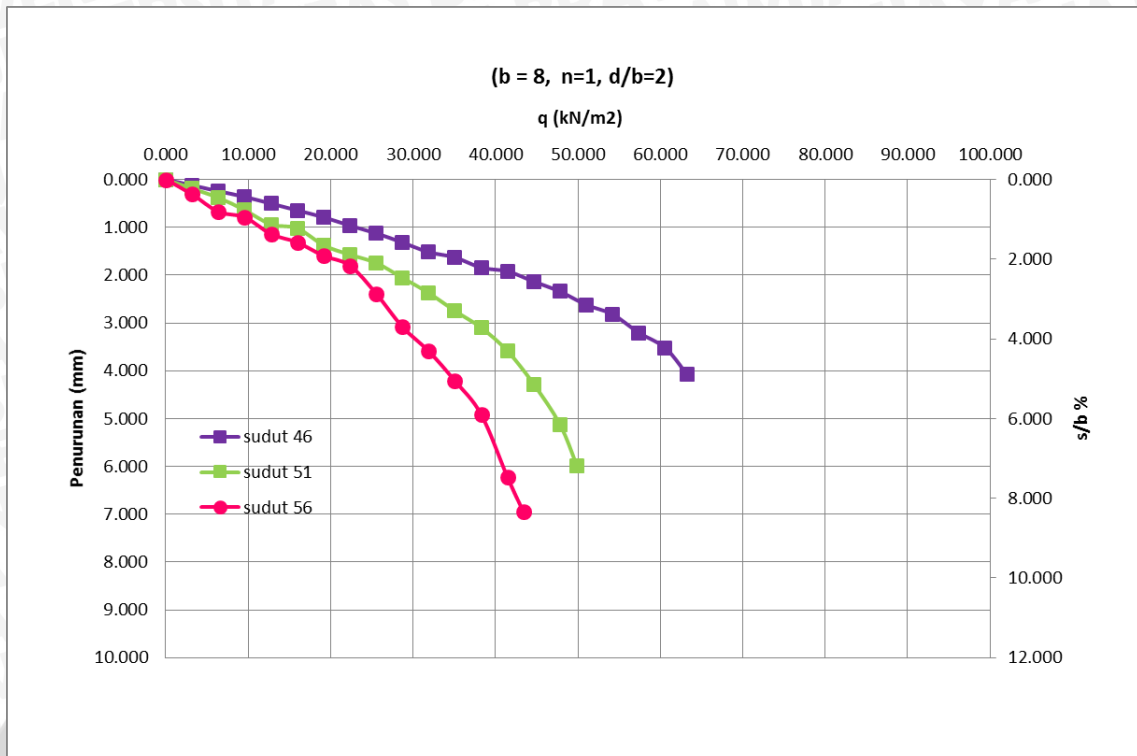
Gambar 4.7 Grafik hubungan Q_u dan penurunan tanah pada lereng tanpa perkuatan.

4.5.2 Lereng dengan Perkuatan Geotekstil

4.5.2.1 Penurunan Tanah pada Variasi Kemiringan Lereng Terhadap Jumlah Lapisan Geotekstil.

a. Jumlah Lapisan Geotekstil (n) = 1.

Berdasarkan hasil pembebanan yang telah dilakukan di lapangan untuk pemodelan lereng dengan menggunakan satu lapisan perkuatan ($n = 1$) didapatkan nilai pembacaan untuk daya dukung dan penurunan yang terjadi. Hasil pembacaan daya dukung dan penurunan untuk model lereng dengan menggunakan satu lapisan perkuatan pada grafik hubungan antara daya dukung dan penurunan yang ditunjukkan pada Gambar 4.8 berikut ini.

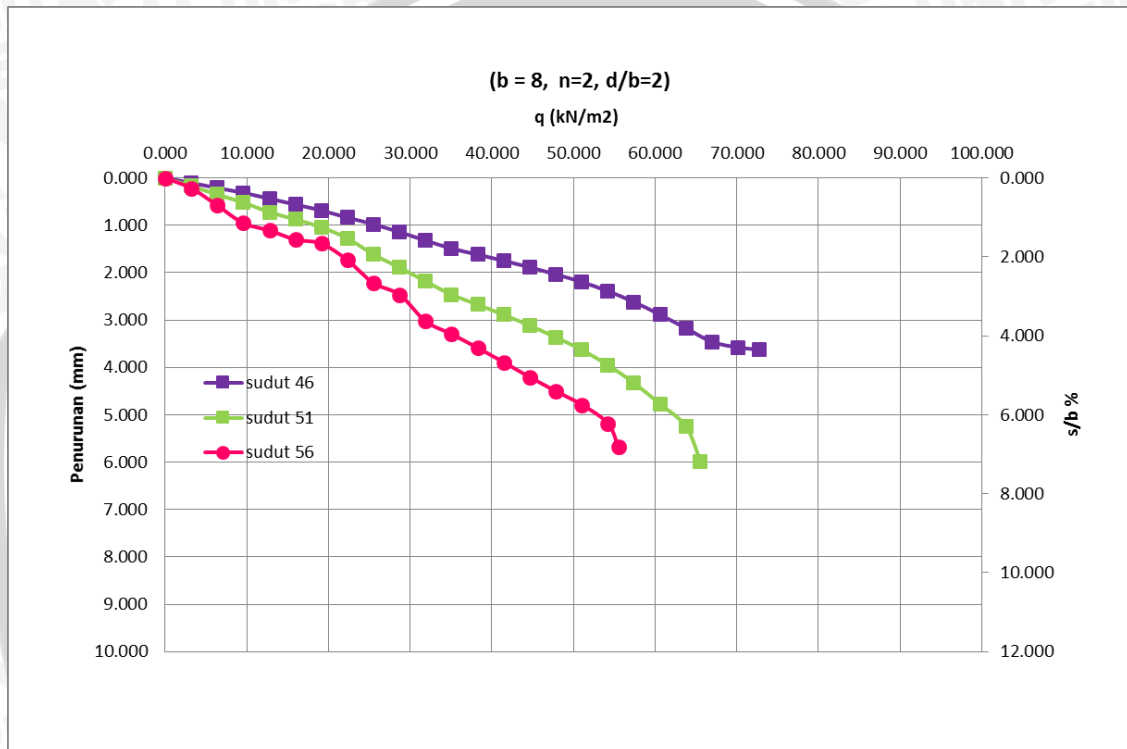


Gambar 4.8 Grafik hubungan Q_u dan penurunan tanah pada lereng dengan satu lapisan perkuatan.

Pada grafik diatas ditunjukkan bahwa lereng yang sudah diberikan satu lapisan perkuatan geotekstil, penurunan tanah yang terjadi pada pondasi cenderung semakin kecil apabila di bandingkan dengan yang tanpa perkuatan tadi. Tetapi penurunan dan kemiringan lereng masih tetap semakin besar berbanding lurus walaupun nilainya sudah mengecil, dalam hal ini ditinjau pada beban yang sama. Dan sedangkan untuk jumlah lapisan geotekstil ($n = 1$) dan kemiringan lereng ($\beta = 46^\circ$), penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 4,080 mm, untuk kemiringan lereng ($\beta = 51^\circ$) penurunan tanah yang terjadi 5,983 mm, untuk kemiringan lereng ($\beta = 56^\circ$) penurunan tanah yang terjadi 6,945 mm.

b. Jumlah Lapisan Geotekstil (n) = 2.

Berdasarkan hasil pembebanan yang telah dilakukan di lapangan untuk pemodelan lereng dengan menggunakan dua lapisan perkuatan ($n = 2$) didapatkan nilai pembacaan untuk daya dukung dan penurunan yang terjadi. Hasil pembacaan daya dukung dan penurunan untuk model lereng dengan menggunakan dua lapisan perkuatan pada grafik hubungan antara daya dukung dan penurunan yang ditunjukkan pada Gambar 4.9 berikut ini.

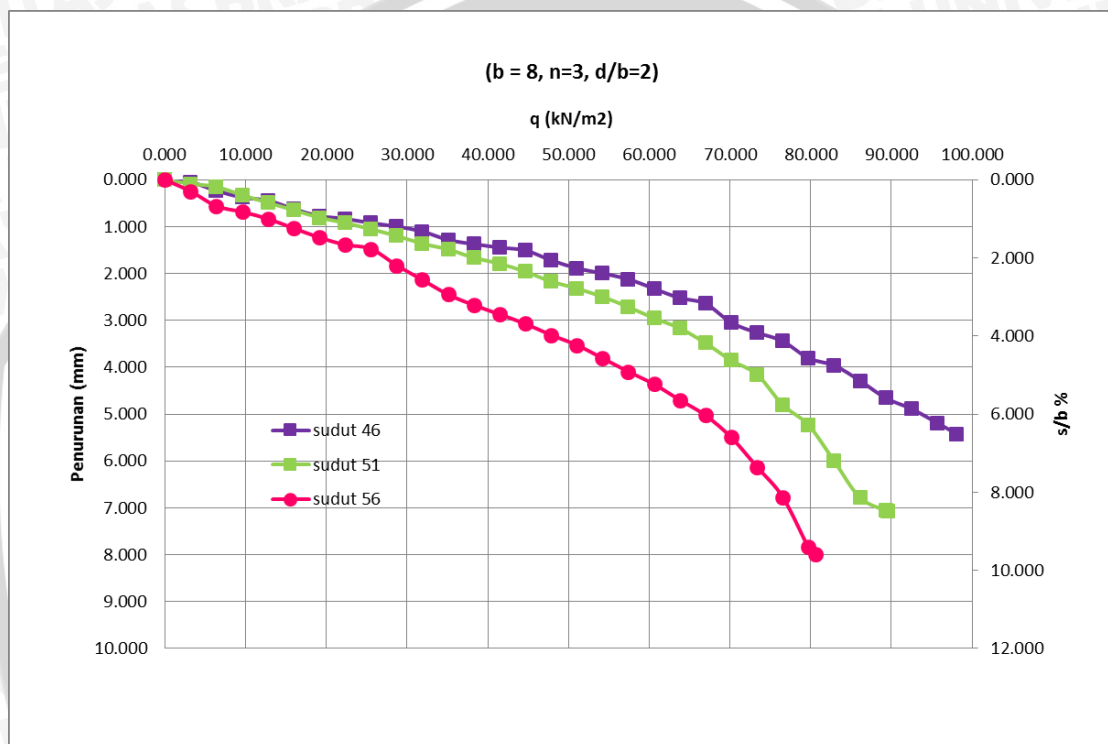


Gambar 4.9 Grafik hubungan Q_u dan penurunan tanah pada lereng dengan dua lapisan perkuatan.

Pada grafik diatas, lereng yang sudah diberikan dua lapisan perkuatan geotekstil, penurunan tanah yang terjadi pada pondasi cenderung semakin besar, dalam hal ini ditinjau pada beban yang sama. Dan sedangkan untuk jumlah lapisan perkuatan geotekstil (n) = 2 dan kemiringan lereng ($\beta = 46^\circ$), penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 3,622 mm, untuk kemiringan lereng ($\beta = 51^\circ$) penurunan tanah yang terjadi 5,987 mm, untuk kemiringan lereng ($\beta = 56^\circ$) penurunan tanah yang terjadi 5,672 mm.

c. Jumlah Lapisan Geotekstil (n) = 3.

Berdasarkan hasil pembebanan yang telah dilakukan di lapangan untuk pemodelan lereng dengan menggunakan tiga lapisan perkuatan ($n = 3$) didapatkan nilai pembacaan untuk daya dukung dan penurunan yang terjadi. Hasil pembacaan daya dukung dan penurunan untuk model lereng dengan menggunakan tiga lapisan perkuatan pada grafik hubungan antara daya dukung dan penurunan yang ditunjukkan pada Gambar 4.10 berikut ini.



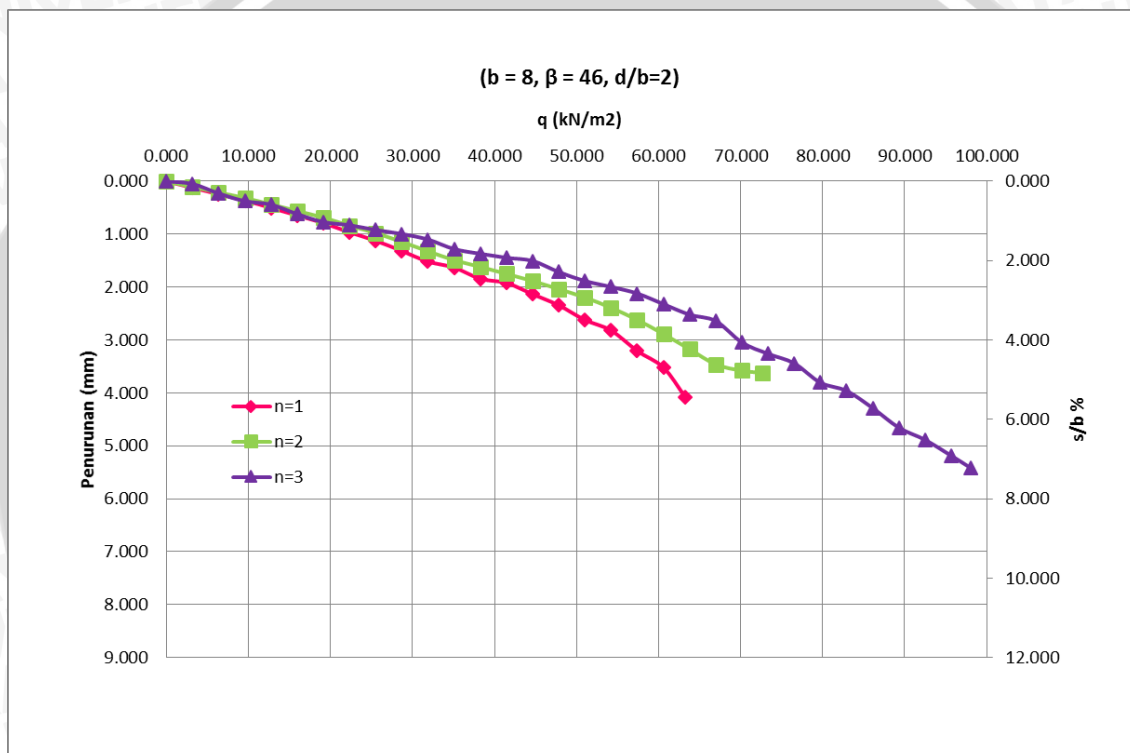
Gambar 4.10 Grafik hubungan Q_u dan penurunan tanah pada lereng dengan tiga lapisan perkuatan.

Pada grafik diatas, lereng yang sudah diberikan tiga lapisan perkuatan geotekstil, penurunan tanah yang terjadi pada pondasi masih tetap cenderung semakin besar, dalam hal ini ditinjau pada beban yang sama. Dan sedangkan untuk jumlah lapisan perkuatan geotekstil (n) = 3 dan kemiringan lereng ($\beta = 46^\circ$), penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 5,420 mm, untuk kemiringan lereng ($\beta = 51^\circ$) penurunan tanah yang terjadi 7,059 mm, untuk kemiringan lereng ($\beta = 56^\circ$) penurunan tanah yang terjadi 7,980 mm.

4.5.2.2 Penurunan Tanah pada Variasi Jumlah Lapisan Geotekstil dengan Rasio Jarak Pondasi ke Tepi Lereng $d/B = 2$ Terhadap Kemiringan Lereng.

a. Kemiringan lereng 46° .

Dari percobaan pembebanan yang telah dilakukan di lapangan untuk pemodelan lereng dengan menggunakan perkuatan dengan kemiringan lereng 46° didapatkan nilai pembacaan untuk daya dukung dan penurunan yang terjadi. Hasil pembacaan daya dukung dan penurunan untuk model lereng dengan menggunakan perkuatan ditunjukkan dengan grafik hubungan antara daya dukung dan penurunan yang ditunjukkan pada Gambar 4.11 berikut ini.

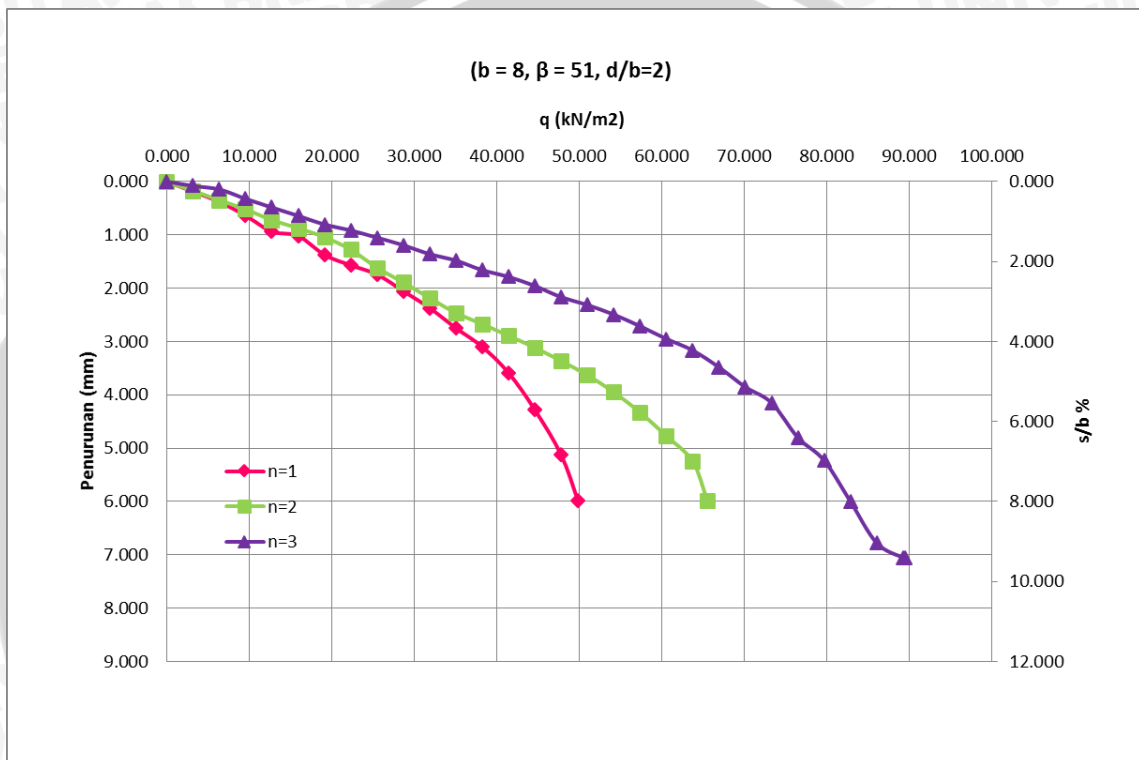


Gambar 4.11 Grafik hubungan Q_u dan penurunan tanah pada lereng perkuatan dengan kemiringan lereng 46° .

Pada lereng yang sudah diberikan perkuatan geotekstil, perbandingan penurunan tanah jika ditinjau dari pemberian beban yang terjadi pada pondasi cenderung semakin kecil. Sedangkan untuk kemiringan lereng ($\beta = 46^\circ$) dan jumlah lapisan geotekstil ($n = 1$), penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 4,080 mm, untuk jumlah lapisan geotekstil ($n = 2$) penurunan tanah yang terjadi 3,622 mm, untuk jumlah lapisan geotekstil ($n = 3$) penurunan tanah yang terjadi 5,420 mm.

b. Kemiringan lereng 51°.

Dari percobaan pembebanan yang telah dilakukan di lapangan untuk pemodelan lereng dengan menggunakan perkuatan dengan kemiringan lereng 51° didapatkan nilai pembacaan untuk daya dukung dan penurunan yang terjadi. Hasil pembacaan daya dukung dan penurunan untuk model lereng dengan menggunakan perkuatan ditunjukkan dengan grafik hubungan antara daya dukung dan penurunan yang ditunjukkan pada Gambar 4.12 berikut ini.

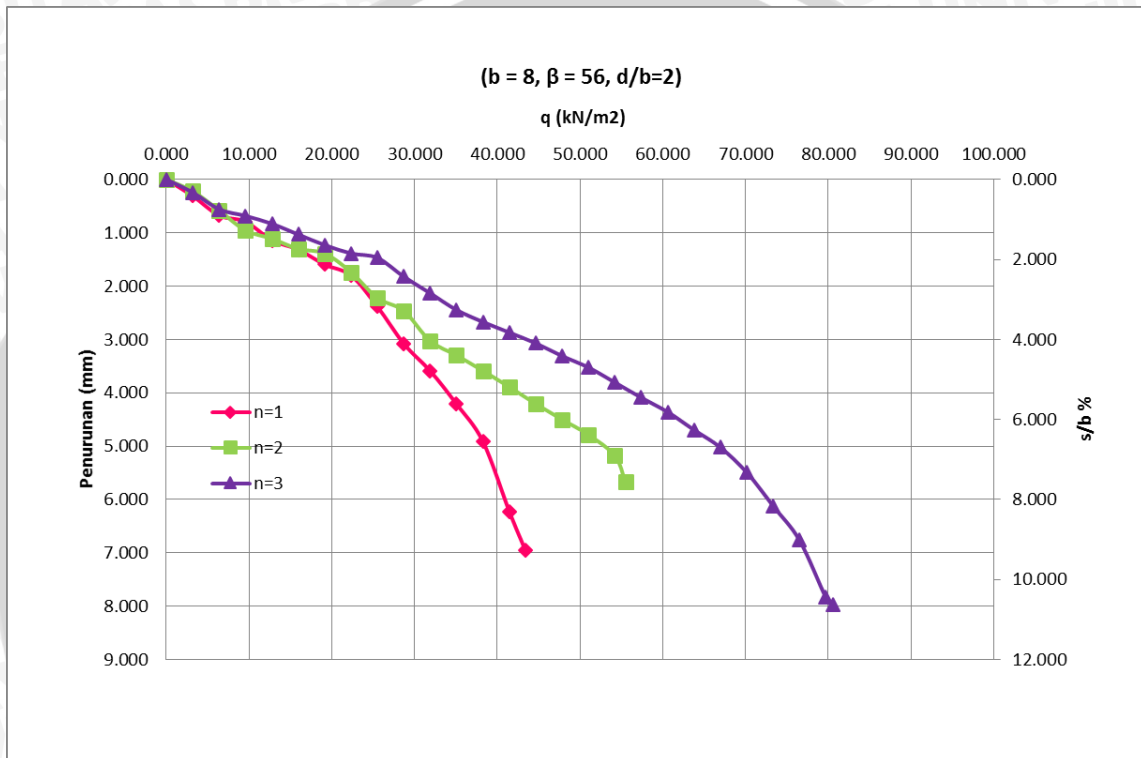


Gambar 4.12 Grafik hubungan Q_u dan penurunan tanah pada lereng perkuatan dengan kemiringan lereng 51°.

Pada lereng yang sudah diberikan perkuatan geotekstil, perbandingan penurunan tanah jika ditinjau dari pemberian beban yang terjadi pada pondasi cenderung semakin kecil. Sedangkan untuk kemiringan lereng ($\beta = 51^\circ$) dan jumlah lapisan geotekstil ($n = 1$), penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 5,983 mm, untuk jumlah lapisan geotekstil ($n = 2$) penurunan tanah yang terjadi 5,987 mm, untuk jumlah lapisan geotekstil ($n = 3$) penurunan tanah yang terjadi 7,059 mm.

c. Kemiringan lereng 56° .

Dari percobaan pembebanan yang telah dilakukan di lapangan untuk pemodelan lereng dengan menggunakan perkuatan dengan kemiringan lereng 56° didapatkan nilai pembacaan untuk daya dukung dan penurunan yang terjadi. Hasil pembacaan daya dukung dan penurunan untuk model lereng dengan menggunakan perkuatan ditunjukkan dengan grafik hubungan antara daya dukung dan penurunan yang ditunjukkan pada Gambar 4.13 berikut ini.



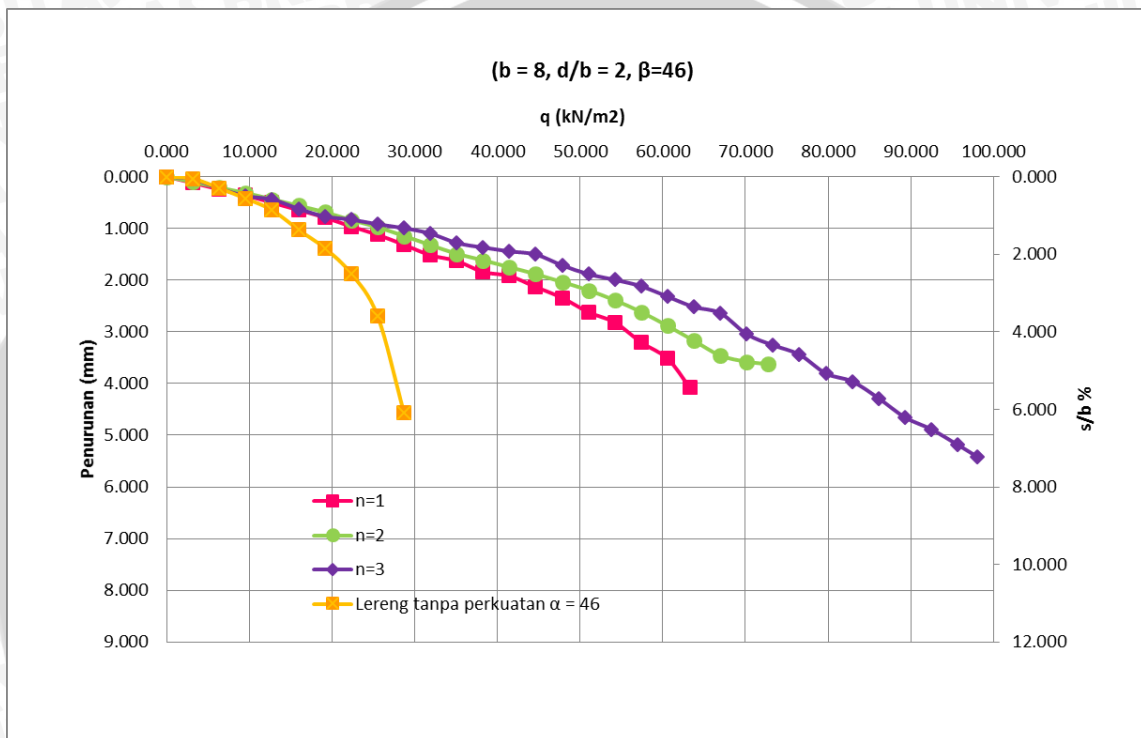
Gambar 4.13 Grafik hubungan Q_u dan penurunan tanah pada lereng perkuatan dengan kemiringan lereng 56° .

Pada lereng yang sudah diberikan perkuatan geotekstil, perbandingan penurunan tanah jika ditinjau dari pemberian beban yang terjadi pada pondasi cenderung semakin kecil. Sedangkan untuk kemiringan lereng ($\beta = 56^\circ$) dan jumlah lapisan geotekstil ($n = 1$), penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 6,945 mm, untuk jumlah lapisan geotekstil ($n = 2$) penurunan tanah yang terjadi 5,672 mm, untuk jumlah lapisan geotekstil ($n = 3$) penurunan tanah yang terjadi 7,980 mm.

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

4.6.1. Perbandingan Hubungan Daya Dukung Dan Penurunan Lereng Tanpa Perkuatan Dengan Menggunakan Perkuatan Geotekstil dengan Variasi Jumlah Lapisan Geotekstil.

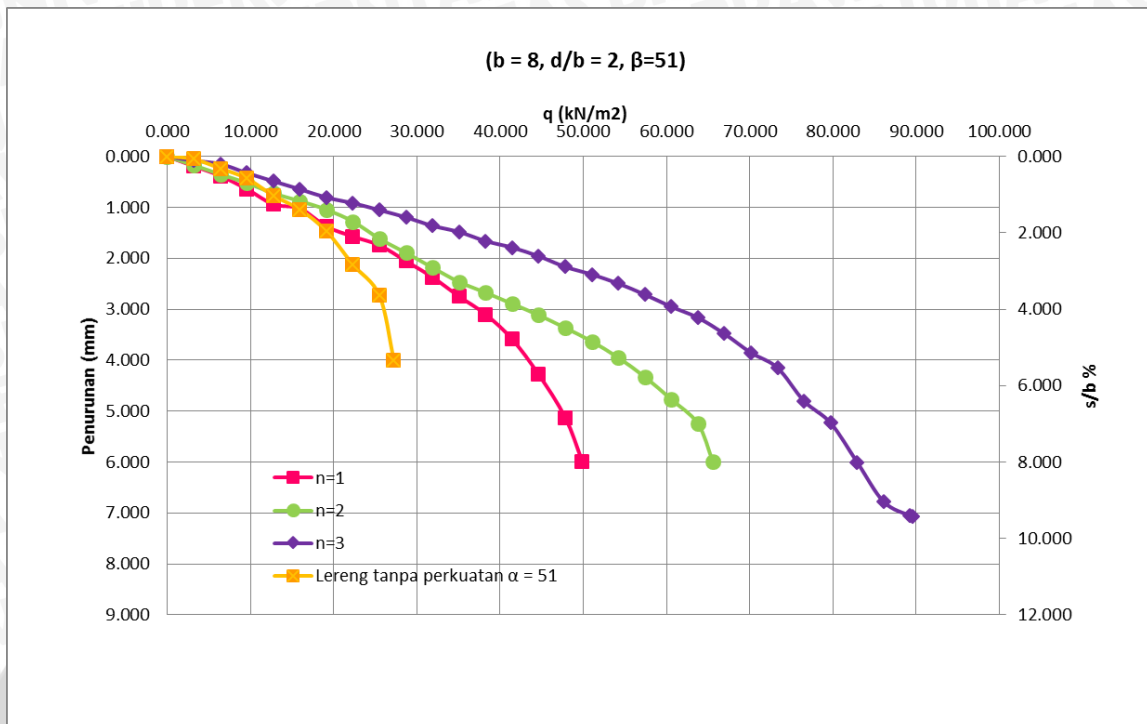
a. Kemiringan lereng 46° .



Gambar 4.14 Grafik hubungan Q_u dan penurunan tanah pada lereng perkuatan dan tanpa perkuatan dengan kemiringan lereng 46° .

Dilihat dari grafik diatas pada lereng yang sudah diberikan perkuatan geotekstil dan ditinjau dari pembebanan yang sama, penurunan tanah yang terjadi pada pondasi cenderung semakin kecil dibandingkan dengan lereng tanpa perkuatan. Dan untuk kemiringan lereng ($\beta = 46^{\circ}$) dan lereng tanpa perkuatan ($n = 0$) penurunan yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 4,865 mm , untuk jumlah lapisan geotekstil ($n = 1$), penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 4,080 mm, untuk jumlah lapisan geotekstil ($n = 2$) penurunan tanah yang terjadi 3,622 mm, untuk jumlah lapisan geotekstil ($n = 3$) penurunan tanah yang terjadi 5,420 mm.

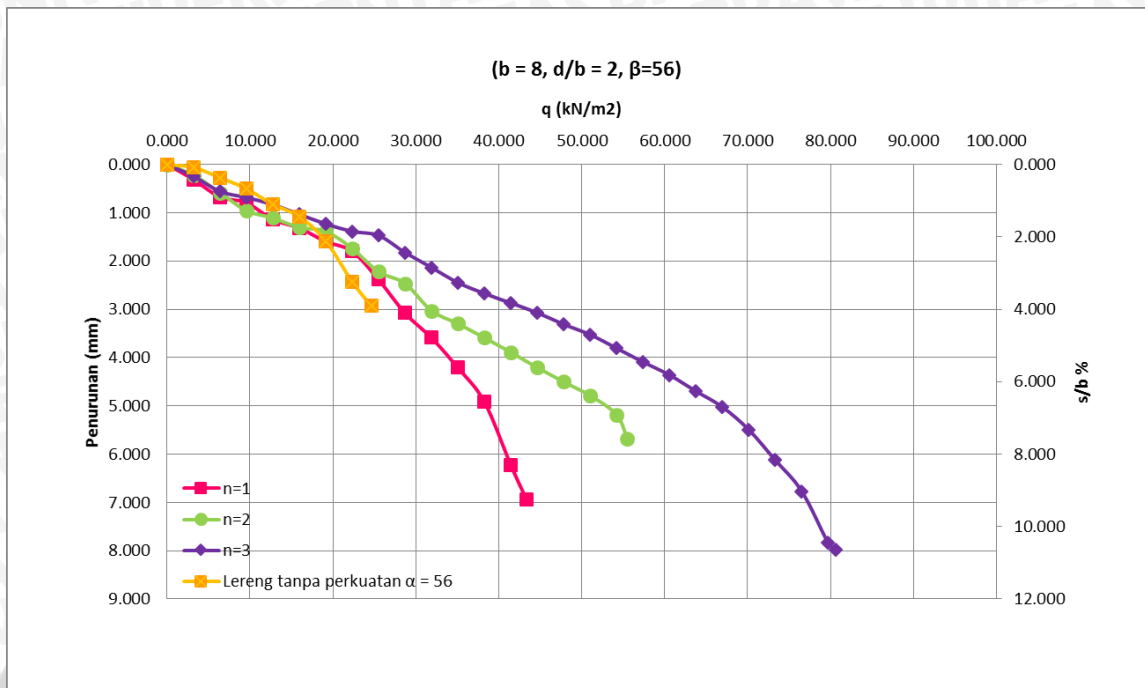
b. Kemiringan lereng 51° .



Gambar 4.15 Grafik hubungan Q_u dan penurunan tanah pada lereng perkuatan dan tanpa perkuatan dengan kemiringan lereng 51° .

Dilihat dari grafik diatas pada lereng yang sudah diberikan perkuatan geotekstil dan ditinjau dari pembebanan yang sama, penurunan tanah yang terjadi pada pondasi cenderung semakin kecil dibandingkan dengan lereng tanpa perkuatan. Dan untuk kemiringan lereng ($\beta = 51^\circ$) dan lereng tanpa perkuatan ($n = 0$) penurunan yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 4,260 mm , untuk jumlah lapisan geotekstil ($n = 1$), penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 5,983 mm, untuk jumlah lapisan geotekstil ($n = 2$) penurunan tanah yang terjadi 5,987 mm, untuk jumlah lapisan geotekstil ($n = 3$) penurunan tanah yang terjadi 7,059 mm.

c. kemiringan lereng 56° .



Gambar 4.16 Grafik hubungan Q_u dan penurunan tanah pada lereng perkuatan dan tanpa perkuatan dengan kemiringan lereng 56° .

Dilihat dari grafik diatas pada lereng yang sudah diberikan perkuatan geotekstil dan ditinjau dari pembebanan yang sama, penurunan tanah yang terjadi pada pondasi cenderung semakin kecil dibandingkan dengan lereng tanpa perkuatan. Dan untuk kemiringan lereng ($\beta = 56^{\circ}$) dan lereng tanpa perkuatan ($n = 0$) penurunan yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 3,125 mm, untuk jumlah lapisan geotekstil ($n = 1$), penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 6,945 mm, untuk jumlah lapisan geotekstil ($n = 2$) penurunan tanah yang terjadi 5,672 mm, untuk jumlah lapisan geotekstil ($n = 3$) penurunan tanah yang terjadi 7,980 mm.

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

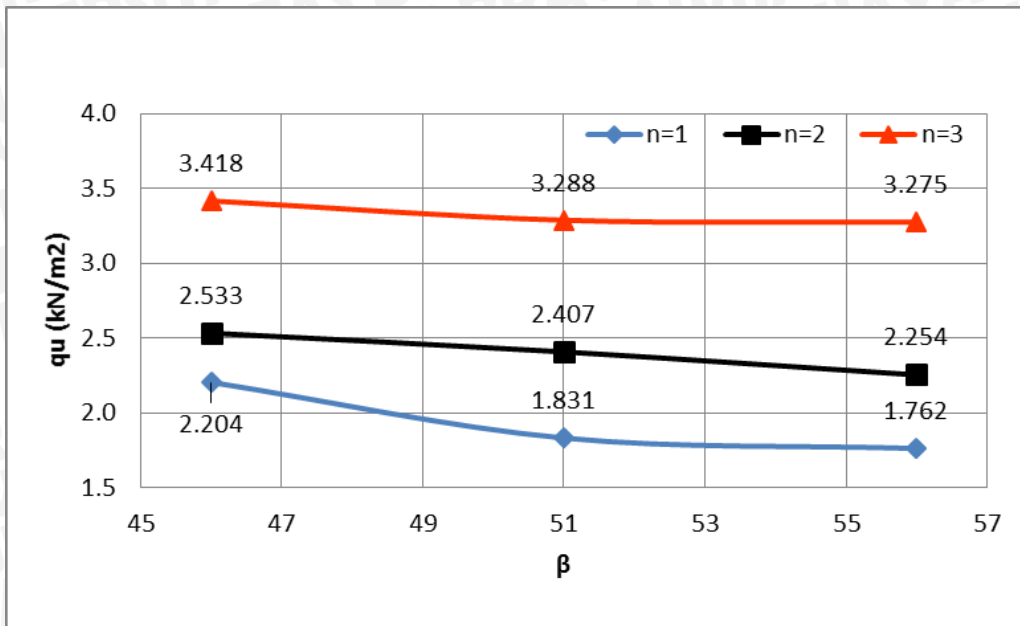
Analisis (BCI_u) adalah analisis perbandingan antara beban runtuh maksimum ketika diberi perkuatan geotekstil dengan beban runtuh maksimum tanpa diberi perkuatan. Analisis *Bearing Capacity Improvement* ini bertujuan untuk mengetahui nilai peningkatan daya dukung yang terjadi akibat adanya pemberian perkuatan geotekstil. Sehingga dapat diketahui seberapa besar presentase pengaruh perkuatan geotekstil dalam penelitian ini

4.7.1 Perbandingan BCI_{qu} pada Variasi Kemiringan Lereng Terhadap Jumlah Lapisan Geotekstil.

Berdasarkan analisis beban maksimum yang telah dilakukan untuk setiap masing-masing variasi kemiringan lereng, maka didapatkan nilai *Bearing Capacity Improvement* (BCI_u) seperti pada Tabel 4.13 berikut ini dan untuk melihat pengaruh dari variasi kemiringan lereng pada BCI , maka ditunjukkan pada Gambar 4.17.

Tabel 4.13 Nilai (BCI_{qu}) untuk variasi kemiringan lereng.

n	kemiringan lereng	q_u (kN/m ²)	q_u lereng tanpa perkuatan (kN/m ²)	BCI
1	46	63.265	28.699	2.204
	51	49.872	27.232	1.831
	56	43.367	24.617	1.762
2	46	72.704	28.699	2.533
	51	65.561	27.232	2.407
	56	55.485	24.617	2.254
3	46	98.087	28.699	3.418
	51	89.541	27.232	3.288
	56	80.612	24.617	3.275



Gambar 4.17 Grafik perbandingan peningkatan BCI untuk variasi kemiringan lereng.

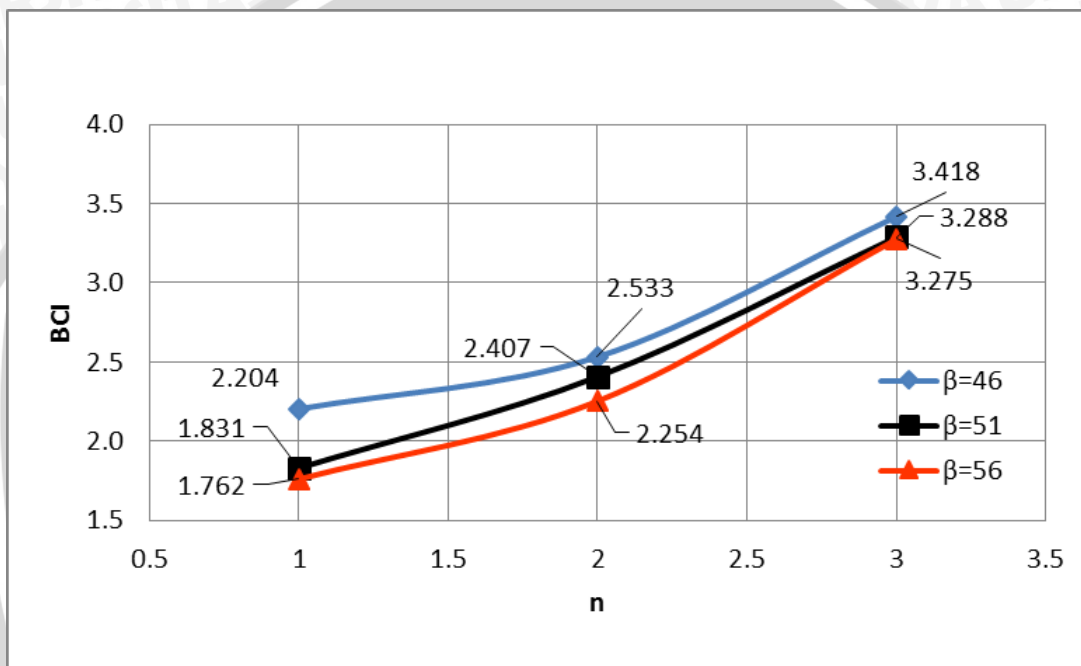
Dilihat tabel 4.13 dan gambar 4.17, dapat diketahui bahwa pengaruh variasi sudut yaitu bertambah besarnya kemiringan sudut lereng menurunkan daya dukung lereng. Nilai (BCI_{qu}) paling maksimum dalam penelitian ini diperoleh saat $n = 3$ dengan kemiringan lereng (β) = 46^0 yaitu sebesar 3,418.

4.7.2 Perbandingan Bci_{qu} pada Variasi Jumlah Lapisan Geotekstil Terhadap Kemiringan Lereng.

Berdasarkan analisis beban maksimum yang dilakukan untuk setiap masing-masing variasi jumlah lapisan geotekstil, maka didapatkan nilai *Bearing Capacity Improvement* (BCI_{qu}) seperti pada Tabel 4.14 berikut dan untuk melihat pengaruh dari variasi jumlah lapisan geotekstil pada BCI, maka ditunjukkan dari Gambar 4.18.

Tabel 4.14 Nilai (BCI_{qu}) untuk variasi jumlah lapisan geotekstil.

kemiringan lereng	n	q_u (kN/m ²)	q_u lereng tanpa perkuatan (kN/m ²)	BCI
46	1	63.265	28.699	2.204
	2	72.704	28.699	2.533
	3	98.087	28.699	3.418
51	1	49.872	27.232	1.831
	2	65.561	27.232	2.407
	3	89.541	27.232	3.288
56	1	43.367	24.617	1.762
	2	55.485	24.617	2.254
	3	80.612	24.617	3.275

**Gambar 4.18** Grafik perbandingan peningkatan BCI untuk variasi jumlah lapisan geotekstil.

Dilihat tabel 4.14 dan gambar 4.18, dapat diketahui bahwa pengaruh variasi jumlah lapisan geotekstil yaitu semakin besar jumlah lapisan geotekstil meningkatkan daya dukung lereng. Nilai (BCI_u) paling maksimum dalam penelitian ini diperoleh saat $n = 3$ dengan kemiringan lereng (β) = 46° yaitu sebesar 3,418.

4.8 Analisis *Bearing Capacity Improvement* (BCI_s) berdasarkan Penurunan (*Settlement*)

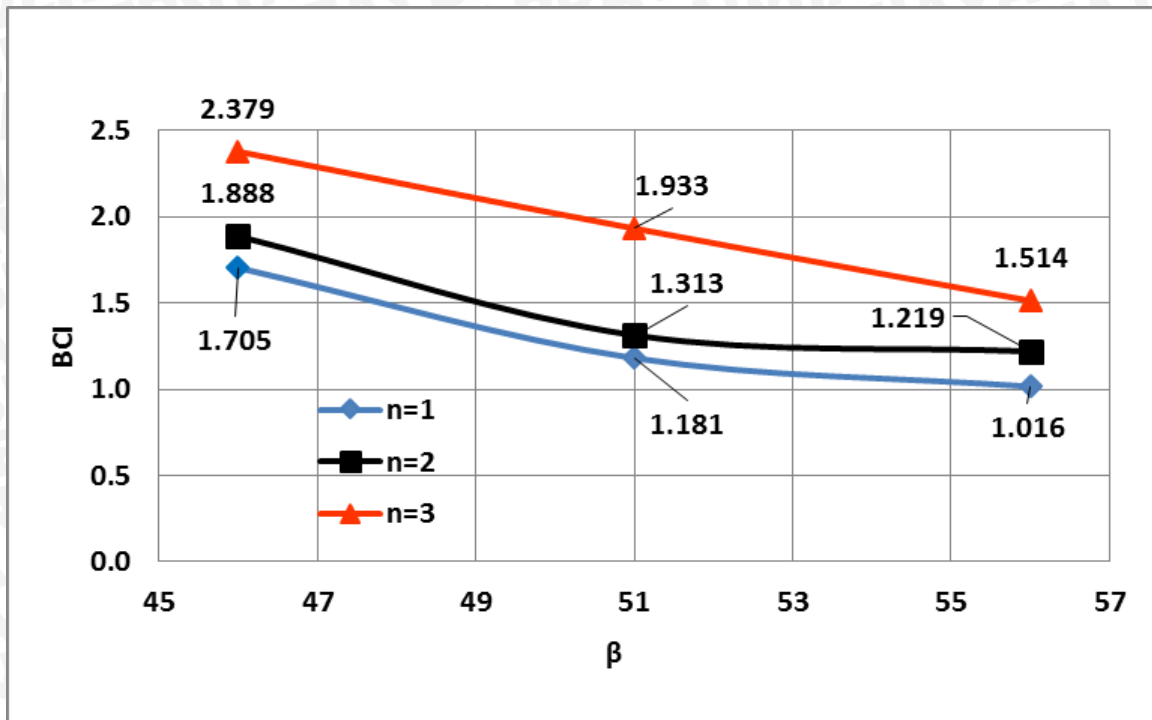
Analisis (BCI_s) adalah analisis perbandingan antara beban runtuh saat penurunan yang sama antara daya dukung diberi perkuatan geotekstil dengan beban runtuh saat penurunan yang sama tanpa diberi perkuatan. Analisis *Bearing Capacity Improvement* ini bertujuan untuk mengetahui nilai peningkatan daya dukung yang terjadi akibat adanya pemberian perkuatan geotekstil. Sehingga dapat diketahui seberapa besar presentase pengaruh perkuatan geotekstil dalam penelitian ini.

4.8.1 Perbandingan Bci_s pada Variasi Kemiringan Lereng Terhadap Jumlah Lapisan Geotekstil

Hasil analisis nilai (BCI_s) untuk variasi panjang lapisan saat penurunan yang sama yaitu mencapai nilai $s/B=2\%$ ditunjukkan pada Tabel 4.15 dan Gambar 4.19 berikut ini.

Tabel 4.15 Nilai (BCI_s) untuk variasi kemiringan lereng pada $s/B=2\%$.

n	kemiringan lereng	qu (kN/m ²)	qu lereng tanpa perkuatan (kN/m ²)	BCI
1	46	34.133	20.020	1.705
	51	22.834	19.342	1.181
	56	19.202	18.896	1.016
2	46	37.807	20.020	1.888
	51	25.397	19.342	1.313
	56	23.043	18.896	1.219
3	46	47.621	20.020	2.379
	51	37.381	19.342	1.933
	56	28.605	18.896	1.514



Gambar 4.19 Grafik perbandingan peningkatan BCI untuk variasi kemiringan lereng pada $s/B=2\%$.

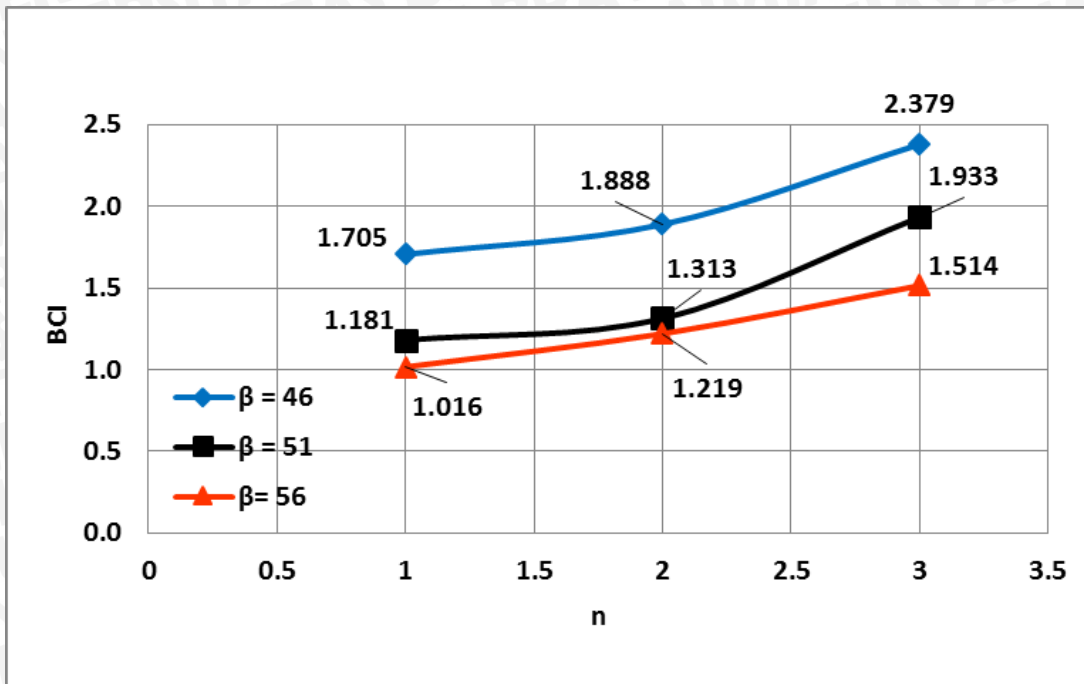
Berdasarkan tabel 4.15 dan gambar 4.8, ditunjukkan nilai (BCI_s) paling maksimum dalam penelitian ini saat penurunan ($s/B = 2\%$) diperoleh saat $n = 3$ dan saat $\beta = 46$ yaitu sebesar 2,379.

4.8.2 Perbandingan BCI_s pada Variasi Jumlah Lapisan Geotekstil Terhadap Kemiringan Lereng

Hasil analisis nilai (BCI_s) untuk variasi jumlah lapisan geotekstil saat penurunan yang sama yaitu ($s/B = 2\%$) ditunjukkan pada Tabel 4.16 dan Gambar 4.20 berikut ini.

Tabel 4.16 Nilai (BCI_s) untuk variasi jumlah lapisan geotekstil pada $s/B=2\%$.

kemiringan lereng	n	q_u (kN/m ²)	q_u lereng tanpa perkuatan (kN/m ²)	BCI
46	1	34.133	20.020	1.705
	2	37.807	20.020	1.888
	3	47.621	20.020	2.379
51	1	22.834	19.342	1.181
	2	25.397	19.342	1.313
	3	37.381	19.342	1.933
56	1	19.202	18.896	1.016
	2	23.043	18.896	1.219
	3	28.605	18.896	1.514



Gambar 4.20 Grafik perbandingan peningkatan BCI untuk variasi jumlah lapisan geotekstil pada $s/B=2\%$.

Berdasarkan tabel 4.16 dan gambar 4.20, ditunjukkan nilai (BCI_s) paling maksimum dalam penelitian ini saat penurunan ($s/B = 2\%$) diperoleh saat $n = 3$ dan saat $\beta = 46$ yaitu sebesar 2,379.

4.9 Pengaruh Kemiringan Lereng dan Jumlah Lapisan Geotekstil Terhadap Nilai Daya Dukung

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, yaitu pemodelan fisik lereng pasir R_c 74% dengan variabel tetap yaitu lebar pondasi $B=8$ cm dan jarak pondasi ke tepi lereng yaitu sebesar $2B$, variabel bebas yaitu Kemiringan Lereng dan jumlah lapisan geotekstil, didapatkan hasil bahwa variasi Kemiringan Lereng dan jumlah lapisan geotekstil sangat berpengaruh terhadap daya dukung tanah. Karena nilai dari hasil penelitian cukup banyak membuktikan bahwa dalam kasus ini sangat dipengaruhi oleh berbagai variasi yang telah dilakukan. Dalam penelitian ini tidak ditinjau lebih lanjut perhitungan secara numerik, sehingga tidak ditunjukkan secara pasti faktor-faktor mana yang lebih berpengaruh terhadap daya dukung yang terjadi.

Dan dari hasil yang didapatkan, pada variasi kemiringan lereng jika ditinjau dari beban ultimit yang bekerja diketahui bahwa semakin bertambahnya sudut maka daya dukung pondasi semakin menurun. Sedangkan jika ditinjau dari penurunan (*settlement*) yang sama di tiap rasio s/B 2%, maka penurunan daya dukung untuk kemiringan lereng

$\beta=46^0$, $\beta=51^0$ dan $\beta=56^0$ memiliki *trend line* penurunan daya dukung yang hampir serupa. Karena memang pada awal-awal pembenan pasti penurunan beban cenderung lebih konstan, sehingga mempengaruhi grafik yang terbentuk hampir serupa dari variasi kemiringan lereng. Nilai BCI_s maupun BCI_u yang paling maksimum dalam penelitian ini terjadi pada kemiringan lereng 46^0 .

Begitu juga terjadi pada variasi jumlah lapisan geotekstil jika ditinjau dari beban ultimit yang bekerja diketahui bahwa semakin bertambahnya jumlah lapisan geotekstil yang diberikan maka daya dukung pondasi semakin kuat atau besar. Sedangkan jika ditinjau dari penurunan (*settlement*) yang sama di tiap rasio s/B 2%, maka peningkatan daya dukung untuk jumlah lapisan geotekstil $n = 1$, $n = 2$, $n = 3$. Nilai BCI_s maupun BCI_u yang paling maksimum dalam penelitian ini terjadi pada kemiringan lereng 46^0 .

