

**PENGARUH LEBAR DAN JARAK PONDASI MENERUS DARI TEPI
LERENG PADA PEMODELAN FISIK LERENG PASIR DENGAN RC
85% MENGGUNAKAN PERKUATAN GEOGRID**

**SKRIPSI
TEKNIK SIPIL**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**TOSAR WAYUNENDA PRANATAYUDA
NIM. 115060107111041**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG**

2016

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH LEBAR DAN JARAK PONDASI MENERUS DARI TEPI
LERENG PADA PEMODELAN FISIK LERENG PASIR DENGAN RC
85% MENGGUNAKAN PERKUATAN GEOGRID**

**SKRIPSI
TEKNIK SIPIL**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**TOSAR WAYUNENDA PRANATAYUDA
NIM. 115060107111041**

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 16 Mei 2016

Dosen pembimbing I

Dosen pembimbing II

Dr. Ir. As'ad Munawir, M. T
NIP.19591111 198601 1 003

Ir. Suroso Dipl. HE. M. Eng
NIP. 19520301 197603 1 001

Mengetahui
Ketua Program Studi

Dr. Eng. Indradi W., ST., M.Eng. (prac.)

NIP. 19810220 200604 1 002

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang [erwah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

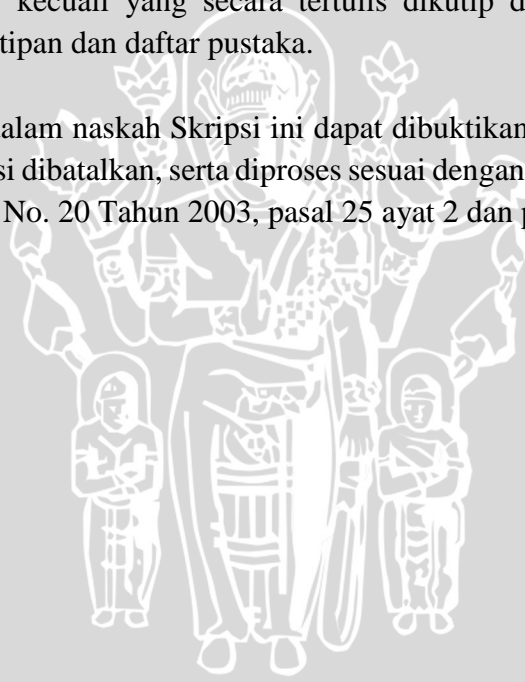
Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 16 Mei 2016

Mahasiswa,

Tosar Wayunenda Pranatayuda

NIM. 115060107111041



PERUNTUKAN

Dalam menyusun skripsi ini, penulis telah banyak mendapat bantuan dan bimbingan. Maka dari itu penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Ir. Sugeng P. Budio, MS dan Ir. Siti Nurlina, MT, selaku Ketua dan Sekretaris Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya yang sangat membantu kelancaran tugas akhir ini.
2. Dr. Eng. Indradi Wijatmiko, ST, M.Eng (Prac) selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya yang sangat membantu kelancaran tugas akhir ini.
3. Dr. Ir. As'ad Munawir, dan Ir. Suroso, Dipl.HE, M.Eng selaku dosen pembimbing pertama dan kedua yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan memberi saran serta masukan kepada penulis.
4. Eko Andi Suryo, ST, MT, Ph.D, Dr.Eng Yulvi Zaika, MT, Dr. Ir. Arief Rachmansyah, Ir. Harimurti, MT selaku dosen geoteknik yang telah meluangkan waktu memberi saran serta masukan kepada penulis.
5. Prof. Dr. Ir. Sri Murni Dewi, MS, selaku Kepala Laboratorium Struktur dan Konstruksi Bahan
6. Bapak dan Ibu dosen Teknik Sipil yang telah memberikan saran dan masukan penulis.
7. Pak Sugeng, Pak Hadi, dan Mas Dino selaku pihak dari Laboratorium Struktur dan Konstruksi Bahan yang telah membantu penulis.
8. Pak Ketut selaku Wakalab Mekanika tanah yang telah membantu penulis
9. Kedua orang tua penulis serta adik yang telah memberikan dukungan secara penuh baik mental maupun materiil.

10. Zulfikar, Nizar, Arizal, Danu, Anas, Atika, dan Rani yang merupakan satu tim dimana saling membantu satu sama lain dan bekerja keras hingga kita dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
11. Christanty Ayu Indra Wibowo yang selalu menyemangati dan semua teman-teman Teknik Sipil yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu dan telah sangat membantu penulis untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

RINGKASAN

Tosar Wayunenda Pranatayuda, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, April 2016, *Pengaruh Lebar Pondasi Dan Jarak Pondasi Menerus Dari Tepi Lereng Pada Pemodelan Fisik Lereng Pasir Dengan Rc 85% Menggunakan Perkuatan Geogrid.*

Dosen Pembimbing : Dr. Ir. As'ad Munawir, MT dan Ir. Suroso Dipl. HE, M.Eng

Terjadinya longsor pada tanah lereng merupakan salah satu permasalahan utama dalam lingkup geoteknik. Upaya perkuatan tanah perlu dilakukan untuk mencegah terjadinya longsor pada tanah. Konsep dari teknik perkuatan tanah pertama kali memakai lembaran metal sebagai perkuatan tanah. Semakin berkembang teknologi, penggunaan lembaran metal sebagai perkuatan tanah diganti material geosintetik seperti geotextile dan geogrid. Penggunaan geosintetik sudah banyak diaplikasikan kedalam berbagai macam-macam konstruksi seperti dam, jalan, dinding penahan, dan khususnya konstruksi lereng.

Pada penelitian ini dilakukan uji model fisik lereng dengan perkuatan geogrid. Variasi yang diterapkan pada sampel lereng adalah lebar pondasi dan jarak pondasi dari tepi lereng. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya pengaruh terhadap daya dukung pada lereng dengan perkuatan geogrid dibandingkan dengan daya dukung pada lereng tanpa perkuatan. Tahap awal pembuatan lereng adalah dengan membuat tujuh lapisan pasir sesuai dengan kepadatan yang direncanakan yaitu 85%. Pemadatan pada tiap lapisan menggunakan silinder beton dengan acuan kontrol volume yang sudah direncanakan sebelumnya. Tinggi tiap lapisan setelah dipadatkan sebesar 10 cm. Setelah semua lapisan pasir dipadatkan, kemudian dipotong sesuai dengan sudut kemiringan lereng yang akan diteliti. Pondasi diletakkan diatas lereng sesuai dengan variasi jarak pondasi yang akan diteliti. Pembebanan diterapkan menggunakan dongkrak hidrolik. Pembacaan beban dan penurunan pondasi dilihat melalui alat load cell dan LVDT . Pembacaan beban dan penurunan dilakukan tiap kenaikan 5 kg beban sampai lereng mengalami keruntuhan.

Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa pemberian perkuatan geogrid pada lereng memberikan nilai rasio peningkatan daya dukung pondasi diatas lereng. Rasio tersebut berbeda-beda bergantung pada variasi yang diterapkan pada model lereng. Berdasarkan penelitian ini semakin besar jarak pondasi maka rasio peningkatan daya dukung juga

semakin besar. Sebaliknya, semakin besar lebar pondasi maka rasio peningkatan daya dukung pada lereng semakin kecil. Dari hasil analisis BCI menunjukkan rasio peningkatan daya dukung terbesar terletak pada lebar pondasi terkecil yaitu 4 cm dan jarak pondasi terkecil, yaitu sejauh satu kali lebar pondasi.

Kata kunci : daya dukung pondasi, lereng, geogrid, variasi lebar pondasi, variasi jarak pondasi.

SUMMARY

Tosar Wayunenda Pranatayuda, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering University of Brawijaya, April 2016, *Effect of Wide and Distance The Straigh Foundation From End of Slope on Modelling Physical Sand's Slope With 85% of Rc Using Geogrid for Bracing*.

Supervisor : Dr. Ir. As'ad Munawir, MT and Ir. Suroso Dipl. HE, M.Eng

The landslide on the slope is one of the main problems in geoteknik. Bracing the land on the slope needs to be done to prevent landslide on the ground. The concept of engineering bracing of land first wearing sheet metal as bracing of land. The grown technology, the use of sheet metal as bracing of land replaced material geosintetik as geotextile and geogrid. The use of geosintetik there have been many applied into various types of construction as draught, the way, retaining walls, and especially construction slope.

To research this undergone a model physical slope with bracing of geogrid. A variation that applied to sample slope is wide the foundation and the distance from the edge of the foundation. The main purpose of this research is to know the the effect on capacity at the slope with bracing of geogrid compared with capacity at the slope without bracing. An early stage making slope is to make seven a layer of sand in accordance with the density of a planned namely 85%. Solidification in each layers use cylindrical concrete with reference control of a volume already planned beforehand. High every layers after compacted of 10 cm. After all a layer of sand compacted, afterwards cut in accordance with the angle of inclination of a slope that would check. The foundation laid above slope in accordance with variations in distance to the foundation is would check. Imposition applied use hydraulic jack. Reading burden and decrease in the foundation seen through this load cells and lvdt. Reading burden and reduced to be conducted every the increase in 5 kg load up a slope experienced collapse

Of the result of this research obtained that the bracing of geogrid at the slope put a value the ratio increase capacity above the foundation. The ratio of the different dependent on a variation that applied on the model slope. Based on the research is somewhat greater

distance the foundation so the ratio increase capacity is getting large .On the other hand , the bigger wide the foundation so the ratio increase capacity at the slope the less .Of the results of the analysis bci showing the ratio of an increase in largest capacity located at a wide the foundation smallest that is 4 cm and the distance the foundation smallest , namely as far as once wide the foundation

Keywords : Footing's Bearing Capacity, Slope, Geogrid, Wide of Footing, Footing's Distance from End Slope.

PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Pengaruh Lebar Dan Jarak Pondasi Menerus Dari Tepi Lereng Pada Pemodelan Fisik Lereng Pasir Dengan Rc 85% Menggunakan Perkuatan Geogrid”**.

Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai salah satu syarat kelulusan yang harus dipenuhi oleh mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya untuk meraih gelar sarjana serta diharapkan dapat menjadi sumbangsih bagi ilmu pengetahuan di bidang Teknik Sipil khususnya bidang Geoteknik.

Penulis pun menyadari bahwa penulis tidak terlepas dari kekurangan dan keterbatasan. Begitupun dalam penyusunan tugas akhir ini, dengan kerendahan hati penulis menantikan adanya masukan, baik berupa saran maupun kritik yang dapat bersifat membangun guna penyusunan laporan-laporan yang akan datang.

Akhir kata penulis berharap agar tugas akhir ini dapat bermanfaat dan berguna bagi pembaca dan semua pihak yang memerlukan.

Malang, Mei 2016

Penulis



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR ISI

Halaman

RINGKASAN	iv
PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Rumusan Masalah	3

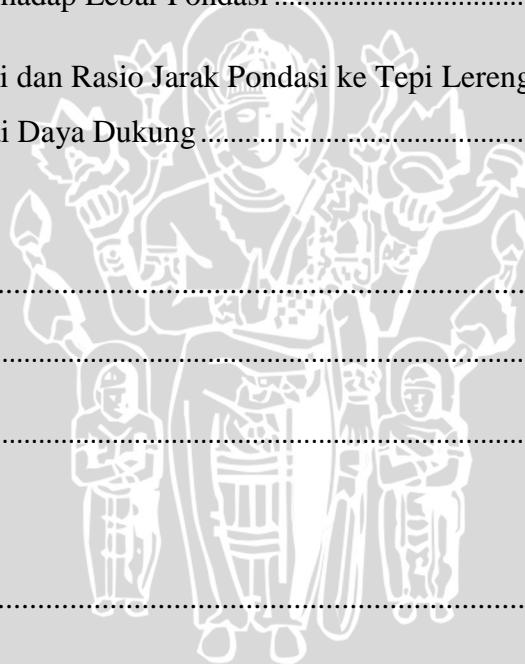
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Tujuan Penelitian	4
1.6 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Pasir	6
2.1.1 Pengertian Pasir	7
2.2 Klasifikasi Tanah Berdasarkan U.S.C.S.....	7
2.3 Kepadatan Tanah Pasir	7
2.4 Lereng.....	8
2.5 Geosintetik	9
2.5.1 Pengertian Geosintetik.....	9
2.5.2 Geogrid	10
2.5.2.1 Pengertian Geogrid	10
2.5.2.2 Jenis Geogrid	10
2.5.3 Karakteristik Geogrid Sebagai Bahan Perkuatan.....	12
2.5.4 Teori Panjang Penyaluran Geogrid.....	14
2.5.5 Teori Jarak Antar Lapis Geogrid	15
2.5.6 Mekanisme Kerja Geogrid Pada Tanah	16
2.5.7 Mekanisme Transfer Beban Antara Geogrid Dengan Tanah.....	17
2.6 Pondasi Dangkal.....	18
2.6.1 Tekanan Sentuh (<i>Contact Pressure</i>) Pada Lereng.....	18
2.6.2 Pola Keruntuhan di Bawah Pondasi Lereng	19
2.6.3 Pola Keruntuhan di Bawah Pondasi Pada Lereng Dengan Perkuatan	20

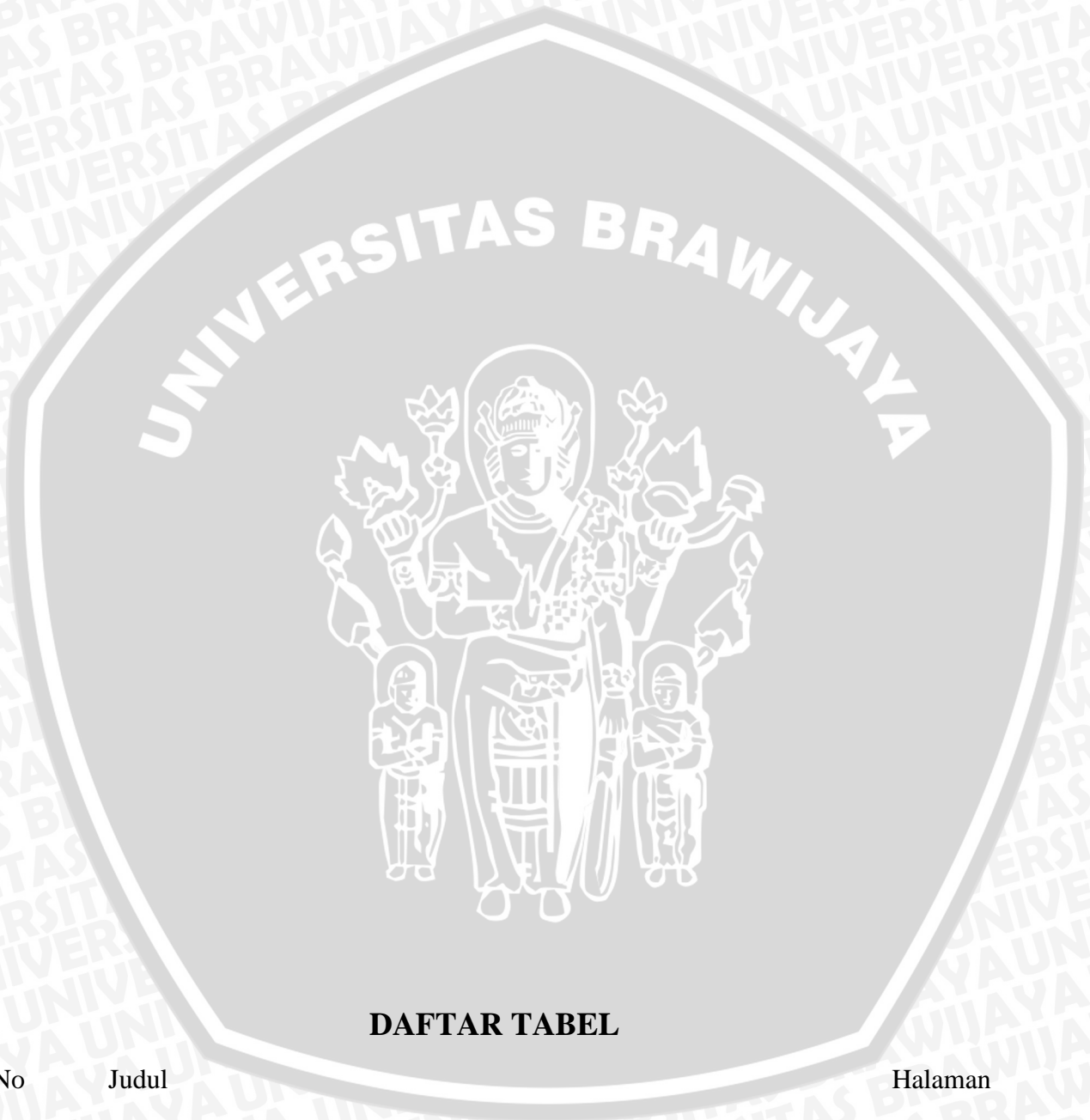
2.7 Teori Daya Dukung Pondasi.....	22
2.7.1 Pengertian Daya Dukung Pondasi	22
2.7.2 Solusi Meyerhof.....	23
2.7.3 Solusi Hansen dan Vesic.....	25
2.7.4 Solusi Gemperline.....	25
2.8 Bearing Capacity Improvement.....	26
2.9 Pengaruh Lebar Pondasi Terhadap Daya Dukung Pondasi di Dekat Lereng.....	27
BAB III METODE PENELITIAN.....	29
3.1 Waktu dan Tempat.....	29
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	29
3.3 Perhitungan Panjang Penyaluran Geogrid.....	32
3.4 Jumlah dan Perlakuan Benda Uji.....	32
3.5 Metode Penelitian	34
3.5.1 Pengujian Dasar.....	34
3.5.2 Persiapan Benda Uji	35
3.5.3 Model Test Lereng	36
3.5.4 Pengujian Pembebanan.....	37
3.6 Metode Analisis Data	38
3.7 Variabel Penelitian.....	42
3.8 Bagan Alir Tahapan Penelitian	42

BAB IV PEMBAHASAN	45
4.1 Analisis Bahan.....	45
4.1.1 Analisis Gradasi Butiran Tanah.....	46
4.1.2 Analisis <i>Specific Gravity</i>	47
4.1.3 Analisis Pemeriksaan Kepadatan Tanah (<i>Compaction</i>).....	47
4.1.3.1 Kepadatan Tanah Standar di Laboratorium (<i>Proctor Test</i>).....	47
4.1.3.2 Kepadatan Tanah Model.....	48
4.1.4 Analisis Pengujian Geser Langsung (<i>Direct Shear</i>).....	48
4.2 Pengujian Model Test.....	49
4.3 Hasil Pengujian Model Test.....	50
4.3.1 Lereng Tanpa Perkuatan.....	50
4.3.1.1 Hasil Pemeriksaan Kepadatan dan Kadar Air.....	51
4.3.2 Lereng Dengan Perkuatan Geogrid.....	52
4.3.2.1 Hasil Pemeriksaan Kepadatan dan Kadar Air.....	53
4.4 Analisis Daya Dukung Tanah Pasir Rc 85%.....	53
4.4.1 Lereng Tanpa Perkuatan.....	53
4.4.1.1 Metode Analitik.....	53
4.4.1.2 Metode Eksperimen.....	58
4.4.2 Lereng Dengan Perkuatan Geogrid.....	59
4.5 Analisis Penurunan Tanah Pasir Rc 85%.....	60
4.5.1 Lereng Tanpa Perkuatan.....	60

4.5.1.1 Penurunan Tanah pada Variasi Lebar Pondasi Terhadap Rasio Jarak Pondasi ke Tepi Lereng dengan Lebar Pondasi	60
4.5.1.2 Penurunan Tanah pada Variasi Rasio Jarak Pondasi ke Tepi Lereng Dengan Lebar Pondasi Terhadap Lebar Pondasi	62
4.5.2 Lereng Dengan Perkuatan Geogrid	65
4.5.2.1 Penurunan Tanah pada Variasi Lebar Pondasi Terhadap Rasio Jarak Pondasi ke Tepi Lereng dengan Lebar Pondasi	65
4.5.2.2 Penurunan Tanah pada Variasi Rasio Jarak Pondasi ke Tepi Lereng Dengan Lebar Pondasi Terhadap Lebar Pondasi	69
4.6 Perbandingan Hubungan Daya Dukung dan Penurunan Lereng Tanpa Perkuatan Dengan Lereng Menggunakan Perkuatan Geogrid	72
4.6.1 Rasio Jarak Pondasi ke Tepi Lereng Dengan Lebar Pondasi (d/B) = 1	72
4.6.1.1 Lebar Pondasi (B) = 4 cm.....	72
4.6.1.2 Lebar Pondasi (B) = 6 cm.....	73
4.6.1.3 Lebar Pondasi (B) = 8 cm.....	74
4.6.2 Rasio Jarak Pondasi ke Tepi Lereng Dengan Lebar Pondasi (d/B) = 2.....	75
4.6.2.1 Lebar Pondasi (B) = 4 cm.....	75
4.6.2.2 Lebar Pondasi (B) = 6 cm	76
4.6.2.3 Lebar Pondasi (B) = 8 cm.....	77
4.6.3 Rasio Jarak Pondasi ke Tepi Lereng Dengan Lebar Pondasi (d/B) = 3.....	78
4.6.3.1 Lebar Pondasi (B) = 4 cm.....	78
4.6.3.2 Lebar Pondasi (B) = 6 cm	79
4.6.3.3 Lebar Pondasi (B) = 8 cm.....	80

4.7 Perbandingan Daya Dukung Lereng Menggunakan Perkuatan Geogrid Dengan Variasi Lebar Pondasi.....	83
4.8 Perbandingan Daya Dukung Lereng Menggunakan Perkuatan Geogrid Dengan Variasi Jarak Pondasi ke Tepi Lereng Dengan Lebar Pondasi.....	84
4.9 Analisis Bearing Capacity Improvement Berdasarkan Daya Dukung Ultimit (BCIu)..	85
4.9.1 Perbandingan BCIu Pada Variasi Lebar Pondasi Terhadap Rasio Jarak Pondasi ke Tepi Lereng Dengan Lebar Pondasi	85
4.9.2 Perbandingan BCIu Pada Variasi Rasio Jarak Pondasi ke Tepi Lereng Dengan Lebar Pondasi Terhadap Lebar Pondasi	86
4.10 Pengaruh Lebar Pondasi dan Rasio Jarak Pondasi ke Tepi Lereng Dengan Lebar Pondasi Terhadap Nilai Daya Dukung	88
BAB V PENUTUP	91
5.1 Kesimpulan	91
5.2 Saran	91
DAFTAR PUSTAKA	93
LAMPIRAN.....	94





DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Rentang ukuran partikel.....	6
Tabel 2.2	Sistem Klasifikasi Unified untuk Pasir.....	7
Tabel 2.3	Fungsi berbagai macam produk geosintetik.....	10
Tabel 2.4	Pengaruh panjang perkuatan geogrid terhadap daya dukung pondasi pada lereng pasir.....	15



Tabel 2.5 Rasio Hc/B terhadap sudut geser tanah.....	20
Tabel 2.6 Hasil uji daya dukung dengan variasi rasio X/B menurut Mohd Raihan Taha dan Enas B. Altalhe.....	28
Tabel 3.1. Daya dukung dan penurunan lereng tanpa perkuatan.....	32
Tabel 3.2. Daya dukung dan penurunan lereng dengan variasi jarak pondasi ke tepi lereng.....	39
Tabel 3.3. Daya dukung dan penuruna lereng dengan variasi sudut kemiringan lereng.....	40
Tabel 3.4. Bearing Capacity Improvement (BCI) untuk variasi lebar pondasi.....	41
Tabel 3.5. Bearing Capacity Improvement (BCI) untuk variasi jarak pondasi ke tepi lereng.....	41
Tabel 4.2 Tabel Matriks.....	51
Tabel 4.3 Nilai kadar air dan berat isi kering tanah lereng tanpa perkuatan.....	52
Tabel 4.4 Nilai kadar air dan berat isi kering tanah lereng tanpa perkuatan.....	53
Tabel 4.5 Nilai Daya Dukung Analitik Untuk Lereng Tanpa Perkuatan.....	54
Tabel 4.6 Nilai Daya Dukung Analitik Untuk Lereng Tanpa Perkuatan.....	54
Tabel 4.7 Nilai Daya Dukung Analitik Untuk Lereng Tanpa Perkuatan.....	55
Tabel 4.8 Nilai Daya Dukung Analitik Untuk Lereng Tanpa Perkuatan.....	55
Tabel 4.9 Nilai Daya Dukung Analitik Untuk Lereng Tanpa Perkuatan.....	56
Tabel 4.10 Nilai Daya Dukung Analitik Untuk Lereng Tanpa Perkuatan.....	56
Tabel 4.11 Nilai Daya Dukung Analitik Untuk Lereng Tanpa Perkuatan.....	57
Tabel 4.12 Nilai Daya Dukung Analitik Untuk Lereng Tanpa Perkuatan.....	57
Tabel 4.13 Nilai Daya Dukung Analitik Untuk Lereng Tanpa Perkuatan.....	58
Tabel 4.14 Nilai Daya Dukung Berdasarkan Eksperimen Untuk Lereng Tanpa Perkuatan.....	58
Tabel 4.15 Nilai Daya Dukung Berdasarkan Eksperimen Untuk Lereng Perkuatan Dengan Variasi Lebar Pondasi (B).....	59
Tabel 4.16 Nilai Daya Dukung Berdasarkan Eksperimen Untuk Lereng Perkuatan Dengan Variasi Jarak Pondasi (d/B).....	59
Tabel 4.17 Perbandingan Nilai Daya Dukung Lereng Dengan Menggunakan Perkuatan Pada Variasi Lebar Pondasi.....	83

Tabel 4.18 Perbandingan Nilai Daya Dukung Lereng Dengan Menggunakan Perkuatan Pada Variasi Jarak Pondasi (D/B).....	84
Tabel 4.19 Nilai (BCIu) Untuk Variasi Lebar Pondasi.....	85
Tabel 4.20 Nilai (BCIu) Untuk Variasi Jarak Pondasi.....	87
Tabel 4.21. Hasil Peningkatan Daya Dukung Lereng (%).....	88
Tabel 4.22. Peningkatan Daya Dukung Lereng Tanpa Perkuatan Antar Variabel dengan Dengan Variasi Lebar Pondasi (%).....	88
Tabel 4.23. Peningkatan Daya Dukung Lereng Perkuatan Antar Sampel dengan Dengan Variasi Lebar Pondasi (%).....	89
Tabel 4.24. Peningkatan Daya Dukung Lereng Tanpa Perkuatan Antar Variabel dengan Dengan Variasi Jarak Pondasi (%).....	89
Tabel 4.25. Peningkatan Daya Dukung Lereng Perkuatan Antar Variabel dengan Dengan Variasi Jarak Pondasi (%).....	90



DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Kelongsoran Lereng.....	8



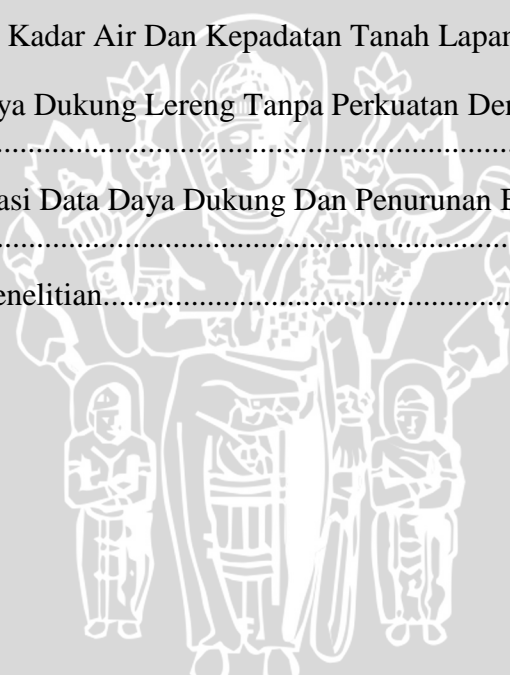
Gambar 2.2 Jenis geogrid: (a) Uniaksial; (b) Biaksial.....	11
Gambar 2.3 Jenis penggabungan elemen geogrid.....	11
Gambar 2.4 Kekuatan tarik produk geosintetik.....	13
Gambar 2.5 Pengaruh rasio spasi vertikal (h/B) pada daya dukung pondasi.....	16
Gambar 2.6 Dasar Mekanisme Perkuatan Lereng Tanah dengan Geosintetik.....	17
Gambar 2.7 Mekanisme kegagalan luncur pada perkuatan geogrid.....	17
Gambar 2.8 Mekanisme kegagalan cabut pada perkuatan geogrid.....	18
Gambar 2.9 Tegangan kontak akibat beban aksial sentris.....	19
Gambar 2.10 skema zona keruntuhan pondasi di atas lereng.....	20
Gambar 2.11 Displacement vector pada pemodelan lereng pasir.....	21
Gambar 2.12 Titik-titik plastis yang terbentuk dibawah pondasi pada lereng.....	22
Gambar 2.13 Faktor daya dukung Meyerhof N_{cq} untuk tanah kohesif.....	23
Gambar 2.14 Faktor daya dukung Meyerhof N_{Yq} untuk tanah granular/pasir.....	23
Gambar 2.15 Pondasi dangkal diatas lereng.....	24
Gambar 2.16 Kurva faktor N_{Yq} terhadap sudut kemiringan lereng menurut penelitian Graham, Andrews, dan Shields (1987).....	27
Gambar 2.17 Grafik load-settlement dengan variasi rasio X/B berdsarkan penelitian oleh Mohd Raihan Taha dan Enas B. Altalhe.....	27
Gambar 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6 Perlatan Uji Awal.....	30-31
Gambar 3.7 Model Test Lereng Percobaan (a) Tanpa perkuatan geogrid (b) Dengan perkuatan geogrid.....	33
Gambar 3.8 Model box penelitian.....	36
Gambar 3.9 Contoh Susunan Pembebanan.....	38
Gambar 3.10 Bagan Alir Percobaan.....	42
Gambar 4.1 Tipe Geogrid.....	45
Gambar 4.2 Grafik hasil pembagian ukuran butiran tanah.....	46
Gambar 4.3 Grafik Pemadatan Standar.....	48
Gambar 4.4. (a) Grafik Hubungan Antara Tegangan Geser dan Regangan Geser (b) Grafik Hubungan Antara Tegangan Geser dan Tegangan Normal.....	49
Gambar 4.5 Pemodelan Lereng Tanpa Perkuatan Dengan $\alpha = 46^\circ$ B = 4cm dan d/B =2...51	

Gambar 4.6 Pemodelan lereng dengan sudut kemiringan $\alpha = 46^\circ$, $D/B = 2$, dan $B = 4$ cm.....	52
Gambar 4.7 Perbandingan Nilai Daya Dukung Untuk Lereng Tanpa Perkuatan.....	54
Gambar 4.8 Perbandingan Nilai Daya Dukung Untuk Lereng Tanpa Perkuatan.....	54
Gambar 4.9 Perbandingan Nilai Daya Dukung Untuk Lereng Tanpa Perkuatan.....	55
Gambar 4.10 Perbandingan Nilai Daya Dukung Untuk Lereng Tanpa Perkuatan.....	55
Gambar 4.11 Perbandingan Nilai Daya Dukung Untuk Lereng Tanpa Perkuatan.....	56
Gambar 4.12 Perbandingan Nilai Daya Dukung Untuk Lereng Tanpa Perkuatan.....	56
Gambar 4.13 Perbandingan Nilai Daya Dukung Untuk Lereng Tanpa Perkuatan.....	57
Gambar 4.14 Perbandingan Nilai Daya Dukung Untuk Lereng Tanpa Perkuatan.....	57
Gambar 4.15 Grafik Hubungan Q_u Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Tanpa Perkuatan Dengan Jarak Pondasi (D/B) = 1.....	60
Gambar 4.16 Grafik Hubungan Q_u Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Tanpa Perkuatan Dengan Jarak Pondasi (D/B) = 2.....	61
Gambar 4.17 Grafik Hubungan Q_u Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Tanpa Perkuatan Dengan Jarak Pondasi (D/B) = 3.....	62
Gambar 4.18 Grafik Hubungan Q_u Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Tanpa Perkuatan Dengan Lebar Pondasi (B) = 4 cm.....	63
Gambar 4.19 Grafik Hubungan Q_u Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Tanpa Perkuatan Dengan Lebar Pondasi (B) = 6 cm.....	64
Gambar 4.20 Grafik Hubungan Q_u Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Tanpa Perkuatan Dengan Lebar Pondasi (B) = 8 cm.....	65
Gambar 4.21 Grafik Hubungan Q_u Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Perkuatan Dengan Jarak Pondasi (D/B) = 1.....	66
Gambar 4.22 Grafik Hubungan Q_u Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Perkuatan Dengan Jarak Pondasi (D/B) = 2.....	67
Gambar 4.23 Grafik Hubungan Q_u Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Perkuatan Dengan Jarak Pondasi (D/B) = 3.....	68
Gambar 4.24 Grafik Hubungan Q_u Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Perkuatan Dengan Lebar Pondasi (B) = 4 cm.....	69
Gambar 4.25 Grafik Hubungan Q_u Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Perkuatan Dengan Lebar Pondasi (B) = 6 cm.....	70

Gambar 4.26 Grafik Hubungan Q_u Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Perkuatan Dengan Lebar Pondasi (B) = 8 cm.....	71
Gambar 4.27 Grafik Hubungan Q_u Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Perkuatan Dan Tanpa Perkuatan Dengan Lebar Pondasi (B) = 4 cm.....	72
Gambar 4.28 Grafik Hubungan Q_u Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Perkuatan Dan Tanpa Perkuatan Dengan Lebar Pondasi (B) = 6 cm.....	73
Gambar 4.29 Grafik Hubungan Q_u Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Perkuatan Dan Tanpa Perkuatan Dengan Lebar Pondasi (B) = 8 cm.....	74
Gambar 4.30 Grafik Hubungan Q_u Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Perkuatan Dan Tanpa Perkuatan Dengan Lebar Pondasi (B) = 4 cm.....	75
Gambar 4.31 Grafik Hubungan Q_u Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Perkuatan Dan Tanpa Perkuatan Dengan Lebar Pondasi (B) = 6 cm.....	76
Gambar 4.32 Grafik Hubungan Q_u Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Perkuatan Dan Tanpa Perkuatan Dengan Lebar Pondasi (B) = 8 cm.....	77
Gambar 4.33 Grafik Hubungan Q_u Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Perkuatan Dan Tanpa Perkuatan Dengan Lebar Pondasi (B) = 4 cm.....	78
Gambar 4.34 Grafik Hubungan Q_u Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Perkuatan Dan Tanpa Perkuatan Dengan Lebar Pondasi (B) = 6 cm.....	79
Gambar 4.35 Grafik Hubungan Q_u Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Perkuatan Dan Tanpa Perkuatan Dengan Lebar Pondasi (B) = 8 cm.....	80
Gambar 4.36 Grafik Hubungan Q_u Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Perkuatan Dan Tanpa Perkuatan Milik El Zefanya Roberth.....	81
Gambar 4.37 Grafik Hubungan Q_u Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Perkuatan Dan Tanpa Perkuatan Milik Saeed Alamshashi dan Nader Hataf.....	81
Gambar 4.38 Grafik Hubungan Q_u Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Perkuatan Dan Tanpa Perkuatan Milik Taha dan Altahe.....	82
Gambar 4.39 Grafik Perbandingan BCIu Untuk Variasi Lebar Pondasi.....	83
Gambar 4.40 Grafik Perbandingan BCIu Untuk Variasi Jarak Pondasi.....	84
Gambar 4.41 Grafik Perbandingan Peningkatan BCIu Untuk Variasi Lebar Pondasi.....	86
Gambar 4.42 Grafik Perbandingan Peningkatan BCIu Untuk Variasi Jarak Pondasi.....	87

DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul	Halaman
Lampiran 1	Hasil Analisis Gradasi Butiran Tanah	95
Lampiran 2	Hasil Analisis Specific Gravity Tanah	96
Lampiran 3	Hasil Analisis Uji Geser Langsung (Direct Shear)	98
Lampiran 4	Hasil Analisis Uji Pemadatan Standar	105
Lampiran 5	Hasil Pengujian Kadar Air Dan Kepadatan Tanah Lapangan	135
Lampiran 6	Perhitungan Daya Dukung Lereng Tanpa Perkuatan Dengan Metode Analitik	140
Lampiran 7	Hasil Rekapitulasi Data Daya Dukung Dan Penurunan Berdasarkan Eksperimen	148
Lampiran 8	Dokumentasi Penelitian.....	170



BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

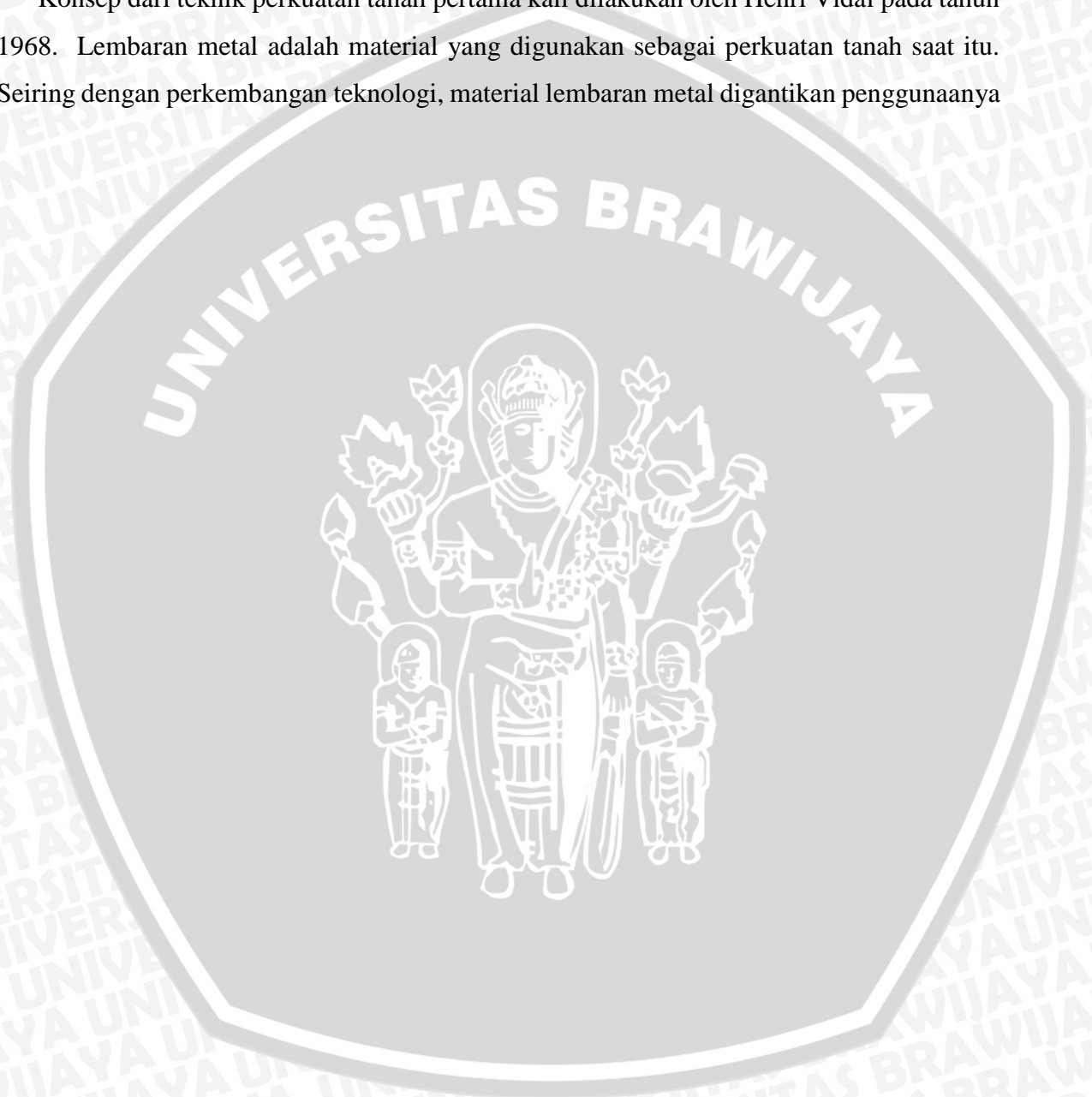
Banyak pembangunan yang dilakukan pada lereng baik itu di perbukitan, pegunungan, maupun di dataran rendah sekitar sungai, contohnya seperti hotel atau restoran di pegunungan ataupun Universitas yang di bangun di sekitar lembah sungai. Pembangunan di lereng dilakukan karena mempertimbangkan nilai tambah keindahan alam yang dapat dinikmati, namun pembangunan di lereng sangat bahaya mengingat resiko terjadinya kelongsoran tanah pada lereng.

Faktor penyebab kelongsoran tanah beberapa diantaranya adalah jarak pembangunan yang terlalu dekat dengan tepi lereng, dan faktor alam (hujan dan gempa). Semakin luas pondasi yang digunakan dan semakin dekat jarak bangunan dengan tepi lereng akan semakin besar potensi untuk terjadinya longsor. Hujan dengan intensitas tinggi sering menyebabkan longsor pada lereng, hal itu disebabkan lereng tidak mampu menahan beban yang di dapat dari resapan air hujan yang asuk kedalam tanah. Untuk itu diperlukan perbaikan tanah guna meningkatkan kualitas daya dukung lereng tersebut. Salah satu solusi yang dapat digunakan dengan memberi lapisan geogrid pada lapisan tanah di bawah pondasi.

Geogrid berupa lembaran geosintetik sama seperti geotextile namun dengan lubang-lubang yang lebih besar sama seperti jala nelayan. Sebagai gambaran, terkait dengan kekakuan bahan, *geogrid* memiliki kekakuan bahan yang lebih tinggi dibandingkan *geotextile*. Dan sebagaimana diketahui bahwa kekakuan penting dalam suatu struktur perkerasan, sebab tanah dasar yang lunak akan menerima gaya tekan dari beban di atasnya sehingga diperlukan bahan penguat yang tepat. Material ini memiliki nilai ekonomis yang murah sebagai kelebihan lain, saat ini penggunaan material geosintetik

semakin meluas. Saat ini pengaplikasian material geosintetik sudah dilakukan pada berbagai macam konstruksi seperti dam, jalan, dinding penahan, dan juga konstruksi lereng. (Vidal, 1968).

Konsep dari teknik perkuatan tanah pertama kali dilakukan oleh Henri Vidal pada tahun 1968. Lembaran metal adalah material yang digunakan sebagai perkuatan tanah saat itu. Seiring dengan perkembangan teknologi, material lembaran metal digantikan penggunaannya



dengan material geosintetik seperti geotextile dan geogrid sebagai material perkuatan tanah. *Geogrid* sendiri adalah inovasi yang dibuat untuk menutupi kekurangan pada *geotextile*. Terutama masalah kekakuan bahan dan mekanisme perkuatan. Suatu hal yang tidak dimiliki *geotextile*, namun *geogrid* dapat menyediakannya.

Untuk pondasi dangkal pada lereng pemasangan geogrid perlu memperhatikan faktor yang dapat mempengaruhi dalam upaya peningkatan kekuatan lereng dan daya dukung pondasi. Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap kekuatan lereng adalah lebar pondasi dan jarak pondasi ke tepi lereng juga akan mempengaruhi besarnya daya dukung pada lereng itu sendiri. Ada penjelasan lain tentang cara memperkuat daya dukung pondasi oleh Huang C 2012, bahwa jarak pondasi ke tepi lereng akan mempengaruhi terhadap kestabilan lereng dengan rasio maksimum $d/B = 4$. (Huang C, 2012).

Penelitian yang dilakukan oleh Mohd Raihan Taha dan Enas B. Altahe (2013) menyebutkan bahwa ketika jarak pondasi ke tepi lereng lebih besar dari lebar pondasi, maka daya dukung pondasi juga bertambah secara signifikan. Mohd Raihan Taha dan Enas B. Altahe juga mengungkapkan saat jarak pondasi ke tepi lereng lebih besar dari $3B$, peningkatan daya dukung pondasi kurang dari 1%. Pada jarak tersebut menunjukkan bahwa mekanisme pondasi di atas lereng terlihat sama seperti mekanisme pondasi di atas tanah biasa. (Taha dan Altahe, 2013).

Pada karya tulis ilmiah sebelumnya yang berjudul Pengaruh Lebar dan Jarak Pondasi Dari Tepi Lereng Terhadap Pemodelan Fisik Lereng Tanah Pasir Dengan Perkuatan Geogrid Pada Sudut Kemiringan Lereng 46° . Dengan menggunakan nilai RC atau Kepadatan Relatif tanah sebesar 74% didapatkan sebuah kesimpulan semakin lebar pondasi, semakin kecil sudut kemiringan lereng, dan semakin besar jarak pondasi dari tepi lereng dengan kepadatan relatif tanah seharga 74% maka daya dukung tanah akan semakin besar. Dengan acuan tersebut pada karya tulis ini akan membahas tentang perbedaan hasil akhir jika menggunakan nilai kepadatan relatif tanah seharga 85%.

1.2. Identifikasi Masalah

Seringnya terjadi kasus kelongsoran tanah lereng sangat perlu untuk pembuatan analisa dan pengidentifikasian lanjut dan detail. Berikut ini identifikasi masalah yang dapat diambil.

1. Diperlukan perbaikan pada lereng guna mencegah terjadinya kelongsoran pada lereng.
2. Kecilnya nilai kuat geser tanah (c) dan sudut geser dalam (ϕ) merupakan salah satu faktor penyebab kelongsoran pada lereng.
3. Perkuatan yang akan diteliti adalah perkuatan geogrid pada lereng dengan variasi lebar pondasi dan jarak pondasi ke tepi lereng.

1.3. Batasan Masalah

Untuk memperjelas ruang lingkup penelitian, maka pembatasan masalah diberikan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Pengujian dasar seperti : uji berat jenis, uji geser langsung tanah (*direct shear*) , dan uji kadar air tanah hanya dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil Universitas Brawijaya.
2. Pengujian model lereng dilakukan di Laboratorium Struktur dan Konstruksi Jurusan Sipil Universitas Brawijaya.
3. Penelitian dilakukan pada suhu kamar yaitu 25°C .
4. Tanah yang digunakan adalah tanah homogen isotropis, berupa tanah urugan dengan jenis tanah pasir dengan simbol SP (*Poorly Graded Sand*) menurut sistem *Unified* (U.S.C.S).
5. *Relative Compaction* tanah model lereng pasir adalah 85%.
6. Penelitian tidak termasuk rembesan air dalam tanah yang diuji cobakan.
7. Geogrid yang digunakan sebagai perkuatan pada pemodelan fisik lereng tanah pasir adalah geogrid *biaxial* yang diproduksi oleh PT. TETRASA GEOSINDO.
8. Ketinggian model lereng tanah pasir adalah 50 cm.
9. Sudut kemiringan lereng yang digunakan adalah 46°
10. Pengidentifikasian daya dukung menggunakan jenis pondasi dangkal yaitu pondasi yang dianggap menerus dengan lebar pondasi 4 cm, 6 cm, dan 8 cm dengan jarak pondasi ke tepi lereng yang memiliki rasio sebesar $d/B = 1$; $d/B = 1/2$; $d/B = 1/3$

11. Penempatan beban hanya dilakukan pada satu posisi dan merupakan beban merata arah vertikal
12. Jumlah lapisan geogrid yang digunakan dalam pemodelan fisik lereng yaitu 3 lapis perkuatan.
13. Panjang lipatan perkuatan geogrid tidak boleh berada di bawah pondasi.
14. Pemasangan jarak antar geogrid yang digunakan dalam pemodelan fisik lereng tanah pasir adalah hasil yang paling optimum yaitu, 3 cm.
15. Geogrid dipasang sepanjang bidang longsor ditambah sepanjang nilai B (lebar pondasi) sebagai penjangkaran.
16. Karena beberapa faktor di lapangan tidak dapat dikondisikan dalam skala pemodelan, sehingga hanya beberapa faktor penting seperti kemiringan lereng, ketinggian lereng, dan pembebanan yang dapat dimodelkan.

1.4. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, maka rumusan masalah yang akan dibahas adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana daya dukung yang terjadi pada lereng tanah pasir tanpa perkuatan dibandingkan dengan diberikannya perkuatan geogrid dengan variasi lebar pondasi dan jarak pondasi ke tepi lereng untuk kepadatan relatif tanah 85%?
2. Bagaimana daya dukung yang terjadi pada lereng tanah pasir akibat pengaruh adanya variasi lebar pondasi untuk kepadatan relatif tanah 85%?
3. Bagaimana daya dukung yang terjadi pada lereng tanah pasir akibat pengaruh adanya variasi jarak pondasi ke tepi lereng untuk kepadatan relatif tanah 85%?
4. Berapa lebar pondasi dan jarak pondasi ke tepi lereng yang optimum untuk daya dukung tanah pondasi menerus pada lereng tanah pasir yang diperkuat menggunakan geogrid untuk kepadatan relatif tanah 85%?

1.5. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui daya dukung pada lereng tanah pasir tanpa perkuatan dan dengan dibandingkan ditambahkannya perkuatan geogrid dengan variasi lebar pondasi dan jarak pondasi ke tepi lereng untuk kepadatan relatif tanah 85%.
2. Untuk mengetahui daya dukung pondasi dan tanah pada lereng pasir dikarenakan adanya variasi lebar pondasi untuk kepadatan relatif tanah 85%.
3. Untuk mengetahui daya dukung pondasi dan tanah pada lereng pasir karena adanya variasi jarak pondasi ke tepi lereng untuk kepadatan relatif tanah 85%.
4. Mengetahui lebar pondasi dan jarak pondasi ke tepi lereng yang paling maksimum untuk daya dukung tanah pada lereng pasir dengan perkuatan geogrid dan daya dukung pondasi yang dapat digunakan untuk kepadatan relatif tanah 85%.

1.6. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian yang dilakukan antara lain :

1. Bagi praktisi lapangan, antara lain :
 - Sebagai sumber informasi dan pertimbangan analisa perencanaan bangunan yang ada di lereng tanah pasir dengan perkuatan geogrid.
2. Bagi kalangan akademis :
 - Referensi untuk acuan penelitian di bidang geoteknik dan mekanika tanah pada lereng.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pasir

Tanah yang termasuk tipe pasir atau kerikil (disebut juga tanah berbutir kasar) jika, setelah kerikil disingkirkan, lebih dari 65% material tersebut berukuran pasir dan kerikil. Pasir dan kerikil dapat dibagi menjadi fraksi-fraksi kasar, medium, dan halus, seperti ditunjukkan pada **Tabel 2.1**. Partikel pasir biasanya mengandung butiran-butiran mineral (*Craig, R.F.1989:11*)

Rentan ukuran partikel ditunjukkan pada **Tabel 2.1** berikut :

Tabel 2.1 Rentang ukuran partikel

Lempung	Lanau			Pasir			Kerikil			Cobbles	Boulders
	Halus	Medium	Kasar	Halus	Medium	Kasar	Halus	Medium	Kasar		
0,001	0,002	0,006	0,02	0,06	0,2	0,6	2	6	20	60	200
		0,01		0,1		1		10		100	

Ukuran partikel (mm)

(Sumber : *Craig, R.F.1989. Mekanika Tanah Edisi Keempat*)

Tanah pasir merupakan tanah yang memiliki butiran tanah yang terpisah ketika keadaan kering dan melekat hanya apabila berada dalam keadaan basah akibat gaya tarik permukaan di dalam air. Tanah pasir merupakan tanah non-koheusif yang tidak memiliki garis batas antara keadaan plastis dan tidak plastis, karena jenis tanah ini tidak plastis untuk semua nilai kadar air. Tetapi dalam beberapa kondisi tertentu, tanah nonkoheusif

dengan kadar air cukup tinggi dapat bersifat sebagai suatu cairan kental. Tarikan permukaan memberikan tanah non-kohef suatu kohesi semu (*apparent cohesion*) yang disebut demikian karena kohesi tersebut akan hilang apabila tanah itu benar-benar kering atau benar-benar jenuh. (Bowles, 1993:38)



2.1.1 Pengertian Pasir

Pasir adalah partikel-partikel batuan yang lolos saringan no. 4 (4,75 mm) dan tinggal dalam saringan no. 200 (0,075 mm), dengan pembagian sebagai berikut:

1. Pasir kasar: butirannya lolos saringan no. 4 (4,75 mm) dan tertahan dalam saringan no. 10 (2 mm).
2. Pasir medium : butirannya lolos saringan no. 10 (2 mm) dan tertahan dalam saringan no. 40 (0,425 mm).
3. Pasir halus : butirannya lolos saringan no. 40 (0,425 mm) dan tertahan dalam saringan no. 200 (0,075 mm) (*Hardiyatmo, H.C., 2011:2*).

2.2. Klasifikasi Pasir Berdasarkan *Unified* (U.S.C.S)

Sistem klasifikasi tanah *Unified* dikembangkan di Amerika Serikat dan awalnya diusulkan oleh A. Casagrande pada tahun 1948 dan kemudian direvisi pada tahun 1952 oleh *Corps of Engineers* dan *U.S Bureau of Reclamation*. Dalam bentuknya yang sekarang, sistem ini banyak digunakan oleh berbagai organisasi dan insinyur geoteknik. Pada awalnya terdapat dua divisi utama dalam sistem ini. Tanah diklasifikasikan sebagai tanah kasar (kerikil dan pasir) jika lebih dari 50% tertahan pada saringan no. 200 dan sebagai tanah berbutir halus (lanau dan lempung) jika 50% atau lebih lolos saringan no. 200. Klasifikasi *Unified* (U.S.C.S) untuk tanah pasir ditunjukkan pada **Tabel 2.2** berikut.

Tabel 2.2 Sistem Klasifikasi *Unified* untuk Pasir

Divisi utama	Simbol kelompok	Nama umum	Kriteria klasifikasi	
Tanah Berbutir Kasar Lebih dari 50% butirannya tertahan pada ayakan No. 200 ¹	Pasir lebih dari 50% fraksi kasar lolos ayakan No. 4	Kerikil berbutir banyak (hanya kerikil)	$C_u = D_{60}/D_{10}$ Lebih besar dari 4 $C_c = \frac{(D_{30})^3}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3. Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW	
		GW		Kerikil bergradasi-baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butirannya halus
		GP		Kerikil bergradasi-buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butirannya halus
	Kerikil berbutir banyak (hanya kerikil)	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $P_f < 4$ Batas-batas Atterberg di atas garis A dengan $P_f > 7$
		GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung	
		SC	Pasir berlempung, campuran pasir - lempung	
Tanah Berbutir Halus Kerikil 50% atau lebih dari fraksi kasar tertahan pada ayakan No. 4	Pasir berbutir banyak (hanya pasir)	SW	$C_u = D_{60}/D_{10}$ Lebih besar dari 6 $C_c = \frac{(D_{30})^3}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW	
		SP		Pasir bergradasi-buruk dan pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butirannya halus
	Pasir berbutir banyak (hanya pasir)	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $P_f < 4$ Batas-batas Atterberg di atas garis A dengan $P_f > 7$
		SC	Pasir berlempung, campuran pasir - lempung	

2.3. Kepadatan Relatif Pasir

Kepadatan relative (*relative compaction*) atau persentase kepadatan tertentu dispesifikasikan sebagai nilai banding dari berat volume kering di pemodelan atau dilapangan dengan berat volume kering maksimum di laboratorium menurut percobaan standar, seperti percobaan standar proctor atau modifikasi proctor. Persamaan untuk Kepadatan relative dapat dilihat pada **Persamaan 2.1**.

$$RC = \frac{\rho_d - \rho_{d, \text{field}}}{\rho_d - \rho_{d, \text{laboratory}}} \times 100\% \quad (2.1)$$

Perlu iingat bahwa memadatkan tanah pada sisi basah optimum akan menghasilkan kuat geser tanah yang lebih rendah bila dibandingkan dengan kadar air pada sisi kering optimum, Oleh karena itu, selain nilai persentase kepadatan, rentang kadar air tanah pada tanah yang akan dipadatkan juga perlu diperhatikan.

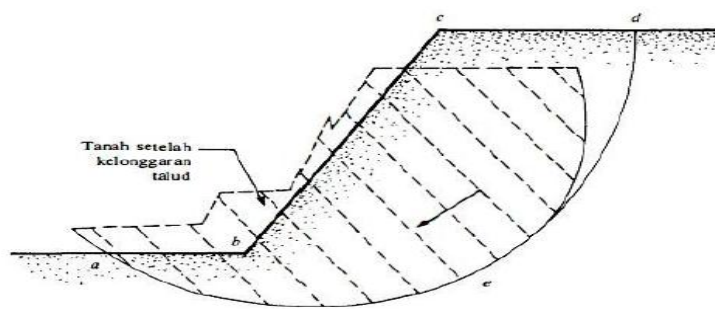
Menurut Lee dan Singh (1971) terdapat hubungan antara kepadatan relative dengan kerapatan relative sesuai **Persamaan 2.2** berikut :

$$RC = 80 + 0,2 D_r \quad (2.2)$$

Dimana kerapatan relative umumnya dipakai untuk menunjukkan kerapatan dari tanah berbutir (*granular soil*) di lapangan.

2.4. Lereng

Suatu permukaan tanah yang miring dengan sudut tertentu terhadap bidang horizontal kita namakan sebagai lereng. Lereng ini dapat terjadi secara alamiah atau buatan. Bila permukaan tanah tidak datar, maka komponen berat tanah yang sejajar dengan kemiringan lereng akan menyebabkan tanah bergerak kearah bawah seperti pada Gambar 2.1. Bila komponen berat tanah tersebut cukup besar, kelongsoran lereng dapat terjadi, yaitu tanah dalam zona *a b c d e a* dapat menggelincir kebawah. Dengan kata lain, gaya dorong (*drivin farge*) melampaui gaya berlawanan yang berasal dari kekuatan geser tanah sepanjang bidang longsor.



Gambar 2.1 Kelongsoran Lereng

Menurut Cristady (1994) lereng tak terbatas merupakan kondisi di mana tanah yang mempunyai kedalaman tertentu dengan permukaan miring, terletak di atas lapisan batu dengan kemiringan permukaan yang sama. Disebut tak terbatas karena mempunyai panjang yang sangat besar dibanding kedalamannya. Jika diambil elemen tanah dengan lebar tertentu, gaya-gaya yang bekerja pada duabidang vertikalnya akan sama karena pada lereng tak terbatas gaya-gaya yang bekerja di setiap sisi bidangnya dapat dianggap sama. Sifat-sifat tanah dan tegangan lereng tak terbatas pada salah satu bidang yang sejajar dengan lereng adalah sama maka kelongsoran pada lereng tak terbatas biasanya terletak dalam satu bidang yang sejajar dengan bidang lereng (Sunggono,1984). Lereng dapat digolongkan dalam dua tipe yaitu lereng tak terbatas dan lereng terbatas (Sunggono, 1984).

Lereng terbatas menurut Cristady (1994) merupakan kondisi di mana suatu timbunan terletak di atas tanah asli yang miring. Akibatnya timbunan akan longsor di sepanjang bidang gelincir. Contoh kondisi ini adalah jika tanah timbunan diletakkan pada tanah asli yang miring dimana pada lapisan tanah asli masih terdapat lapisan lemah yang berada didasar timbunannya.

2.5. Geosintetik

2.5.1. Pengertian Geosintetik

Ditinjau dari kata Geosintetik (*Geosynthetic*) dimana *Geo* berarti *earth* (tanah atau bumi) *Synthetic* berarti *human-made product / material* (produk atau bahan buatan manusia). Oleh *The American Society for Testing and Materials* (ASTM) mendefinisikan *Geosynthetic* dalam terminologi D4439 sebagai produk planar yang dibuat dari bahan

polimer, yang digunakan pada tanah, batuan, atau materi geoteknik lainnya, sebagai pelengkap dalam sebuah proyek, struktur maupun sistem buatan. Secara sederhana, geosintetik didefinisikan sebagai produk buatan dari bahan polimer yang berfungsi untuk memperbaiki perilaku tanah. Hingga saat ini beberapa jenis Geosintetik telah dikembangkan sesuai dengan kebutuhan. Fungsi geosintetik ditunjukkan pada **Tabel 2.3**.

Berikut adalah beberapa jenis Geosintetik yang dapat kita temui :

- *Geotextile* / Geotekstil
- *Geosynthetics Clay Liner*
- Geopipe
- Geogrid
- Geocomposites / Geokomposit
- Geomembrane / Geomembran
- Geofoam
- Geo-other
- Geonet
- Geocell

Tabel 2.3 Fungsi berbagai macam produk geosintetik

Jenis Geosintetik	Fungsi Utama					
	Separator	Perkuatan	Filter	Drainase	Penghalang	Proteksi
Geotekstil	✓	✓	✓	✓		✓
Geogrid		✓				
Geonet				✓		
Geomembran					✓	
Geosynthetic Clay Liner (GCL)					✓	
Geopipa				✓		
Geofoam	✓					
Geokomposit	✓	✓	✓	✓	✓	✓

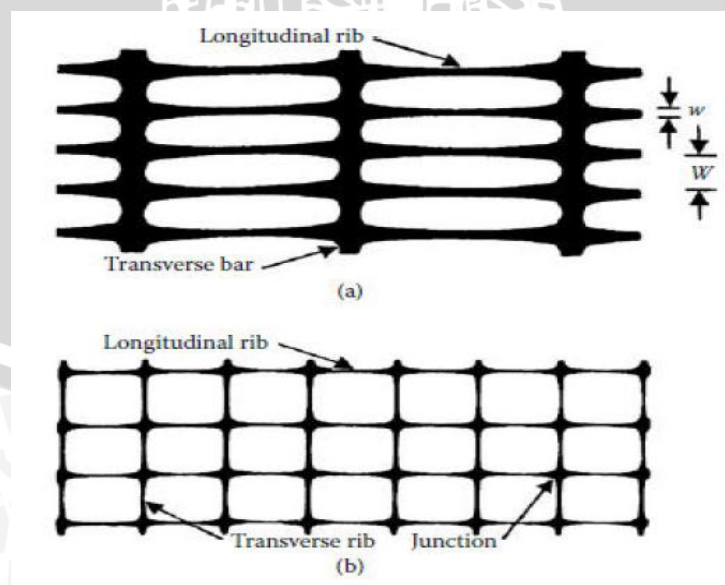
2.5.2. Geogrid

2.5.2.1. Pengertian Geogrid

Geogrid merupakan suatu contoh dari jenis geosintetik yang berbentuk jaring (web) terbuka. Fungsi geogrid yang utama adalah sebagai perkuatan. Penguatan mengacu pada mekanisme dimana sifat teknis tanah komposit / agregat dapat ditingkatkan secara mekanis. Geogrid dibentuk oleh suatu jaring teratur dengan elemen elemen tarik dan mempunyai bukaan berukuran tertentu sehingga saling mengunci (interlock) dengan bahan pengisi di sekelilingnya.

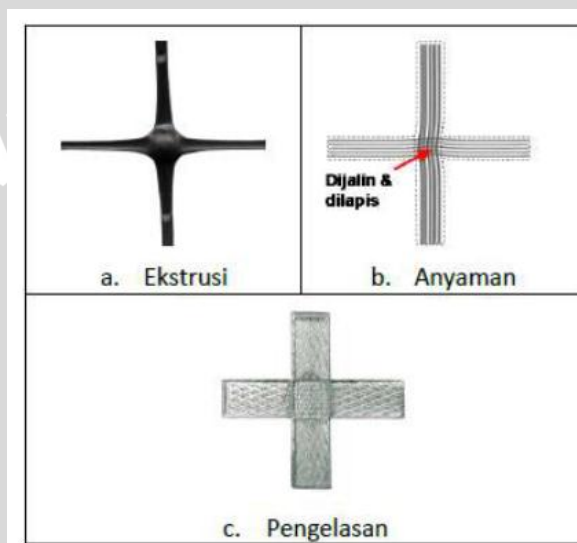
2.5.2.2. Jenis Geogrid

Geogrid umumnya terdiri dari dua jenis: (a) geogrid biaksial dan (b) geogrid uniaksial. Tipe-tipe geogrid tersebut dapat dilihat pada **Gambar 2.2**. Geogrids uniaksial dibuat dengan peregangan suatu lembaran ekstrusi high-density polyethylene pada satu arah dalam kondisi yang terkendali dengan hati-hati. Proses ini akan meluruskan molekul rantai panjang pada polimer dalam arah imbang dan menghasilkan produk dengan kekuatan tarik satu-arah dan modulus yang tinggi.



Gambar 2.2 Jenis geogrid: (a) Uniaksial; (b) Biaksial

Geogrids biaksial dibuat dengan peregangan lembaran polypropylene dalam dua arah orthogonal. Proses ini menghasilkan produk dengan kekuatan tarik dan modulus yang tinggi dalam dua arah tegak lurus. Lubang yang dihasilkan adalah kotak yang baik persegi atau persegi panjang. Geogrid dapat pula dibedakan dari cara penggabungan elemen memanjang dan melintang. Teknologi cara penggabungan kedua elemen tersebut saat ini dilakukan dengan metoda ekstrusi, anyaman dan pengelasan bentuk penggabungan geogrid dapat dilihat pada **Gambar 2.3**.



Gambar 2.3 Jenis penggabungan elemen geogrid

Geogrid ekstrusi dibuat dari lembaran polimer dalam dua atau tiga tahap pemrosesan. Tahap pertama mencakup pemasukan lembaran polimer ke dalam mesin pelubang sehingga membentuk lubang-lubang dalam pola grid yang teratur. Tahap kedua, lembaran polimer berlubang tersebut dipanaskan dan ditarik dalam arah mesin. Proses penarikan tersebut mengorientasikan arah molekul polimer rantai panjang ke arah penarikan sehingga meningkatkan kuat tarik dan kekakuan tarik. Proses tersebut bisa dihentikan pada tahap ini dan produk akhirnya adalah geogrid uniaksial. Geogrid uniaksial tersebut dapat melalui tahap ketiga untuk dipanaskan dan ditarik ke arah melintang sehingga menghasilkan geogrid biaksial.

Geogrid anyaman dibuat dengan proses merajut polimer multifilamen. Ketika filamen-filamen tersebut berpotongan, dilakukan suatu proses sehingga saling menyilang untuk membentuk titik pertemuan yang kuat. Titik-titik pertemuan tersebut biasanya

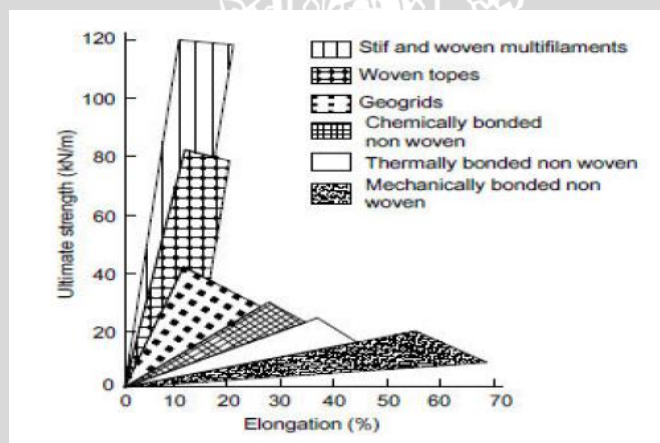
dilapis dengan akrilik atau PVC. Geogrid dengan pengelasan dilakukan menggunakan laser ataupun ultrasonic terhadap pita-pita PP atau PET pada titik pertemuannya.

2.5.3. Karakteristik Geogrid sebagai Bahan Perkuatan

2.5.2.3. Kekuatan Tarik

Kuat tarik didefinisikan sebagai tegangan tarik maksimum yang mampu ditahan oleh benda uji pada titik keruntuhan. Seluruh aplikasi geosintetik bergantung pada sifat mekanik ini baik sebagai fungsi primer maupun fungsi sekunder.

Gambar 2.4 menampilkan tipikal sifat kekuatan geosintetik. Geogrid mempunyai kuat tarik dan modulus tarik yang tinggi pada tingkat regangan yang rendah bahkan pada regangan 2%.



Gambar 2.4 Kekuatan tarik produk geosintetik

2.5.2.4. Interaksi antara Tanah dengan Geogrid

Jika geosintetik digunakan sebagai perkuatan tanah, harus terjadi ikatan antara tanah dengan geosintetik untuk mencegah tanah tergelincir di atas geosintetik atau geosintetik tercabut dari tanah ketika kuat tarik termobilisasi pada geosintetik. Ikatan antara tanah dan geosintetik tergantung dari interaksi pada bidang kontakannya. Interaksi tanah geosintetik (karakteristik gesek dan/atau kuncian/interlocking) merupakan elemen kunci dari kinerja dinding penahan tanah, lereng dan timbunan yang diperkuat geosintetik.

Geogrid yang merupakan salah satu produk geosintetik memiliki fasilitas interlocking. Dengan kemampuan interlocking, mengakibatkan ikatan antara geogrid

dengan tanah lebih besar dibandingkan dengan geotekstil. Kemampuan tersebut membuat geogrid tergolong sebagai bahan perkuatan, khususnya pada kasus perkuatan lereng.

2.5.2.5. Rangkak

Rangkak (creep) adalah elongasi geosintetik akibat beban konstan. Perilaku rangkak dari geosintetik perlu dievaluasi mengingat sifat polimer merupakan bahan yang sensitif terhadap rangkak.

Rangkak adalah faktor yang penting untuk struktur dengan geosintetik seperti dinding penahan tanah, perkuatan lereng, perkuatan dan timbunan di atas tanah lunak. Dalam aplikasi tersebut, diperlukan geosintetik yang tahan terhadap tegangan tarik dalam jangka waktu yang lama (biasanya lebih dari 75 tahun).

2.5.2.6. Daya Bertahan

Sifat daya bertahan berhubungan dengan ketahanan geosintetik pada saat instalasi di lapangan. Sifat-sifat tersebut adalah:

- Kuat robek: kemampuan geosintetik menahan tegangan yang menyebabkan terjadinya penambahan panjang robekan dari robekan yang sudah ada. Biasanya hal ini terjadi saat instalasi
- Kuat tusuk: kemampuan geosintetik menahan tegangan lokal yang diakibatkan oleh tusukan benda seperti batu, akar tanaman.
- Kuat tusuk dinamis: kemampuan geosintetik menahan tegangan akibat benturan benda dan penetrasi dari benda jatuh seperti batu, alat bantu konstruksi, selama proses pemasangan geosintetik.
- Kuat jebol: kemampuan geosintetik menahan tekanan normal ketika terkekang di segala arah. Kuat jebol mensimulasikan kondisi di lapangan
- Kuat fatig: kemampuan geosintetik menahan beban berulang sebelum terjadinya keruntuhan.

2.5.2.7. Geogrid sebagai Bahan Perkuatan Tanah

Sifat tarik bahan geosintetik dimanfaatkan untuk menahan tegangan atau deformasi pada struktur tanah. Untuk fungsi ini, geosintetik banyak digunakan untuk perkuatan timbunan di atas tanah lunak, perkuatan lereng dan dinding tanah yang distabilisasi secara mekanis (mechanically stabilized earth wall, MSEW).

Geogrid memiliki tingkat kekakuan dan kekuatan yang cukup tinggi. Selain itu juga dilengkapi dengan kemampuan interlocking yang mengakibatkan interaksi dengan tanah semakin kuat.

2.5.4. Panjang Penyaluran Geogrid

Anil kumar dan K. Ilamparuthi (2009) telah meneliti tentang pondasi menerus di atas lereng pasir dengan perkuatan geogrid. Berdasarkan hasil yang mereka peroleh, terdapat pengaruh yang signifikan terhadap besarnya daya dukung pondasi terhadap panjang perkuatan geogrid yang diaplikasikan ke pemodelan lereng pasir. Dari **Tabel 2.4** terlihat bahwa semakin panjang perkuatan geogrid, maka semakin besar daya dukung pondasi yang dicapai.

Tabel 2.4 Pengaruh panjang perkuatan geogrid terhadap daya dukung pondasi pada lereng pasir

<i>L/B</i>	<i>Ultimate bearing capacity, (kN/m²)</i>		<i>Increment (%)</i>
	<i>Reinforcement Below Footing</i>	<i>Unreinforced Slope</i>	
1.	43	34	26
2.	110	34	224
3.	120	34	253

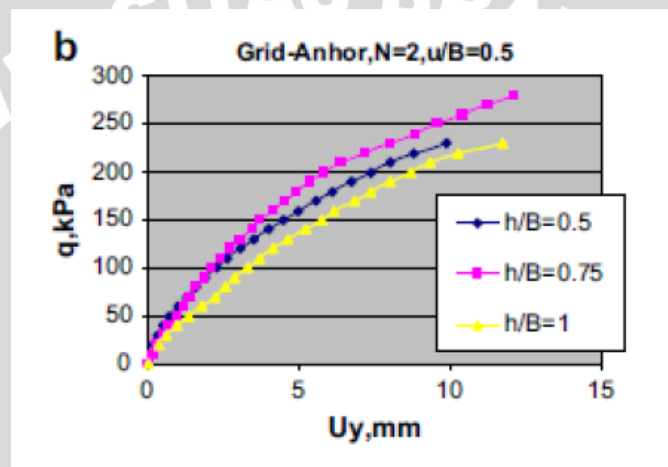
(Sumber : S. V. Anil Kumar dan K Ilamparuthi, 2009)

Saat panjang perkuatan geogrid sebesar 2B, terjadi peningkatan daya dukung yang cukup signifikan. Peningkatan yang cukup besar ini merupakan akibat dari mekanisme pondasi dalam, yang mana lapisan tanah di bawah pondasi sampai dengan tepi akhir zona perkuatan bertindak sebagai bagian dari pondasi itu sendiri. Perkuatan geogrid dengan panjang sebesar 2B ini dapat diterapkan pada kasus dimana daya dukung pada suatu pondasi perlu ditingkatkan. Panjang perkuatan sebesar 2B ini juga

bisa dianggap sebagai salah satu parameter yang menghasilkan kemampuan paling efektif dari perkuatan geogrid.

2.5.5. Jarak Antar Lapisan Geogrid

Saeed Alamshahi dan Nader Hataf (2009) telah meneliti tentang pengaruh perkuatan geogrid dan geogrid-anchor terhadap daya dukung pondasi pada lereng pasir. Salah satu parameter yang diteliti adalah spasi antar lapisan geogrid yang disimbolkan dengan h . Variasi rasio spasi vertikal antar lapisan geogrid (h/B) ini antara lain 0,5, 0,75, dan 1,0.



Gambar 2.5 Pengaruh rasio spasi vertikal (h/B) pada daya dukung pondasi

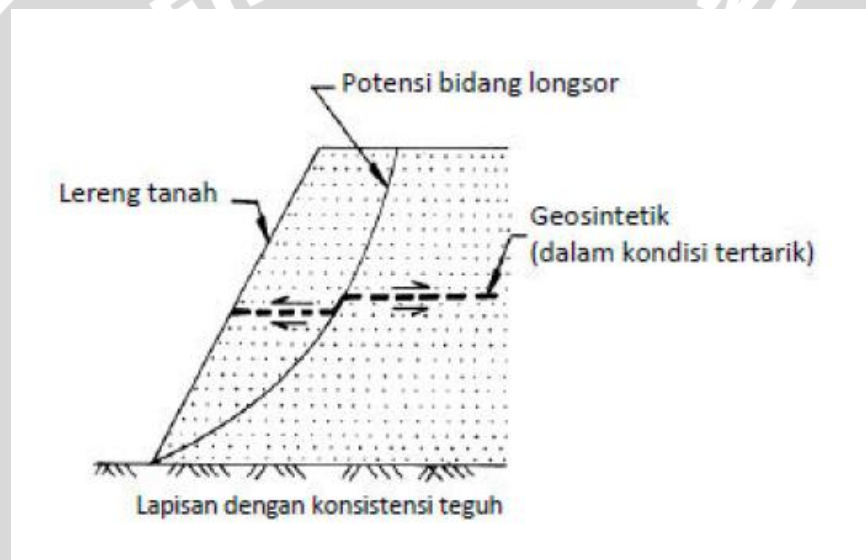
Berdasarkan penelitian mereka, spasi vertikal maksimum yang diperoleh sebesar $0,75B$. Hal tersebut ditunjukkan pada trend grafik yang ditunjukkan pada **Gambar 2.5**. Pada grafik tersebut terlihat jelas bahwa pada rasio $h/B = 0,75$, nilai daya dukung adalah maksimum dibandingkan rasio yang lain baik yang ditunjukkan oleh nilai BCR dan q_u itu sendiri. Oleh karena itu, merujuk penelitian yang dilakukan Saeed Alamshahi dan Nader Hataf ini, penulis menggunakan parameter jarak antar lapisan geogrid sebesar $0,75B$. Lebar pondasi yang digunakan penulis sebesar 4 cm, sehingga jarak vertikal antar lapisan geogrid yang dipakai adalah 3 cm pada pemodelan.

2.5.6. Mekanisme Kerja Geogrid pada Tanah

Geosintetik, khususnya geogrid memiliki banyak kegunaan dalam rekayasa teknik sipil. Salah satunya adalah sebagai fungsi stabilisasi tanah untuk meningkatkan sifat

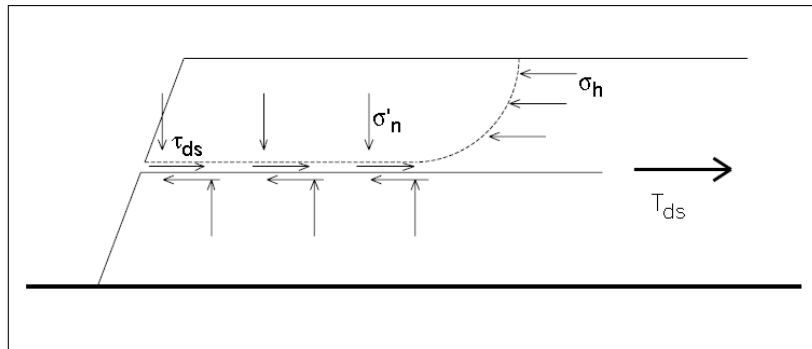
mekanis massa tanah, meningkatkan faktor keamanan lereng dan menstabilkan lereng dengan kemiringan curam (kurang dari 70°).

Lereng tanah yang diperkuat umumnya terdiri dari timbunan padat yang digabungkan dengan perkuatan geosintetik yang disusun kearah horisontal. Ketika tanah dan geosintetik digabungkan, material komposit (tanah yang diperkuat) tersebut menghasilkan kekuatan tekan dan tarik tinggi sehingga dapat menahan gaya yang bekerja dan deformasi. Pada tahapan tersebut, geosintetik berlaku sebagai bagian tahanan tarik (gesekan, *adhesi*, saling mengikat (*interlocking*) atau pengurungan (*confinement*)) yang digabungkan ke tanah/timbunan dan menjaga stabilitas massa tanah.



Gambar 2.6 Dasar Mekanisme Perkuatan Lereng Tanah dengan Geosintetik
2.5.7. Mekanisme Transfer Beban antara Geogrid dengan Tanah

Transfer beban antara geogrid dengan tanah dapat dijelaskan dengan mekanisme kegagalan geogrid. Terdapat dua mekanisme kegagalan pada geogrid yaitu meluncurnya masa tanah di atas perkuatan dan tercabutnya perkuatan geogrid. Kedua kegagalan tersebut sangat bergantung pada besarnya hambatan lekat pada geogrid. Mekanisme kegagalan luncur dapat dilihat pada **Gambar 2.7**. Gaya penahan untuk kegagalan luncur ini berasal dari hambatan lekat antara geogrid dengan tanah sehingga menimbulkan tahanan geser. Tahanan geser tersebut juga dipengaruhi oleh besarnya tegangan normal diatas perkuatan geogrid. Tegangan normal di atas perkuatan geogrid tersebut tidak hanya berasal dari massa tanah, tetapi bisa juga dari berat beban diatas lereng.



Gambar 2.7 Mekanisme kegagalan luncur pada perkuatan geogrid

Dimana :

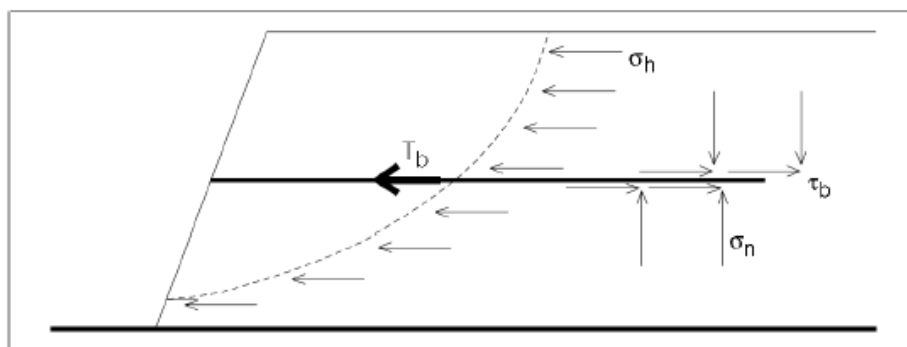
τ_{ds} = tahanan geser kegagalan luncur

σ'_n = tegangan normal efektif di atas perkuatan

f_{ds} = faktor luncur langsung

Φ' = sudut geser tanah (dari *direct shear test*)

Mekanisme kegagalan cabut dapat dilihat pada **Gambar 2.8**. Gaya penahan untuk kegagalan cabut berupa tahanan geser yang juga berasal dari hambatan lekat geogrid dengan tanah, khususnya di atas dan di bawah permukaan geogrid. Tahanan geser tersebut juga dipengaruhi oleh besarnya tegangan normal diatas perkuatan geogrid.



Gambar 2.8 Mekanisme kegagalan cabut pada perkuatan geogrid

Dimana :

T_b = tahanan geser kegagalan cabut
 σ_n' = tegangan normal efektif di atas perkuatan
 f_{po} = faktor cabut
 Φ' = sudut geser tanah (dari *direct shear test*)

Apabila geogrid menahan gaya akibat masa tanah dan beban luar yaitu P sehingga merupakan fungsi dari tekanan tanah lateral σ_h , maka diperlukan panjang geogrid yang cukup untuk menahan kedua mekanisme kegagalan.

2.6. Pondasi Dangkal

2.6.1. Tekanan Kontak

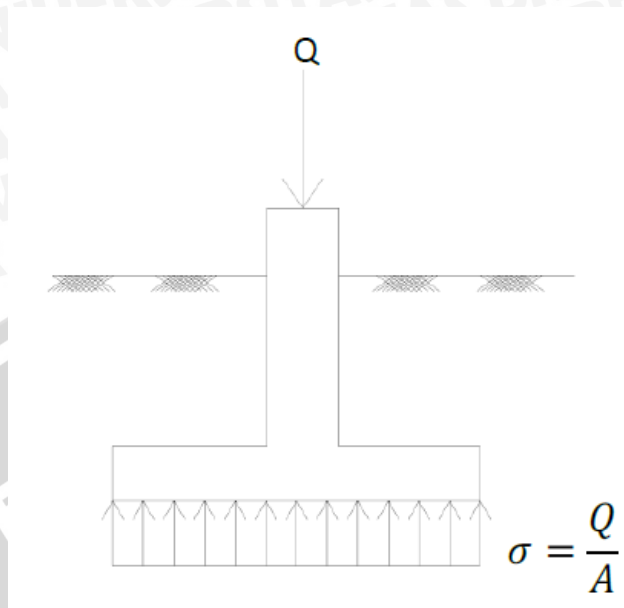
Tegangan yang bekerja di bawah pondasi akibat beban struktur di atasnya disebut tegangan kontak (*contact pressure*). Rumus untuk menghitung tegangan kontak adalah sebagai berikut.

$$\sigma = \frac{Q}{A} \pm \frac{M_x \cdot X}{I_y} \pm \frac{M_y \cdot Y}{I_x} \quad (2.1)$$

Dimana :

- σ = Tegangan Kontak
- Q = Beban aksial total
- M_x, M_y = Momen terhadap sumbu x dan y penampang pondasi
- X, Y = Jarak antara titik pusat penampang pondasi ke titik dimana tegangan kontak dihitung perspektif sumbu x dan y
- I_x, I_y = Momen inersia penampang pondasi terhadap sumbu x dan y

Apabila beban aksial pada penampang pondasi tersebut sentris tegak lurus titik pusat penampang pondasi dan tidak ada momen yang bekerja pada pondasi tersebut, maka tegangan kontak menjadi sama besar pada keseluruhan penampang pondasi. Tegangan kontak tersebut dapat dilihat pada **Gambar 2.9**.

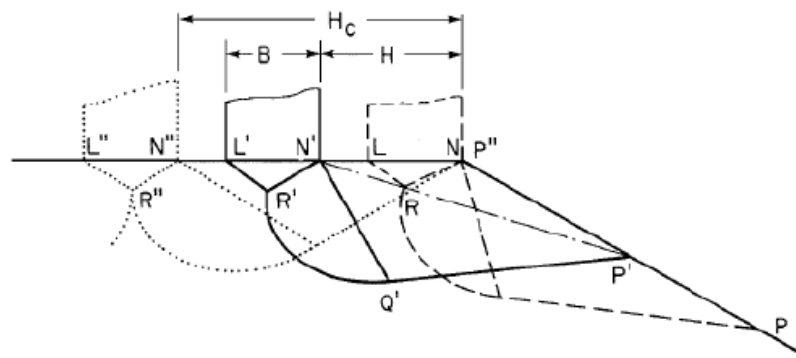


Gambar 2.9 Tegangan kontak akibat beban aksial sentris

2.6.2. Pola Keruntuhan Di Bawah Pondasi pada Lereng

Graham, Andrews, dan Shields (1987) dalam jurnalnya yang berjudul “*Stress characteristics for shallow footings in cohesionless slopes*” memberikan gambaran mengenai mekanisme keruntuhan pondasi di atas lereng. Skema zona keruntuhan dapat dilihat pada **Gambar 2.10**. Terlihat bahwa zona runtuh PNQ dan zona *trapped wedge* LNR bergantung jarak pondasi ke tepi lereng H . Semakin jauh nilai H , maka zona keruntuhan berlaku seperti keruntuhan geser umum.

Suatu nilai H dimana mekanisme pondasi sudah seperti keruntuhan geser umum dinamakan *critical setback distance* dan diberi simbol H_c . Besarnya nilai H_c bergantung pada besarnya sudut geser pada tanah. Variasi nilai H_c menurut Graham dapat dilihat pada **Tabel 2.5**.



Gambar 2.10 skema zona keruntuhan pondasi di atas lereng

Tabel 2.5 Rasio H_c/B terhadap sudut geser tanah

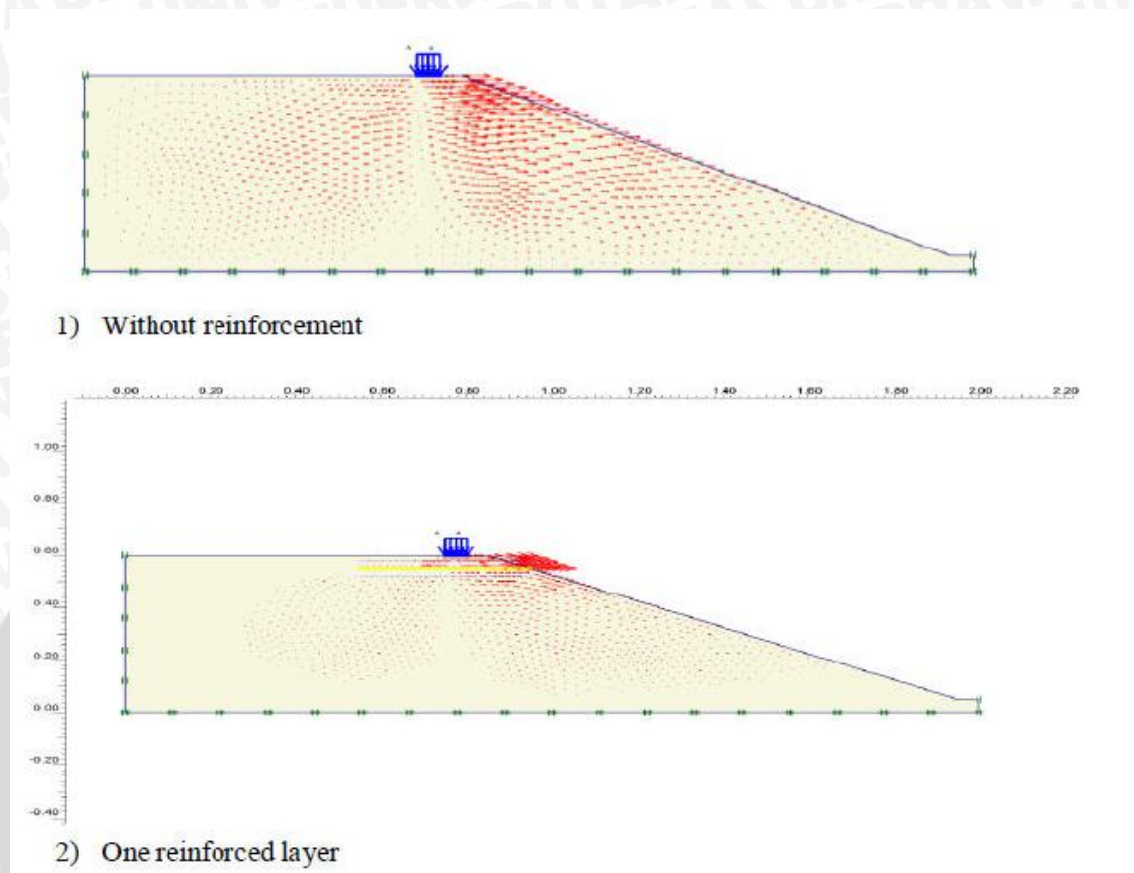
Angle of shearing resistance ϕ (deg)	30	35	40	45
Critical setback distance H_c/B	1.2	2.0	2.7	3.5

(Sumber : Graham dkk, 1987)

2.6.3. Pola Keruntuhan Di Bawah Pondasi pada Lereng dengan Perkuatan

Mohd Raihan Taha dan Enas B. Altalhe (2009) meneliti tentang mode keruntuhan pondasi pada lereng pasir dengan perkuatan geotekstil. Metode yang digunakan adalah numerik berupa elemen hingga (*finite element*). Parameter yang digunakan antara lain jarak pondasi ke tepi lereng sebesar B dan sudut kemiringan 20 lereng 30° . Lereng menggunakan satu lapis perkuatan dengan kedalaman $0,5B$ dari dasar pondasi.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, perkuatan geotekstil memberikan pengaruh besar dalam tingkat deformasi tanah. Pada **Gambar 2.11** terlihat bahwa vektor deformasi partikel tanah dengan perkuatan berkurang secara signifikan dibandingkan tanpa perkuatan. Tahanan lateral yang diciptakan lapisan geotekstil membatasi partikel tanah berpindah ke sekitarnya dan deformasi pada lereng. Pola keruntuhan juga dapat diprediksi dengan melihat deformasi partikel tanah tersebut.

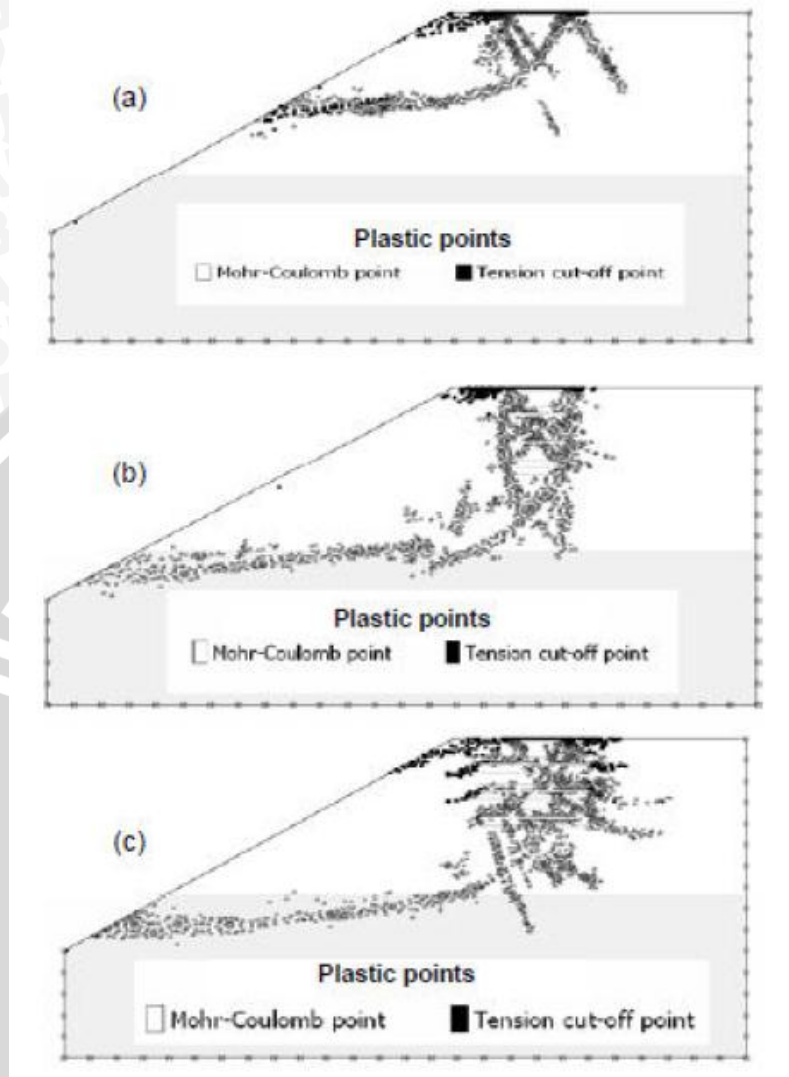


Gambar 2.11 Displacement vector pada pemodelan lereng pasir

Pada lereng dengan perkuatan geotekstil, titik-titik plastis juga terletak di atas lapisan tanah di atas geotekstil. Hanya sebagian kecil titik-titik plastis terletak di bawah lapisan perkuatan. Hal ini menunjukkan bahwa kegagalan geser lereng diperkirakan terjadi pada zona yang lebih dalam di bawah lapisan perkuatan.

Anil kumar dan K. Ilamparuthi (2009) juga melakukan penelitian pondasi menerus di atas lereng pasir dengan perkuatan geogrid. Untuk mengetahui mekanisme keruntuhan, mereka menggunakan metode elemen hingga. Suatu percobaan experimental dilakukan sebagai validasi pemodelan lereng dengan memplotkan kedua grafik load-settlement dari percobaan experimental dan elemen hingga.

Berdasarkan penelitian mereka, mekanisme keruntuhan terlihat jelas dengan memperhatikan titik-titik plastis baik pada lereng tanpa perkuatan dan dengan perkuatan geogrid, seperti yang terlihat pada **Gambar 2.12**. Zona segitiga plastis pada lereng dengan perkuatan yang terbentuk lebih dalam dibandingkan pada lereng tanpa perkuatan.



Gambar 2.12 Titik-titik plastis yang terbentuk dibawah pondasi pada lereng :
 (a) Tanpa perkuatan, (b) Panjang perkuatan $L=B$, (c) Panjang perkuatan $L=2B$

2.7. Teori Daya Dukung Pondasi

2.7.1. Pengertian Daya Dukung Pondasi

Analisis daya dukung (*bearing capacity*) mempelajari kemampuan tanah dalam mendukung beban pondasi dari struktur yang terletak di atasnya. Daya dukung menyatakan tahanan geser tanah untuk melawan penurunan akibat pembebanan, yaitu tahanan geser yang dapat dikerahkan oleh tanah di sepanjang bidang-bidang gesernya. Analisis-analisis daya dukung dilakukan dengan cara pendekatan untuk memudahkan

hitungan. Persamaan yang dibuat dikaitkan dengan sifat-sifat tanah dan bentuk bidang geser yang terjadi saat keruntuhan. Analisisnya dilakukan dengan menganggap bahwa tanah berkelakuan sebagai bahan yang bersifat plastis. Konsep ini pertama kali dikenalkan oleh Prandtl (1921), yang kemudian dikembangkan oleh Terzaghi (1943), Meyerhof (1955) dan lainnya (*Hardiyatmo, H.C., 2011:110-111*)

2.7.2. Solusi Meyerhof

Meyerhof memberikan solusi teoritis untuk menentukan besarnya daya dukung ultimit pada pondasi dangkal di atas lereng. Solusi tersebut merupakan pengembangan dari persamaan daya dukung batas pondasi dangkal pada tepi lereng. Solusi daya dukung batas berdasarkan meyerhof ditulis sebagai berikut.

$$q_u = cN_{cq} + \frac{1}{2} \gamma B N_{\gamma q} \quad (2-4)$$

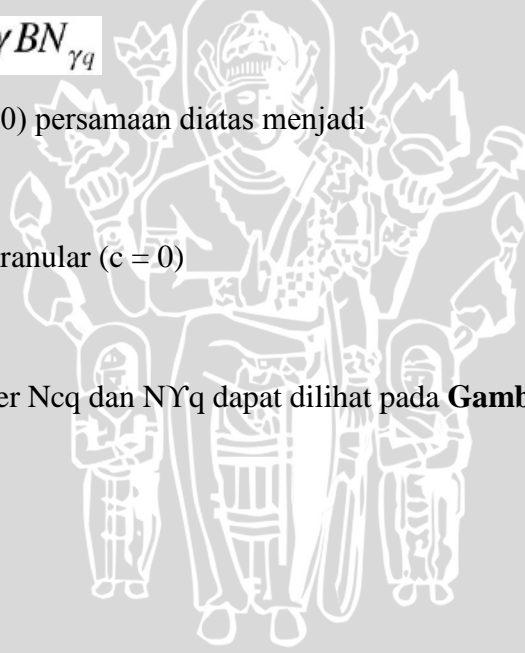
Untuk tanah kohesif ($\phi = 0$) persamaan diatas menjadi

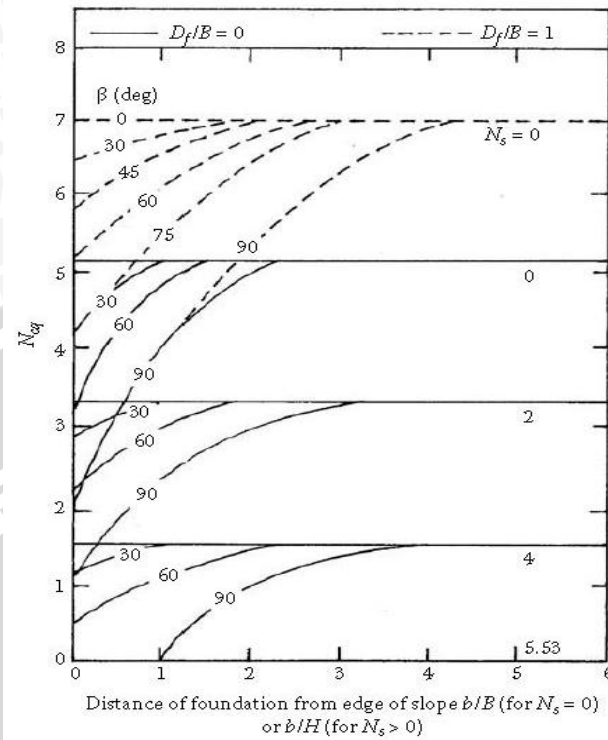
$$q_u = cN_{cq} \quad (2-5)$$

Sedangkan, untuk tanah granular ($c = 0$)

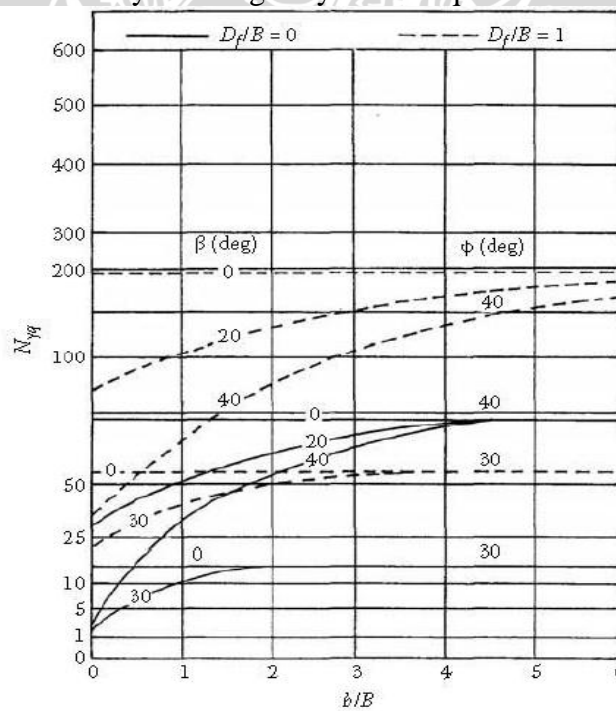
$$q_u = \frac{1}{2} \gamma B N_{\gamma q} \quad (2-6)$$

Besarnya parameter N_{cq} dan $N_{\gamma q}$ dapat dilihat pada **Gambar 2.13** dan **Gambar 2.14** berikut ini.





Gambar 2.13 Faktor daya dukung Meyerhof N_{cq} untuk tanah kohesif



Gambar 2.14 Faktor daya dukung Meyerhof N_{Yq} untuk tanah granular/pasir
 Sebagai catatan bahwa N_s adalah angka stabilitas lereng (*slope stability number*), dan dirumuskan sebagai berikut.

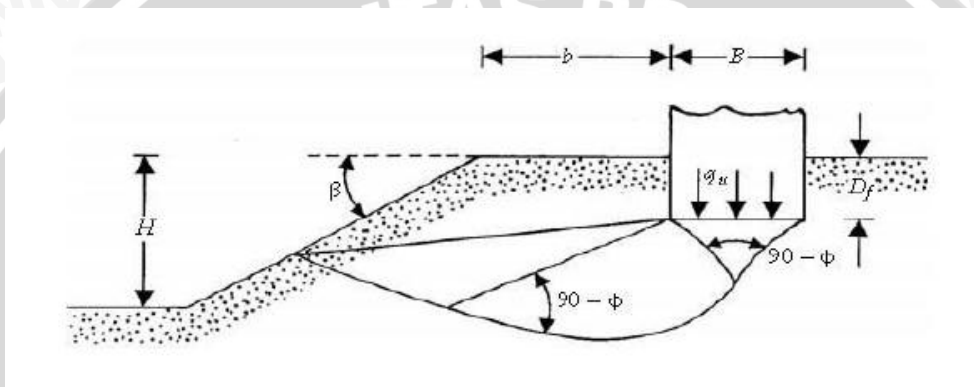
$$N_s = \frac{\gamma H}{c} \tag{2-7}$$

Dimana :

γ = berat jenis tanah

c = nilai kohesi tanah

H = tinggi lereng



Gambar 2.15 Pondasi dangkal diatas lereng

2.7.3. Solusi Hansen dan Vesic

Untuk kondisi $b = 0$ pada Gambar 2.15 (pondasi tepat berada di tepi lereng), Hansen menyatakan daya dukung batas dari pondasi menerus tersebut dengan persamaan sebagai berikut:

$$q_u = cN_c \lambda_{c\beta} + qN_q \lambda_{q\beta} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma \lambda_{\gamma\beta} \tag{2-8}$$

dimana,

N_c, N_q, N_γ = Faktor-faktor daya dukung Hansen

$\lambda_{c\beta}, \lambda_{q\beta}, \lambda_{\gamma\beta}$ = Faktor-faktor lereng

q = γD_f

Menurut Hansen,

$$\lambda_{q\beta} = \lambda_{\gamma\beta} = (1 - \tan\beta)^2 \tag{2-9}$$

$$\text{Untuk } \phi > 0, \lambda_{c\beta} = \frac{N_q \lambda_{q\beta} - 1}{N_q - 1}$$

$$\text{Untuk } \phi = 0, \lambda_{c\beta} = 1 - \frac{2\beta}{\pi + 2}$$

Pada kondisi $\Phi = 0$, Vesic menyatakan nilai N_γ sebagai berikut:

$$N_\gamma = -2 \sin \beta \quad (2-10)$$

Selanjutnya, ia menyatakan pada kondisi $\Phi = 0$ dengan $N_c = 5,14$ dan $N_q = 1$ persamaan daya dukung menjadi sebagai berikut:

$$q_u = (5,14 - 2\beta)c + \gamma D_f (1 - \tan \beta)^2 - \gamma \beta \sin \beta (1 - \tan \beta)^2 \quad (2-11)$$

(Sumber : Das, B.M. 2009: 155-156)

2.7.4. Solusi Gemperline (1990)

Shields bersama dengan peneliti lainnya telah mencoba melakukan penelitian terhadap faktor daya dukung $\sigma_{\square q}$ untuk sebuah pondasi pada lereng yang memiliki sudut geser yang rendah. Pada penelitian yang dilakukan oleh Shields ia menggunakan pemodelan box pasir berukuran besar dengan panjang 15 m dan lebar 2 m dan tinggi 2,2m. Sebuah lereng dengan perbandingan H : V yaitu 2 : 1 dipilih sebagai pemodelan karena dianggap ukuran tersebut adalah uluran standar dari sebuah lereng, lereng dibuat dengan faktor-faktor penentu yang ada. Dari percobaan tersebut Shields melaporkan prosentase daya dukung tanah datar yang ia temukan dengan menggunakan persamaan Gemperline untuk menghitung nilai $N_{\gamma q}$ dan menggunakan persamaan daya dukung Meyerhof untuk tanah datar.

Adapun persamaan Gemperline adalah sebagai berikut :

$$N_{\gamma q} = f_{\phi} \times f_{\beta} \times f_{D/B} \times f_{B/Lp} \times f_{D/B, B/Lp} \times f_{\alpha, b/B} \times f_{\alpha, b/D, D/B} \times f_{\alpha, b/B, B/Lp} \quad (2-12)$$

Dengan :

- ϕ = sudut geser dalam tanah (o)
- β = sudut kemiringan lereng (o)
- B = lebar pondasi (inchi)
- D = kedalaman pondasi (inchi)

L	= panjang pondasi (inchi)
b	= jarak pondasi ke puncak lereng (inchi)
$f\Phi$	= $10^{(0,1159\Phi - 2,386)}$
fB	= $10^{(0,34 - 0,2\text{Log}B)}$
$f D/B$	= $1 + 0,65 (D/B)$
$f B/L$	= $1 - 0,27 (B/L)$
$f D/B, B/L$	= $1 + 0,39 (D/L)$
$f\beta, b/B$	= $1 - 0,8 [1 - (1 - \tan \beta)^2] \{ 2/[2 + (b/B)^2 \tan \beta] \}$
$f\beta, b/D, D/B$	= $1 + 0,6 (B/L) [1 - (1 - \tan \beta)^2] \{ 2/[2 + (b/B)^2 \tan \beta] \}$
$f\beta, b/B, B/L$	= $1 + 0,7\gamma (D/B) \tan \beta \{ \beta/[\beta + (b/B)^2 \tan \beta] \}$

2.8. Bearing Capacity Improvement (BCI)

Pengaruh adanya perkuatan baik menggunakan geogrid ataupun perkuatan yang lain, digambarkan dalam bentuk besaran non-dimensional yang biasanya disebut BCI. *Bearing Capacity Improvement* (BCI) adalah suatu perbandingan rasio yang menjelaskan perbandingan antara daya dukung tanah saat diberi perkuatan dengan daya dukung tanah tanpa diberi perkuatan. Nilai BCI dapat ditentukan berdasarkan dua hal, yaitu daya dukung pada saat ultimit atau BCI_u (S.M. Marandi, 2008; P.K. haripal dkk, 2008; E. C. shin dkk, 2000; J. Thanapalasingam dkk, 2008; M.J. Kenny dkk, 1997) dan daya dukung pada penurunan yang sama atau BCI_s (A. Zahmatkesh dkk, 2010; S. M. Marandi, 2008)

Dari penelitian ini dapat diketahui peningkatan daya dukung (*Improvement Bearing Capacity*) dengan membandingkan daya dukung dengan dan tanpa perkuatan geogrid, sebagai berikut :

$$BCI = \frac{q}{q_0} \quad (2-13)$$

Dimana,

BCI = *Improvement Bearing Capacity*

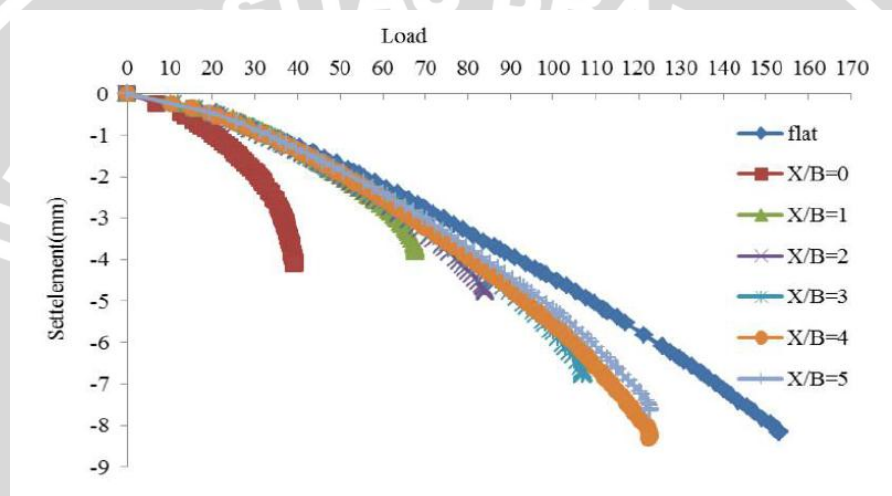
q = daya dukung dengan perkuatan geogrid menurut kemiringan sudut lereng dan jarak pondasi

q_0 = daya dukung tanpa perkuatan geogrid

2.9 Pengaruh Lebar Pondasi terhadap Daya Dukung Pondasi di Dekat Lereng

Mohd Raihan Taha dan Enas B. Altalhe (2013) telah meneliti tentang pengaruh Jarak pondasi dari tepi lereng terhadap daya dukung pondasi. Beberapa parameter yang ditetapkan antara lain lebar pondasi $B = 50 \text{ mm}$, $D_r = 85 \%$, dan sudut kemiringan lereng $\beta = 30^\circ$. Rasio jarak pondasi ke tepi lereng X/B yang dipilih sebesar $0 - 5$.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, seiring dengan besarnya nilai X/B maka nilai daya dukung juga bertambah. Penurunan juga turut mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya daya dukung pondasi dan rasio X/B . Grafik penurunan load settlement dapat dilihat pada **Gambar 2.17**.



Gambar 2.17 Grafik load-settlement dengan variasi rasio X/B berdasarkan penelitian oleh Mohd Raihan Taha dan Enas B. Altalhe

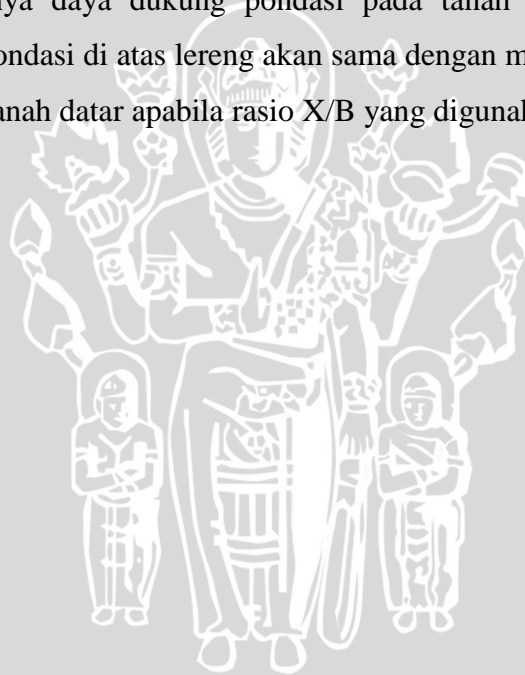
Suatu nilai daya dukung pondasi diatas lereng akan mengalami penurunan dibandingkan dengan daya dukung pondasi pada tanah datar. Rasio penurunan tersebut disebut koefisien reduksi j_β . (Mohd Raihan Taha dan Enas B. Altalhe, 2013). Nilai koefisien reduksi j_β dari penelitian yang dilakukan oleh Mohd Raihan Taha dan Enas B. Altalhe ditunjukkan oleh **Tabel 2.6**.

Tabel 2.6 Hasil uji daya dukung dengan variasi rasio X/B menurut Mohd Raihan Taha dan Enas B. Altalhe

X/B	$q_u(\text{kN/m}^2)$	S(mm)	i_β
0	39.27	-4.06	0.256315
1	67.64	-3.72	0.441486
2	83.98	-4.75	0.548137
3	107.16	-6.74	0.699432
4	122.58	-8.22	0.800078
5	122.87	-7.59	0.801971
Flat	153.21	-8.16	1

(Sumber : Mohd Raihan Taha dan Enas B. Altalhe, 2013)

Pada **Tabel 2.6** diatas terlihat bahwa nilai j_β mulai mendekati satu pada rasio $X/B = 4$ dan $X/B = 5$. Pada rasio tersebut menunjukkan besarnya daya dukung pondasi pada lereng mendekati besarnya daya dukung pondasi pada tanah datar. Artinya suatu mekanisme keruntuhan pondasi di atas lereng akan sama dengan mekanisme keruntuhan pada pondasi pada tanah datar apabila rasio X/B yang digunakan < 4 .



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini akan dilakukan pada bulan Oktober 2015 sampai dengan selesai di Laboratorium Mekanika Tanah dan Geoteknik Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Brawijaya.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah model lereng yang dibentuk dari timbunan tanah pasir. Tanah tersebut termasuk jenis tanah pasir dengan simbol SP (*Poorly Graded Sand*) berdasarkan Sistem *Unified* (U.S.C.S).

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

a. Peralatan untuk analisis saringan

- Ayakan saringan No.4,10,20,40,60,100 dan 200
- Timbangan digital

b. Peralatan untuk analisis berat jenis tanah

- Labu ukur
- Kompor listrik
- Timbangan digital
- Termometer

c. Peralatan uji geser langsung

- Alat uji geser langsung
- Ring untuk pengambilan sampel
- Timbangan digital

d. Pemeriksaan kepadatan dan pemeriksaan kadar air

- Density ring
- Timbangan digital
- Cawan

e. Peralatan pemadatan

- Silinder beton



f. Peralatan uji pembebanan

- Dongkrak hidrolik
- Balok pembebanan
- Load cell
- LVDT



(a) Timbangan Digital



(b) Ayakan

Gambar 3.1 Peralatan untuk analisa saringan



(a) Labu Ukur

Gambar 3.2 Peralatan untuk analisis berat jenis tanah



(a) Direct Shear



(b) Ring pengambilan sampel

Gambar 3.3 Peralatan untuk uji geser langsung



(a) Density Ring



(b) Cawan

Gambar 3.4 Peralatan untuk pemeriksaan kepadatan dan kadar air



(a) Silinder Beton

Gambar 3.5 Peralatan untuk pemadatan lapangan



(a) Dial LVDT



(b) Load Cell

Gambar 3.6 Peralatan untuk uji pembebanan

3.3 Perhitungan Panjang Penyaluran Geogrid

Besarnya panjang penyaluran geogrid harus mampu menahan gaya geogrid yang bekerja. Prinsip kerja dari panjang penyaluran geogrid adalah besarnya gaya friksi antara tanah dan geogrid di sepanjang penyaluran yang tidak berada di dalam bidang longsor, harus mampu menahan gaya geogrid yang bekerja menahan kelongsoran.

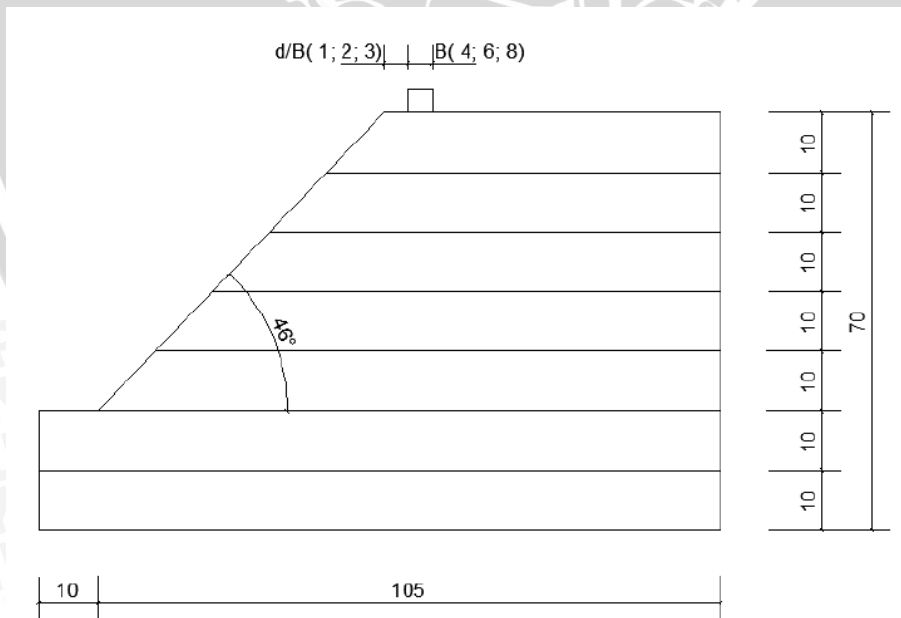
3.4 Jumlah dan Perlakuan Benda Uji

Pada percobaan ini dibuat 9 buah benda uji dengan 3 variasi jarak pondasi ke tepi lereng dan 3 variasi dimensi lebar pondasi untuk pondasi menerus yang diletakkan di permukaan lereng dengan R_c 85% .

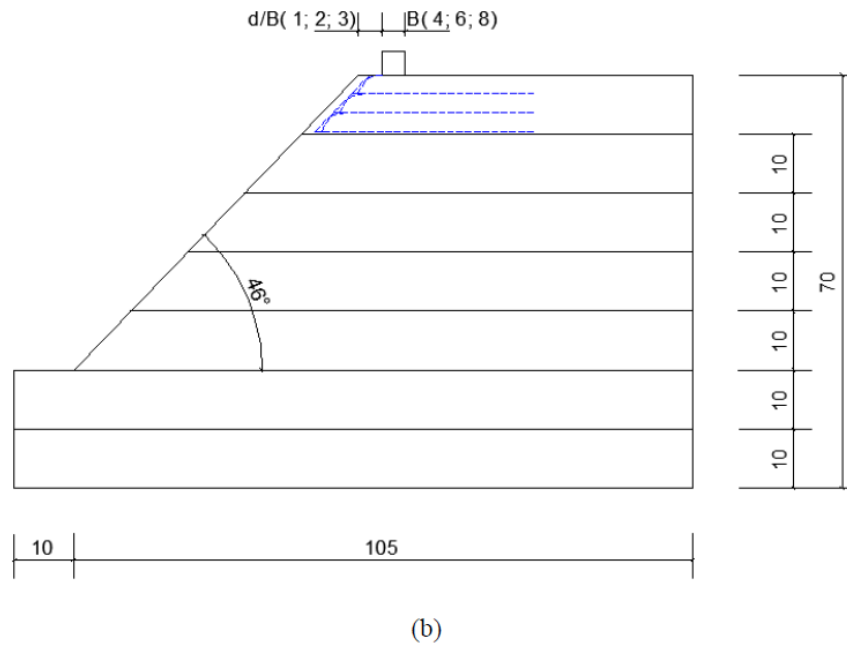
Untuk penelitian ini variasi dimensi lebar pondasi serta jarak pondasi dari tepi lereng yang digunakan ditunjukkan pada **Tabel 3.1**.

Rc 85% Jarak antar geogrid (S_v) = 3 cm Panjang geogrid (L) Kemiringan sudut (α) = 46° Jumlah Lapisan (n) = 3	d/B		
	1	2	3
B = 4 cm	√	√	√
B = 6 cm	√	√	√
B = 8 cm	√	√	√

Lereng dibuat dengan tiga variasi jarak pondasi ke tepi lereng yaitu B, 2B, dan 3B dan tiga variasi dimensi lebar pondasi yaitu 4 cm, 6 cm, dan 8 cm. Kemiringan sudut yang digunakan sebesar 46° . Untuk pemasangan geogrid digunakan 3 lapisan, dengan jarak antar geogrid 3 cm dan panjang geogrid sebesar 40 cm. Perlakuan benda uji ditunjukkan pada **Gambar 3.7**. Ketika terjadi kesalahan pada saat penelitian, akan dilakukan penelitian ulang dengan perlakuan yang sama.



(a)



Gambar 3.7 (a) model test lereng percobaan tanpa perkuatan (b) model test lereng percobaan dengan menggunakan perkuatan (n=3)



Dalam penelitian ini, ada beberapa faktor dalam pembuatan benda uji yang sangat menentukan keberhasilan penelitian ini sehingga sangat perlu diperhatikan. Faktor-faktor tersebut antara lain :

1. Pemadatan

Tanah yang digunakan pada penelitian ini merupakan tanah jenis pasir, sehingga pemadatan dengan cara mekanis dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan menggilas menggunakan beton silinder. Jenis pemadatan seperti ini lebih efektif karena akan menghasilkan pemadatan yang merata pada setiap lapisannya. Pemadatan dilakukan per lapis dengan total lapisan sebanyak 7 lapis. Ketinggian tanah yang diinginkan yaitu 10 cm, sehingga penggilasn dilakukan beberapa kali sampai ketinggian yang diinginkan di tiap lapisannya.

Pemadatan dengan cara ini didasarkan pada kontrol volume, sehingga berat tanah yang dimasukkan ke dalam box pengujian tiap lapisannya diukur dan ditimbang. Volume tanah yang dimasukkan di tiap lapisannya didasarkan pada penelitian pendahuluan untuk mengukur kepadatan tanah dengan menggunakan *sand cone*.

2. Ketinggian Lereng

Selain sudut kemiringan lereng stabilitas lereng juga dipengaruhi oleh dimensi tinggi lereng. Agar tidak terjadi keruntuhan lereng sebelum model tersebut diuji maka untuk mengimbangi kemiringan lereng yang cukup curam, ditetapkan tinggi model lereng 50 cm. Setelah ditambah susunan pembebanan, maka ketinggian tersebut sudah menempatkan ujung atas susunan beban pada *reaction beam*.

3. Sudut kemiringan lereng

Penggunaan sudut lereng yang merupakan batas curam juga mempermudah memperoleh data hasil keruntuhan setelah dibebani. Tebing yang rawan longsor dan mempunyai sudut kemiringan lebih besar dari sudut geser dalam dari tanahnya dapat dilandaikan dengan sudut lereng yang cukup aman. Berdasarkan pernyataan tersebut, ditetapkan sudut kemiringan 46° .

3.5 Metode Penelitian

3.5.1 Pengujian Dasar

Dalam penelitian ini dilakukan uji pemeriksaan dasar pada tanah, yaitu antara lain:

- a. Pemeriksaan analisis saringan menurut ASTM C-136-46

- b. Pemeriksaan berat jenis butiran tanah mengikuti ASTM D-854-58
- c. Kepadatan standart (compaction) mengikuti ASTM D-698-70
- d. Pemeriksaan kekuatan geser langsung (*Direct Shear*) menurut ASTM D-3080-72

3.5.2 Persiapan Benda Uji

Tanah yang akan digunakan sebagai model lereng diayak terlebih dahulu dengan saringan No. 4 dan yang lolos saringan tersebut digunakan sebagai tanah bentukan lereng. Tanah tersebut kemudian dimasukkan kedalam boks uji dengan volume $115 \times 100 \times 70 \text{ cm} = 805000 \text{ cm}^3 = 28,4 \text{ ft}^3$ yang dibagi dalam beberapa lapisan seperti gambar 3.7.

Pemadatan tanah model untuk tiap lapisannya dilakukan dengan cara menggilas tanah menggunakan silinder dengan berat 11,28 kg dengan tinggi beton 30 cm. Pemadatan dengan cara ini didasarkan pada kontrol volume, sehingga berat tanah yang dimasukkan ke dalam box pengujian tiap lapisannya diukur dan ditimbang. Jumlah gilasan yang dilakukan untuk mendapatkan kepadatan yang diinginkan didapatkan dengan cara memadatkan hingga ketinggian yang diinginkan, yaitu 10 cm dan kemudian dilakukan uji sand cone untuk mengontrol nilai kepadatan

Elemen utama yang digunakan dalam penelitian ini antara lain box, terbuat dari fiber glass dengan ukuran panjang 1,50 m, lebar 1,0 m dan tinggi box 1,00 m. Dasar box menggunakan pelat baja tebal 1,2 cm. Box dibuat cukup kaku dengan harapan agar dapat mempertahankan kondisi regangan bidang dengan memberikan perkuatan di sekeliling bagian tengah ke empat sisi *fiberglass* dengan menggunakan pelat siku baja 40.40.4. Penggunaan fiberglass diharapkan dapat digunakan supaya dapat diamati dan dilihat saat pelaksanaan. Gambar box ditunjukkan pada **Gambar 3.8** berikut ini.



Gambar 3.8 Model Box Penelitian (sumber : penulis)

3.5.3 Model Test Lereng

Pemodelan fisik lereng tanah pasir yang dibuat di laboratorium dirancang menyerupai kondisi yang terdapat di lapangan. Pemodelan ini bertujuan untuk mempermudah dalam pengamatan dan mengurangi volume bahan, sehingga dapat mengurangi biaya yang dikeluarkan dan menghemat lahan penelitian.

Langkah – langkah percobaan pada pembuatan pemodelan fisik lereng tanah pasir tanpa perkuatan, yaitu :

1. Tanah pasir dipersiapkan dengan gradai halus sampai sedang
2. Tanah pasir dimasukkan pelapisan ke dalam box kemudian dipadatkan dengan cara digilas menggunakan beton silinder di setiap lapisan sesuai tinggi lapisan yang dijelaskan pada gambar 3.7 (a). Setiap lapisan di cek dan dikontrol kadar kadar airnya dan kepadatannya menggunakan *density ring*.
3. Tanah didiamkan selama ± 30 menit dengan tujuan agar partikel – partikel tanah ada kesempatan untuk melakukan pergeseran rongga-rongga yang masih dapat diisi.
4. Kemiringan lereng dibuat sesuai dengan sudut yang akan diuji dalam kasus ini menggunakan sudut 46° .

Sedangkan langkah-langkah percobaan pada pembuatan pemodelan fisik lereng tanah pasir dengan perkuatan, yaitu :

1. Tanah pasir dipersiapkan dengan gradasi halus sampai sedang
2. Tanah pasir dimasukkan per lapisan ke dalam box kemudian dipadatkan setiap lapisan sesuai tinggi lapisan yang telah dijelaskan pada gambar 3.7 menggunakan silinder beton
3. Perkuatan geogrid dipasang sesuai dengan letak yang telah dijelaskan pada gambar 3.7
4. Setelah lapisan geogrid dihamparkan, ditimbun dengan pasir dan kemudian dijangkarkan
5. Dilakukan pemadatan dengan cara yang sama, yaitu menggilas pasir pada model lereng dengan menggunakan beton silinder hingga ketinggian yang diinginkan.
6. Setiap lapisan de cek kadar airnya dan kepadatannya menggunakan *density ring*
7. Tanah didiamkan selama ± 30 menit dengan tujuan agar partikel-partikel tanah ada kesempatan untuk melakukan pergeseran rongga-rongga yang masih dapat diisi.
8. Kemiringan lereng dibuat sesuai dengan sudut yang akan diuji, dalam kasus ini digunakan sudut 46°

3.5.4 Pengujian Pembebanan

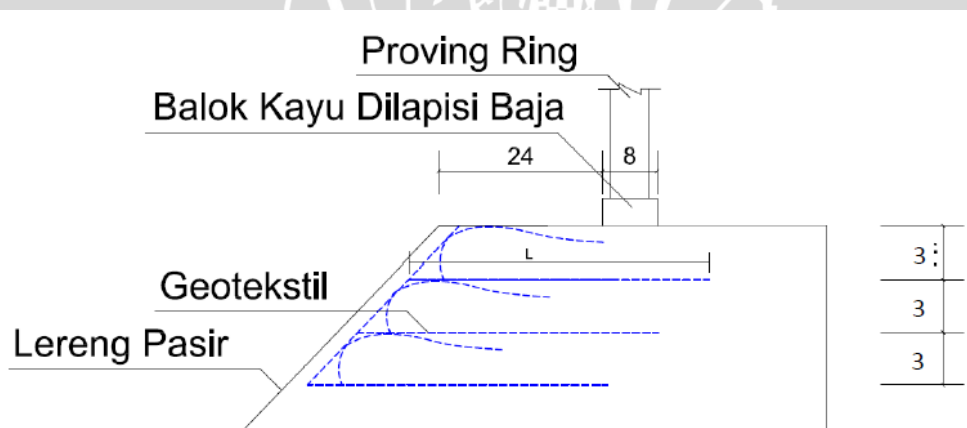
Pembebanan dilakukan dengan menggunakan dongkrak hidrolik. Sebagai pengukur besarnya beban yang terjadi dalam pembebanan digunakan *load cell*. Pembebanan dilakukan dengan menggunakan balok kayu yang dilapisi baja pada seluruh permukaannya.

Baja profil yang dipasang di bagian bawah balok kayu berfungsi untuk meratakan beban yang dihasilkan pompa hidrolik ke tanah. Balok kayu yang digunakan terdapat 3 variasi yaitu B=4 cm memiliki dimensi sebesar 4 x 4 x 98cm, B = 6 cm memiliki dimensi sebesar 6 x 4 x 98 cm, serta B = 8 cm memiliki dimensi sebesar 8 x 4 x 98 cm. Beban yang diberikan diusahakan dapat berupa beban merata pada permukaan atas model lereng, dengan ukuran luasan beban untuk B = 4 cm sebesar 4 x 98 cm, untuk B = 6 cm sebesar 6 x 98 cm, serta untuk B = 8 cm sebesar 8 x 98 cm.

Adapun langkah-langkah pengujian pembebanan adalah sebagai berikut :

1. Memasang pondasi menerus yang terbuat dari baja yang didalamnya diisi dengan balok kayu. Pondasi yang digunakan memiliki 3 variasi dimensi seperti yang dijelaskan sebelumnya. Pondasi dipasang dengan 3 variasi jarak pondasi ke tepi lereng yaitu sebesar B,2B,3B. Jarak B merupakan dimensi lebar pondasi.
2. Memasang load cell untuk mengukur besarnya beban yang terjadi. Untuk memastikan beban sentris di tengah pondasi, dilakukan pengecekan dengan *waterpass* dan unting-unting.
3. Memasang *dial lvdt* dan *lvdt digital* pada pondasi untuk mengetahui besarnya penurunan selama pembebanan.
4. Melakukan uji pembebanan dengan menggunakan dongkrak hidrolik. Pembebanan dilakukan bertahap tiap 25 kg hingga beban tidak dapat ditambahkan lagi atau hingga lereng mengalami keruntuhan.
5. Mencatat beban yang diberikan serta penurunan yang terjadi

Tampak samping susunan pembebanan yang ditunjukkan pada **Gambar 3.9**



Gambar 3.9 Contoh susunan pembebanan 44

3.6 Metode Analisis Data

Berdasarkan hasil pengujian pembebanan, diperoleh data beban dan penurunan untuk lereng tanpa perkuatan serta beban dan penurunan untuk lereng dengan perkuatan geogrid yang divariasikan panjang dan spasi vertikal antar lapisannya.

Daya dukung dihitung dengan **Persamaan 3.1** :

$$q_u = \frac{P_u}{A} \quad \dots (3.1)$$

Dimana,

P_u = beban maksimum yang dicatat saat uji pembebanan

A = luasan pondasi

Data – data di atas kemudian disajikan pada **Tabel 3.2 dan 3.3** berikut ini :

Tabel 3.2 Daya dukung dan penurunan lereng dengan variasi lebar pondasi

No	Lebar Pondasi (cm)	Rasio Jarak Pondasi ke Tepi Lereng dengan Lebar Pondasi	Penurunan (mm)	Beban Maksimum (kg)	q_u (kN/cm ²)
1	4	d/B = 1			
2		d/B = 2			
3		d/B = 3			
4	6	d/B = 4			
5		d/B = 5			
6		d/B = 6			
7	8	d/B = 7			
8		d/B = 8			
9		d/B = 9			

Tabel 3.3 Daya dukung dan penurunan lereng dengan variasi rasio jarak pondasi ke tepi lereng dengan lebar pondasi

No	Rasio Jarak Pondasi ke Tepi Lereng dengan Lebar Pondasi	Lebar Pondasi (cm)	Penurunan (mm)	Beban Maksimum (kg)	q_u (kN/cm ²)
1	d/B = 1	4			
2		6			
3		8			
4	d/B = 2	4			
5		6			
6		8			
7	d/B = 3	4			
8		6			

Data-data pada tabel di atas kemudian disajikan dalam grafik hubungan daya dukung dan penurunan. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan geogrid sebagai perkuatan lereng dalam meningkatkan daya dukung dilakukan analisis *Bearing Capacity Improvement (BCI)*.

Nilai *BCI* diperoleh dengan **Persamaan 3.2**:

$$BCI = \frac{q}{q_0} \dots (3.2)$$

Dimana,

BCI = *Improvement Bearing Capacity*

q = daya dukung dengan perkuatan geogrid

*q*₀ = daya dukung tanpa perkuatan

Hasil analisis *Bearing Capacity Improvement (BCI)* kemudian disajikan dalam **Tabel 3.4 dan 3.5** berikut.

Tabel 3.4 *Bearing Capacity Improvement (BCI)* untuk variasi lebar pondasi

Lebar Pondasi [cm]	Rasio Jarak Pondasi ke Tepi Lereng	qu Perkuatan (Kn/cm ²)	qu Tanpa Perkuatan (kN/cm ²)	BCI _u
4 cm	1			
	2			
	3			
6 cm	1			
	2			
	3			
8 cm	1			
	2			
	3			

Tabel 3.5 *Bearing Capacity Improvement (BCI)* untuk variasi rasio jarak pondasi ke tepi lereng dengan lebar pondasi

Rasio Jarak Pondasi ke Tepi Lereng	Lebar Pondasi [cm]	qu Perkuatan (Kn/cm ²)	qu Tanpa Perkuatan (kN/cm ²)	BCI _u
1	4			



	6
	8
2	4
	6
	8
3	4
	6
	8

3.7 Variabel Penelitian

Dalam hubungan antara dua variabel, misalnya antara variabel X dan Y. Jika variabel X disebabkan oleh variabel Y, maka variabel X merupakan variabel *dependent* (konsekuensi) dan variabel Y adalah variabel *antecedent* (bebas)

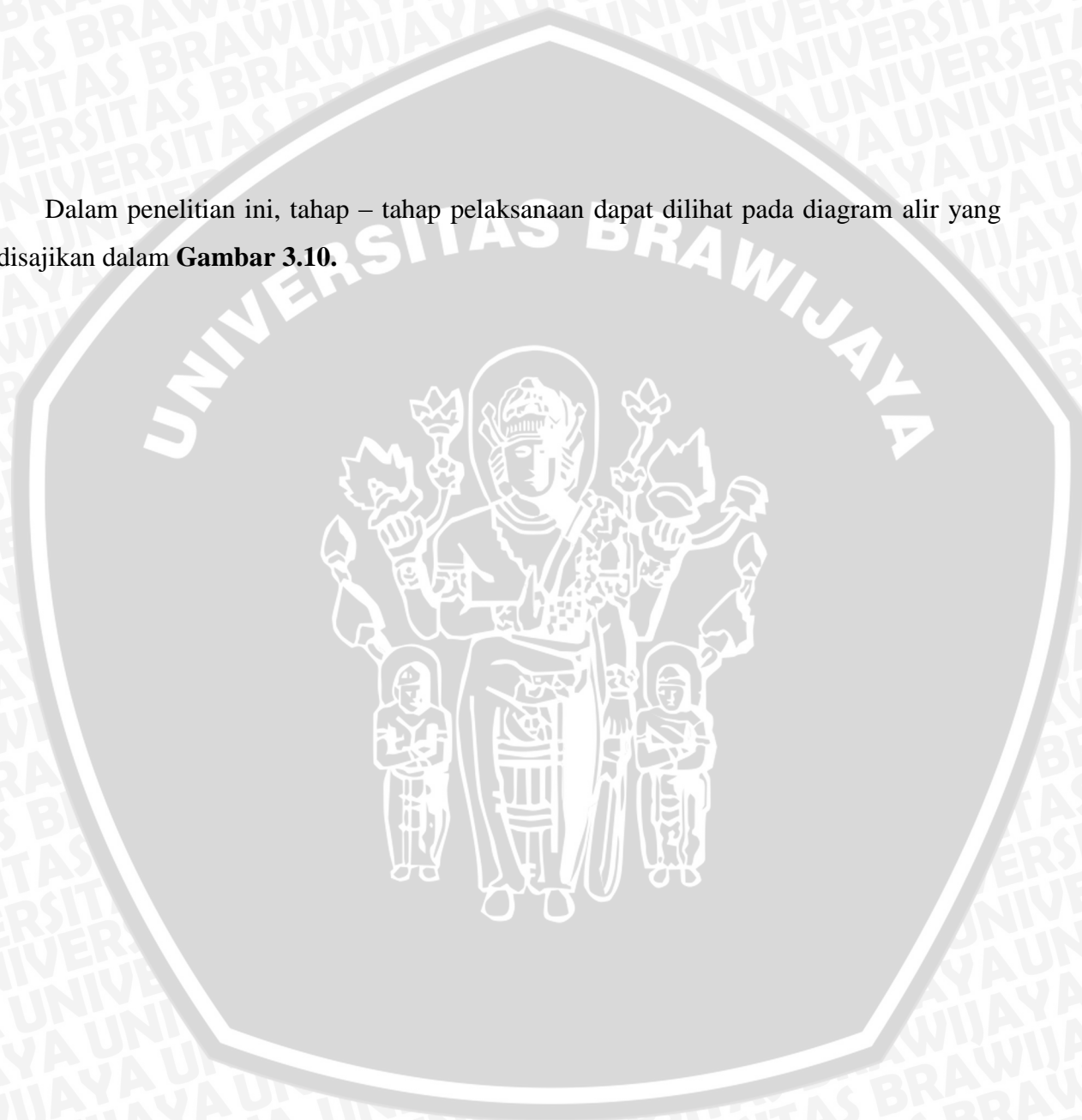
Variabel dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

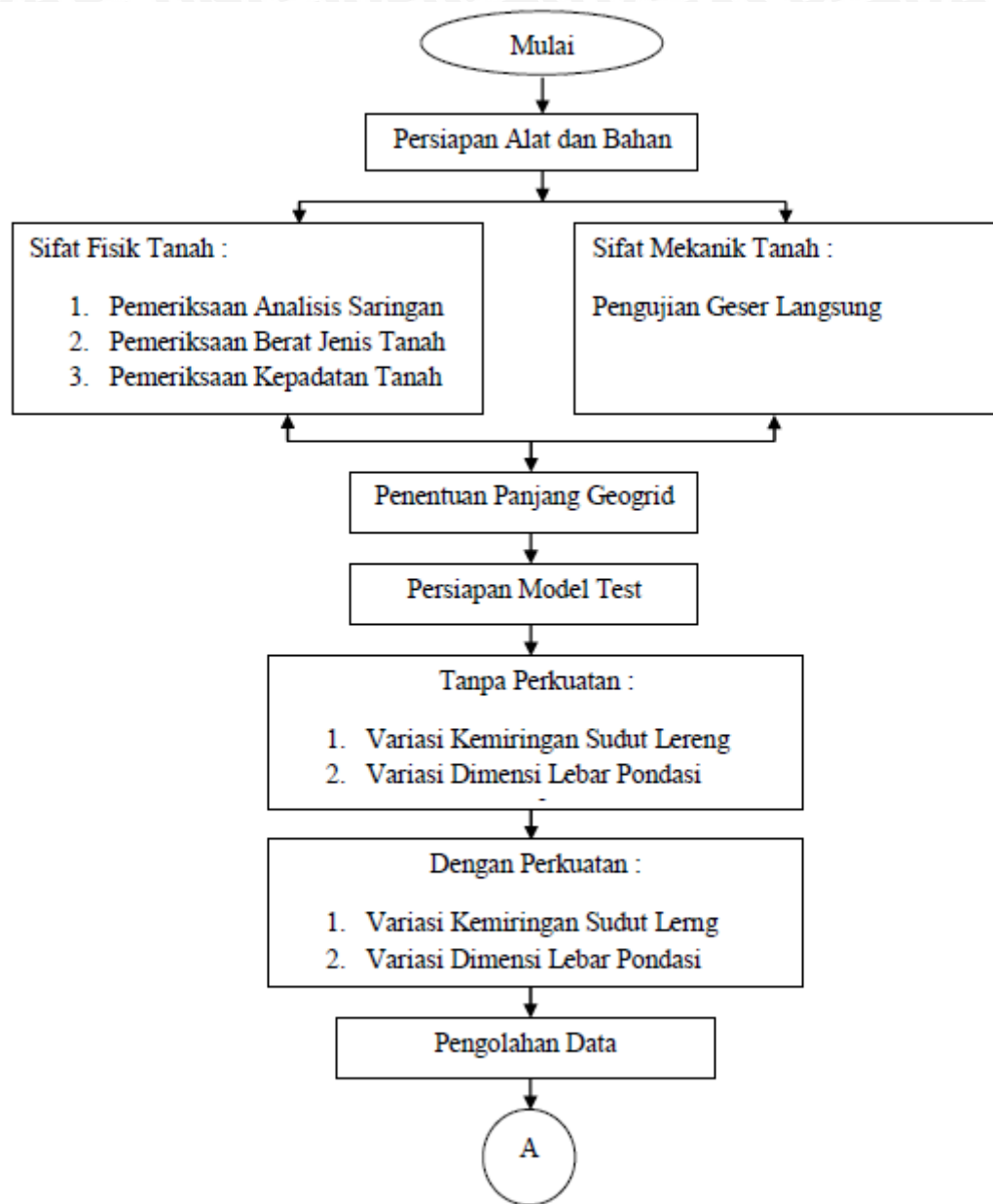
- a. Variabel *antecedent* (bebas) dalam penelitian ini antara lain
 - Kemiringan sudut lereng (46°)
 - Dimensi lebar pondasi (4 cm, 6 cm, 8 cm)
 - Jarak pondasi ke tepi lereng ($d/B=1$; $d/B=2$; $d/B=3$) dengan B adalah lebar pondasi
 - Panjang geogrid sepanjang bidang runtuh ditambah sepanjang lebar pondasi sebagai penjangkaran
 - Jumlah lapisan geogrid
 - Jarak vertikal antar lapisan geogrid 7,7 cm
 - Jenis tanah pasir dengan $R_c = 85\%$
- b. Variabel *dependent* (konsekuensi) dalam penelitian ini antara lain :
 - Pola keruntuhan yang terjadi
 - Beban maksimum yang mampu ditahan oleh lereng
 - Penurunan maksimum yang terjadi akibat beban maksimum di atasnya
 - Daya dukung lereng menahan beban di atasnya

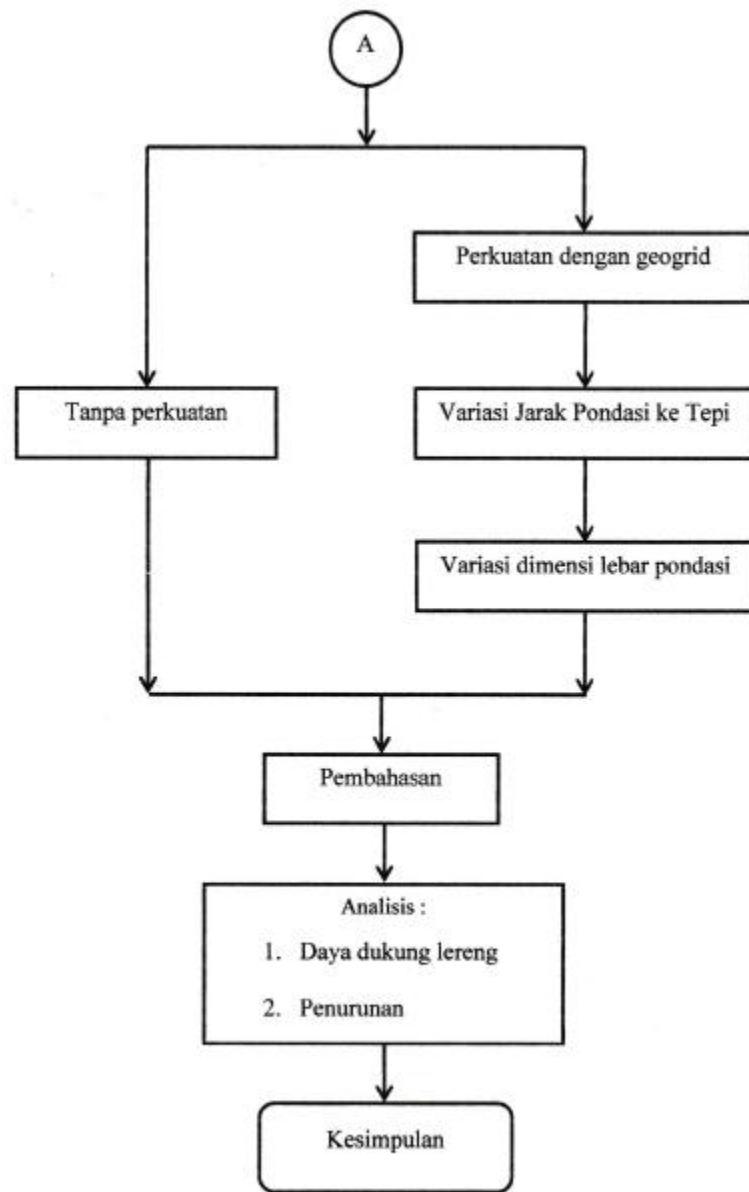
3.8 Bagan Alir Tahapan Penelitian

Dalam penelitian ini, tahap-tahap pelaksanaan dapat dilihat pada diagram alir yang ditunjukkan pada **Gambar 3.10** berikut.

Dalam penelitian ini, tahap – tahap pelaksanaan dapat dilihat pada diagram alir yang disajikan dalam **Gambar 3.10**.







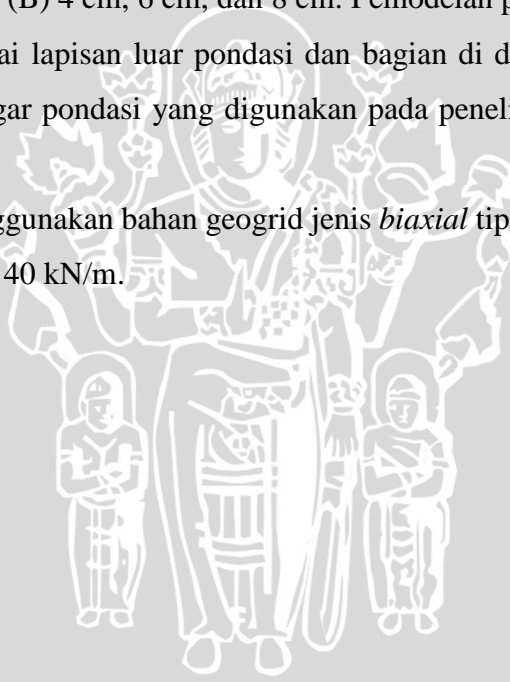
Gambar 3.10 Bagan Alir Percobaan

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Analisis Bahan

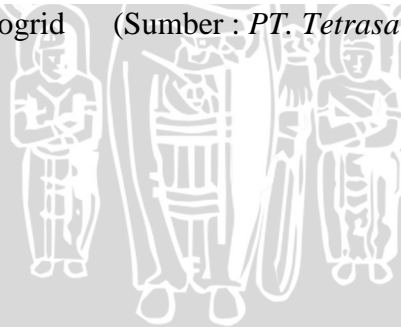
Material, jenis tanah dan bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain :

- Tanah pasir lepas dengan simbol SP (*Poorly Graded Sand*) menurut sistem klasifikasi U.S.C.S. dan memiliki tingkat keseragaman yang buruk.
- Pondasi yang digunakan untuk menopang dan meneruskan beban adalah pondasi menerus lebar pondasi (B) 4 cm, 6 cm, dan 8 cm. Pemodelan pondasi menggunakan bahan dari baja sebagai lapisan luar pondasi dan bagian di dalamnya diisi dengan kayu dengan tujuan agar pondasi yang digunakan pada penelitian ini bersifat *rigid* (kaku).
- Perkuatan lereng menggunakan bahan geogrid jenis *biaxial* tipe GX 40/40, memiliki kekuatan tarik sebesar 40 kN/m.



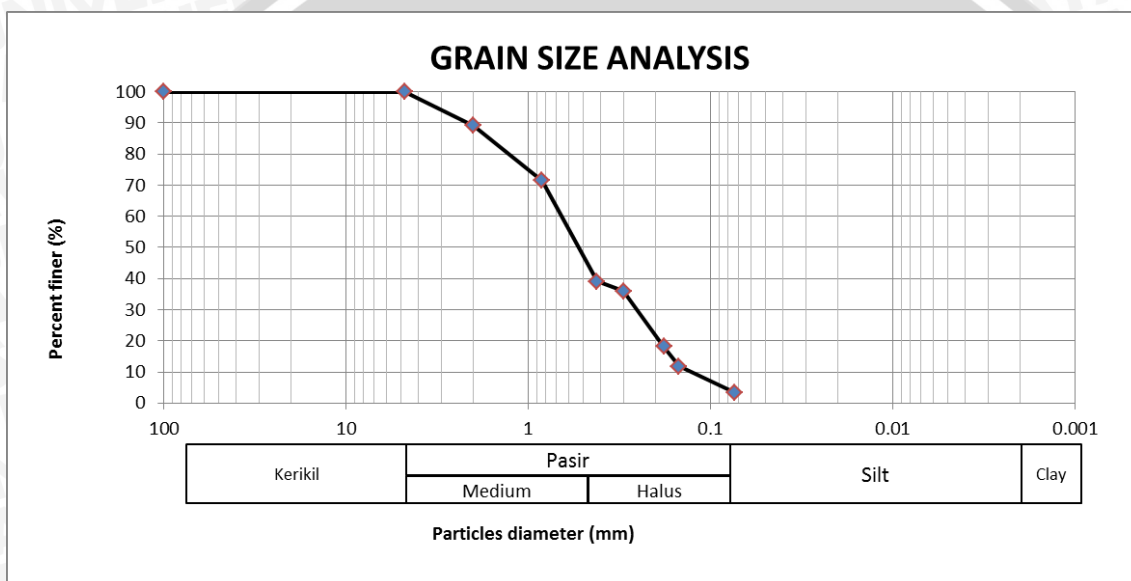
Properties of TenCate Miragrid® GX Geogrids										
Property	Unit	GX 40/40	GX 60/30	GX 60/60	GX 80/30	GX 80/80	GX 100/30	GX 130/30	GX 160/50	GX 200/50
Characteristic short term tensile strength (ISO 10319) MD	kN/m	40	60	60	80	80	100	130	160	200
Characteristic short term tensile strength (ISO 10319) CD	kN/m	40	30	60	30	80	30	30	50	50
Strain at short term strength	MD %	11	11	11	11	11	11	11	12	12
Partial factor -creep rupture										
at 60 years design life		1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40
at 120 years design life		1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45
Creep limited strength										
at 60 years design life	kN/m	28.6	42.9	42.9	57.1	57.1	71.4	92.9	114.3	142.9
at 120 years design life	kN/m	27.6	41.4	41.4	55.2	55.2	69.0	89.7	110.3	137.9
Partial factor -construction damage										
in clay, silt or sand		1.15	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.05	1.05
in sandy gravel		1.21	1.19	1.19	1.17	1.17	1.14	1.11	1.10	1.08
in gravel		1.25	1.23	1.23	1.20	1.20	1.17	1.14	1.12	1.10
Partial factor -environmental effects in soil environment (pH <11)										
at 60 years design life		1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
at 120 years design life		1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Long term design strength at 60 years design life										
in clay, silt or sand	kN/m	23.7	37.8	37.8	50.4	50.4	63.0	81.9	103.7	129.6
in sandy gravel	kN/m	22.5	34.3	34.3	46.5	46.5	59.7	79.7	98.9	126.0
in gravel	kN/m	21.8	33.2	33.2	45.4	45.4	58.1	77.6	97.2	123.7
at 120 years design life										
in clay, silt or sand	kN/m	21.8	34.8	34.8	46.4	46.4	58.1	75.5	95.5	119.4
in sandy gravel	kN/m	20.7	31.6	31.6	42.9	42.9	55.0	73.4	91.2	116.1
in gravel	kN/m	20.1	30.6	30.6	41.8	41.8	53.6	71.5	89.6	114.0
Nominal roll width	m	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2
Nominal roll length	m	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Estimated roll weight (+/- 10%)	kg	132	129	176	160	249	189	244	310	374

Gambar 4.1 Tipe Geogrid (Sumber : PT. Tetrasa Geosinindo)



Analisis Gradasi Butiran Tanah

Tahap awal penelitian melakukan pengujian dasar berupa analisis gradasi butiran tanah. Pengujian ini menentukan gradasi agregat halus dan agregat kasar dari tanah pasir. Pengujian dilakukan di laboratorium menggunakan 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 4.2 Grafik hasil pembagian ukuran butiran tanah

Berdasarkan pengujian diperoleh data yang lolos saringan no. 200 sebesar 3,47%. Pada sistem Klasifikasi Unified, tanah tersebut digolongkan sebagai tanah berbutir kasar dengan prosentase tanah yang lolos saringan no. 200 kurang dari 50%.

Untuk menentukan jenis pasir, maka digunakan Rumus (4.1) berikut ini.

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} < 6 \qquad Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} \neq 1 < Cc < 3 \qquad (4.1)$$

Diketahui:

$$D_{60} = 0,65$$

$$D_{30} = 0,25$$

$$D_{10} = 0,15$$

$$C_u = \frac{(0,65)}{0,15} = 4,333 < 6 \quad C_c = \frac{(0,25)^2}{0,15 \times 0,65} = 0,641$$

Karena nilai C_u kurang dari 6 dan nilai C_c tidak diantara 1 dan 3 maka dapat disimpulkan bahwa jenis pasir ini adalah SP (Poorly Graded Sand)

Analisis Spesific Gravity

Pengujian dasar selanjutnya adalah Specific Gravity, ini untuk menentukan Specific Gravity yang mempunyai butiran lolos saringan no. 4 dengan menggunakan alat berupa labu ukur (picnometer). Specific Gravity didapat dengan mencari 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 (4.2) berikut.

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

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 2,6481 seperti yang disajikan dalam **Tabel 4.1** berikut.

Tabel 4.1 *Specific Gravity* Tanah Rata-Rata

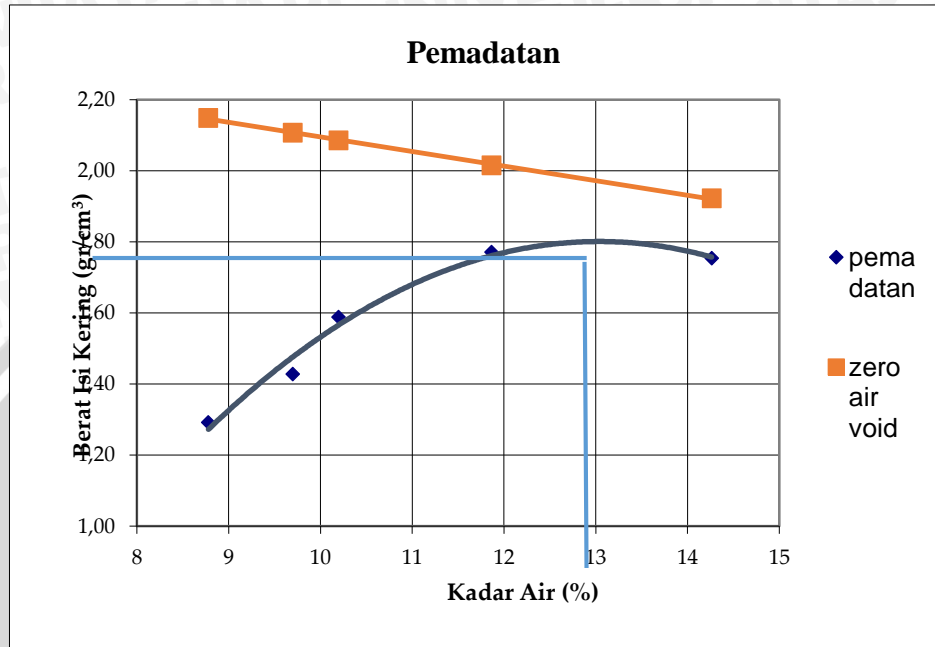
Labu ukur	A	B	C
Berat jenis	2,6157	2,6751	2,6536
Berat jenis rata-rata	2,6481		

Analisis Pemeriksaan Kepadatan Tanah (*Compaction*)

Kepadatan Tanah Standar di Laboratorium (*proctor test*)

Pengujian kepadatan standar (*compaction*) ini untuk menentukan hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah dengan memadatkan tanah didalam 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

diperoleh nilai berat isi kering (γ_{lab}) sebesar $1,801 \text{ gr/cm}^3$ dengan kadar air optimum sebesar 13,038%. Grafik hasil pengujian tersebut disajikan dalam **Gambar 4.2** berikut :



Gambar 4.3 Grafik Pemadatan Standar

Kepadatan Tanah Model

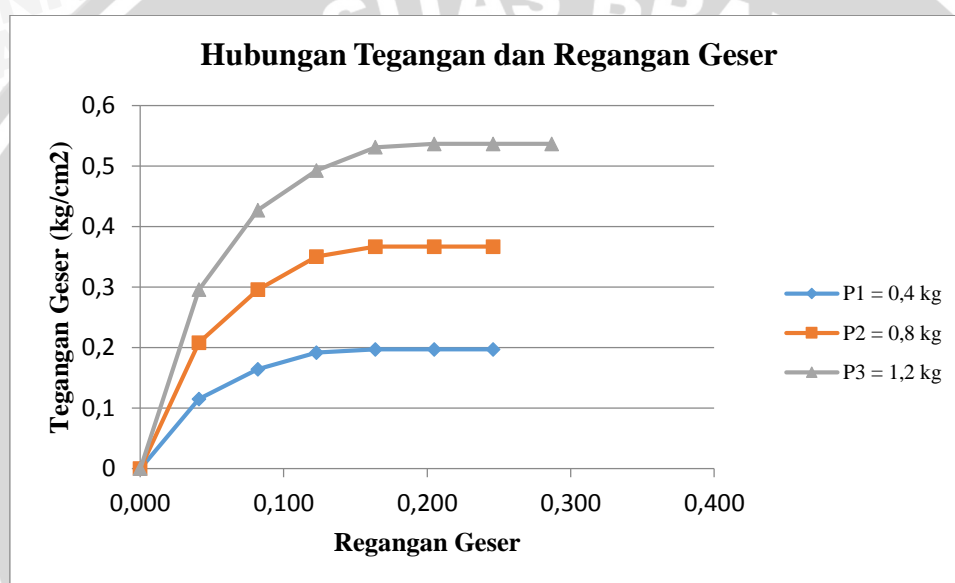
Dalam penelitian ini, istilah kepadatan tanah model dipakai karena pada saat percobaan dalam model sangat sulit didapatkan kepadatan maksimum seperti halnya pada percobaan di laboratorium. Untuk menentukan berat isi kering pada model, digunakan sand cone yang menghasilkan nilai berat isi kering (γ_{lap}). 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 (RC).

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 hingga ketinggian yang diinginkan, yaitu 10 cm dan kemudian dilakukan uji *density ring* untuk mengontrol nilai kepadatan.

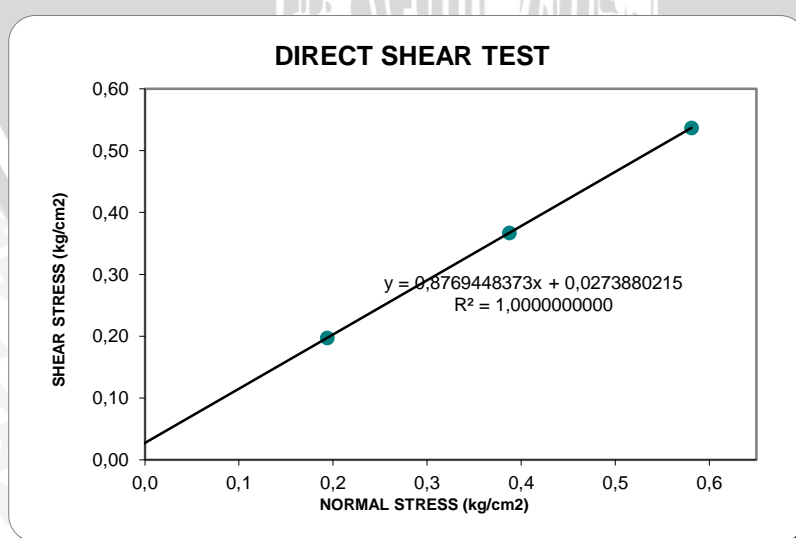
Analisis Kuat Geser Langsung (*Direct Shear*)

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 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 ($\phi=41,25$). Grafik hasil pengujian Direct Shear disajikan pada **Gambar 4.4**.



(a)



(b)

Gambar 4.4. (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 bok berukuran 150 cm x 100 cm x 100 cm yang diisi dengan pasir dan dibentuk menjadi lereng. Dalam proses pembuatan lereng di dalam boks, pengisian pasir dilakukan dengan membagi menjadi 7 lapisan dengan tinggi setiap lapisannya 10 cm. Setiap lapisan dipadatkan dengan cara menggelindingkan beton silinder dengan menggunakan kontrol volume sebesar yang dihitung dengan cara jumlah berat pasir ditambah dengan jumlah berat air. Berat pasir sendiri didapatkan dengan cara $\gamma_d \times \text{volume}$ pasir dalam satu lapisannya sedangkan berat air didapatkan dengan cara kadar air rencana dikalikan dengan berat pasir dan didapatkan kontrol volume sebesar 195,65 kg di setiap lapisannya. Pemeriksaan kepadatan dan kadar air dilakukan di setiap lapisan menggunakan density ring.

Setelah tanah mencapai tinggi 70 cm, tanah kemudian didiamkan selama kurang lebih 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 variabel yang ditetapkan, yaitu $B = 4$ cm, $B = 6$ cm, dan $B = 8$ cm yang diletakkan sesuai dengan variabel jarak pondasi dari tepi lereng yaitu $d/B = 1$, $d/B = 2$, $d/B = 3$. Setelah semua persiapan sudah dilakukan dan lereng sudah siap diuji, beban diberikan setiap kelipatan 5 kg sampai lereng mengalami keruntuhan dan tidak mampu menahan beban yang diberikan.

4.3 Hasil Pengujian Model Test

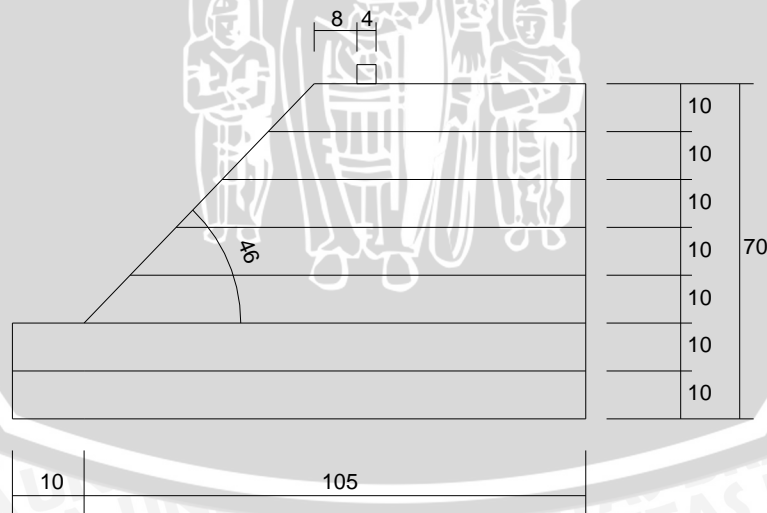
Lereng Tanpa Perkuatan

Sebagai acuan pembandingan pada pemodelan lereng dengan perkuatan, maka terlebih dahulu dilakukan pengujian lereng tanpa perkuatan. Untuk pemodelan lereng tanpa perkuatan dilakukan pengujian terhadap sembilan model lereng sesuai dengan matriks pada Tabel 4.2 :

Tabel 4.2 Tabel Matriks

RC 85%	d		
	d/B = 1	d/B = 2	d/B = 2
Kemiringan Lereng (α) = 46°			
Jumlah lapisan (n) = 3			
B = 4 cm	√	√	√
B = 6 cm	√	√	√
B = 8 cm	√	√	√

Salah satu contoh pemodelan lereng tanpa perkuatan dapat dilihat pada **Gambar 4.5**



Gambar 4.5 Pemodelan Lereng Tanpa Perkuatan Dengan $\alpha = 46^\circ$ B = 4cm dan d/B = 2

Hasil Pemeriksaan Kepadatan dan Kadar Air

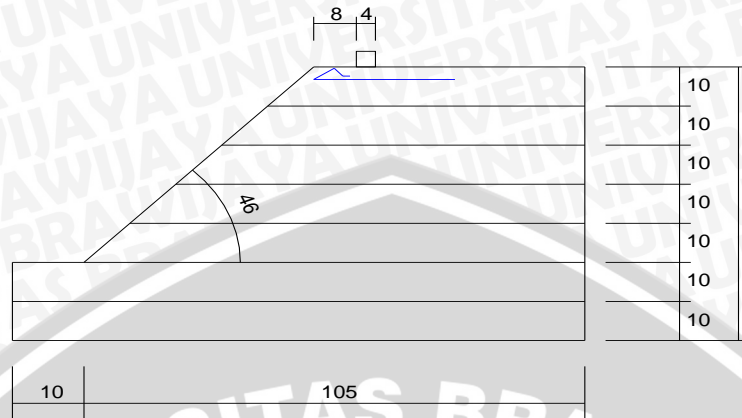
Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada pemodelan lereng tanpa perkuatan diperoleh nilai kadar air dan berat isi kering dengan menggunakan *density ring* yang ditunjukkan pada **Tabel 4.3**.

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 = 4 cm ; d/B = 1	1,548	9,73
2.		B = 4 cm ; d/B = 2	1,549	10,21
3.		B = 4 cm ; d/B = 3	1,526	10,33
4.		B = 6 cm ; d/B = 1	1,542	10,27
5.		B = 6 cm ; d/B = 2	1,538	10,22
6.		B = 6 cm ; d/B = 3	1,517	10,26
7.		B = 8 cm ; d/B = 1	1,546	10,03
8.		B = 8 cm ; d/B = 2	1,540	10,32
9.		B = 8 cm ; d/B = 3	1,548	10,15

Lereng Dengan Perkuatan Geogrid

Pada pengujian lereng dengan perkuatan kali ini dilakukan sebanyak 9 kali pengujian pembebanan sesuai dengan matriks yang ada, seperti pada **Tabel 3.1**. Pemodelan tanah lereng dibuat sesuai dengan variasi lebar pondasi yang digunakan (B) yaitu 4 cm ; 6 cm ; 8 cm dengan variabel rasio jarak pondasi ke tepi lereng sebesar $d/B = 1$, $d/B = 2$, dan $d/B = 3$. Variabel terikat yang digunakan pada penelitian kali ini yaitu kemiringan lereng (α) = 46° dan jumlah lapisan geogrid 3 lapis. Salah satu contoh pemodelan lereng dengan $\alpha = 46^\circ$, $D/B = 2$, dan $B = 4$ cm dapat dilihat pada salah satu contoh **Gambar 4.6** berikut.



Gambar 4.6 Pemodelan lereng dengan sudut kemiringan $\alpha = 46^\circ$, $D/B = 2$, dan $B = 4$ cm

4.3.2.1 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 4.4**.

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

No.	Variabel Tetap	Variabel	Berat isi kering (gr/cm ³)	Kadar air (%)
1.	Rc = 85%	B = 4 cm ; d/B = 1	1,540	10,02
2.	$\alpha = 46^\circ$	B = 4 cm ; d/B = 2	1,558	10,05
3.	n = 3	B = 4 cm ; d/B = 3	1,552	10,39
4.		B = 6 cm ; d/B = 1	1,555	10,37
5.		B = 6 cm ; d/B = 2	1,561	9,89
6.		B = 6 cm ; d/B = 3	1,539	9,84
7.		B = 8 cm ; d/B = 1	1,527	9,81
8.		B = 8 cm ; d/B = 2	1,525	10,15
9.		B = 8 cm ; d/B = 3	1,546	10,09



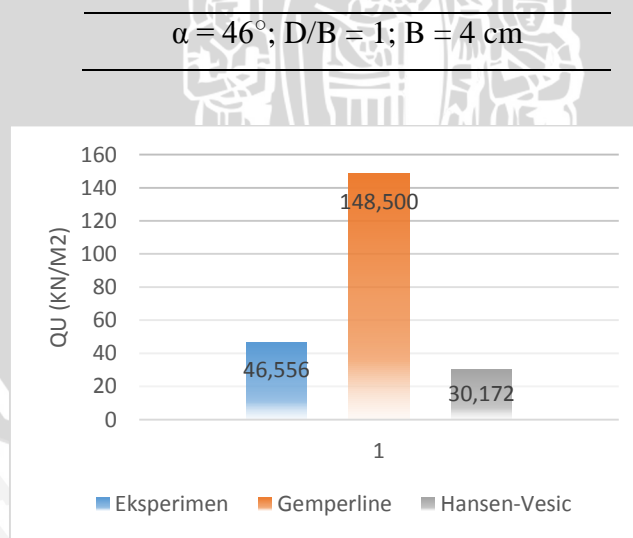
4.4 Analisis Daya Dukung Tanah Pasir RC 85%

Lereng Tanpa Perkuatan

Metode Analitik

Ada beberapa cara pendekatan perhitungan secara analitik pada tanah lereng tanpa perkuatan yang digunakan. Pada penelitian ini, digunakan Metode Gempeline sebagai pendekatan.

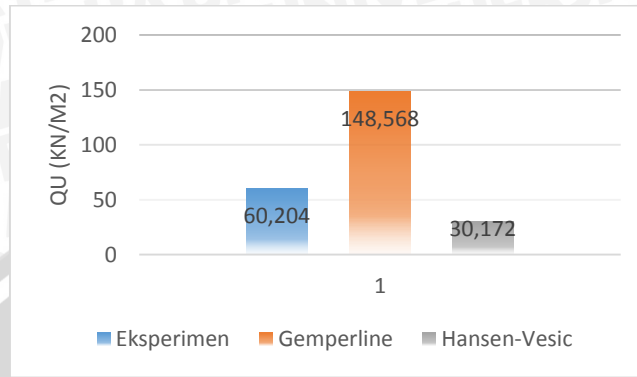
Tabel 4.5 Nilai Daya Dukung Analitik Untuk Lereng Tanpa Perkuatan



Gambar 4.7 Perbandingan Nilai Daya Dukung Untuk Lereng Tanpa Perkuatan $\alpha = 46^\circ; D/B = 1; B = 4 \text{ cm}$

Tabel 4.6 Nilai Daya Dukung Analitik Untuk Lereng Tanpa Perkuatan

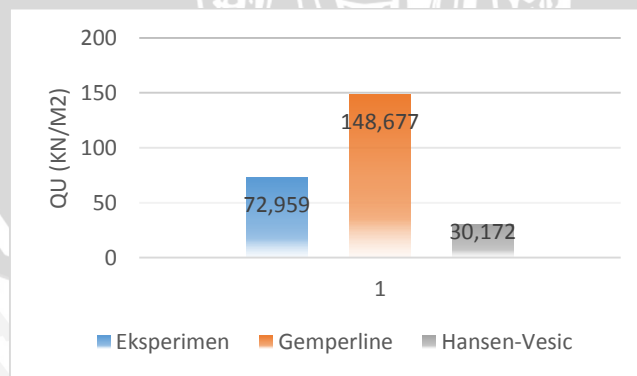
$\alpha = 46^\circ; D/B = 2; B = 4 \text{ cm}$



Gambar 4.8 Perbandingan Nilai Daya Dukung Untuk Lereng Tanpa Perkuatan $\alpha = 46^\circ; D/B = 2; B = 4 \text{ cm}$

Tabel 4.7 Nilai Daya Dukung Analitik Untuk Lereng Tanpa Perkuatan

$\alpha = 46^\circ; D/B = 3; B = 4 \text{ cm}$

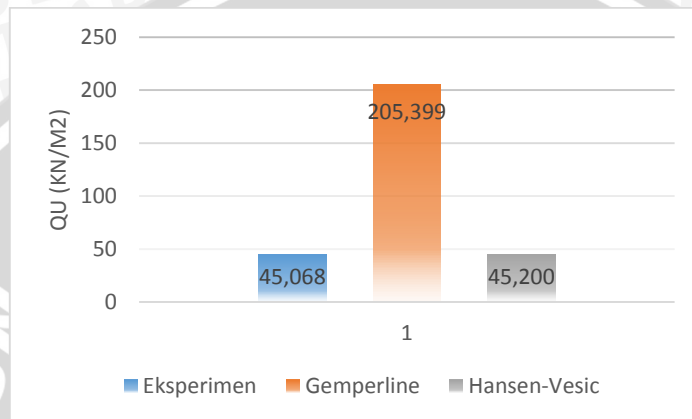


Gambar 4.9 Perbandingan Nilai Daya Dukung Untuk Lereng Tanpa Perkuatan



Tabel 4.8 Nilai Daya Dukung Analitik Untuk Lereng Tanpa Perkuatan

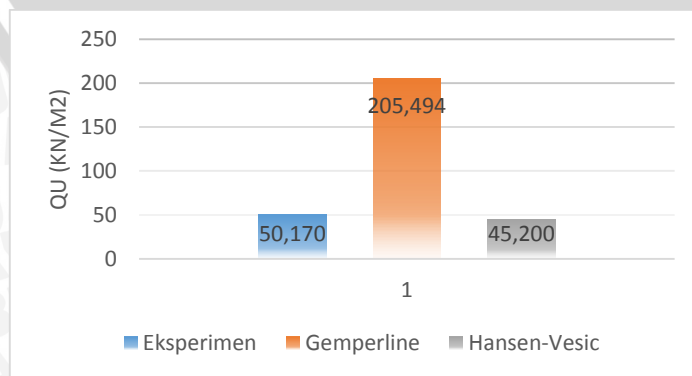
$$\alpha = 46^\circ; D/B = 1; B = 6 \text{ cm}$$



Gambar 4.10 Perbandingan Nilai Daya Dukung Untuk Lereng Tanpa Perkuatan $\alpha = 46^\circ; D/B = 1; B = 6 \text{ cm}$

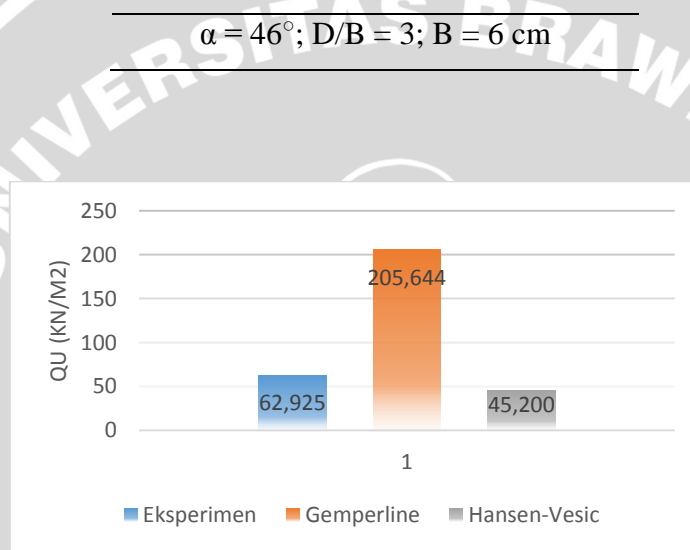
Tabel 4.9 Nilai Daya Dukung Analitik Untuk Lereng Tanpa Perkuatan

$$\alpha = 46^\circ; D/B = 2; B = 6 \text{ cm}$$



Gambar 4.11 Perbandingan Nilai Daya Dukung Untuk Lereng Tanpa Perkuatan $\alpha = 46^\circ$; D/B = 2; B = 6 cm

Tabel 4.10 Nilai Daya Dukung Analitik Untuk Lereng Tanpa Perkuatan

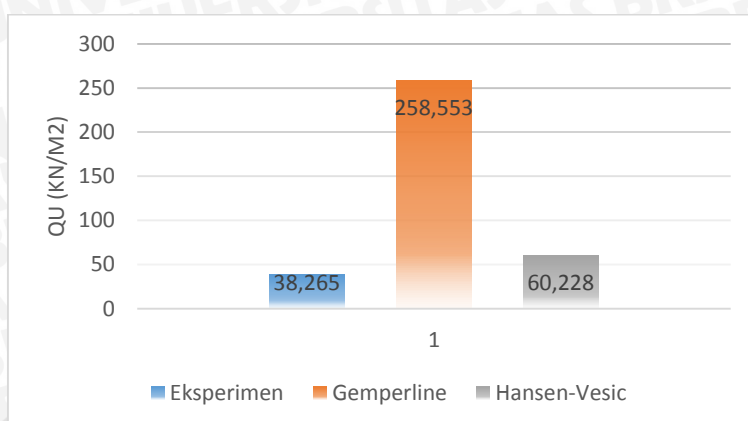


Gambar 4.12 Perbandingan Nilai Daya Dukung Untuk Lereng Tanpa Perkuatan $\alpha = 46^\circ$; D/B = 3; B = 6 cm

Tabel 4.11 Nilai Daya Dukung Analitik Untuk Lereng Tanpa Perkuatan

$\alpha = 46^\circ$; D/B = 1; B = 8 cm

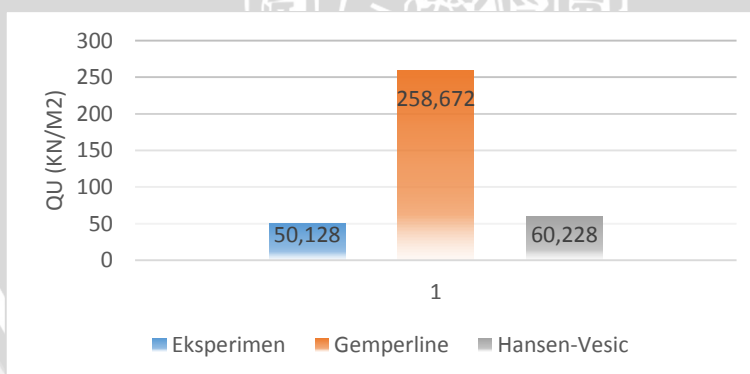




Gambar 4.13 Perbandingan Nilai Daya Dukung Untuk Lereng Tanpa Perkuatan $\alpha = 46^\circ$; $D/B = 1$; $B = 8$ cm

Tabel 4.12 Nilai Daya Dukung Analitik Untuk Lereng Tanpa Perkuatan

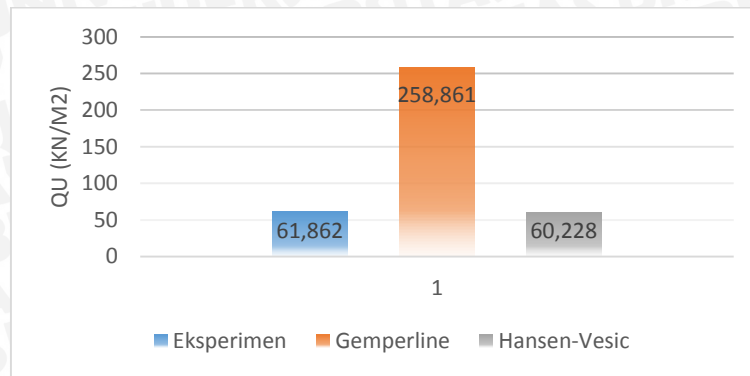
$\alpha = 46^\circ$; $D/B = 2$; $B = 8$ cm



Gambar 4.14 Perbandingan Nilai Daya Dukung Untuk Lereng Tanpa Perkuatan $\alpha = 46^\circ$; $D/B = 2$; $B = 8$ cm

Tabel 4.13 Nilai Daya Dukung Analitik Untuk Lereng Tanpa Perkuatan

$\alpha = 46^\circ$; $D/B = 3$; $B = 8$ cm



Gambar 4.14 Perbandingan Nilai Daya Dukung Untuk Lereng Tanpa Perkuatan

Metode Eksperimen

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 4.14** berikut ini.

Tabel 4.14 Nilai Daya Dukung Berdasarkan Eksperimen Untuk Lereng Tanpa

Perkuatan						
d/B	B (cm)	Beban (Kg)	Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (Kg/cm ²)	qu (kN/m ²)
1	4	182,5	1,950	4,875	0,466	46,556
	6	265	5,040	8,400	0,451	45,068
	8	300	4,740	5,925	0,383	38,265
2	4	223	4,715	11,788	0,569	56,888
	6	290	6,310	10,517	0,493	49,320
	8	393	7,260	9,075	0,501	50,128
3	4	286	2,793	6,983	0,730	72,959
	6	300	4,065	6,775	0,510	51,020
	8	415	3,670	4,588	0,529	52,934

Lereng Dengan Perkuatan Geogrid



Pada pengujian yang dilakukan pada lereng dengan perkuatan geogrid dengan variasi lebar pondasi dan jarak pondasi didapatkan nilai daya dukung yang disajikan **Tabel 4.15** dan **Tabel 4.16**.

Tabel 4.15 Nilai Daya Dukung Berdasarkan Eksperimen Untuk Lereng Perkuatan Dengan Variasi Jarak Pondasi ke tepi (d/B)

B (cm)	d/B	Beban (Kg)	Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (Kg/cm2)	qu (kN/m2)
4	1	595	9,77	24,425	1,518	151,786
	2	678	6,55	16,375	1,730	172,959
	3	700	9,345	23,363	1,786	178,571
6	1	753	11,05	18,417	1,281	128,061
	2	825	9,25	15,417	1,403	140,306
	3	848	9,99	16,650	1,442	144,218
8	1	820	9,69	12,113	1,046	104,592
	2	852	4,96	6,200	1,087	108,673
	3	911	14,44	18,050	1,162	116,199

Tabel 4.16 Nilai Daya Dukung Berdasarkan Eksperimen Untuk Lereng Perkuatan Dengan Variasi Lebar Pondasi (B)

d/B	B (cm)	Beban (Kg)	Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (Kg/cm2)	qu (kN/m2)
1	4	595	9,77	24,425	1,518	151,786
	6	753	11,05	18,417	1,281	128,061
	8	820	9,69	12,113	1,046	104,592
2	4	678	6,55	16,375	1,730	172,959
	6	825	9,25	15,417	1,403	140,306
	8	852	4,96	6,200	1,087	108,673
3	4	700	9,345	23,363	1,786	178,571
	6	848	9,99	16,650	1,442	144,218
	8	911	14,44	18,050	1,162	116,199

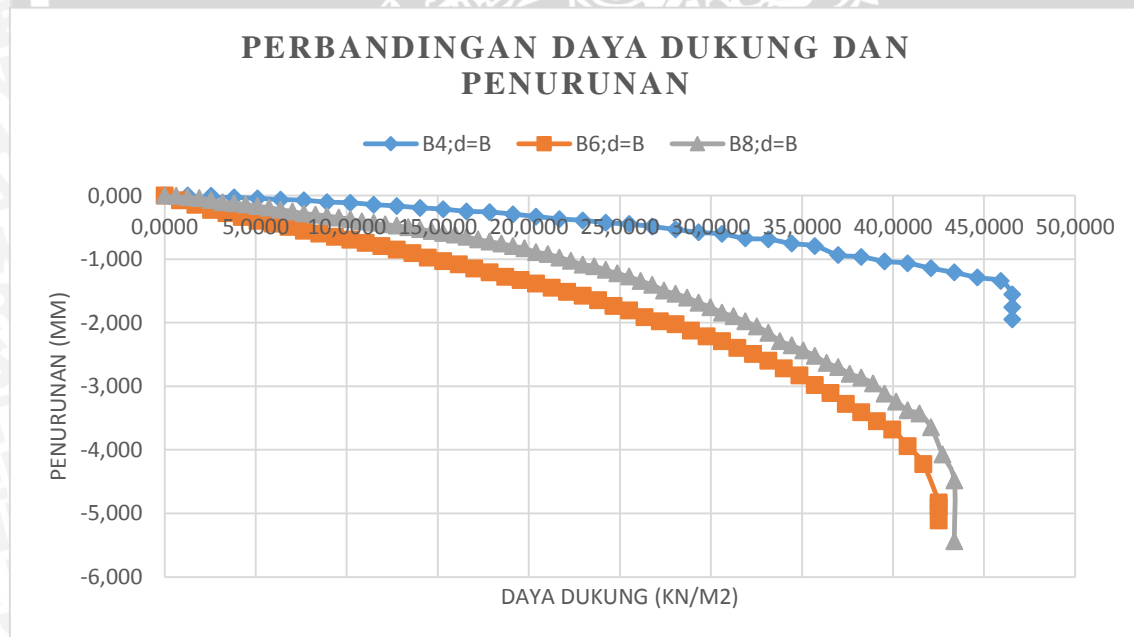
4.5 Analisis Penurunan Tanah Pasir Rc 85%

Lereng Tanpa Perkuatan

Penurunan Tanah Pada Variasi Lebar Pondasi Terhadap Rasio Jarak Pondasi ke Tepi Lereng dengan Lebar Pondasi

Jarak Pondasi (D/B) = 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 4.15** berikut ini.



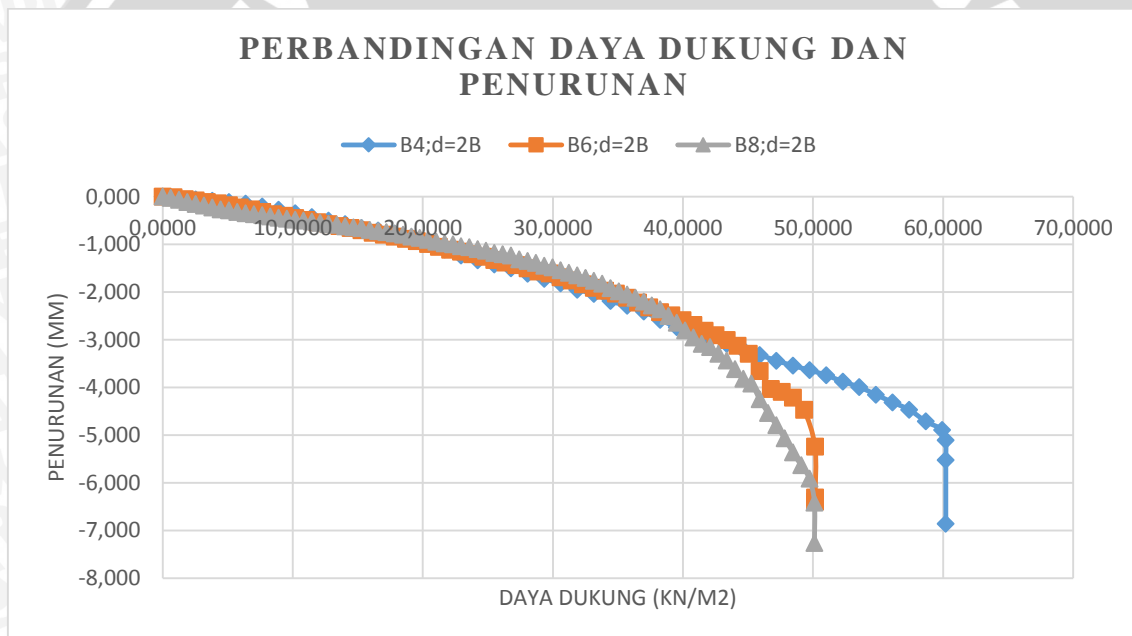
Gambar 4.15 Grafik Hubungan Q Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Tanpa Perkuatan Dengan Jarak Pondasi (D/B) = 1

Pada lereng tanpa perkuatan geogrid, penurunan tanah yang terjadi pada pondasi cenderung lebih besar dengan daya dukung kecil. Untuk jarak pondasi ke tepi lereng $d/B = 1$ dan lereng lebar pondasi 4 cm, penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah

1,555 mm, untuk lebar pondasi 6 cm penurunan tanah yang terjadi 4,833 mm, untuk lebar pondasi 8 cm penurunan tanah yang terjadi 4,488 mm.

Jarak Pondasi (D/B) = 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 4.16** berikut ini.

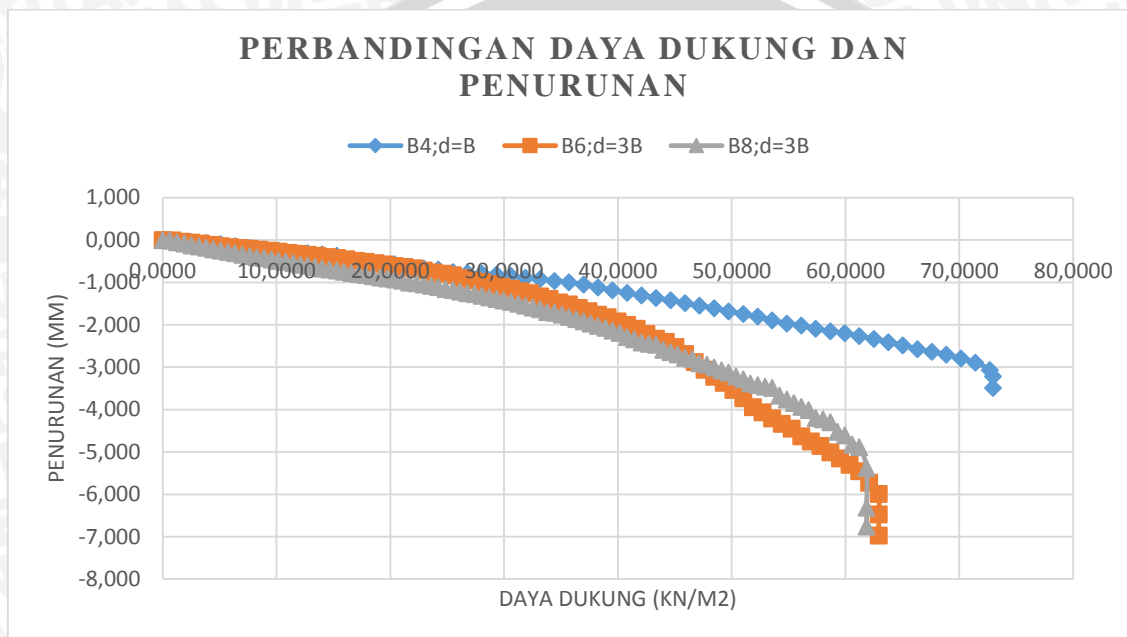


Gambar 4.16 Grafik Hubungan Q Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Tanpa Perkuatan Dengan Jarak Pondasi (D/B) = 2

Pada lereng tanpa perkuatan geogrid, penurunan tanah yang terjadi pada pondasi cenderung lebih besar dengan daya dukung kecil. Untuk jarak pondasi ke tepi lereng $d/B = 2$ dan lereng lebar pondasi 4 cm, penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 5,105 mm, untuk lebar pondasi 6 cm penurunan tanah yang terjadi 5,245 mm, untuk lebar pondasi 8 cm penurunan tanah yang terjadi 5,915 mm.

Jarak Pondasi (D/B) = 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 4.17** berikut ini.



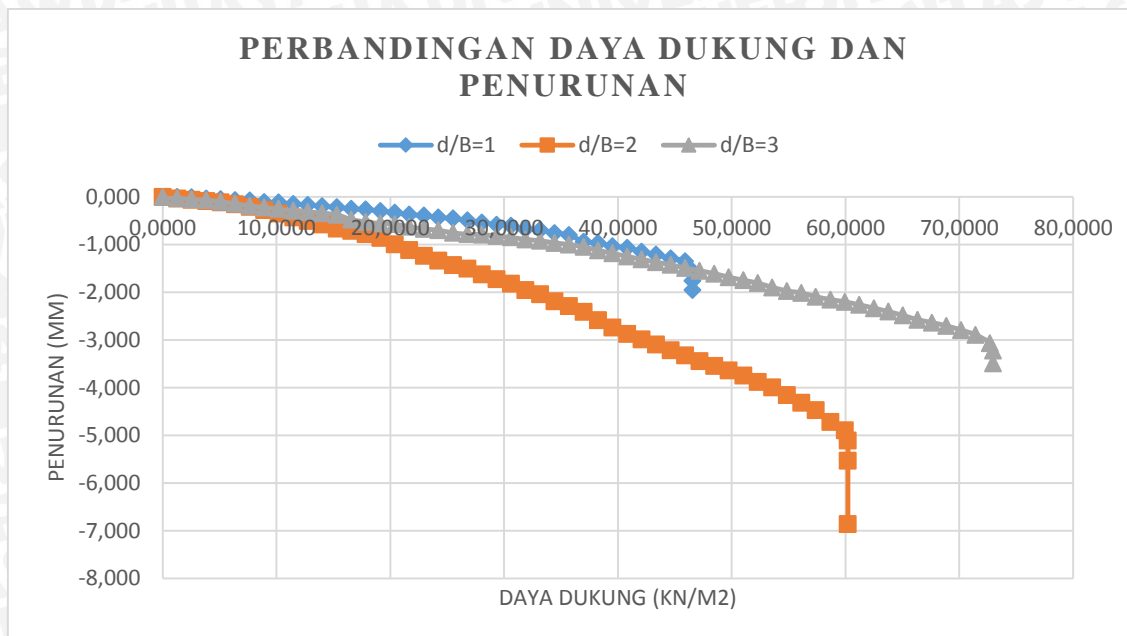
Gambar 4.17 Grafik Hubungan Q Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Tanpa Perkuatan Dengan Jarak Pondasi ($D/B = 3$)

Pada lereng tanpa perkuatan geogrid, penurunan tanah yang terjadi pada pondasi cenderung lebih besar dengan daya dukung kecil. Untuk jarak pondasi ke tepi lereng $d/B = 3$ dan lereng lebar pondasi 4 cm, penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 3,222 mm, untuk lebar pondasi 6 cm penurunan tanah yang terjadi 5,985 mm, untuk lebar pondasi 8 cm penurunan tanah yang terjadi 5,388 mm.

Penurunan Tanah pada Variasi Rasio Jarak Pondasi ke Tepi Lereng Dengan Lebar Pondasi Terhadap Lebar Pondasi Lebar Pondasi (B) = 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 4.18** berikut ini.

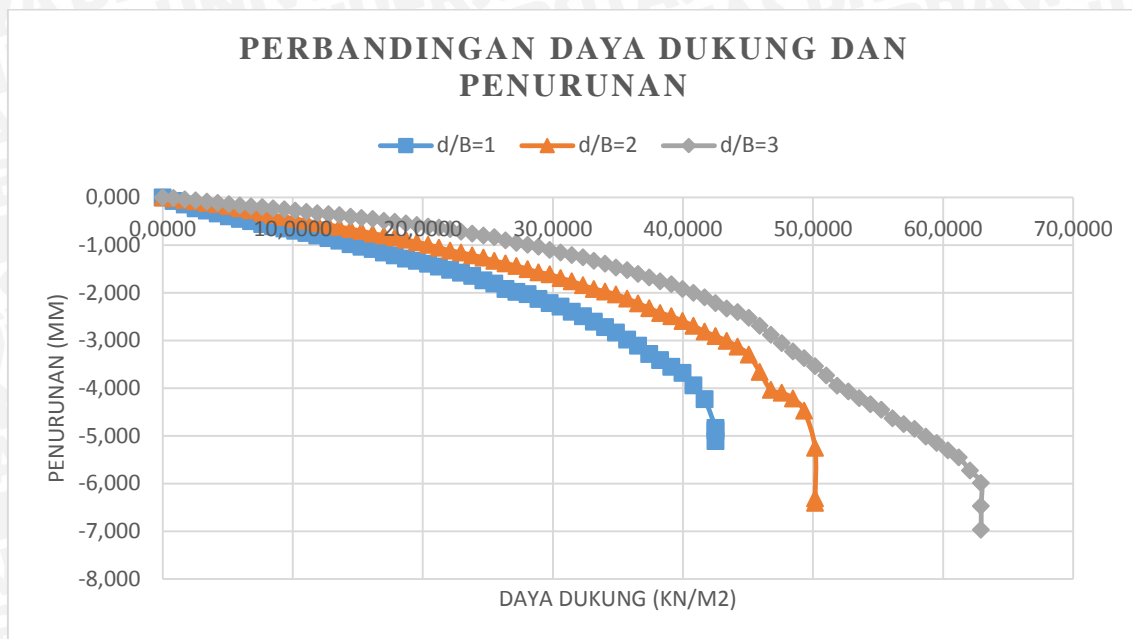


Gambar 4.18 Grafik Hubungan Q Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Tanpa Perkuatan Dengan Lebar Pondasi (B) = 4 cm

Pada lereng tanpa perkuatan geogrid, penurunan tanah yang terjadi pada pondasi cenderung lebih besar dengan daya dukung kecil. Untuk Lebar Pondasi (B) = 4 cm dan jarak pondasi ke tepi lereng (D/B) = 1, penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 1,555 mm, untuk jarak pondasi ke tepi lereng (D/B) = 2 penurunan tanah yang terjadi 5,105 mm, untuk jarak pondasi ke tepi lereng (D/B) = 3 penurunan tanah yang terjadi 3,222 mm.

Lebar Pondasi (B) = 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 4.19** berikut ini.

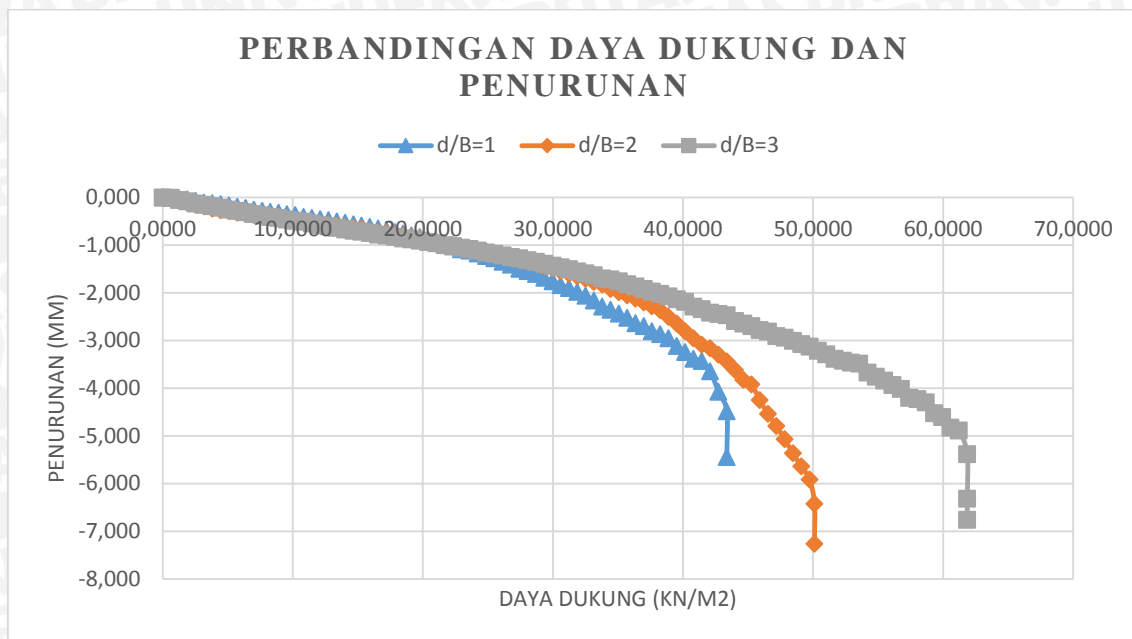


Gambar 4.19 Grafik Hubungan Q Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Tanpa Perkuatan Dengan Lebar Pondasi (B) = 6 cm

Pada lereng tanpa perkuatan geogrid, penurunan tanah yang terjadi pada pondasi cenderung lebih besar dengan daya dukung kecil. Untuk Lebar Pondasi (B) = 6 cm dan jarak pondasi ke tepi lereng (D/B) = 1, penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 4,833 mm, untuk jarak pondasi ke tepi lereng (D/B) = 2 penurunan tanah yang terjadi 5,245 mm, untuk jarak pondasi ke tepi lereng (D/B) = 3 penurunan tanah yang terjadi 5,985 mm.

Lebar Pondasi (B) = 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 4.20** berikut ini.



Gambar 4.20 Grafik Hubungan Q Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Tanpa Perkuatan Dengan Lebar Pondasi (B) = 8 cm

Pada lereng tanpa perkuatan geogrid, penurunan tanah yang terjadi pada pondasi cenderung lebih besar dengan daya dukung kecil. Untuk Lebar Pondasi (B) = 8 cm dan jarak pondasi ke tepi lereng (D/B) = 1, penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 4,488 mm, untuk jarak pondasi ke tepi lereng (D/B) = 2 penurunan tanah yang terjadi 5,915 mm, untuk jarak pondasi ke tepi lereng (D/B) = 3 penurunan tanah yang terjadi 5,388 mm.

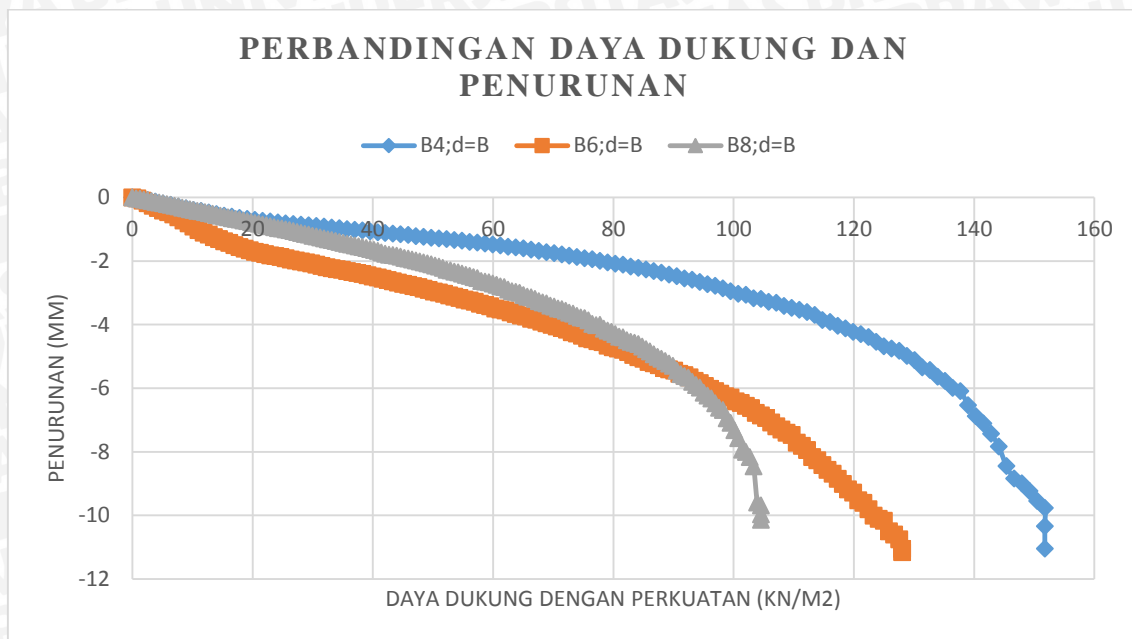
Lereng Dengan Perkuatan Geogrid

Penurunan Tanah pada Variasi Lebar Pondasi Terhadap Rasio Jarak Pondasi ke Tepi

Lereng dengan Lebar Pondasi

Jarak Pondasi (D/B) = 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 4.21** berikut ini.

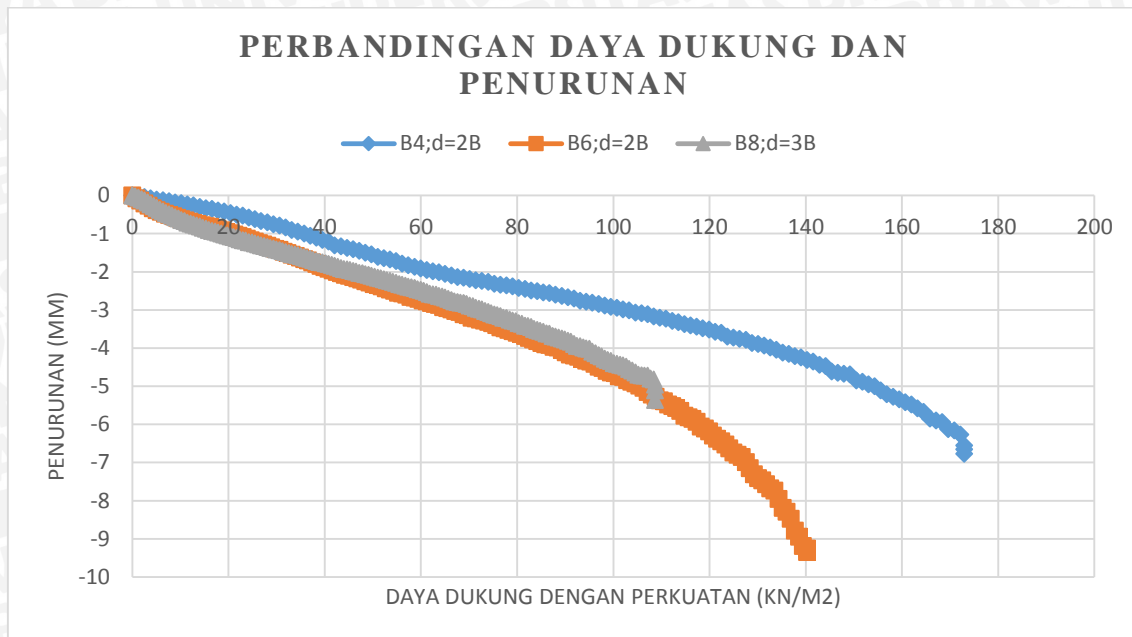


Gambar 4.21 Grafik Hubungan Q Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Perkuatan Dengan Jarak Pondasi (D/B) = 1

Pada lereng dengan perkuatan geogrid, penurunan tanah yang terjadi pada pondasi cenderung lebih besar dengan daya dukung besar. Untuk jarak pondasi ke tepi lereng $d/B = 1$ dan Lebar pondasi ($B = 4$ cm), penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 9,77 mm, untuk Lebar pondasi ($B = 6$ cm) penurunan tanah yang terjadi 10,755 mm, untuk Lebar pondasi ($B = 8$ cm) penurunan tanah yang terjadi 9,69 mm.

Jarak Pondasi (D/B) = 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 4.22** berikut ini.

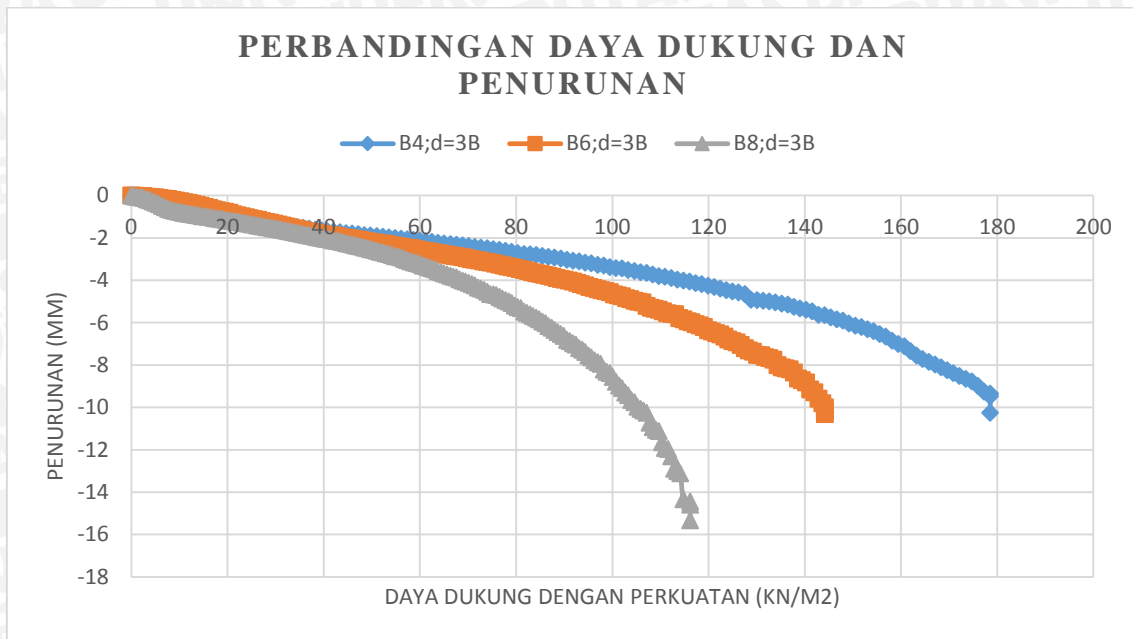


Gambar 4.22 Grafik Hubungan Q Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Perkuatan Dengan Jarak Pondasi (D/B) = 2

Pada lereng dengan perkuatan geogrid, penurunan tanah yang terjadi pada pondasi cenderung lebih besar dengan daya dukung besar. Untuk jarak pondasi ke tepi lereng $d/B = 1$ dan Lebar pondasi ($B = 4$ cm), penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 6,55 mm, untuk Lebar pondasi ($B = 6$ cm) penurunan tanah yang terjadi 9,25 mm, untuk Lebar pondasi ($B = 8$ cm) penurunan tanah yang terjadi 4,96 mm.

Jarak Pondasi (D/B) = 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 4.23** berikut ini.



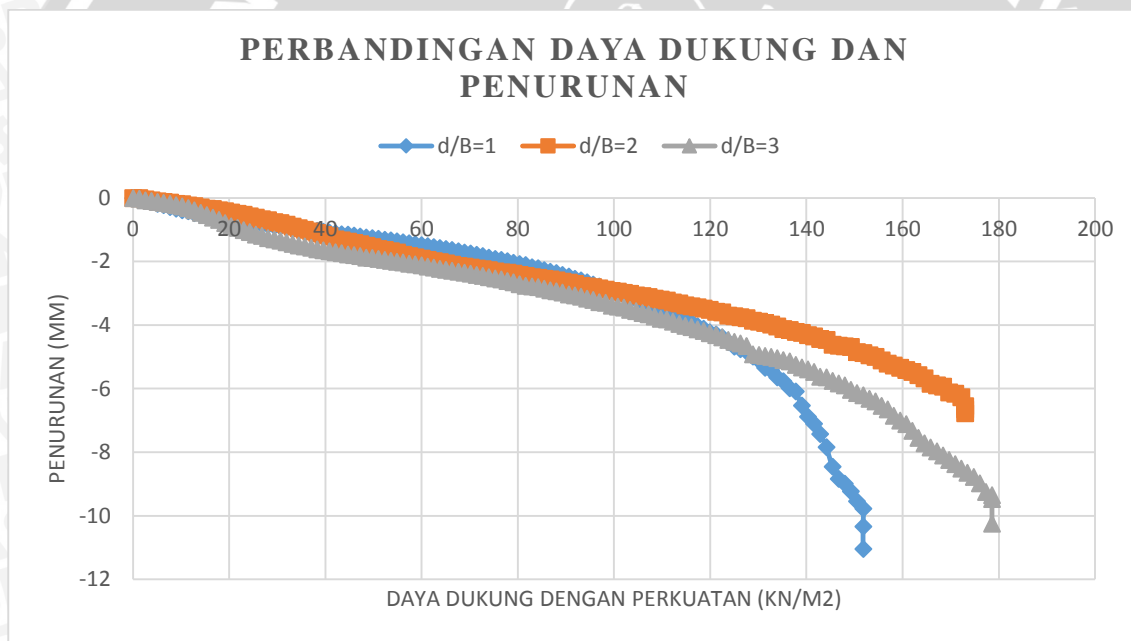
Gambar 4.23 Grafik Hubungan Q Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Perkuatan Dengan Jarak Pondasi (D/B) = 3

Pada lereng dengan perkuatan geogrid, penurunan tanah yang terjadi pada pondasi cenderung lebih besar dengan daya dukung besar. Untuk jarak pondasi ke tepi lereng $d/B = 1$ dan Lebar pondasi ($B = 4$ cm), penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 9,345 mm, untuk Lebar pondasi ($B = 6$ cm) penurunan tanah yang terjadi 9,99 mm, untuk Lebar pondasi ($B = 8$ cm) penurunan tanah yang terjadi 14,44 mm.

Penurunan Tanah pada Variasi Rasio Jarak Pondasi ke Tepi Lereng Dengan Lebar Pondasi Terhadap Lebar Pondasi

Lebar Pondasi (B) = 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 4.24** berikut ini.

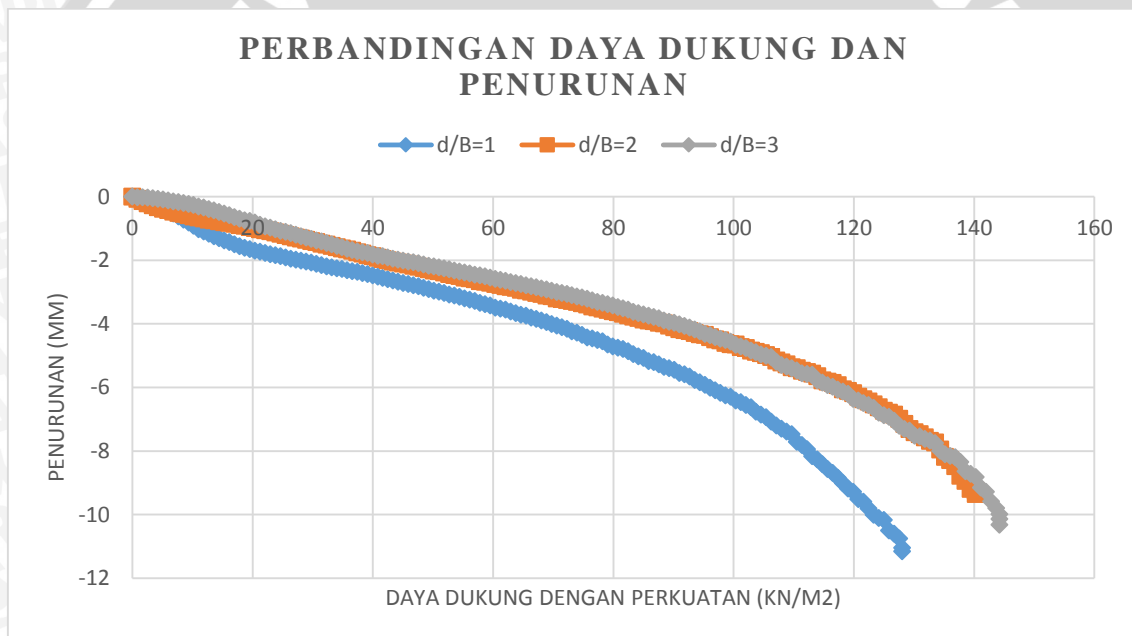


Gambar 4.24 Grafik Hubungan Q Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Perkuatan Dengan Lebar Pondasi (B) = 4 cm

Pada lereng dengan perkuatan geogrid, penurunan tanah yang terjadi pada pondasi cenderung lebih besar dengan daya dukung besar. Untuk Lebar pondasi (B) = 4 cm dan jarak pondasi ke tepi lereng (D/B) = 1, penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 9,77 mm, untuk jarak pondasi ke tepi lereng (D/B) = 2 penurunan tanah yang terjadi 6,55 mm, untuk jarak pondasi ke tepi lereng (D/B) = 3 penurunan tanah yang terjadi 9,345 mm.

Lebar Pondasi (B) = 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 4.25** berikut ini.

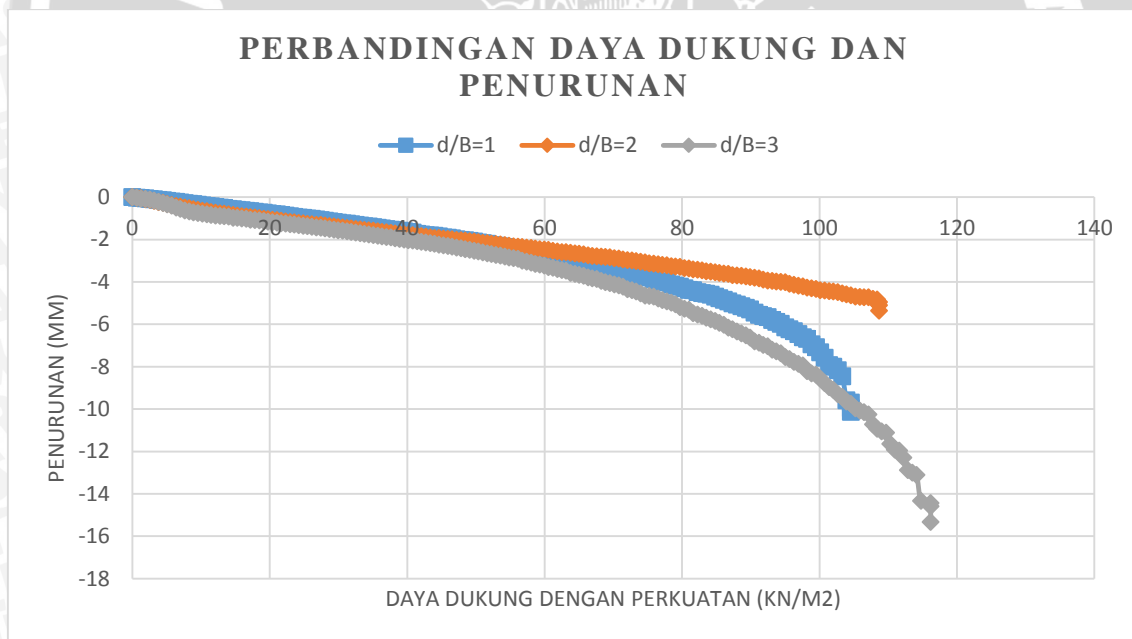


Gambar 4.25 Grafik Hubungan Q Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Perkuatan Dengan Lebar Pondasi (B) = 6 cm

Pada lereng dengan perkuatan geogrid, penurunan tanah yang terjadi pada pondasi cenderung lebih besar dengan daya dukung besar. Untuk Lebar Pondasi (B) = 6 cm dan jarak pondasi ke tepi lereng (D/B) = 1, penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 10,755 mm, untuk jarak pondasi ke tepi lereng (D/B) = 2 penurunan tanah yang terjadi 9,25 mm, untuk jarak pondasi ke tepi lereng (D/B) = 3 penurunan tanah yang terjadi 9,99 mm.

Lebar Pondasi (B) = 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 4.26** berikut ini.



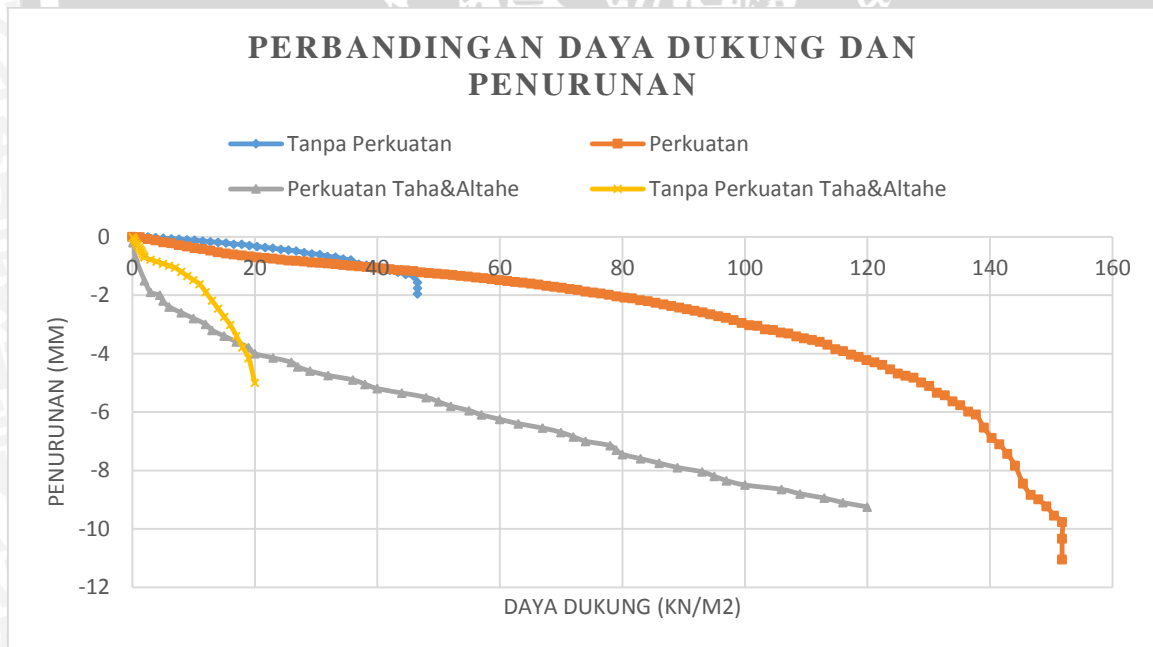
Gambar 4.26 Grafik Hubungan Q Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Perkuatan Dengan Lebar Pondasi (B) = 8 cm

Pada lereng dengan perkuatan geogrid, penurunan tanah yang terjadi pada pondasi cenderung lebih besar dengan daya dukung besar. Untuk Lebar Pondasi (B) = 8 cm dan jarak pondasi ke tepi lereng (D/B) = 1, penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 9,69 mm, untuk jarak pondasi ke tepi lereng (D/B) = 2 penurunan tanah yang terjadi 4,96 mm, untuk jarak pondasi ke tepi lereng (D/B) = 3 penurunan tanah yang terjadi 14,44 mm.

4.6 Perbandingan Hubungan Daya Dukung dan Penurunan Lereng Tanpa Perkuatan Dengan Lereng Menggunakan Perkuatan Geogrid

4.6.1 Rasio Jarak Pondasi ke Tepi Lereng dengan Lebar Pondasi (d/B) = 1

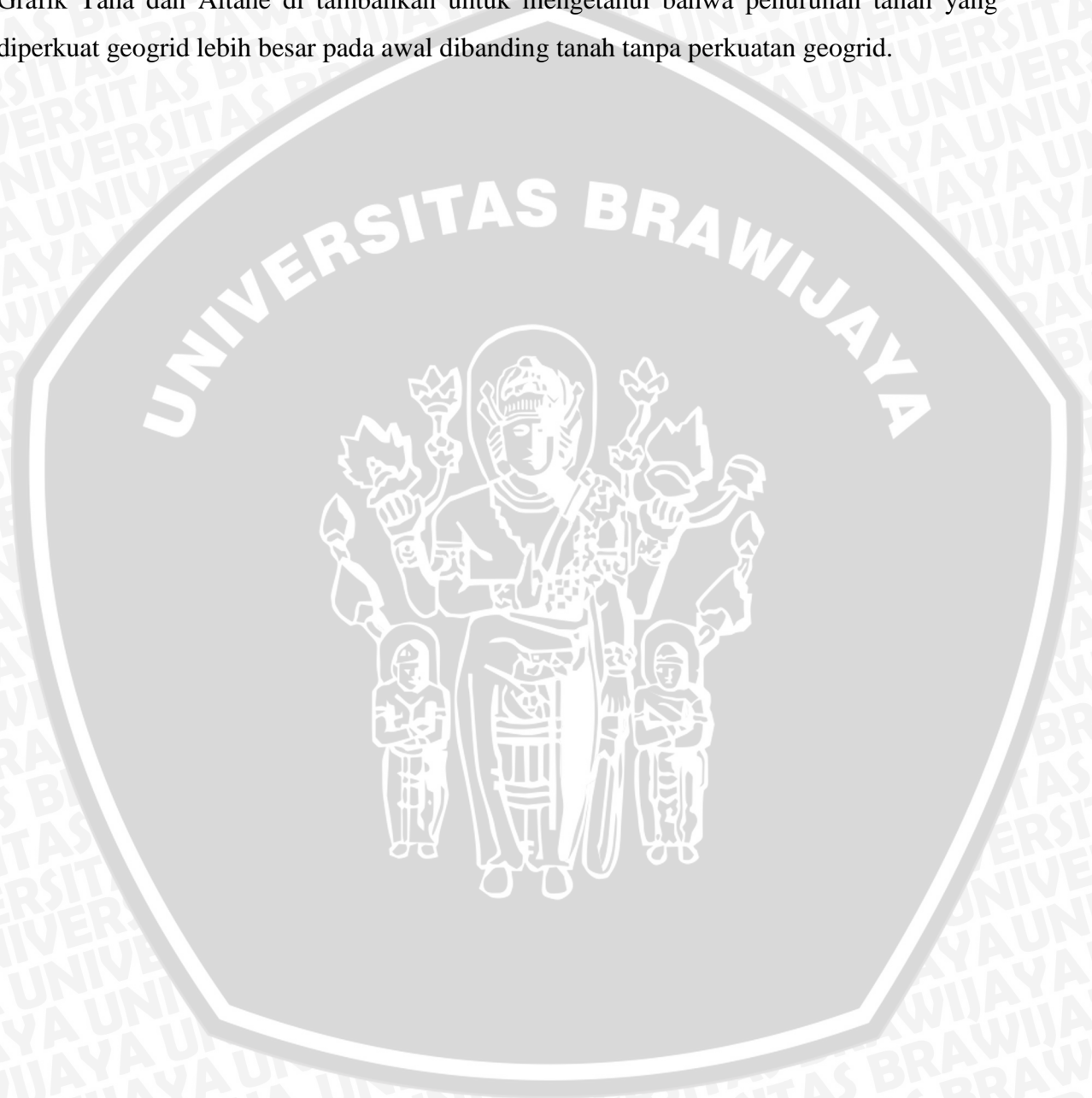
4.6.1.1 Lebar Pondasi (B) = 4 cm



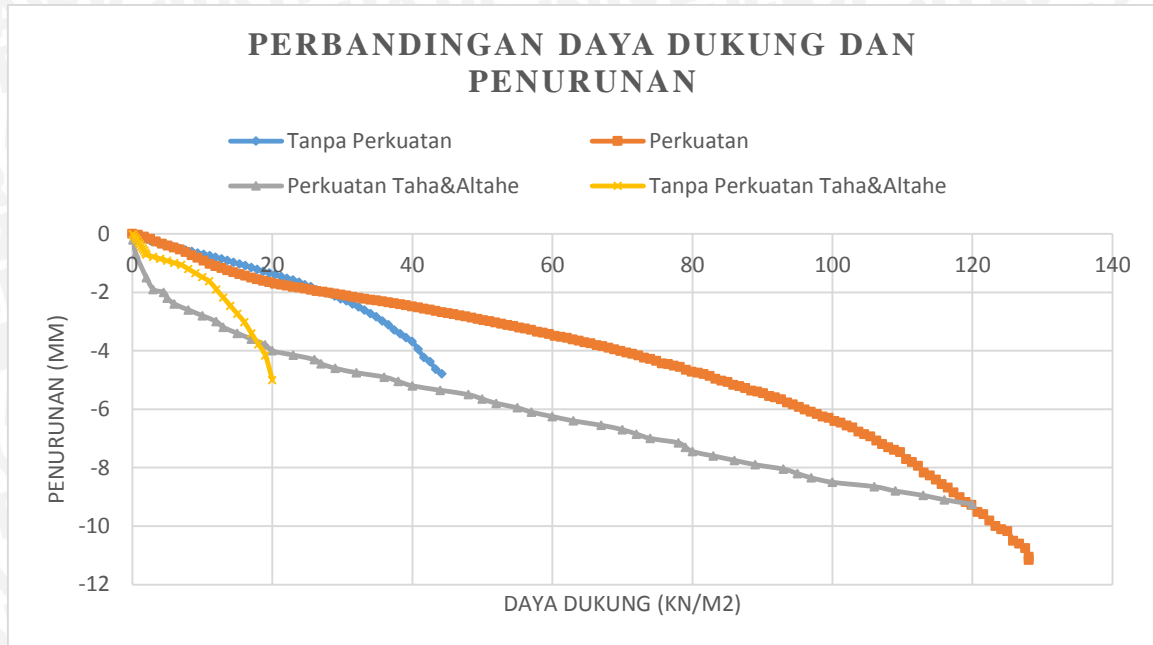
Gambar 4.27 Grafik Hubungan Q Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Perkuatan Dan Tanpa Perkuatan Dengan Lebar Pondasi (B) = 4 cm dan Jarak Pondasi ke Tepi (d/B) = 1

Pada lereng yang sudah diberikan perkuatan geogrid, penurunan tanah yang terjadi pada pondasi cenderung semakin besar dibandingkan dengan lereng tanpa perkuatan. Untuk

lereng dengan perkuatan penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 9,77 mm dan untuk lereng tanpa perkuatan penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 1,555 mm. Penurunan lereng mengikuti pola penurunan pada grafik Taha dan Altahe. Grafik Taha dan Altahe di tambahkan untuk mengetahui bahwa penurunan tanah yang diperkuat geogrid lebih besar pada awal dibanding tanah tanpa perkuatan geogrid.



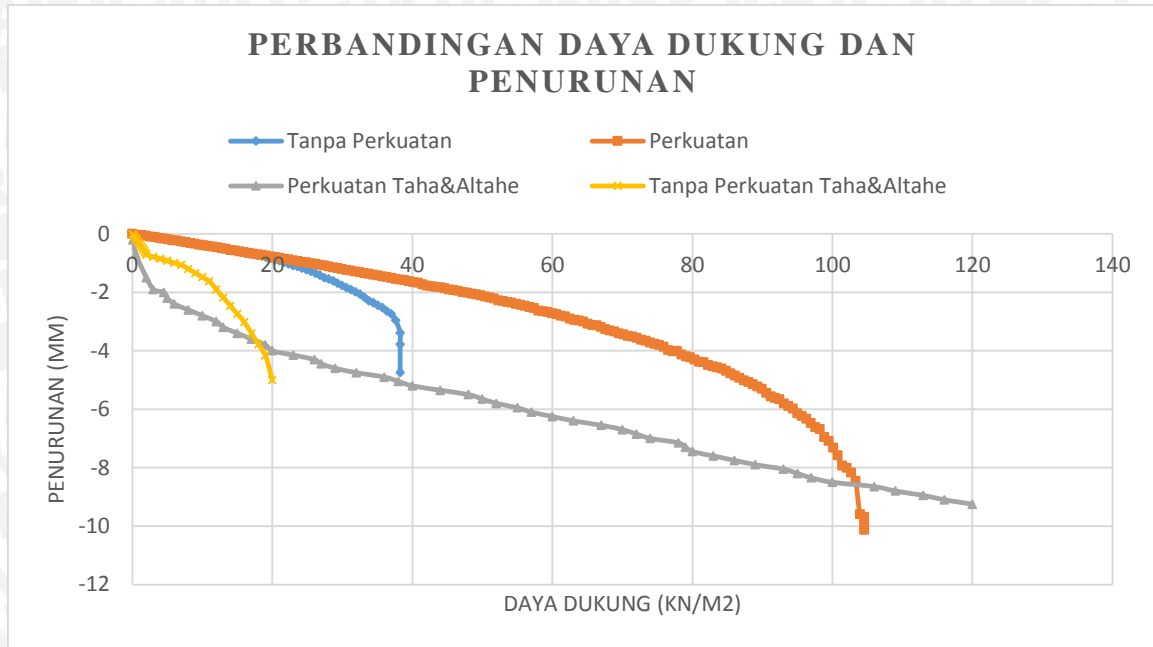
4.6.1.2 Lebar Pondasi (B) = 6 cm



Gambar 4.28 Grafik Hubungan Q Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Perkuatan Dan Tanpa Perkuatan Dengan Lebar Pondasi (B) = 6 cm dan Jarak Pondasi ke Tepi (d/B) = 1

Pada lereng yang sudah diberikan perkuatan geogrid, penurunan tanah yang terjadi pada pondasi cenderung semakin besar dibandingkan dengan lereng tanpa perkuatan. Untuk lereng dengan perkuatan penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 10,755 mm dan untuk lereng tanpa perkuatan penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 4,833 mm. . Penurunan lereng mengikuti pola penurunan pada grafik Taha dan Altahe. Grafik Taha dan Altahe di tambahkan untuk mengetahui bahwa penurunan tanah yang diperkuat geogrid lebih besar pada awal dibanding tanah tanpa perkuatan geogrid.

4.6.1.3 Lebar Pondasi (B) = 8 cm

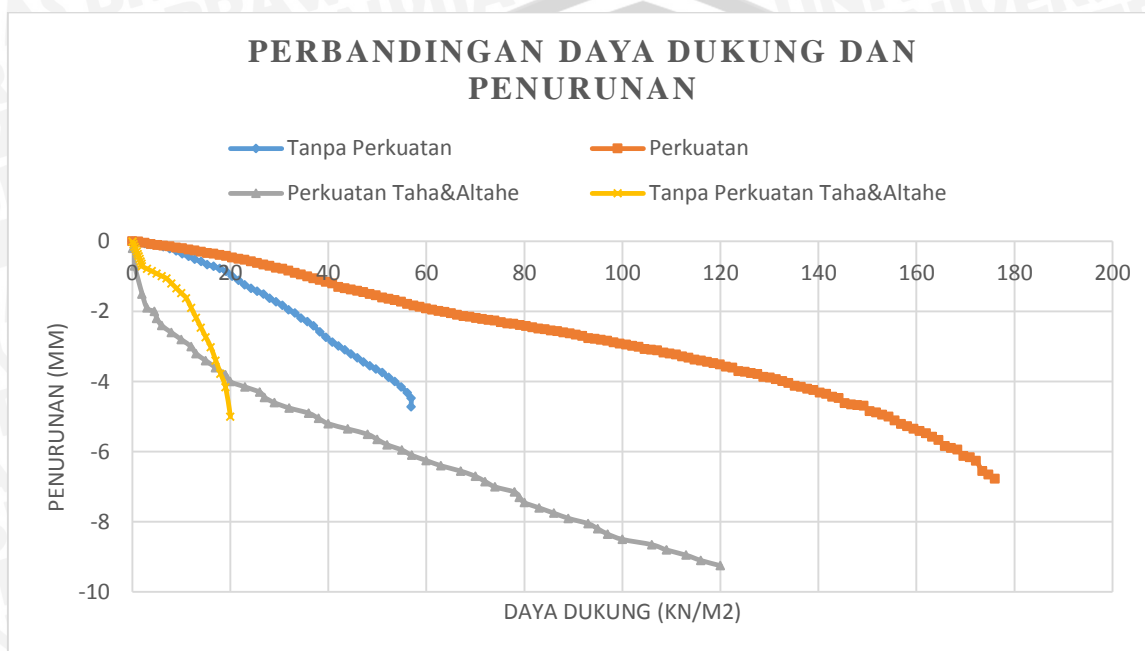


Gambar 4.29 Grafik Hubungan Q Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Perkuatan Dan Tanpa Perkuatan Dengan Lebar Pondasi (B) = 8 cm dan Jarak Pondasi ke Tepi (d/B) = 1

Pada lereng yang sudah diberikan perkuatan geogrid, penurunan tanah yang terjadi pada pondasi cenderung semakin besar dibandingkan dengan lereng tanpa perkuatan. Untuk lereng dengan perkuatan penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 9,69 mm dan untuk lereng tanpa perkuatan penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 4,448 mm. . Penurunan lereng mengikuti pola penurunan pada grafik Taha dan Altahe. Grafik Taha dan Altahe di tambahkan untuk mengetahui bahwa penurunan tanah yang diperkuat geogrid lebih besar pada awal dibanding tanah tanpa perkuatan geogrid.

4.6.2 Jarak Pondasi (D/B) = 2

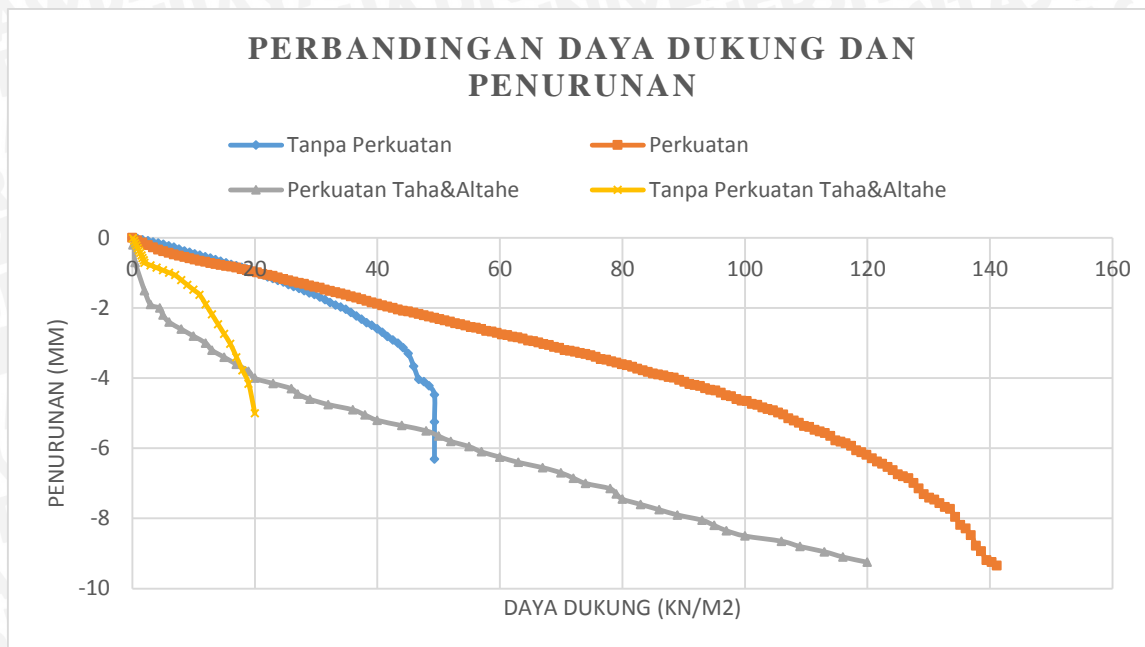
4.6.2.1 Lebar Pondasi (B) = 4 cm



Gambar 4.30 Grafik Hubungan Q Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Perkuatan Dan Tanpa Perkuatan Dengan Lebar Pondasi (B) = 4 cm dan Jarak Pondasi ke Tepi (d/B) = 2

Pada lereng yang sudah diberikan perkuatan geogrid, penurunan tanah yang terjadi pada pondasi cenderung semakin besar dibandingkan dengan lereng tanpa perkuatan. Untuk lereng dengan perkuatan penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 6,55 mm dan untuk lereng tanpa perkuatan penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 5,105 mm. . Penurunan lereng mengikuti pola penurunan pada grafik Taha dan Altahe. Grafik Taha dan Altahe di tambahkan untuk mengetahui bahwa penurunan tanah yang diperkuat geogrid lebih besar pada awal dibanding tanah tanpa perkuatan geogrid.

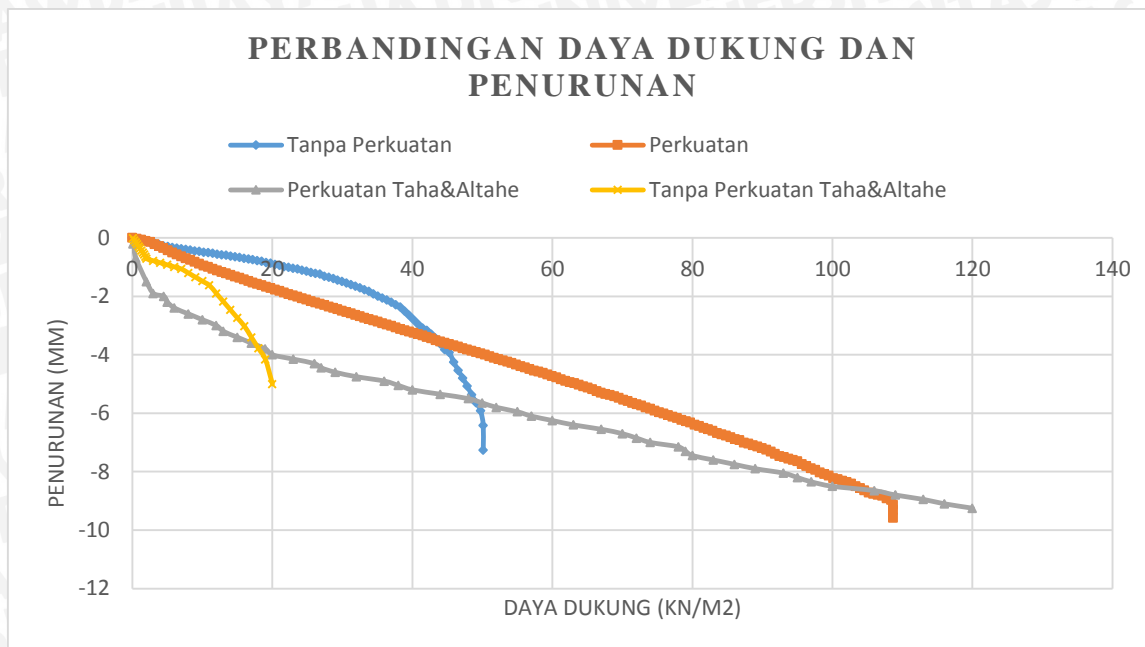
4.6.2.2 Lebar Pondasi (B) = 6 cm



Gambar 4.31 Grafik Hubungan Q Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Perkuatan Dan Tanpa Perkuatan Dengan Lebar Pondasi (B) = 6 cm dan Jarak Pondasi ke Tepi (d/B) = 2

Pada lereng yang sudah diberikan perkuatan geogrid, penurunan tanah yang terjadi pada pondasi cenderung semakin besar dibandingkan dengan lereng tanpa perkuatan. Untuk lereng dengan perkuatan penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 9,25 mm dan untuk lereng tanpa perkuatan penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 5,245 mm. . Penurunan lereng mengikuti pola penurunan pada grafik Taha dan Altahe. Grafik Taha dan Altahe di tambahkan untuk mengetahui bahwa penurunan tanah yang diperkuat geogrid lebih besar pada awal dibanding tanah tanpa perkuatan geogrid.

4.6.2.3 Lebar Pondasi (B) = 8 cm

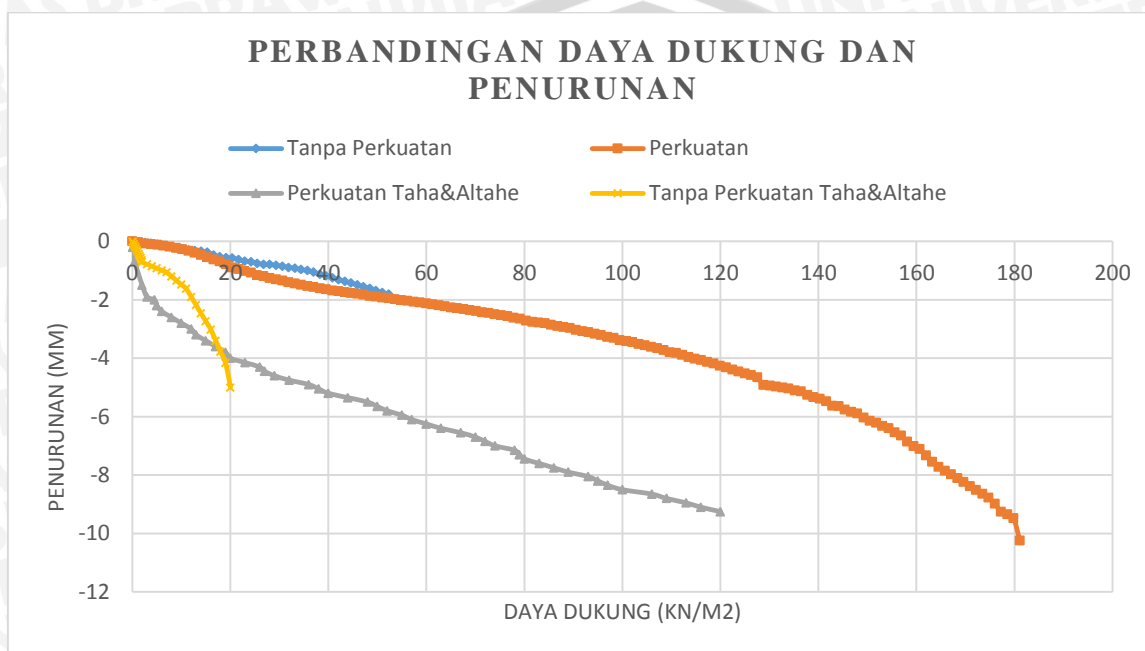


Gambar 4.32 Grafik Hubungan Q Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Perkuatan Dan Tanpa Perkuatan Dengan Lebar Pondasi (B) = 8 cm dan Jarak Pondasi ke Tepi (d/B) = 2

Pada lereng yang sudah diberikan perkuatan geogrid, penurunan tanah yang terjadi pada pondasi cenderung semakin besar dibandingkan dengan lereng tanpa perkuatan. Untuk lereng dengan perkuatan penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 9,135 mm dan untuk lereng tanpa perkuatan penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 5,915 mm. . Penurunan lereng mengikuti pola penurunan pada grafik Taha dan Altahe. Grafik Taha dan Altahe di tambahkan untuk mengetahui bahwa penurunan tanah yang diperkuat geogrid lebih besar pada awal dibanding tanah tanpa perkuatan geogrid.

4.6.3 Jarak Pondasi (D/B) = 3

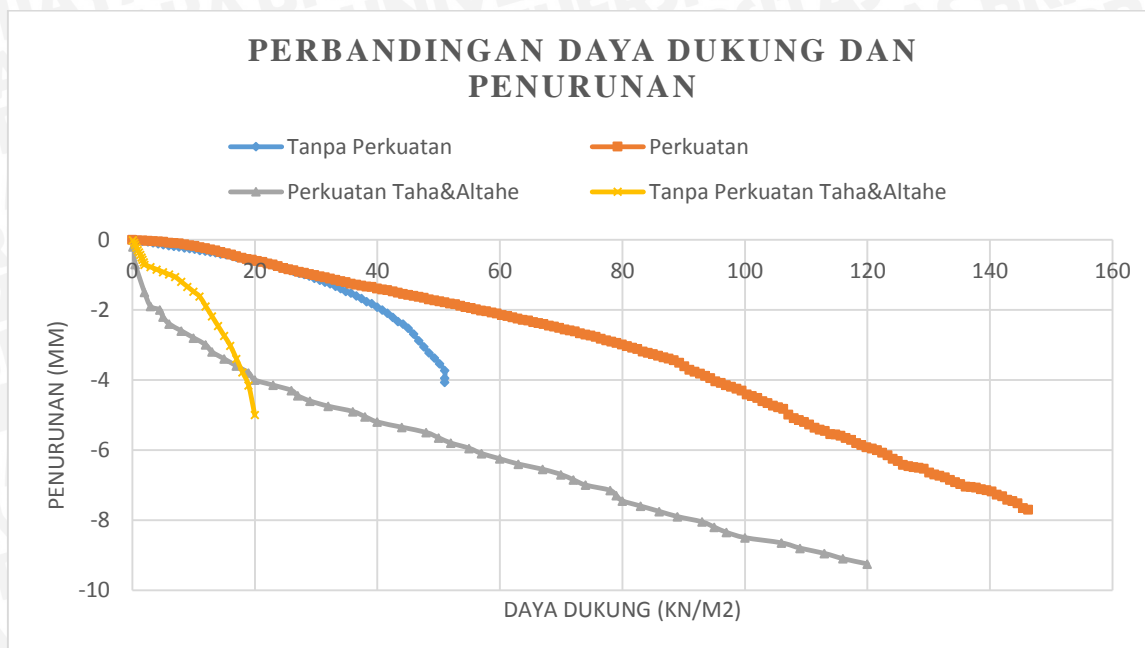
4.6.3.1 Lebar Pondasi (B) = 4 cm



Gambar 4.33 Grafik Hubungan Q Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Perkuatan Dan Tanpa Perkuatan Dengan Lebar Pondasi (B) = 4 cm dan Jarak Pondasi ke Tepi (d/B) = 3

Pada lereng yang sudah diberikan perkuatan geogrid, penurunan tanah yang terjadi pada pondasi cenderung semakin besar dibandingkan dengan lereng tanpa perkuatan. Untuk lereng dengan perkuatan penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 9,345 mm dan untuk lereng tanpa perkuatan penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 3,222 mm. . Penurunan lereng mengikuti pola penurunan pada grafik Taha dan Altahe. Grafik Taha dan Altahe di tambahkan untuk mengetahui bahwa penurunan tanah yang diperkuat geogrid lebih besar pada awal dibanding tanah tanpa perkuatan geogrid.

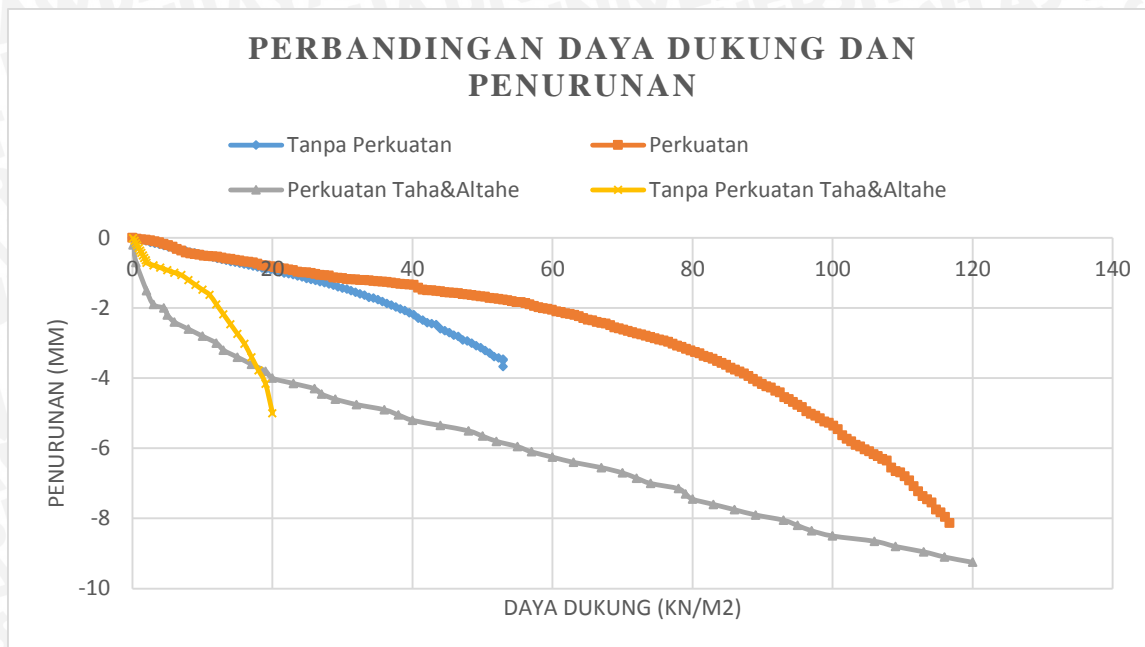
4.6.3.2 Lebar Pondasi (B) = 6 cm



Gambar 4.34 Grafik Hubungan Q Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Perkuatan Dan Tanpa Perkuatan Dengan Lebar Pondasi (B) = 6 cm dan Jarak Pondasi ke Tepi (d/B) = 3

Pada lereng yang sudah diberikan perkuatan geogrid, penurunan tanah yang terjadi pada pondasi cenderung semakin besar dibandingkan dengan lereng tanpa perkuatan. Untuk lereng dengan perkuatan penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 9,99 mm dan untuk lereng tanpa perkuatan penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 5,985 mm. . Penurunan lereng mengikuti pola penurunan pada grafik Taha dan Altahe. Grafik Taha dan Altahe di tambahkan untuk mengetahui bahwa penurunan tanah yang diperkuat geogrid lebih besar pada awal dibanding tanah tanpa perkuatan geogrid.

4.6.3.3 Lebar Pondasi (B) = 8 cm

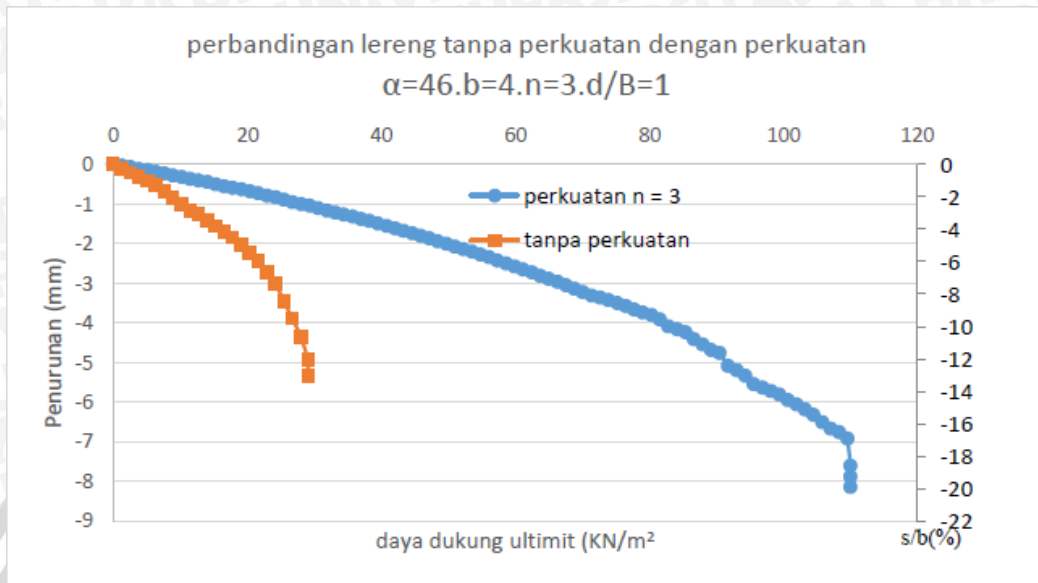


Gambar 4.35 Grafik Hubungan Q Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Perkuatan Dan Tanpa Perkuatan Dengan Lebar Pondasi (B) = 8 cm dan Jarak Pondasi ke Tepi (d/B) = 3

Pada lereng yang sudah diberikan perkuatan geogrid, penurunan tanah yang terjadi pada pondasi cenderung semakin besar dibandingkan dengan lereng tanpa perkuatan. Untuk lereng dengan perkuatan penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 14,44 mm dan untuk lereng tanpa perkuatan penurunan tanah yang terjadi pada saat beban runtuh adalah 5,388 mm. . Penurunan lereng mengikuti pola penurunan pada grafik Taha dan Altahe. Grafik Taha dan Altahe di tambahkan untuk mengetahui bahwa penurunan tanah yang diperkuat geogrid lebih besar pada awal dibanding tanah tanpa perkuatan geogrid.

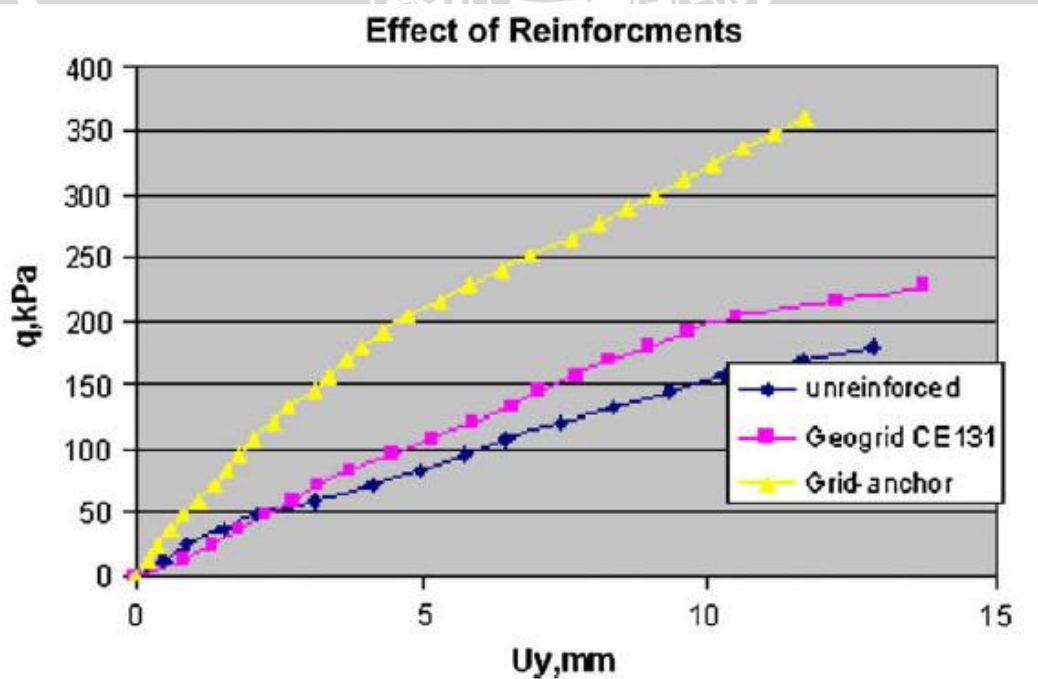
Grafik perbandingan daya dukung dan penurunan menunjukkan penurunan yang lebih besar pada lereng perkuatan dibanding tanpa perkuatan di nilai daya dukung antara 0 kN/m² sampai dengan 50 kN/m². Sedangkan menurut teori, penggunaan material geogrid sebagai perkuatan seharusnya dapat menurunkan nilai penurunan dari awal terjadinya beban sampai tanah runtuh. Hasil dari penelitian milik El Zefanya Roberth menunjukkan penurunan tanah yang diperkuat cenderung lebih kecil dari awal sampai akhir dengan nilai

kepadatan relatif tanah 74%, seperti berikut :



Gambar 4.36 Grafik Hubungan Q_u Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Perkuatan Dan Tanpa Perkuatan dengan R_c 74% oleh El Zefanya Roberth 2015

Hasil dari penelitian Saeed Alamshashi dan Nader Hataf menunjukkan penurunan tanah yang diperkuat cenderung lebih kecil hanya di awal, melewati daya dukung 50 kPa penurunan yang terjadi lebih besar untuk tanah yang diperkuat dibandingkan tanah tanpa perkuatan dengan nilai kepadatan relatif tanah 70%, seperti berikut :



Gambar 4.37 Grafik Hubungan Q_u Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Perkuatan Dan Tanpa Perkuatan dengan R_c 70% oleh Saeed Alamshashi dan Nader Hataf, 2009

Hasil lainnya dari penelitian milik Taha dan Altahe yang menunjukkan penurunan tanah yang diperkuat lebih besar pada awal pembebanan, kemudian penurunan berikutnya cenderung kecil dan konstan sebelum akhirnya runtuh. Saat mengalami penurunan konstan pada fase tengah, sebaliknya tanah tanpa perkuatan mengalami penurunan yang semakin besar dengan nilai kepadatan relatif tanah 85%, Berikut grafiknya :

Taha and Altahe 1813

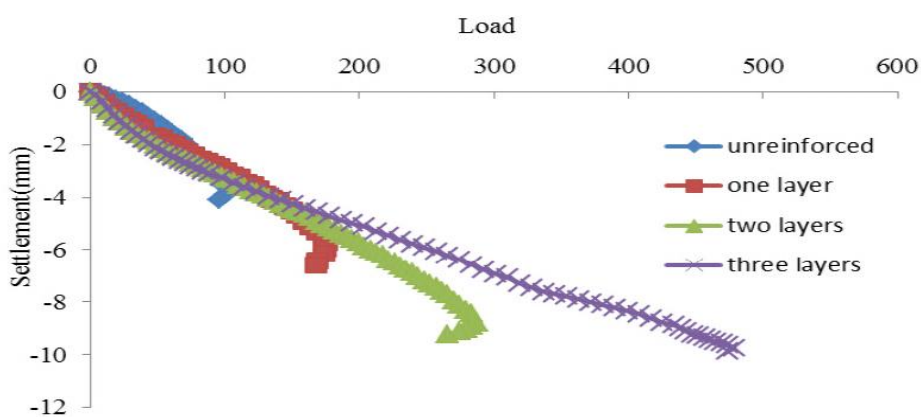


Figure 5. Load–settlement curves for different numbers of reinforcement layers at $D_r = 85\%$, $X/B = 2$, and $\beta = 30^\circ$.

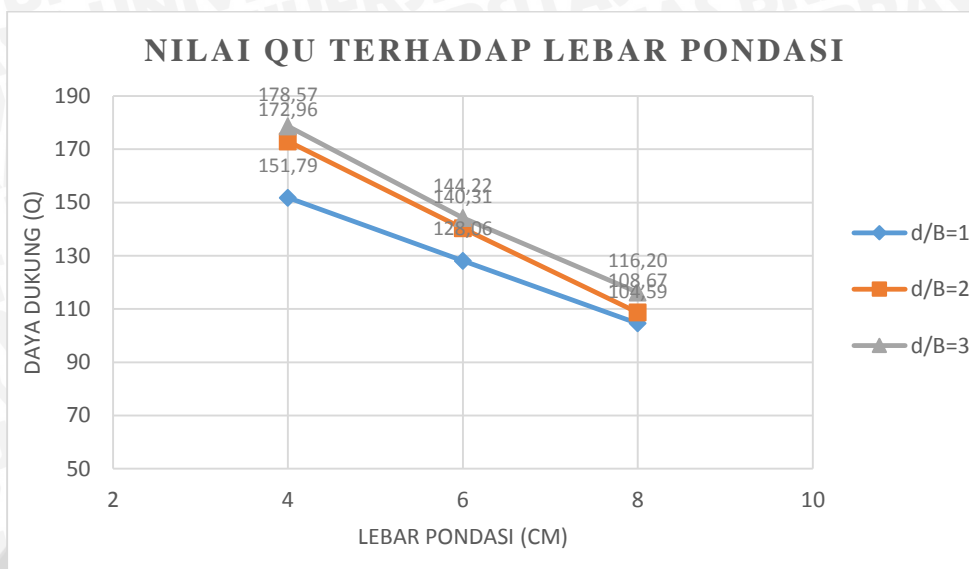
Gambar 4.38 Grafik Hubungan Q_u Dan Penurunan Tanah Pada Lereng Perkuatan Dan Tanpa Perkuatan dengan R_c 85% oleh Taha dan Altahe, 2013

4.7 Perbandingan Daya Dukung Lereng Menggunakan Perkuatan Geogrid Dengan Variasi Lebar Pondasi

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terlihat hasil yang signifikan pada daya dukung lereng menggunakan perkuatan geogrid dengan variasi Lebar Pondasi, dan hasil tersebut disajikan pada **Tabel 4.17** berikut.

Tabel 4.17 Perbandingan Nilai Daya Dukung Lereng Dengan Menggunakan Perkuatan Pada Variasi Lebar Pondasi

d/B	B (cm)	Tanpa Perkuatan		Perkuatan	
		Pu (kg)	qu (kN/m ²)	Pu (kg)	qu (kN/m ²)
1	4	182,5	46,56	595	151,79
	6	265	45,07	753	128,06
	8	300	38,27	820	104,59
2	4	236	60,20	678	172,96
	6	295	50,17	825	140,31
	8	393	50,13	852	108,67
3	4	286	72,96	700	178,57
	6	370	62,93	848	144,22
	8	485	61,86	911	116,20



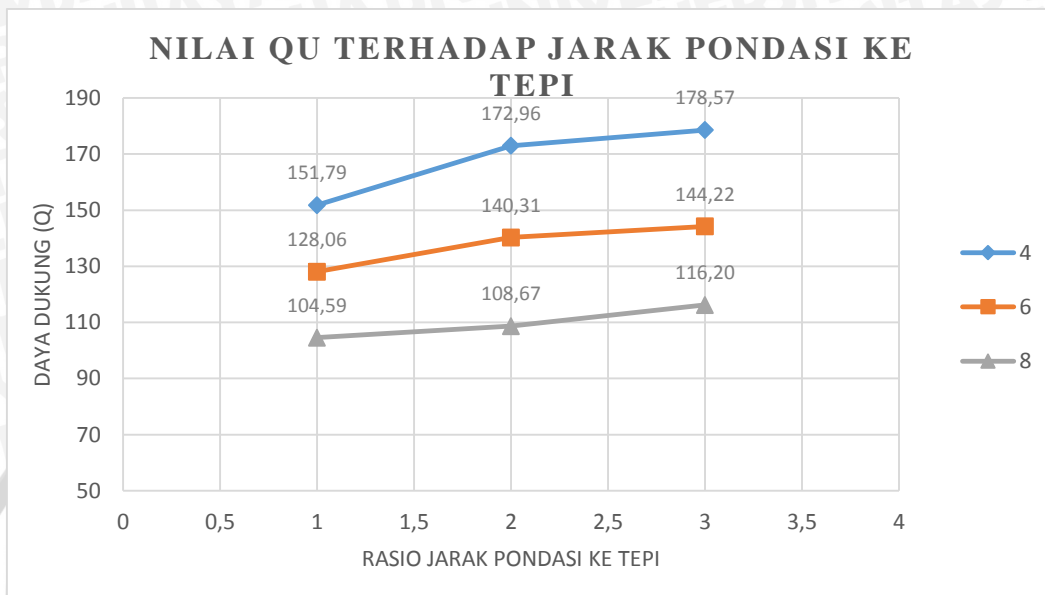
Gambar 4.39 Grafik Perbandingan Nilai Daya Dukung Lereng Dengan Menggunakan Perkuatan Pada Variasi Lebar Pondasi

4.8 Perbandingan Daya Dukung Lereng Menggunakan Perkuatan Geogrid Dengan Variasi Jarak Pondasi (d/B)

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terlihat hasil yang signifikan pada daya dukung lereng menggunakan perkuatan geogrid dengan jarak pondasi (d/B), dan hasil tersebut disajikan pada **Tabel 4.18** berikut.

Tabel 4.18 Perbandingan Nilai Daya Dukung Lereng Dengan Menggunakan Perkuatan Pada Variasi Jarak Pondasi (d/B)

B (cm)	d/B	Tanpa Perkuatan		Perkuatan	
		Pu (kg)	qu (kN/m ²)	Pu (kg)	qu (kN/m ²)
4	1	182,5	46,56	595	151,79
	2	236	60,20	678	172,96
	3	286	72,96	700	178,57
6	1	265	45,07	753	128,06
	2	295	50,17	825	140,31
	3	370	62,93	848	144,22
8	1	300	38,27	820	104,59
	2	393	50,13	852	108,67
	3	485	61,86	911	116,20



Gambar 4.40 Grafik Perbandingan Nilai Daya Dukung Lereng Dengan Menggunakan Perkuatan Pada Variasi Jarak Pondasi (d/B)

4.9 Analisis *Bearing Capacity Improvement* Berdasarkan Daya Dukung Ultimit (BCIu)

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

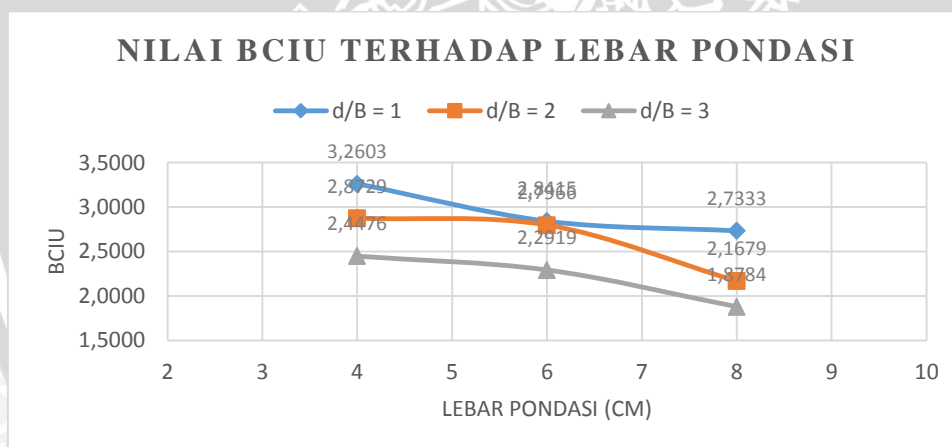
4.9.1 Perbandingan BCIu Pada Variasi Lebar Pondasi Terhadap Rasio Jarak Pondasi ke Tepi Lereng Dengan Lebar Pondasi

Untuk melihat pengaruh dari kemiringan lereng pada BCI, maka dapat dilihat dari **Gambar 4.50**. Berdasarkan analisis beban maksimum yang dilakukan untuk setiap masing-masing variasi kemiringan lereng, maka didapatkan nilai *Bearing Capacity Improvement* (BCIu) seperti pada **Tabel 4.21** berikut ini.

Tabel 4.19 Nilai (BCIu) Untuk Variasi Lebar Pondasi

B	BCIu
---	------

d/B	(cm)	qu Perkuatan (Kn/cm ²)	qu Tanpa Perkuatan (kN/cm ²)	
1	4	151,7857	46,5561	3,2603
	6	128,0612	45,0680	2,8415
	8	104,5918	38,2653	2,7333
2	4	172,9592	60,2041	2,8729
	6	140,3061	50,1701	2,7966
	8	108,6735	50,1276	2,1679
3	4	178,5714	72,9592	2,4476
	6	144,2177	62,9252	2,2919
	8	116,1990	61,8622	1,8784



Gambar 4.41 Grafik Perbandingan Peningkatan BCI_u Untuk Lebar Pondasi

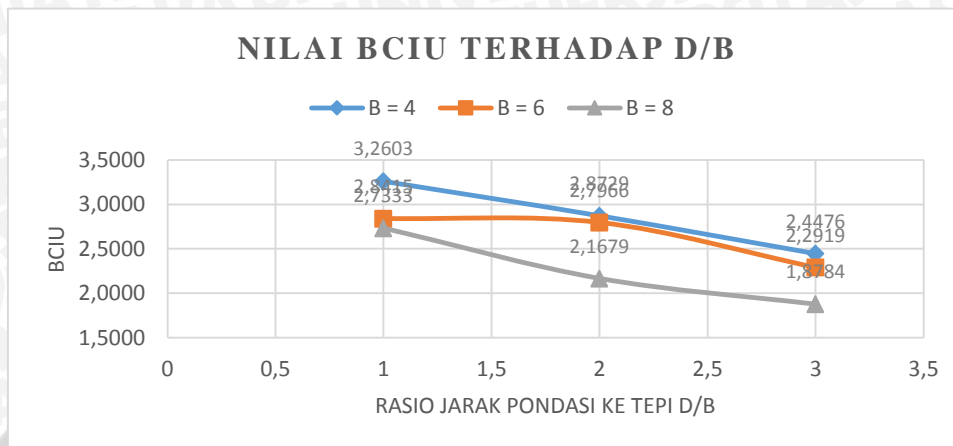
Berdasarkan **Tabel 4.21** dan **Gambar 4.50** di atas, bertambahnya lebar pondasi maka perbandingan daya dukung lereng perkuatan dengan tanpa perkuatan yang dihasilkan semakin kecil. Adapun nilai (BCI_u) paling maksimum dalam penelitian ini diperoleh saat $D/B = 1$ dengan $B = 4$ cm yaitu sebesar 3,2603.

4.9.2 Perbandingan BCIu Pada Variasi Rasio Jarak Pondasi ke Tepi Lereng Dengan Lebar Pondasi Terhadap Lebar Pondasi

Untuk melihat pengaruh dari jarak pondasi pada BCI, maka dapat dilihat dari **Gambar 4.51**. Berdasarkan analisis beban maksimum yang dilakukan untuk setiap masing-masing variasi jarak pondasi, maka didapatkan nilai *Bearing Capacity Improvement* (BCIu) seperti pada **Tabel 4.22** berikut ini.

Tabel 4.20 Nilai (BCIu) Untuk Variasi Jarak Pondasi

B (cm)	d/B	q_u Perkuatan (Kn/cm ²)	q_u Tanpa Perkuatan (kN/cm ²)	BCIu
4 cm	1	151,7857	46,5561	3,2603
	2	172,9592	60,2041	2,8729
	3	178,5714	72,9592	2,4476
6 cm	1	128,0612	45,0680	2,8415
	2	140,3061	50,1701	2,7966
	3	144,2177	62,9252	2,2919
8 cm	1	104,5918	38,2653	2,7333
	2	108,6735	50,1276	2,1679
	3	116,1990	61,8622	1,8784



Gambar 4.42 Grafik Perbandingan Peningkatan BCI_u Untuk Variasi Jarak Pondasi

Berdasarkan **Tabel 4.22** dan **Gambar 4.51** di atas, bertambahnya perbandingan jarak pondasi lereng perkuatan dengan tanpa perkuatan menurunkan daya dukung lereng. Adapun nilai (BCI_u) paling maksimum dalam penelitian ini diperoleh saat $B = 4$ cm dengan $D/B = 1$ yaitu sebesar 3,2603.

4.10 Pengaruh Lebar Pondasi Dan Rasio Jarak Pondasi ke Tepi Lereng Dengan Lebar Pondasi Terhadap Nilai Daya Dukung

Tabel 4.21. Hasil Peningkatan Daya Dukung Lereng (%)

Variable	q_u Perkuatan (kN/m^2)	q_u Tanpa Perkuatan (kN/m^2)	Peningkatan (%)
$\alpha=46; B=4; d/B=1$	151,7857	46,5561	226,0274
$\alpha=46; B=4; d/B=2$	172,9592	60,2041	187,2881
$\alpha=46; B=4; d/B=3$	178,5714	72,9592	144,7552
$\alpha=46; B=6; d/B=1$	128,0612	45,0680	184,1509
$\alpha=46; B=6; d/B=2$	140,3061	50,1701	179,6610
$\alpha=46; B=6; d/B=3$	144,2177	62,9252	129,1892

$\alpha=46; B=8; d/B=1$	104,5918	38,2653	173,3333
$\alpha=46; B=8; d/B=2$	108,6735	50,1276	116,7939
$\alpha=46; B=8; d/B=3$	116,1990	61,8622	87,8351

Tabel 4.22. Peningkatan Daya Dukung Lereng Tanpa Perkuatan Antar Variabel Dengan Variasi Lebar Pondasi (%)

Rasio Jarak Pondasi	Lebar Pondasi (cm)	q_u Tanpa Perkuatan (kN/m^2)	Peningkatan Antar Variable	Rata-rata Peningkatan
$d/B = 1$	4	46,5561	3,30%	10,54%
	6	45,0680	17,78%	
	8	38,2653	-	
$d/B = 2$	4	60,2041	20,00%	10,04%
	6	50,1701	0,08%	
	8	50,1276	-	
$d/B = 3$	4	72,9592	15,95%	8,83%
	6	62,9252	1,72%	
	8	61,8622	-	

Tabel 4.23. Peningkatan Daya Dukung Lereng Tanpa Perkuatan Antar Sampel dengan Dengan Variasi Jarak Pondasi ke Tepi (%)

Lebar Pondasi (cm)	Rasio Jarak Pondasi	q_u Tanpa Perkuatan (kN/m^2)	Peningkatan Antar Variable	Rata-rata Peningkatan
4 cm	3	72,9592	21,19%	25,25%
	2	60,2041	29,32%	
	1	46,5561	-	
6 cm	3	62,9252	25,42%	18,37%
	2	50,1701	11,32%	
	1	45,0680	-	

8 cm	3	61,8622	23,41%	27,20%
	2	50,1276	31,00%	
	1	38,2653	-	

Tabel 4.24. Peningkatan Daya Dukung Lereng Perkuatan Antar Variabel dengan Dengan Variasi Lebar Pondasi (%)

Rasio Jarak Pondasi	Lebar Pondasi (cm)	qu Perkuatan (kN/m ²)	Peningkatan Antar Variable	Rata-rata Peningkatan
d/B = 1	4	151,7857	18,53%	20,48%
	6	128,0612	22,44%	
	8	104,5918	-	
d/B = 2	4	172,9592	23,27%	26,19%
	6	140,3061	29,11%	
	8	108,6735	-	
d/B = 3	4	178,5714	23,82%	23,97%
	6	144,2177	24,11%	
	8	116,1990	-	

Tabel 4.25. Peningkatan Daya Dukung Lereng Perkuatan Antar Variabel dengan Dengan Variasi Jarak Pondasi (%)

Lebar Pondasi (cm)	Rasio Jarak Pondasi	qu Perkuatan (kN/m ²)	Peningkatan Antar Variable	Rata-rata Peningkatan
4 cm	3	178,5714	3,24%	8,60%
	2	172,9592	13,95%	
	1	151,7857	-	
6 cm	3	144,2177	2,79%	6,17%
	2	140,3061	9,56%	

	1	128,0612	-	
8 cm	3	116,1990	6,92%	5,41%
	2	108,6735	3,90%	
	1	104,5918	-	

Berdasarkan eksperimen yang telah dilakukan, yaitu pemodelan fisik lereng pasir R_c 85% dengan variabel tetap yaitu jumlah perkuatan (n)=3 dan $sv=3$ cm, variabel bebas yaitu lebar pondasi dan jarak pondasi ke tepi lereng, didapatkan hasil bahwa variasi lebar pondasi dan jarak pondasi sangat berpengaruh terhadap daya dukung.

Dilihat dari **Tabel 4.21** maka dari sembilan variabel lebar pondasi dan jarak pondasi, peningkatan terbesar terjadi pada lebar pondasi 4 cm dan $d/B=1$ sebesar 226,0274 % dan peningkatan terkecil terjadi pada lebar pondasi 8 cm dan $d/B=3$ sebesar 87,8351 %. Untuk daya dukung terbesar terjadi pada lebar pondasi 4 cm dan $d/B=3$ sebesar 178,5714 kN/m² untuk perkuatan geogrid, dan 72,9592 kN/m² tanpa perkuatan geogrid. Sedangkan daya dukung terkecil terjadi pada lebar pondasi 8 cm dan $d/B=1$ sebesar 104,5918 kN/m² untuk perkuatan geogrid, dan 43,3673 kN/m².

Berdasarkan analisis peningkatan antar variabel yaitu lebar pondasi dan jarak pondasi yang ditunjukkan pada **Tabel 4.22**, **Tabel 4.23**, **Tabel 4.24**, dan **Tabel 4.25**, diperoleh nilai rata-rata total peningkatan antar variabel yang diteliti. Dari keempat tabel tersebut menunjukkan untuk variasi jarak pondasi pada lereng tanpa perkuatan lebih dominan dari pada variasi lebar pondasi. Sebaliknya, pada lereng dengan perkuatan, variasi lebar pondasi lebih dominan dari pada variasi jarak pondasi.

BAB V

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan variasi berupa lebar pondasi (B) sebesar 4cm, 6cm, 8cm dan jarak pondasi ke tepi lereng sebesar $d/B=1$, $d/B=2$, $d/B=3$ pada

pemodelan fisik lereng pasir dengan perkuatan geogrid, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat peningkatan daya dukung pada lereng yang menggunakan perkuatan geogrid dibandingkan dengan lereng tanpa menggunakan perkuatan geogrid. Peningkatan paling besar terjadi pada lebar pondasi 4 cm, dan jarak pondasi ke tepi lereng adalah satu kali lebar pondasi dengan nilai peningkatan sebesar 226%
2. Semakin besar lebar pondasi yang digunakan, maka daya dukung tanah semakin menurun yang dikarenakan semakin besar beban diterima tanah akibat bertambahnya luasan pondasi. Berlaku untuk tanah dengan perkuatan ataupun tanah tanpa perkuatan. Pada rasio jarak pondasi ke tepi lereng dengan lebar pondasi yang sama, bertambahnya lebar pondasi menurunkan daya dukung tanah, pada tanah perkuatan dengan $d/B=1$ didapatkan nilai daya dukung untuk lebar pondasi 4 cm = 151,7857 kN/m²; lebar pondasi 6 cm = 128,0612 kN/m²; dan lebar pondasi 8 cm = 104,5918 kN/m².
3. Semakin besar rasio jarak pondasi dari tepi lereng dengan lebar pondasi maka semakin bertambah daya dukung untuk pondasi dari tanah lereng. Berlaku untuk tanah dengan perkuatan ataupun tanah tanpa perkuatan. Pada lebar pondasi yang sama, bertambahnya rasio jarak pondasi ke tepi lereng dengan lebar pondasi menaikkan daya dukung tanah, pada tanah perkuatan dengan $B=4\text{cm}$ didapatkan nilai daya dukung untuk $d/B=1$ adalah 151,79 kN/m²; $d/B=2$ adalah 172,96 kN/m²; dan $d/B=3$ adalah 178,57 kN/m².
4. Nilai BCI_{qu} maksimum terjadi pada lereng dengan lebar pondasi terkecil yaitu 4cm dan jarak pondasi terkecil yaitu $D/B=1$ dengan nilai BCI_{qu} sebesar 3,26. Yang didapat dari membandingkan nilai daya dukung tanah yang diperkuat yaitu 151,7857 dan dengan tanah tanpa diperkuat yaitu 46,5561 kN/m².

Saran

Pada penelitian ini ada beberapa saran untuk penelitian selanjutnya yang sejenis antara lain sebagai berikut.

1. Untuk diperhatikan kadar air pada pasir di lapangan. Cuaca yang berubah dapat mempengaruhi nilai kadar air yang berarti berpengaruh pada nilai kepadatan relatif tanah. Selain itu jika pasir tidak digunakan dalam selang satu hari maka kadar air harus di cek ulang untuk memastikan kehilangan air pada pasir per hari nya.
2. Untuk diperhatikan pemadatan di lapangan dan jika mungkin melakukan pemadatan yang lebih baik. Pemadatan yang kurang baik mengakibatkan kurva q_u vs penurunan yang kurang sempurna.
3. Memperhatikan waktu jeda saat lereng istirahat untuk kemudian diuji pembebanan. Terlalu lama jeda untuk pengujian akan membuat air di lapisan teratas turun ke bawah. Ini membuat lapisan atas kekurangan kadar air dan lapisan bawah terlalu banyak kadar air.
4. Untuk selalu melakukan cek alat sebelum digunakan untuk mengurangi resiko kesalahan teknis. Kalibrasi alat sangat penting untuk mendapatkan data yang logis.
5. Pengambilan sampel tanah dari lereng dengan density ring untuk tes kadar air sebaiknya dilakukan di ujung tepi lereng yang akan di potong. Hal ini tidak akan mengurangi volume lereng yang nantinya akan diuji pembebanan.

DAFTAR PUSTAKA

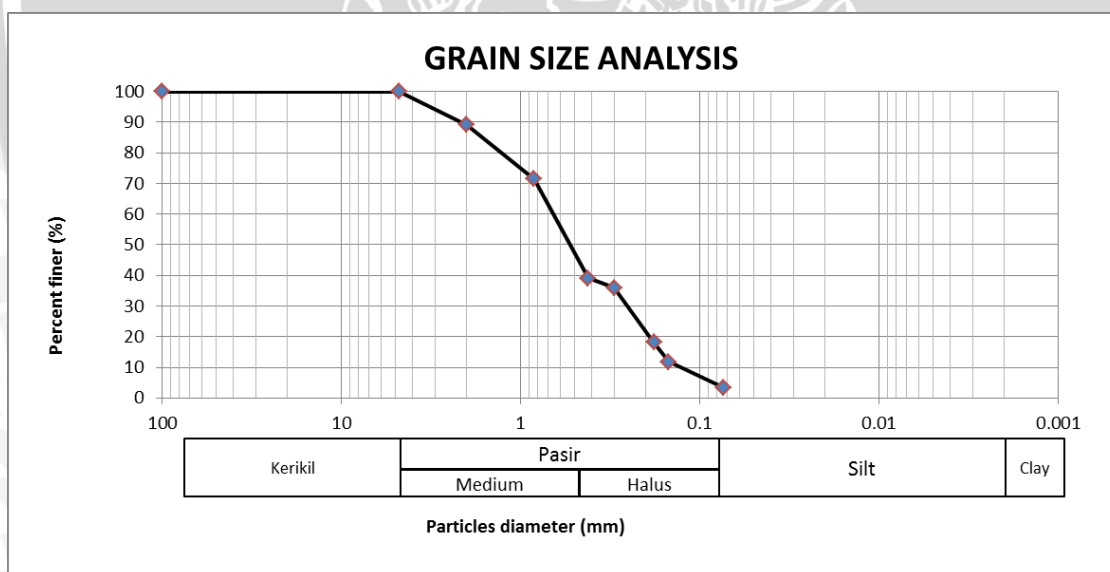
- Bowles, J. E. 1993. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Jakarta : Erlangga
- Christady H., Hary. 1990. *Mekanikan Tanah*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada
- Craig, R.F. 1989. *Mekanika Tanah Edisi Keempat*. Jakarta : Erlangga
- Das, Braja M. 1984. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 2*. Jakarta : Erlangga
- Das, Braja M. 2009. *Shallow Foundations Second Edition*. New York : Taylor and Francis Group
- DPU. 2009. *Pedoman Konstruksi Bangunan: Perencanaan dan Pelaksanaan Perkuatan Tanah dengan Geosintetik No. 003/BM/2009*
- El Zefanya Robert. 2015. Pengaruh Lebar dan Jarak Pondasi Dari Tepi Lereng Terhadap Pemodelan Fisik Lereng Tanah Pasir Dengan Perkuatan Geogrid Pada Sudut Kemiringan Lereng 46° . *Skripsi*. Malang : Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
- Graham, J., Andrews, M., and Shields, D. H.,. 1987. Stress Characteristics for Shallow Footings in Cohesionless Slopes. *Geotech*, 25: 238-249. Canada
- Mohd Raihan Taha, Enas B. Altalhe. 2013. Numerical and Experimental Evaluation of Bearing Capacity Factor N_γ of Strip Footing on Sand Slopes. *International Journal of Physcial Sciences*. Malaysia : Universiti Kebangsaan Malaysia.
- S.V. Anil Kumar, K. Ilamaparuthi. 2009. Respon of Footing on Sand Slopes. *Indian Geotechnical Society Chennai Chapter*. India : Anna University Chennai.
- Saeed Alamshahi, Nader Hataf. 2009. Bearing Capacity of Strip Footings on Sand Slopes Reinforced with Geogrid and Grid-Anchor. *ELSEVIER*. Iran : Universitas Shiraz
- Suroso, As'ad Munawir, dan Herlien Indrawahyuni. *Buku Ajar Teknik Pondasi*. Malang : Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

LAMPIRAN

Lampiran 1

HASIL ANALISIS GRADASI BUTIRAN TANAH

Ayakan No	Diameter Ayakan mm	Berat Tertahan	Berat Tertahan Kumulatif	Persen Tertahan %	Persen Lolos %
No. 4	4.75	0.0	0	0.00	100.00
No. 10	2	109.5	109.5	10.96	89.04
No. 20	0.84	175.4	284.9	28.50	71.50
No. 40	0.42	324.6	609.5	60.98	39.02
No. 50	0.3	30.7	640.2	64.05	35.95
No. 80	0.18	177.3	817.5	81.79	18.21
No. 100	0.149	64.1	881.6	88.20	11.80
No. 200	0.074	83.2	964.8	96.53	3.47
PAN		34.7	999.5	100.00	0.00

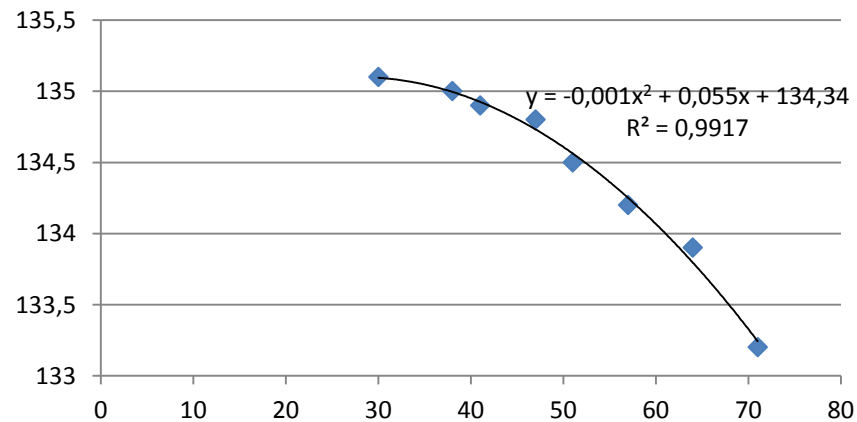


Lampiran 2

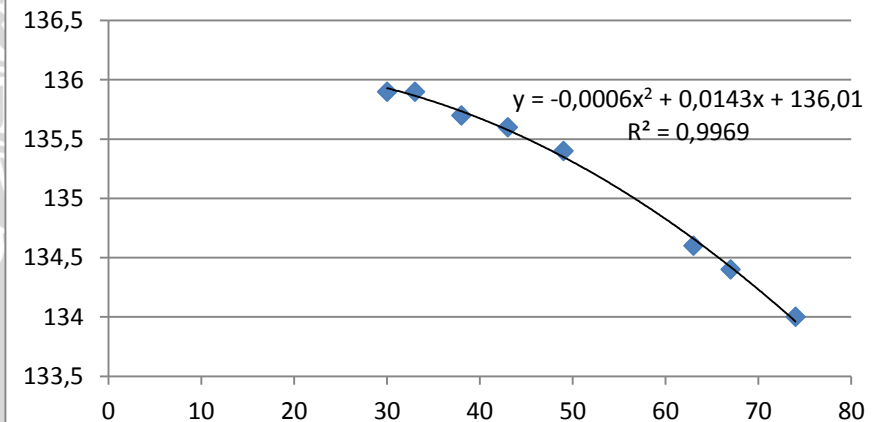
HASIL ANALISIS SPECIFIC GRAVITY TANAH

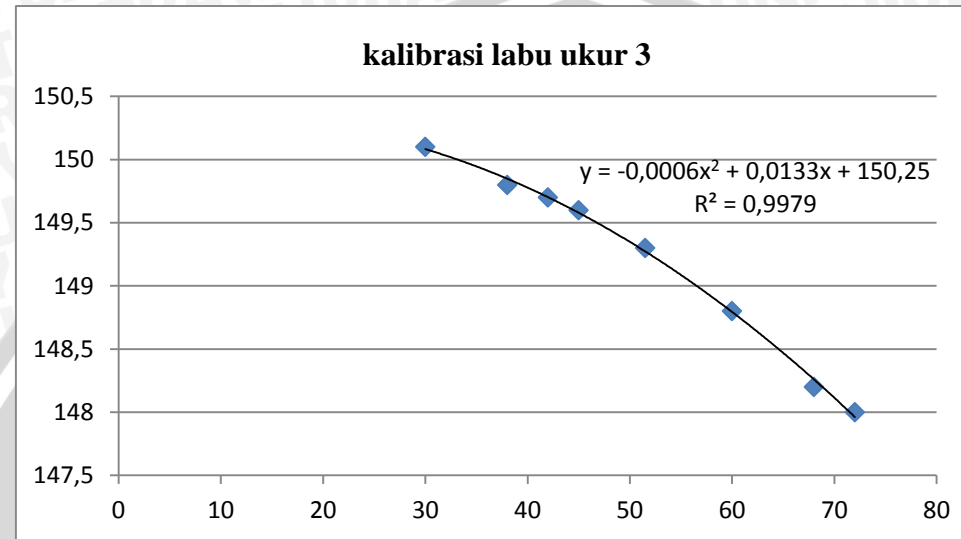
No.	2		8		10	
	Berat Labu ukur +air	Temp. (°C)	Berat Labu ukur +air	Temp. (°C)	Berat Labu ukur +air	Temp. (°C)
1	133.2	71	134	74	148	72
2	133.9	64	134.4	67	148.2	68
3	134.2	57	134.6	63	148.8	60
4	134.5	51	135.4	49	149.3	51.5
5	134.8	47	135.6	43	149.6	45
6	134.9	41	135.7	38	149.7	42
7	135	38	135.9	33	149.8	38
8	135.1	30	135.9	30	150.1	30

kalibrasi labu ukur 1



kalibrasi labu ukur 2





No.	1		2		3	
	Berat Labu ukur +air+tanah	Temp. (°C)	Berat Labu ukur +air+tanah	Temp. (°C)	Berat Labu ukur +air+tanah	Temp. (°C)
1	157.7	70	152.4	77	146.4	69
2	159.2	59	154	66	148.1	62
3	159.5	54	154.6	59	148.6	57
4	159.7	45	155.2	50	149.2	51
5	159.9	42	155.2	48	149.1	46
6	160.1	39	155.7	44	149.3	42
7	160.2	37	155.8	39	149.5	39
8	160.3	35	155.8	37	149.6	36
9	160.4	34	156.1	35	149.9	35
10	160.5	33	156.1	33	150	33
11	160.7	31	156.5	32	150.5	31

Labu Ukur	Satuan	1							
Berat Labu ukur	gr	35.4							
Berat tanah kering (Ws)	gr	20							
Berat labu ukur+air+ tanah (W1)		146	146.4	146.7	146.8	147.1	147.3	147.5	147.6
Suhu	C	67	60	52	47	45	41	37	30
Berat labu ukur+air (W2)	gr	133.536	134.04	134.496	134.716	134.79	134.914	135.006	135.09
Berat jenis tanah (Gs)	gr/cm3	2.6539	2.6178	2.5654	2.5265	2.6008	2.6267	2.6645	2.6702
Rata-rata berat jenis	gr/cm3	2.6157							
Labu Ukur	Satuan	2							
Berat Labu ukur	gr	34.7							
Berat tanah kering (Ws)	gr	20							
Berat labu ukur+air+ tanah (W1)		146.4	147	147.5	147.7	148	148.2	148.4	148.5
Suhu	C	71	63	54	52	45	39	33	30
Berat labu ukur+air (W2)	gr	134.0	134.5	135.0	135.1	135.4	135.7	135.8	135.9
Berat jenis tanah (Gs)	gr/cm3	2.6313	2.6562	2.6551	2.6914	2.6887	2.6827	2.6923	2.7031
Rata-rata berat jenis	gr/cm3	2.6751							
Labu Ukur	Satuan	3							
Berat Labu ukur	gr	50.5							
Berat tanah kering (Ws)	gr	20							
Berat labu ukur+air+ tanah (W1)		161	161.2	161.6	161.9	162	162.3	162.5	162.5
Suhu	C	67	63	55	49	47	40	33	30
Berat labu ukur+air (W2)	gr	148.4	148.7	149.2	149.5	149.5	149.8	150.0	150.1
Berat jenis tanah (Gs)	gr/cm3	2.6854	2.6644	2.6432	2.6451	2.6491	2.6589	2.6541	2.6285
Rata-rata berat jenis	gr/cm3	2.6536							
Rata-rata		2.648145							

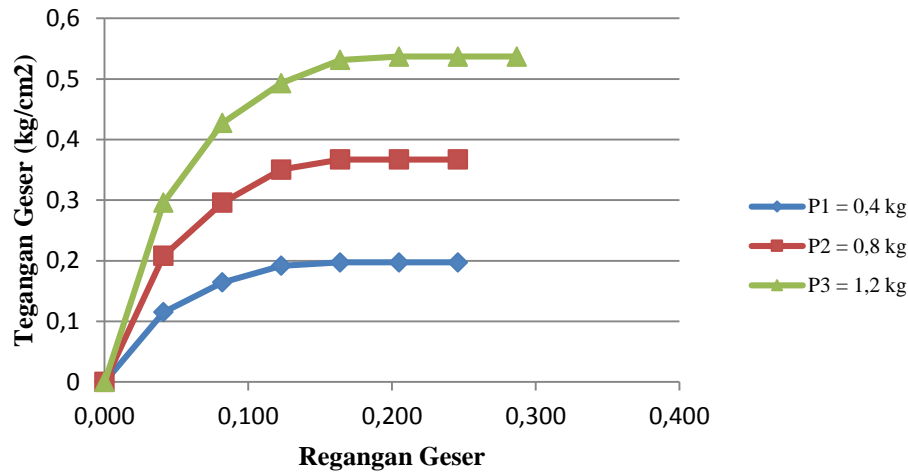
Lampiran 3

DIRECT SHEAR

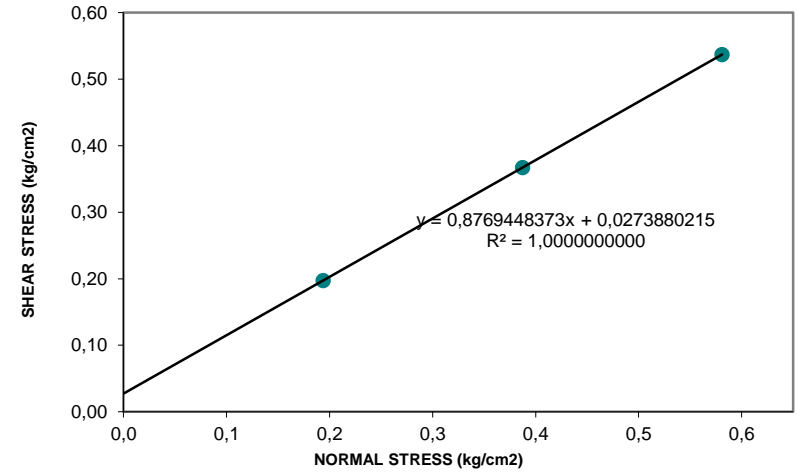
Diameter	:	6.1 cm	Height	:	1.8 cm
Area	:	29.21 cm²	Lever Ratio	:	14.14
Volume Weight	:	1.531 gr/cm³			
Calibration	:	0.32			

NORMAL FORCE	P1 =	0.4 kg	P2 =	0.8 kg	P3 =	1.2 kg	Regangan			
NORMAL STRESS	s1 =	0.2 kg/cm ²	s2 =	0.4 kg/cm ²	s3 =	0.6 kg/cm ²	Geser			
STRAIN	DIAL	SHEAR	SHEAR	DIAL	SHEAR	SHEAR	DIAL	SHEAR	SHEAR	
	READING	FORCE	STRESS	READING	FORCE	STRESS	READING	FORCE	STRESS	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
25	10.5	3.3600	0.1150	19.0	6.0800	0.2081	27.0	8.6400	0.2958	0.041
50	15.0	4.8000	0.1643	27.0	8.6400	0.2958	39.0	12.4800	0.4273	0.082
75	17.5	5.6000	0.1917	32.0	10.2400	0.3506	45.0	14.4000	0.4930	0.123
100	18.0	5.7600	0.1972	33.5	10.7200	0.3670	48.5	15.5200	0.5313	0.164
125	18.0	5.7600	0.1972	33.5	10.7200	0.3670	49.0	15.6800	0.5368	0.205
150	18.0	5.7600	0.1972	33.5	10.7200	0.3670	49.0	15.6800	0.5368	0.246
175							49.0	15.6800	0.5368	0.287
200										
225										
250										
275										

Hubungan Tegangan dan Regangan Geser



DIRECT SHEAR TEST



$C = 0.03$

$\Phi = 41.25^\circ$

Lampiran 4

PEMADATAN LABORATORIUM (ASTM D-698-70 METODE B)

Berat Mold	=	6000 gr
Tinggi Mold	=	11,5 cm
Diameter Mold	=	15,5 cm

Kadar Air

Penambahan Air	p1			p2			p3			p4			p5		
	atas	tengah	bawah	atas	tengah	bawah	atas	tengah	bawah	atas	tengah	bawah	atas	tengah	bawah
Berat Cawan	6.00	4.00	4.00	5.60	4.00	4.10	6.00	5.50	5.30	7.80	6.10	4.10	5.50	5.50	5.60
Berat Tanah Basah + Cawan	29.40	31.80	35.80	29.30	17.20	28.60	29.10	27.90	20.00	32.00	29.70	31.80	30.70	29.70	32.60
Berat Tanah Kering + Cawan	27.50	29.60	33.20	27.20	16.00	26.50	27.00	25.70	18.70	29.50	27.10	28.90	27.30	26.60	29.60
Berat Air	1.90	2.20	2.60	2.10	1.20	2.10	2.10	2.20	1.30	2.50	2.60	2.90	3.40	3.10	3.00
Berat Tanah Kering	21.50	25.60	29.20	21.60	12.00	22.40	21.00	20.20	13.40	21.70	21.00	24.80	21.80	21.10	24.00
Kadar Air (w) (%)	8.84	8.59	8.90	9.72	10.00	9.38	10.00	10.89	9.70	11.52	12.38	11.69	15.60	14.69	12.50
Kadar Air Rata-rata (%)	8.7784			9.6991			10.1975			11.8651			14.2628		

Kepadatan

Penambahan Air	cc	p1	p2	p3	p4	p5
Berat Cetakan	gr	6000	6000	6000	6000	6000
Berat Tanah Basah + Cetakan	gr	9050	9400	9800	10300	10350
Berat Tanah Basah	gr	3050	3400	3800	4300	4350
Isi Cetakan	ml	2170.83	2170.83	2170.83	2170.83	2170.83
Berat Isi Basah	gr/cm ³	1.4050	1.5662	1.7505	1.9808	2.0038
Berat Isi Kering	gr/cm ³	1.2916	1.4277	1.5885	1.7707	1.7537

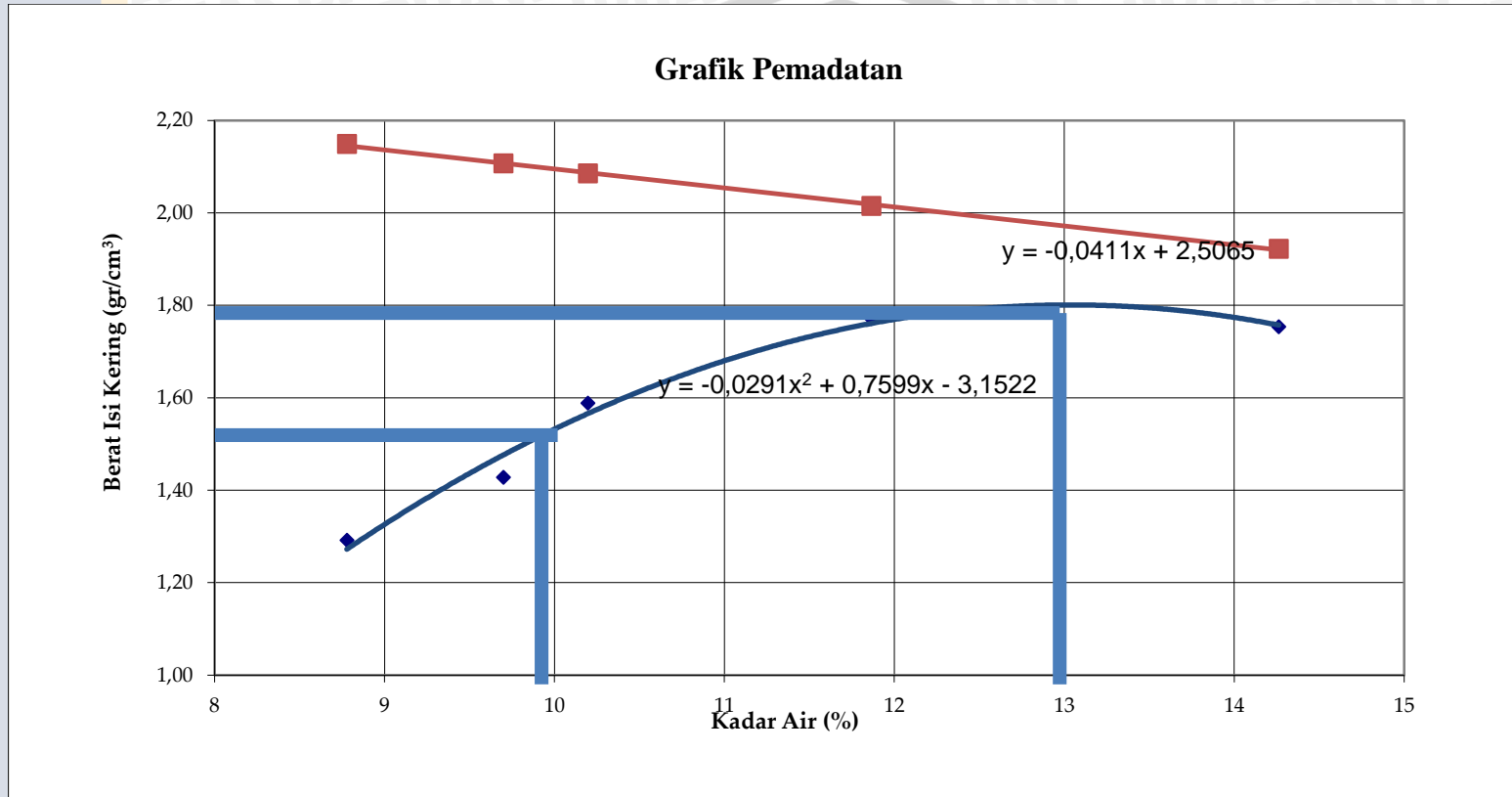
Zero Air Void

Kadar Air(%)	Gs	γ_w	Zero Air Void Line
8.778	2.648	1	2.149
9.699	2.648	1	2.107
10.198	2.648	1	2.085
11.865	2.648	1	2.015
14.263	2.648	1	1.922

$$\gamma_d \text{ max} = 1,804 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{OMC} = 13,0381 \%$$





LAMPIRAN 5
HASIL PENGUJIAN KADAR AIR DAN KEPADATAN TANAH LAPANGAN

Tanpa perkuatan Lebar Pondasi 4 cm , D/B = 1

Lapisan		1			2			3			4			5			6			7		
Tinggi Ring	cm	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60
Diameter Ring	cm	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
1. Berat Ring	gr	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10
2. Berat Ring + Tanah Basah	gr	36,40	36,60	36,00	36,30	36,20	36,40	36,80	36,60	35,90	36,20	36,80	36,10	36,20	36,50	36,70	36,60	36,80	36,50	37,00	36,00	36,90
3. Berat Tanah Basah	gr	18,30	18,50	17,90	18,20	18,10	18,30	18,70	18,50	17,80	18,10	18,70	18,00	18,10	18,40	18,60	18,50	18,70	18,40	18,90	17,90	18,80
4. Volume Tanah	cm ³	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81
5. γ_w	gr/cm ³	1,693	1,712	1,656	1,684	1,675	1,693	1,730	1,712	1,647	1,675	1,730	1,666	1,675	1,703	1,721	1,730	1,703	1,749	1,656	1,740	1,740
6. Berat Ring + Tanah Kering	gr	34,81	35,00	34,40	34,81	34,70	34,81	35,12	35,10	34,40	34,50	35,11	34,70	34,62	34,91	35,01	34,90	35,11	34,81	35,21	34,21	35,11
7. Berat Tanah Kering	gr	16,71	16,90	16,30	16,71	16,60	16,71	17,02	17,00	16,30	16,40	17,01	16,60	16,52	16,81	16,91	16,80	17,01	16,71	17,11	16,11	17,01
8. Berat Air	gr	1,59	1,60	1,60	1,49	1,50	1,59	1,68	1,50	1,50	1,70	1,69	1,40	1,58	1,59	1,69	1,70	1,69	1,69	1,79	1,79	1,79
9. Kadar Air	%	9,52	9,47	9,82	8,93	9,04	9,52	9,88	8,82	9,20	10,37	9,94	8,43	9,58	9,47	10,00	10,12	9,94	10,12	10,47	11,11	10,53
10. Kadar Air Rata-Rata	%	9,73																				
11. γ_d	gr/cm ³	1,546	1,564	1,508	1,546	1,536	1,546	1,575	1,573	1,508	1,518	1,574	1,536	1,528	1,555	1,565	1,555	1,574	1,546	1,583	1,491	1,574
12. γ_d rata-rata	gr	1,548																				

Tanpa perkuatan Lebar Pondasi 4 cm, D/B = 2

Lapisan		1			2			3			4			5			6			7		
Tinggi Ring	cm	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60
Diameter Ring	cm	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
1. Berat Ring	gr	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10
2. Berat Ring + Tanah Basah	gr	35,70	36,60	36,40	37,10	36,70	36,60	37,00	36,40	36,50	36,70	35,80	36,90	36,50	36,70	36,90	36,10	36,50	36,70	36,80	36,60	36,20
3. Berat Tanah Basah	gr	17,60	18,50	18,30	19,00	18,60	18,50	18,90	18,30	18,40	18,60	17,70	18,80	18,40	18,60	18,80	18,00	18,40	18,60	18,70	18,50	18,10
4. Volume Tanah	cm ³	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81
5. γ_w	gr/cm ³	1,629	1,712	1,693	1,758	1,721	1,712	1,749	1,693	1,703	1,721	1,638	1,740	1,703	1,721	1,740	1,666	1,703	1,721	1,730	1,712	1,675
6. Berat Ring + Tanah Kering	gr	34,40	35,12	34,99	35,38	35,08	34,99	35,09	34,59	34,79	34,78	34,08	35,01	34,57	34,89	35,48	34,29	34,68	34,99	34,98	34,87	34,48
7. Berat Tanah Kering	gr	16,30	17,02	16,89	17,28	16,98	16,89	16,99	16,49	16,69	16,68	15,98	16,91	16,47	16,79	17,38	16,19	16,58	16,89	16,88	16,77	16,38
8. Berat Air	gr	1,30	1,48	1,41	1,72	1,62	1,61	1,91	1,81	1,71	1,92	1,72	1,89	1,93	1,81	1,42	1,81	1,82	1,71	1,82	1,73	1,72
9. Kadar Air	%	7,97	8,67	8,34	9,97	9,57	9,55	11,26	10,97	10,28	11,53	10,73	11,20	11,69	10,77	8,16	11,20	11,00	10,12	10,75	10,31	10,47
10. Kadar Air Rata-Rata	%	10,21																				
11. γ_d	gr/cm ³	1,508	1,575	1,563	1,599	1,571	1,563	1,572	1,526	1,544	1,543	1,479	1,564	1,525	1,554	1,608	1,498	1,534	1,563	1,562	1,552	1,516
12. γ_d rata-rata	gr	1,549																				

Tanpa perkuatan Lebar Pondasi 4 cm, D/B = 3

Lapisan		1			2			3			4			5			6			7		
Tinggi Ring	cm	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60
Diameter Ring	cm	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
1. Berat Ring	gr	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10
2. Berat Ring + Tanah Basah	gr	35,90	35,70	36,00	36,10	36,20	36,10	36,80	35,70	36,00	37,10	36,70	36,60	36,10	36,80	36,20	36,10	36,80	36,20	36,40	36,60	36,20
3. Berat Tanah Basah	gr	17,80	17,60	17,90	18,00	18,10	18,00	18,70	17,60	17,90	19,00	18,60	18,50	18,00	18,70	18,10	18,00	18,70	18,10	18,30	18,50	18,10
4. Volume Tanah	cm ³	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81
5. γ_w	gr/cm ³	1,647	1,629	1,656	1,666	1,675	1,666	1,730	1,629	1,656	1,758	1,721	1,712	1,666	1,730	1,675	1,666	1,730	1,675	1,693	1,712	1,675
6. Berat Ring + Tanah Kering	gr	34,28	34,17	34,38	34,38	34,47	34,48	35,17	33,97	34,29	35,38	34,98	34,88	34,39	34,97	34,48	34,32	34,96	34,46	34,57	34,97	34,58
7. Berat Tanah Kering	gr	16,18	16,07	16,28	16,28	16,37	16,38	17,07	15,87	16,19	17,28	16,88	16,78	16,29	16,87	16,38	16,22	16,86	16,36	16,47	16,87	16,48
8. Berat Air	gr	1,62	1,53	1,62	1,72	1,73	1,62	1,63	1,73	1,71	1,72	1,72	1,72	1,71	1,83	1,72	1,78	1,84	1,74	1,83	1,63	1,62
9. Kadar Air	%	10,04	9,49	9,98	10,57	10,55	9,89	9,52	10,88	10,59	9,98	10,20	10,25	10,52	10,83	10,52	10,99	10,89	10,65	11,10	9,67	9,81
10. Kadar Air Rata-Rata	%											10,33										
11. γ_d	gr/cm ³	1,497	1,487	1,506	1,506	1,515	1,516	1,580	1,469	1,498	1,599	1,562	1,553	1,507	1,561	1,515	1,501	1,560	1,514	1,524	1,561	1,525
12. γ_d rata-rata	gr											1,526										

Tanpa perkuatan Lebar Pondasi 6 cm, D/B = 1

Lapisan		1			2			3			4			5			6			7		
Tinggi Ring	cm	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60
Diameter Ring	cm	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
1. Berat Ring	gr	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10
2. Berat Ring + Tanah Basah	gr	37,30	37,20	37,20	36,80	36,60	36,70	36,40	36,30	35,90	36,00	36,40	35,60	36,10	36,20	36,70	37,10	36,40	36,00	36,40	36,80	35,90
3. Berat Tanah Basah	gr	19,20	19,10	19,10	18,70	18,50	18,60	18,30	18,20	17,80	17,90	18,30	17,50	18,00	18,10	18,60	19,00	18,30	17,90	18,30	18,70	17,80
4. Volume Tanah	cm ³	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81
5. γ_w	gr/cm ³	1,777	1,767	1,767	1,730	1,712	1,721	1,693	1,684	1,647	1,656	1,693	1,619	1,666	1,675	1,721	1,758	1,693	1,656	1,693	1,730	1,647
6. Berat Ring + Tanah Kering	gr	35,58	35,48	35,48	35,19	34,99	35,09	34,68	34,68	34,29	34,29	34,59	33,88	34,29	34,47	34,89	35,48	34,59	34,48	34,59	35,09	34,00
7. Berat Tanah Kering	gr	17,48	17,38	17,38	17,09	16,89	16,99	16,58	16,58	16,19	16,19	16,49	15,78	16,19	16,37	16,79	17,38	16,49	16,38	16,49	16,99	15,90
8. Berat Air	gr	1,72	1,72	1,72	1,61	1,61	1,61	1,72	1,62	1,61	1,71	1,81	1,72	1,81	1,73	1,81	1,62	1,81	1,52	1,81	1,71	1,90
9. Kadar Air	%	9,87	9,88	9,87	9,42	9,52	9,48	10,36	9,80	9,97	10,54	11,00	10,91	11,21	10,55	10,80	9,31	10,97	9,26	10,97	10,09	11,94
10. Kadar Air Rata-Rata	%											10,27										
11. γ_d	gr/cm ³	1,617	1,609	1,609	1,581	1,563	1,572	1,534	1,534	1,498	1,498	1,526	1,460	1,498	1,515	1,553	1,608	1,526	1,516	1,526	1,572	1,471
12. γ_d rata-rata	gr											1,542										

Tanpa perkuatan Lebar Pondasi 6 cm, D/B = 2

Lapisan		1			2			3			4			5			6			7		
Tinggi Ring	cm	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60
Diameter Ring	cm	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
1. Berat Ring	gr	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10
2. Berat Ring + Tanah Basah	gr	36,50	36,70	36,50	36,20	35,60	36,40	36,20	36,70	36,70	35,80	36,70	36,10	36,60	36,10	36,40	36,80	36,00	36,80	36,80	36,60	36,50
3. Berat Tanah Basah	gr	18,40	18,60	18,40	18,10	17,50	18,30	18,10	18,60	18,60	17,70	18,60	18,00	18,50	18,00	18,30	18,70	17,90	18,70	18,70	18,50	18,40
4. Volume Tanah	cm ³	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81
5. γ_w	gr/cm ³	1,703	1,721	1,703	1,675	1,619	1,693	1,675	1,721	1,721	1,638	1,721	1,666	1,712	1,666	1,693	1,730	1,656	1,730	1,730	1,712	1,703
6. Berat Ring + Tnah Kering	gr	34,99	35,18	34,99	34,78	34,18	34,89	34,58	34,98	34,98	34,19	34,90	34,47	34,69	34,29	34,59	34,99	34,20	34,88	34,97	34,69	34,60
7. Berat Tanah Kering	gr	16,89	17,08	16,89	16,68	16,08	16,79	16,48	16,88	16,88	16,09	16,80	16,37	16,59	16,19	16,49	16,89	16,10	16,78	16,87	16,59	16,50
8. Berat Air	gr	1,51	1,52	1,51	1,42	1,42	1,51	1,62	1,72	1,72	1,61	1,80	1,63	1,91	1,81	1,81	1,81	1,80	1,92	1,83	1,91	1,90
9. Kadar Air	%	8,91	8,87	8,91	8,50	8,80	9,00	9,81	10,16	10,21	9,98	10,73	9,95	11,54	11,17	11,00	10,73	11,17	11,45	10,84	11,48	11,51
10. Kadar Air Rata-Rata	%											10,22										
11. γ_d	gr/cm ³	1,563	1,581	1,563	1,544	1,488	1,554	1,525	1,562	1,562	1,489	1,554	1,515	1,535	1,498	1,526	1,563	1,490	1,553	1,561	1,536	1,527
12. γ_d rata-rata	gr											1,538										

Tanpa perkuatan Lebar Pondasi 6 cm, D/B = 3

Lapisan		1			2			3			4			5			6			7		
Tinggi Ring	cm	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60
Diameter Ring	cm	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
1. Berat Ring	gr	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10
2. Berat Ring + Tanah Basah	gr	36,30	36,90	36,30	36,70	36,50	36,80	36,10	36,50	36,10	36,80	35,80	36,60	37,20	37,20	26,70	37,20	37,30	36,80	36,70	36,60	36,50
3. Berat Tanah Basah	gr	18,20	18,80	18,20	18,60	18,40	18,70	18,00	18,40	18,00	18,70	17,70	18,50	19,10	19,10	8,60	19,10	19,20	18,70	18,60	18,50	18,40
4. Volume Tanah	cm ³	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81
5. γ_w	gr/cm ³	1,684	1,740	1,684	1,721	1,703	1,730	1,666	1,703	1,666	1,730	1,638	1,712	1,767	1,767	0,796	1,767	1,777	1,730	1,721	1,712	1,703
6. Berat Ring + Tnah Kering	gr	34,89	35,28	34,79	35,00	34,89	35,20	34,40	34,89	34,40	35,08	34,20	34,88	35,19	35,28	25,81	35,38	35,47	34,99	34,87	34,79	34,69
7. Berat Tanah Kering	gr	16,79	17,18	16,69	16,90	16,79	17,10	16,30	16,79	16,30	16,98	16,10	16,78	17,09	17,18	7,71	17,28	17,37	16,89	16,77	16,69	16,59
8. Berat Air	gr	1,41	1,62	1,51	1,70	1,61	1,60	1,70	1,61	1,70	1,72	1,60	1,72	2,01	1,92	0,89	1,82	1,83	1,81	1,83	1,81	1,81
9. Kadar Air	%	8,37	9,41	9,07	10,07	9,58	9,37	10,42	9,56	10,40	10,10	9,96	10,25	11,79	11,16	11,47	10,54	10,52	10,71	10,90	10,88	10,90
10. Kadar Air Rata-Rata	%											10,26										
11. γ_d	gr/cm ³	1,554	1,590	1,544	1,564	1,554	1,582	1,508	1,554	1,509	1,572	1,490	1,553	1,581	1,590	0,714	1,599	1,608	1,563	1,552	1,544	1,535
12. γ_d rata-rata	gr											1,517										

Tanpa perkuatan Lebar Pondasi 8 cm, D/B = 1

Lapisan		1			2			3			4			5			6			7		
Tinggi Ring	cm	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60
Diameter Ring	cm	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
1. Berat Ring	gr	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10
2. Berat Ring + Tanah Basah	gr	36,20	37,10	36,00	36,60	36,70	36,60	36,50	36,80	36,70	35,80	35,90	36,70	35,80	36,90	36,50	37,00	36,40	36,40	36,10	36,60	36,90
3. Berat Tanah Basah	gr	18,10	19,00	17,90	18,50	18,60	18,50	18,40	18,70	18,60	17,70	18,80	18,60	17,70	18,80	18,40	18,90	18,30	18,30	18,00	18,50	18,80
4. Volume Tanah	cm ³	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81
5. γ_w	gr/cm ³	1,675	1,758	1,656	1,712	1,721	1,712	1,703	1,730	1,721	1,638	1,647	1,721	1,638	1,740	1,703	1,749	1,693	1,693	1,666	1,712	1,740
6. Berat Ring + Tanah Kering	gr	34,49	35,39	34,38	34,98	35,08	34,98	34,88	35,09	34,98	34,18	34,29	34,99	34,18	35,27	34,95	35,18	34,68	34,69	34,38	34,88	35,09
7. Berat Tanah Kering	gr	16,39	17,29	16,28	16,88	16,98	16,88	16,78	16,99	16,88	16,08	16,19	16,89	16,08	17,17	16,85	17,08	16,58	16,59	16,28	16,78	16,99
8. Berat Air	gr	1,71	1,71	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62	1,71	1,72	1,62	1,61	1,62	1,62	1,63	1,55	1,82	1,72	1,72	1,72	1,72	1,81
9. Kadar Air	%	10,42	9,89	9,94	9,61	9,51	9,61	9,65	10,05	10,22	10,08	9,98	10,13	10,09	9,46	9,17	10,67	10,38	10,30	10,53	10,25	10,63
10. Kadar Air Rata-Rata	%											10,03										
11. γ_d	gr/cm ³	1,517	1,600	1,507	1,562	1,572	1,562	1,553	1,572	1,562	1,488	1,498	1,563	1,488	1,589	1,560	1,580	1,534	1,535	1,507	1,553	1,572
12. γ_d rata-rata	gr											1,546										

Tanpa perkuatan Lebar Pondasi 8 cm, D/B = 2

Lapisan		1			2			3			4			5			6			7		
Tinggi Ring	cm	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60
Diameter Ring	cm	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
1. Berat Ring	gr	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10
2. Berat Ring + Tanah Basah	gr	36,30	36,50	36,90	36,50	35,90	35,80	36,80	37,10	36,70	36,10	36,50	36,40	36,50	36,90	35,90	36,60	36,70	36,20	36,30	36,40	36,60
3. Berat Tanah Basah	gr	18,20	18,40	18,80	18,40	17,80	17,70	18,70	19,00	18,60	18,00	18,40	18,30	18,40	18,80	17,80	18,50	18,60	18,10	18,20	18,30	18,50
4. Volume Tanah	cm ³	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81
5. γ_w	gr/cm ³	1,684	1,703	1,740	1,703	1,647	1,638	1,730	1,758	1,721	1,666	1,703	1,693	1,703	1,740	1,647	1,712	1,721	1,675	1,684	1,693	1,712
6. Berat Ring + Tanah Kering	gr	34,89	34,98	35,29	34,88	34,27	34,29	35,08	35,38	34,97	34,28	34,69	34,68	34,69	34,98	34,19	34,88	34,89	34,49	34,48	34,48	34,78
7. Berat Tanah Kering	gr	16,79	16,88	17,19	16,78	16,17	16,19	16,98	17,28	16,87	16,18	16,59	16,58	16,59	16,88	16,09	16,78	16,79	16,39	16,38	16,38	16,68
8. Berat Air	gr	1,41	1,52	1,61	1,62	1,63	1,51	1,72	1,72	1,73	1,82	1,81	1,72	1,81	1,92	1,71	1,72	1,81	1,71	1,82	1,92	1,82
9. Kadar Air	%	8,42	8,98	9,40	9,65	10,06	9,33	10,11	9,92	10,27	11,23	10,93	10,38	10,94	11,36	10,65	10,25	10,77	10,43	11,10	11,69	10,90
10. Kadar Air Rata-Rata	%											10,32										
11. γ_d	gr/cm ³	1,553	1,562	1,590	1,553	1,497	1,498	1,571	1,599	1,561	1,497	1,535	1,534	1,535	1,562	1,489	1,553	1,554	1,517	1,516	1,516	1,544
12. γ_d rata-rata	gr											1,540										

Tanpa perkuatan Lebar Pondasi 8 cm, D/B = 3

Lapisan		1			2			3			4			5			6			7		
Tinggi Ring	cm	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60
Diameter Ring	cm	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
1. Berat Ring	gr	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10
2. Berat Ring + Tanah Basah	gr	36,60	37,00	36,80	36,60	36,30	36,30	37,40	36,10	36,50	36,60	36,80	36,10	36,50	36,60	36,50	36,00	36,00	36,70	36,70	36,60	36,40
3. Berat Tanah Basah	gr	18,50	18,90	18,70	18,50	18,20	18,20	19,30	18,00	18,40	18,50	18,70	18,00	18,40	18,50	18,40	17,90	17,90	18,60	18,60	18,50	18,30
4. Volume Tanah	cm ³	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81
5. γ_w	gr/cm ³	1,712	1,749	1,730	1,712	1,684	1,684	1,786	1,666	1,703	1,712	1,730	1,666	1,703	1,712	1,703	1,656	1,656	1,721	1,721	1,712	1,693
6. Berat Ring + Tanah Kering	gr	35,09	35,38	35,29	34,98	34,69	34,60	35,77	34,48	34,89	34,88	35,09	34,48	34,69	34,68	34,69	34,29	34,28	34,89	34,88	34,88	34,59
7. Berat Tanah Kering	gr	16,99	17,28	17,19	16,88	16,59	16,50	17,67	16,38	16,79	16,78	16,99	16,38	16,59	16,58	16,59	16,19	16,18	16,79	16,78	16,78	16,49
8. Berat Air	gr	1,51	1,62	1,51	1,62	1,61	1,70	1,63	1,62	1,61	1,72	1,71	1,62	1,81	1,92	1,81	1,71	1,72	1,81	1,82	1,72	1,81
9. Kadar Air	%	8,91	9,35	8,81	9,59	9,69	10,32	9,24	9,92	9,61	10,22	10,08	9,89	10,94	11,57	10,94	10,57	10,62	10,78	10,84	10,27	10,97
10. Kadar Air Rata-Rata	%	10,15																				
11. γ_d	gr/cm ³	1,572	1,599	1,590	1,562	1,535	1,527	1,635	1,515	1,553	1,553	1,572	1,516	1,535	1,534	1,535	1,498	1,497	1,554	1,553	1,552	1,526
12. γ_d rata-rata	gr	1,548																				

Dengan kekuatan Lebar Pondasi 4cm, D/B = 1

Lapisan		1			2			3			4			5			6			7		
Tinggi Ring	cm	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60
Diameter Ring	cm	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
1. Berat Ring	gr	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10
2. Berat Ring + Tanah Basah	gr	36,40	36,10	36,70	35,90	36,90	36,50	36,40	36,80	36,50	36,40	36,30	36,00	36,20	36,20	36,30	36,10	36,50	35,90	37,50	36,30	36,60
3. Berat Tanah Basah	gr	18,30	18,00	18,60	17,80	18,80	18,40	18,30	18,70	18,40	18,30	18,20	17,90	18,10	18,10	18,20	18,00	18,40	17,80	19,40	18,20	18,50
4. Volume Tanah	cm ³	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81
5. γ_w	gr/cm ³	1,693	1,666	1,721	1,647	1,740	1,703	1,693	1,730	1,703	1,693	1,684	1,656	1,675	1,675	1,684	1,666	1,703	1,647	1,795	1,684	1,712
6. Berat Ring + Tanah Kering	gr	34,78	34,69	35,09	34,29	35,28	34,88	34,78	35,08	34,79	34,78	34,57	34,28	34,49	34,59	34,59	34,39	34,69	34,39	35,68	34,49	34,88
7. Berat Tanah Kering	gr	16,68	16,59	16,99	16,19	17,18	16,78	16,68	16,98	16,69	16,68	16,47	16,18	16,39	16,49	16,49	16,29	16,59	16,29	17,58	16,39	16,78
8. Berat Air	gr	1,62	1,41	1,61	1,61	1,62	1,62	1,62	1,72	1,71	1,62	1,73	1,72	1,71	1,61	1,71	1,71	1,81	1,51	1,82	1,81	1,72
9. Kadar Air	%	9,68	8,48	9,45	9,95	9,41	9,66	9,69	10,10	10,27	9,68	10,51	10,64	10,46	9,74	10,39	10,51	10,90	9,26	10,34	11,08	10,23
10. Kadar Air Rata-Rata	%											10,02										
11. γ_d	gr/cm ³	1,544	1,535	1,573	1,498	1,590	1,553	1,544	1,572	1,544	1,544	1,524	1,497	1,516	1,526	1,526	1,507	1,535	1,508	1,627	1,516	1,553
12. γ_d rata-rata	gr											1,540										

Dengan kekuatan Lebar Pondasi 4cm, D/B = 2

Lapisan		1			2			3			4			5			6			7		
Tinggi Ring	cm	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60
Diameter Ring	cm	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
1. Berat Ring	gr	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10
2. Berat Ring + Tanah Basah	gr	36,90	36,60	36,80	36,00	37,30	36,40	36,20	36,30	37,40	37,20	36,60	36,00	36,30	36,50	37,00	36,60	36,10	36,80	37,40	36,60	36,60
3. Berat Tanah Basah	gr	18,80	18,50	18,70	17,90	19,20	18,30	18,10	18,10	18,20	19,30	18,50	17,90	18,20	18,40	18,90	18,50	18,00	18,70	19,30	18,50	18,50
4. Volume Tanah	cm ³	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81
5. γ_w	gr/cm ³	1,740	1,712	1,730	1,656	1,777	1,693	1,675	1,675	1,684	1,786	1,767	1,712	1,656	1,684	1,703	1,749	1,712	1,666	1,730	1,786	1,712
6. Berat Ring + Tanah Kering	gr	35,39	35,08	35,28	34,39	35,57	34,88	34,68	34,68	34,69	35,58	35,39	34,79	34,30	34,58	34,79	35,18	34,87	34,38	34,99	35,49	34,69
7. Berat Tanah Kering	gr	17,29	16,98	17,18	16,29	17,47	16,78	16,58	16,58	16,59	17,48	17,29	16,69	16,20	16,48	16,69	17,08	16,77	16,28	16,89	17,39	16,59
8. Berat Air	gr	1,51	1,52	1,52	1,61	1,73	1,52	1,52	1,52	1,61	1,82	1,81	1,81	1,70	1,72	1,71	1,82	1,73	1,72	1,81	1,91	1,91
9. Kadar Air	%	8,76	8,98	8,86	9,89	9,88	9,05	9,14	9,19	9,73	10,39	10,48	10,86	10,52	10,42	10,27	10,66	10,30	10,56	10,71	11,01	11,51
10. Kadar Air Rata-Rata	%											10,05										
11. γ_d	gr/cm ³	1,600	1,571	1,590	1,507	1,617	1,553	1,535	1,534	1,535	1,618	1,600	1,544	1,499	1,525	1,544	1,580	1,552	1,507	1,563	1,609	1,535
12. γ_d rata-rata	gr											1,558										

Dengan perkuatan Lebar Pondasi 4cm, D/B = 3

Lapisan		1			2			3			4			5			6			7		
Tinggi Ring	cm	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60
Diameter Ring	cm	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
1. Berat Ring	gr	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10
2. Berat Ring + Tanah Basah	gr	36,60	36,70	37,20	36,40	36,50	35,60	36,80	36,90	37,00	36,60	36,30	36,50	36,20	36,10	36,90	36,40	36,30	36,80	37,10	37,50	36,50
3. Berat Tanah Basah	gr	18,50	18,60	19,10	18,30	18,40	17,50	18,70	18,80	18,90	18,50	18,20	18,40	18,10	18,00	18,80	18,30	18,20	18,70	19,00	19,40	18,40
4. Volume Tanah	cm ³	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81
5. γ_w	gr/cm ³	1,712	1,721	1,767	1,693	1,703	1,619	1,730	1,740	1,749	1,712	1,684	1,703	1,675	1,666	1,740	1,693	1,684	1,730	1,758	1,795	1,703
6. Berat Ring + Tanah Kering	gr	34,80	35,00	35,29	34,69	34,78	34,08	34,95	35,18	35,08	34,97	34,50	34,79	34,49	34,30	35,10	34,70	34,69	35,09	35,36	35,66	34,78
7. Berat Tanah Kering	gr	16,70	16,90	17,19	16,59	16,68	15,98	16,85	17,08	16,98	16,87	16,40	16,69	16,39	16,20	17,00	16,60	16,59	16,99	17,26	17,56	16,68
8. Berat Air	gr	1,80	1,70	1,91	1,71	1,72	1,52	1,85	1,72	1,92	1,63	1,80	1,71	1,71	1,80	1,80	1,70	1,61	1,71	1,74	1,84	1,72
9. Kadar Air	%	10,78	10,06	11,11	10,30	10,30	9,49	10,98	10,06	11,31	9,64	10,98	10,24	10,43	11,11	10,59	10,24	9,70	10,06	10,06	10,47	10,30
10. Kadar Air Rata-Rata	%											10,39										
11. γ_d	gr/cm ³	1,545	1,564	1,591	1,535	1,544	1,479	1,559	1,581	1,571	1,561	1,518	1,544	1,517	1,499	1,573	1,536	1,535	1,572	1,597	1,625	1,544
12. γ_d rata-rata	gr											1,552										

Dengan perkuatan Lebar Pondasi 6cm, D/B = 1

Lapisan		1			2			3			4			5			6			7		
Tinggi Ring	cm	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60
Diameter Ring	cm	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
1. Berat Ring	gr	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10
2. Berat Ring + Tanah Basah	gr	36,10	36,40	36,60	35,70	37,10	37,00	36,00	36,70	36,70	36,90	37,20	36,70	37,20	36,50	36,90	36,40	36,60	36,20	36,40	37,00	37,30
3. Berat Tanah Basah	gr	18,00	18,30	18,50	17,60	19,00	18,90	17,90	18,60	18,60	18,80	19,10	18,60	19,10	18,40	18,80	18,30	18,50	18,10	18,30	18,90	19,20
4. Volume Tanah	cm ³	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81
5. γ_w	gr/cm ³	1,666	1,693	1,712	1,629	1,758	1,749	1,656	1,721	1,721	1,740	1,767	1,721	1,767	1,703	1,740	1,693	1,712	1,675	1,693	1,749	1,777
6. Berat Ring + Tanah Kering	gr	34,50	34,79	34,99	34,08	35,38	35,29	34,30	35,09	34,99	34,98	35,38	34,79	35,28	34,77	35,09	34,59	34,89	34,48	34,68	35,17	35,47
7. Berat Tanah Kering	gr	16,40	16,69	16,89	15,98	17,28	17,19	16,20	16,99	16,89	16,88	17,28	16,69	17,18	16,67	16,99	16,49	16,79	16,38	16,58	17,07	17,37
8. Berat Air	gr	1,60	1,61	1,61	1,62	1,72	1,71	1,70	1,61	1,71	1,92	1,82	1,91	1,92	1,73	1,81	1,81	1,71	1,72	1,72	1,83	1,83
9. Kadar Air	%	9,76	9,64	9,52	10,13	9,94	9,94	10,49	9,47	10,12	11,38	10,53	11,45	11,18	10,37	10,65	10,98	10,18	10,49	10,37	10,71	10,53
10. Kadar Air Rata-Rata	%											10,37										
11. γ_d	gr/cm ³	1,518	1,545	1,563	1,479	1,599	1,591	1,499	1,572	1,563	1,562	1,599	1,544	1,590	1,543	1,572	1,526	1,554	1,516	1,534	1,580	1,607
12. γ_d rata-rata	gr											1,555										

Dengan perkuatan Lebar Pondasi 6cm, D/B = 2

Lapisan		1			2			3			4			5			6			7		
Tinggi Ring	cm	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60
Diameter Ring	cm	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
1. Berat Ring	gr	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10
2. Berat Ring + Tanah Basah	gr	36,70	36,00	37,00	36,40	36,70	36,90	36,60	36,10	36,50	36,60	36,50	36,10	36,80	37,00	36,30	36,70	37,00	36,90	36,90	36,70	37,10
3. Berat Tanah Basah	gr	18,60	17,90	18,90	18,30	18,60	18,80	18,50	18,00	18,40	18,50	18,40	18,00	18,70	18,90	18,20	18,60	18,90	18,80	18,80	18,60	19,00
4. Volume Tanah	cm ³	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81
5. γ_w	gr/cm ³	1,721	1,656	1,749	1,693	1,721	1,740	1,712	1,666	1,703	1,712	1,703	1,666	1,730	1,749	1,684	1,721	1,749	1,740	1,740	1,721	1,758
6. Berat Ring + Tanah Kering	gr	35,10	34,50	35,38	34,79	34,99	35,28	34,89	34,49	34,88	34,99	34,98	34,59	34,99	35,18	34,68	34,90	35,28	35,08	35,08	34,98	35,39
7. Berat Tanah Kering	gr	17,00	16,40	17,28	16,69	16,89	17,18	16,79	16,39	16,78	16,89	16,88	16,49	16,89	17,08	16,58	16,80	17,18	16,98	16,98	16,88	17,29
8. Berat Air	gr	1,60	1,50	1,62	1,61	1,71	1,62	1,71	1,61	1,62	1,61	1,52	1,51	1,81	1,82	1,62	1,80	1,72	1,82	1,82	1,72	1,71
9. Kadar Air	%	9,41	9,15	9,36	9,64	10,12	9,41	10,18	9,82	9,64	9,52	8,98	9,15	10,71	10,65	9,76	10,71	10,00	10,71	10,71	10,18	9,88
10. Kadar Air Rata-Rata	%											9,89										
11. γ_d	gr/cm ³	1,573	1,518	1,599	1,545	1,563	1,590	1,554	1,517	1,553	1,563	1,562	1,526	1,563	1,581	1,534	1,555	1,590	1,571	1,571	1,562	1,600
12. γ_d rata-rata	gr											1,561										

Dengan perkuatan Lebar Pondasi 6cm, D/B = 3

Lapisan		1			2			3			4			5			6			7		
Tinggi Ring	cm	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60
Diameter Ring	cm	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
1. Berat Ring	gr	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10
2. Berat Ring + Tanah Basah	gr	35,80	36,70	36,40	36,40	36,40	36,30	36,30	36,40	36,20	35,80	36,40	36,20	36,70	36,70	36,30	36,50	36,20	35,90	37,00	37,00	36,10
3. Berat Tanah Basah	gr	17,70	18,60	18,30	18,30	18,30	18,20	18,20	18,30	18,10	17,70	18,30	18,10	18,60	18,60	18,20	18,40	18,10	17,80	18,90	18,90	18,00
4. Volume Tanah	cm ³	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81
5. γ_w	gr/cm ³	1,638	1,721	1,693	1,693	1,693	1,684	1,684	1,693	1,675	1,638	1,693	1,675	1,721	1,721	1,684	1,703	1,675	1,647	1,749	1,749	1,666
6. Berat Ring + Tanah Kering	gr	34,21	35,10	34,81	34,82	34,72	34,61	34,80	34,77	34,52	34,30	34,82	34,51	35,02	35,00	34,71	34,90	34,51	34,31	35,30	35,20	34,41
7. Berat Tanah Kering	gr	16,11	17,00	16,71	16,72	16,62	16,51	16,70	16,67	16,42	16,20	16,72	16,41	16,92	16,90	16,61	16,80	16,41	16,21	17,20	17,10	16,31
8. Berat Air	gr	1,59	1,60	1,59	1,58	1,68	1,69	1,50	1,63	1,68	1,50	1,58	1,69	1,68	1,70	1,59	1,60	1,69	1,59	1,70	1,80	1,69
9. Kadar Air	%	9,88	9,41	9,52	9,47	10,12	10,24	8,98	9,76	10,24	9,26	9,47	10,30	9,94	10,06	9,58	9,52	10,30	9,82	9,88	10,53	10,37
10. Kadar Air Rata-Rata	%											9,84										
11. γ_d	gr/cm ³	1,491	1,573	1,546	1,547	1,538	1,528	1,545	1,543	1,519	1,499	1,547	1,518	1,566	1,564	1,537	1,555	1,518	1,500	1,592	1,582	1,509
12. γ_d rata-rata	gr											1,539										

Dengan perkuatan Lebar Pondasi 8cm, D/B = 1

Lapisan		1			2			3			4			5			6			7		
Tinggi Ring	cm	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60
Diameter Ring	cm	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
1. Berat Ring	gr	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10
2. Berat Ring + Tanah Basah	gr	35,70	36,00	36,60	36,20	36,60	36,00	35,80	36,60	36,40	36,20	37,00	36,20	36,00	36,30	36,20	35,80	36,20	36,10	36,50	36,20	36,20
3. Berat Tanah Basah	gr	17,60	17,90	18,50	18,10	18,50	17,90	17,90	17,70	18,50	18,30	18,10	18,90	18,10	17,90	18,20	18,10	17,70	18,10	18,00	18,40	18,10
4. Volume Tanah	cm ³	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81
5. γ_w	gr/cm ³	1,629	1,656	1,712	1,675	1,712	1,656	1,656	1,638	1,712	1,693	1,675	1,749	1,675	1,656	1,684	1,675	1,638	1,675	1,666	1,703	1,675
6. Berat Ring + Tanah Kering	gr	34,18	34,38	34,99	34,59	34,99	34,49	34,50	34,11	34,80	34,68	34,49	35,29	34,61	34,41	34,71	34,50	34,31	34,61	34,49	34,79	34,68
7. Berat Tanah Kering	gr	16,08	16,28	16,89	16,49	16,89	16,39	16,40	16,01	16,70	16,58	16,39	17,19	16,51	16,31	16,61	16,40	16,21	16,51	16,39	16,69	16,58
8. Berat Air	gr	1,52	1,62	1,61	1,61	1,61	1,51	1,50	1,69	1,80	1,72	1,71	1,71	1,59	1,59	1,59	1,70	1,49	1,59	1,61	1,71	1,52
9. Kadar Air	%	9,43	9,94	9,52	9,76	9,52	9,20	9,15	10,56	10,78	10,37	10,43	9,94	9,64	9,76	9,58	10,37	9,20	9,64	9,82	10,24	9,15
10. Kadar Air Rata-Rata	%											9,81										
11. γ_d	gr/cm ³	1,488	1,507	1,563	1,526	1,563	1,517	1,518	1,481	1,545	1,534	1,517	1,591	1,528	1,509	1,537	1,518	1,500	1,528	1,517	1,544	1,535
12. γ_d rata-rata	gr											1,527										

Dengan perkuatan Lebar Pondasi 8cm, D/B = 2

Lapisan		1			2			3			4			5			6			7		
Tinggi Ring	cm	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60
Diameter Ring	cm	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
1. Berat Ring	gr	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10
2. Berat Ring + Tanah Basah	gr	35,80	36,70	36,50	36,10	36,10	36,40	36,30	36,50	36,30	36,40	36,00	36,40	35,80	35,90	36,50	36,60	36,10	36,00	36,30	36,20	36,40
3. Berat Tanah Basah	gr	17,70	18,60	18,40	18,00	18,00	18,30	18,20	18,40	18,20	18,30	17,90	18,30	17,70	17,80	18,40	18,50	18,00	17,90	18,20	18,10	18,30
4. Volume Tanah	cm ³	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81
5. γ_w	gr/cm ³	1,638	1,721	1,703	1,666	1,666	1,693	1,684	1,703	1,684	1,693	1,656	1,693	1,638	1,647	1,703	1,712	1,666	1,656	1,684	1,675	1,693
6. Berat Ring + Tanah Kering	gr	34,11	34,82	34,72	34,41	34,42	34,71	34,71	34,82	34,71	34,80	34,41	34,60	34,21	34,29	34,81	34,91	34,41	34,51	34,70	34,42	34,70
7. Berat Tanah Kering	gr	16,01	16,72	16,62	16,31	16,32	16,61	16,61	16,72	16,61	16,70	16,31	16,50	16,11	16,19	16,71	16,81	16,31	16,41	16,60	16,32	16,60
8. Berat Air	gr	1,69	1,88	1,78	1,69	1,68	1,69	1,59	1,68	1,59	1,60	1,59	1,80	1,59	1,61	1,69	1,69	1,69	1,49	1,60	1,78	1,70
9. Kadar Air	%	10,56	11,24	10,71	10,37	10,30	10,18	9,58	10,06	9,58	9,58	9,76	10,91	9,88	9,94	10,12	10,06	10,37	9,09	9,64	10,91	10,24
10. Kadar Air Rata-Rata	%											10,15										
11. γ_d	gr/cm ³	1,481	1,547	1,538	1,509	1,510	1,537	1,537	1,547	1,537	1,545	1,509	1,527	1,491	1,498	1,546	1,555	1,509	1,518	1,536	1,510	1,536
12. γ_d rata-rata	gr											1,525										

Dengan kekuatan Lebar Pondasi 8cm, D/B = 3

Lapisan		1	2	3	4	5	6	7
Tinggi Ring	cm	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60
Diameter Ring	cm	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
1. Berat Ring	gr	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10
2. Berat Ring + Tanah Basah	gr	36,00	36,60	36,70	36,00	36,00	36,30	36,10
3. Berat Tanah Basah	gr	17,90	18,50	18,60	17,90	17,90	18,20	18,00
4. Volume Tanah	cm ³	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81	10,81
5. γ_w	gr/cm ³	1,656	1,712	1,721	1,656	1,656	1,684	1,666
6. Berat Ring + Tanah Kering	gr	34,31	34,91	35,11	34,41	34,32	34,61	34,52
7. Berat Tanah Kering	gr	16,21	16,81	17,01	16,31	16,22	16,51	16,42
8. Berat Air	gr	1,69	1,69	1,59	1,59	1,68	1,69	1,58
9. Kadar Air	%	10,43	10,06	9,36	9,76	10,37	10,24	9,64
10. Kadar Air Rata-Rata	%	10,09						
11. γ_d	gr/cm ³	1,500	1,555	1,574	1,509	1,501	1,528	1,519
12. γ_d rata-rata	gr	1,546						

LAMPIRAN 6
CONTOH PERHITUNGAN DAYA DUKUNG LERENG
TANPA PERKUATAN DENGAN METODE ANALITIK

Metode Gemperline

$$\gamma = 1,531 \text{ gr/cm}^3$$

$$\phi = \text{sudut geser dalam tanah} = 41,25^\circ$$

$$D = \text{kedalaman pondasi} = 0$$

$$L = \text{panjang pondasi} = \sim$$

1. B = 4, $\beta = 46^\circ$, d/B = 1

$$\beta = \text{sudut kemiringan lereng} = 46^\circ \text{ (diubah dalam radian)}$$

$$B = \text{lebar pondasi} = 4 \text{ cm} = 1,5748 \text{ inchi}$$

$$b = \text{jarak pondasi ke puncak lereng} = 4 \text{ cm} = 1,5748 \text{ inchi}$$

$$f_\phi = 10^{(0,1159\phi - 2,386)} = 10^{(0,1159 \cdot 41,25 - 2,386)} = 248,241$$

$$f_B = 10^{(0,34 - 0,2 \log B)} = 10^{(0,34 - 0,2 \log 1,5748)} = 1,9978$$

$$f_{D/B} = 1 + 0,65 (D/B) = 1 + 0,65 (0/1,5748) = 1$$

$$f_{B/L} = 1 - 0,27 (B/L) = 1 - 0,27 (1,5748/\sim) = 1$$

$$f_{D/B, B/L} = 1 + 0,39 (D/L) = 1 + 0,39 (0/\sim) = 1$$

$$f_{\beta, b/B} = 1 - 0,8 [1 - 1(1 - \tan \alpha)^2] \{2/[2 + (b/B)^2 \tan \alpha]\}$$

$$= 1 - 0,8 [1 - 1(1 - \tan 46^\circ)^2] \{2/[2 + (1,5748/1,5748)^2 \tan 46^\circ]\}$$

$$= 0,9778$$

$$f_{\beta, b/D, D/B} = 1 + 0,6 (B/L) [1 - 1(1 - \tan \alpha)^2] \{2/[2 + (b/B)^2 \tan \alpha]\}$$

$$= 1 + 0,6 (1,5748/\sim) [1 - 1(1 - \tan 46^\circ)^2] \{2/[2 + (1,5748/1,5748)^2 \tan 46^\circ]\}$$

$$\tan 46^\circ \}$$

$$= 1$$

$$f_{\beta, b/D, D/B} = 1 + 0,33 (D/B) \tan \alpha \{2/[2 + (b/B)^2 \tan \alpha]\}$$

$$= 1 + 0,33 (0/1,5748) \tan 46^\circ \{2/[2 + (1,5748/1,5748)^2 \tan 46^\circ]\}$$

$$= 1$$

$$N_{\gamma q} = 248,241 \times 1,9978 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,9778 \times 1 \times 1 = 484,9261$$

$$q_u = 0,5 \times \gamma \times B \times N_{\gamma q}$$

$$= 0,5 \times 1,531 \times 4 \times 484,9261$$

$$= 1484,8437 \text{ gr/cm}^2 = 148,4844 \text{ kN/m}^2$$

2. $B = 4$, $\beta = 46^\circ$, $d/B = 2$

$$\beta = \text{sudut kemiringan lereng} = 46^\circ = 0,803 \text{ rad}$$

$$B = \text{lebar Pondasi} = 4 \text{ cm} = 1,5748 \text{ inchi}$$

$$b = \text{Jarak pondasi ke puncak lereng} = 8 \text{ cm} = 3,1496 \text{ inchi}$$

$$f_\phi = 10^{(0,1159\phi - 2,386)} = 10^{(0,1159,41,25 - 2,386)} = 248,2419$$

$$f_B = 10^{(0,34 - 0,2 \log B)} = 10^{(0,34 - 0,2 \log 1,5748)} = 1,9978$$

$$f_{D/B} = 1 + 0,65 (D/B) = 1 + 0,65 (0/1,5748) = 1$$

$$f_{B/L} = 1 - 0,27 (B/L) = 1 - 0,27 (1,5748/\sim) = 1$$

$$f_{D/B, B/L} = 1 + 0,39 (D/L) = 1 + 0,39 (0/\sim) = 1$$

$$\begin{aligned} f_{\beta, b/B} &= 1 - 0,8 [1 - (1 - \tan \beta)^2] \{2/[2 + (b/B)^2 \tan \beta]\} \\ &= 1 - 0,8 [1 - (1 - \tan 0,803^\circ)^2] \{2/[2 + (3,1496/1,5748)^2 \tan 0,803^\circ]\} \\ &= 0,9783 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{\beta, b/D, D/B} &= 1 + 0,6(B/L)[1 - (1 - \tan \beta)^2] \{2/[2 + (b/B)^2 \tan \beta]\} \\ &= 1 + 0,6(1,5748/\sim)[1 - (1 - \tan 0,803^\circ)^2] \{2/[2 + (3,1496/1,5748)^2 \tan 0,803^\circ]\} \\ &= 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{\beta, b/B, B/L} &= 1 + 0,33 (D/B) \tan \beta \{2/[2 + (b/B)^2 \tan \beta]\} \\ &= 1 + 0,33 (0/1,5748) \tan 0,803^\circ \{2/[2 + (3,1496/1,5748)^2 \tan 0,803^\circ]\} \\ &= 1 \end{aligned}$$

$$N_{\gamma q} = 248,2419 \times 1,9978 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,9783 \times 1 \times 1 = 485,19999$$

$$q_u = 0,5 \times \gamma \times B \times N_{\gamma q} = 0,5 \times 1,333 \times 4 \times 485,19999 = 1485,6824 \text{ gr/cm}^2$$

$$q_u = 148,568 \text{ kN/m}^2$$

3. $B = 4$, $\beta = 46^\circ$, $d/B = 3$

$$\beta = \text{sudut kemiringan lereng} = 46^\circ = 0,803 \text{ rad}$$

$$B = \text{lebar Pondasi} = 4 \text{ cm} = 1,5748 \text{ inchi}$$

$$b = \text{Jarak pondasi ke puncak lereng} = 12 \text{ cm} = 4,7244 \text{ inchi}$$

$$f_\phi = 10^{(0,1159\phi - 2,386)} = 10^{(0,1159,41,25 - 2,386)} = 248,2419$$

$$f_B = 10^{(0,34 - 0,2 \log B)} = 10^{(0,34 - 0,2 \log 1,5748)} = 1,9978$$

$$f_{D/B} = 1 + 0,65 (D/B) = 1 + 0,65 (0/1,5748) = 1$$

$$f_{B/L} = 1 - 0,27 (B/L) = 1 - 0,27 (1,5748/\sim) = 1$$

$$f_{D/B, B/L} = 1 + 0,39 (D/L) = 1 + 0,39 (0/\sim) = 1$$

$$\begin{aligned}
 f_{\beta, b/B} &= 1 - 0,8 [1 - (1 - \tan \beta)^2] \{2/[2 + (b/B)^2 \tan \beta]\} \\
 &= 1 - 0,8 [1 - (1 - \tan 0,803^\circ)^2] \{2/[2 + 4,7244/1,5748)^2 \tan 0,803^\circ]\} \\
 &= 0,9791
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_{\beta, b/D, D/B} &= 1 + 0,6(B/L)[1 - (1 - \tan \beta)^2] \{2/[2 + (b/B)^2 \tan \beta]\} \\
 &= 1 + 0,6(1,5748/\sim)[1 - (1 - \tan 0,803^\circ)^2] \{2/[2 + (4,7244/1,5748)^2 \tan 0,803^\circ]\} \\
 &= 1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_{\beta, b/B, B/L} &= 1 + 0,33 (D/B) \tan \beta \{2/[2 + (b/B)^2 \tan \beta]\} \\
 &= 1 + 0,33 (0/1,5478) \tan 0,803^\circ \{2/[2 + (4,7244/1,5748)^2 \tan 0,803^\circ]\} \\
 &= 1
 \end{aligned}$$

$$N_{\gamma q} = 248,2419 \times 1,9978 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,9791 \times 1 \times 1 = 485,55395$$

$$q_u = 0,5 \times \gamma \times B \times N_{\gamma q} = 0,5 \times 1,333 \times 4 \times 485,55395 = 1486,7662 \text{ gr/cm}^2$$

$$q_u = 148,677 \text{ kN/m}^2$$

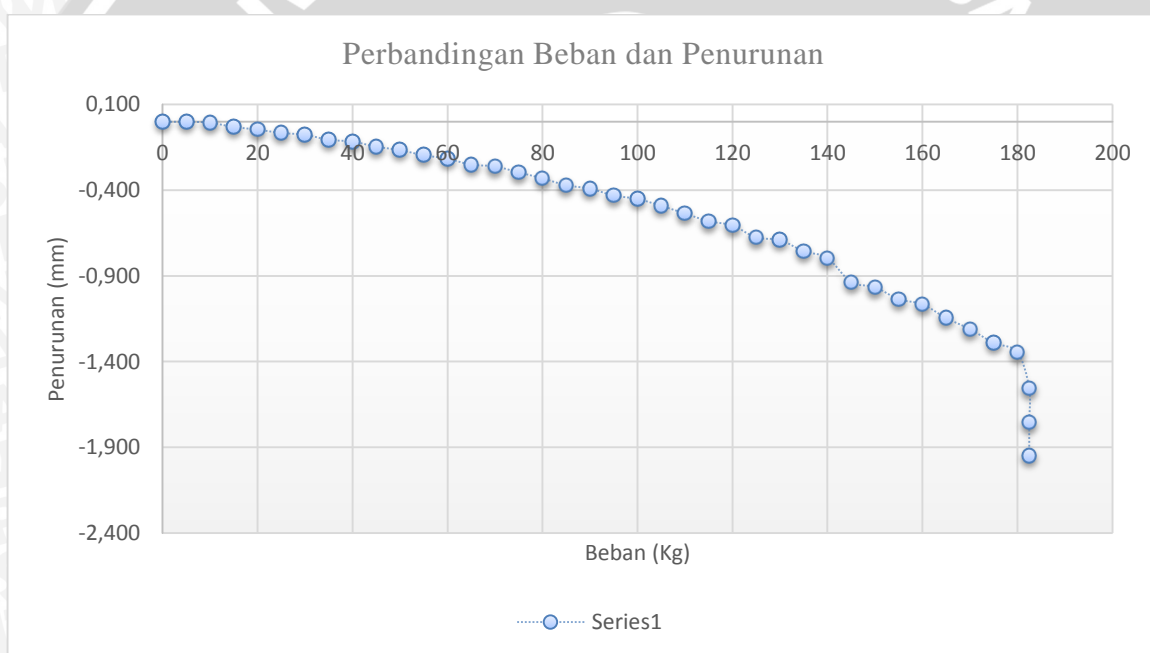
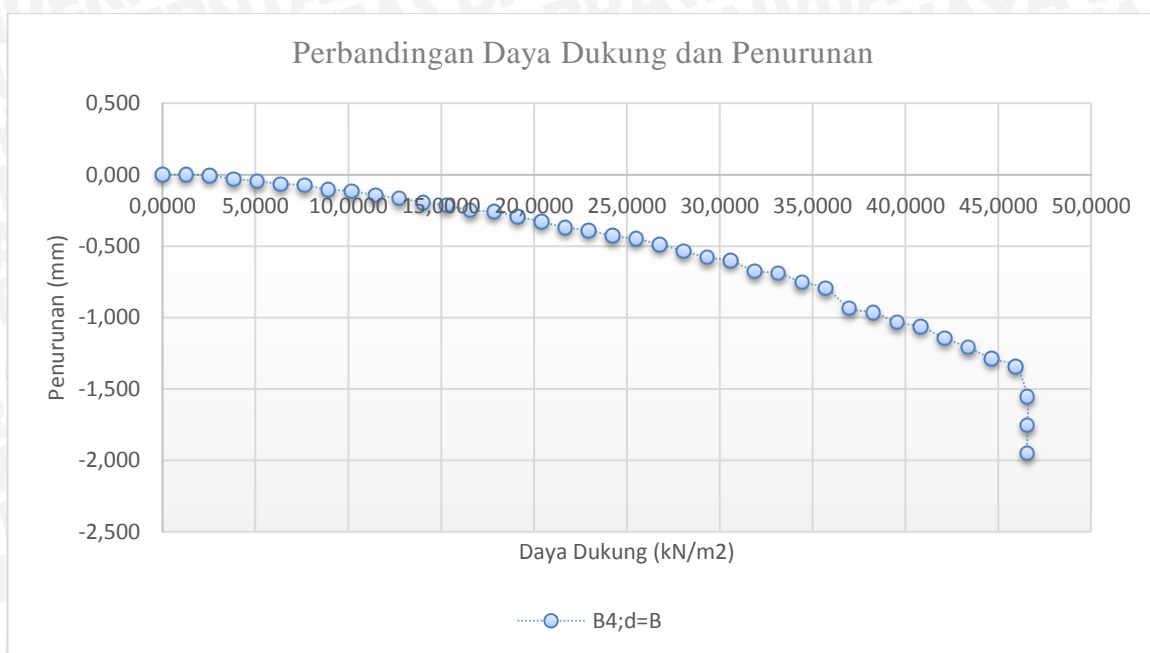


LAMPIRAN 7
HASIL REKAPITULASI DATA DAYA DUKUNG DAN PENURUNAN
BERDASARKAN EKSPERIMEN

Lereng tanpa perkuatan

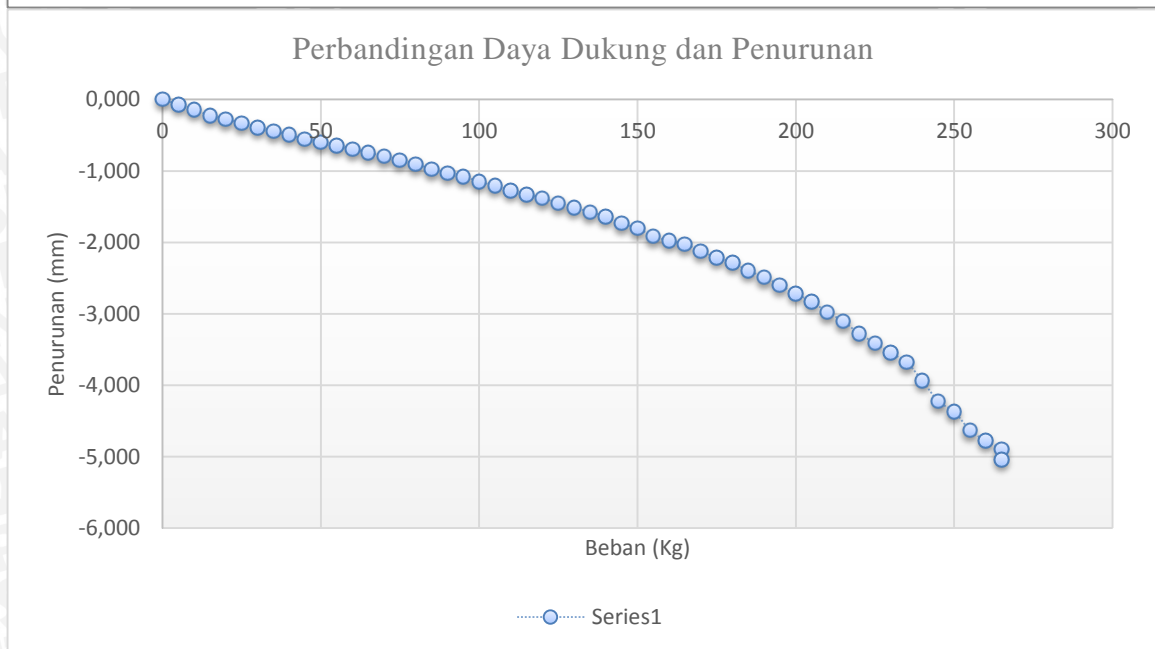
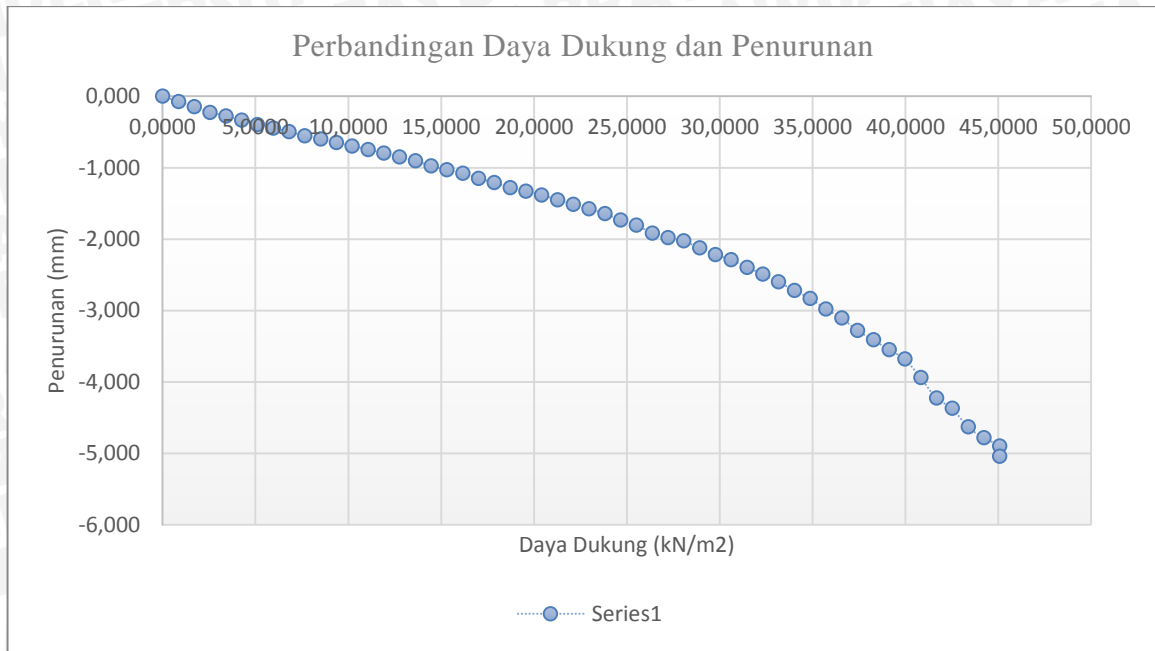
1. $\alpha = 46^\circ$, B = 4 cm, d/B = 1

Beban (Kg)	LVDT			Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (Kg/cm ²)	qu (kN/m ²)
	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Rata-rata				
0	4813	4817	4815	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
5	4814	4816	4815	0,0000	0,0000	0,0128	1,2755
10	4816	4812	4814	0,0050	0,0125	0,0255	2,5510
15	4806	4812	4809	0,0300	0,0750	0,0383	3,8265
20	4808	4804	4806	0,0450	0,1125	0,0510	5,1020
25	4803	4801	4802	0,0650	0,1625	0,0638	6,3776
30	4798	4802	4800	0,0750	0,1875	0,0765	7,6531
35	4793	4795	4794	0,1050	0,2625	0,0893	8,9286
40	4794	4790	4792	0,1150	0,2875	0,1020	10,2041
45	4783	4789	4786	0,1450	0,3625	0,1148	11,4796
50	4784	4780	4782	0,1650	0,4125	0,1276	12,7551
55	4777	4775	4776	0,1950	0,4875	0,1403	14,0306
60	4770	4774	4772	0,2150	0,5375	0,1531	15,3061
65	4764	4766	4765	0,2500	0,6250	0,1658	16,5816
70	4765	4761	4763	0,2600	0,6500	0,1786	17,8571
75	4753	4759	4756	0,2950	0,7375	0,1913	19,1327
80	4751	4747	4749	0,3300	0,8250	0,2041	20,4082
85	4742	4740	4741	0,3700	0,9250	0,2168	21,6837
90	4735	4739	4737	0,3900	0,9750	0,2296	22,9592
95	4728	4730	4729	0,4300	1,0750	0,2423	24,2347
100	4727	4723	4725	0,4500	1,1250	0,2551	25,5102
105	4714	4720	4717	0,4900	1,2250	0,2679	26,7857
110	4710	4706	4708	0,5350	1,3375	0,2806	28,0612
115	4700	4698	4699	0,5800	1,4500	0,2934	29,3367
120	4692	4696	4694	0,6050	1,5125	0,3061	30,6122
125	4679	4681	4680	0,6750	1,6875	0,3189	31,8878
130	4679	4675	4677	0,6900	1,7250	0,3316	33,1633
135	4661	4667	4664	0,7550	1,8875	0,3444	34,4388
140	4658	4654	4656	0,7950	1,9875	0,3571	35,7143
145	4629	4627	4628	0,9350	2,3375	0,3699	36,9898
150	4620	4624	4622	0,9650	2,4125	0,3827	38,2653
155	4607	4609	4608	1,0350	2,5875	0,3954	39,5408
160	4604	4600	4602	1,0650	2,6625	0,4082	40,8163
165	4583	4589	4586	1,1450	2,8625	0,4209	42,0918
170	4575	4571	4573	1,2100	3,0250	0,4337	43,3673
175	4558	4556	4557	1,2900	3,2250	0,4464	44,6429
180	4544	4548	4546	1,3450	3,3625	0,4592	45,9184
182,5	4502	4506	4504	1,5550	3,8875	0,4656	46,5561
182,5	4462	4466	4464	1,7550	4,3875	0,4656	46,5561
182,5	4423	4427	4425	1,9500	4,8750	0,4656	46,5561



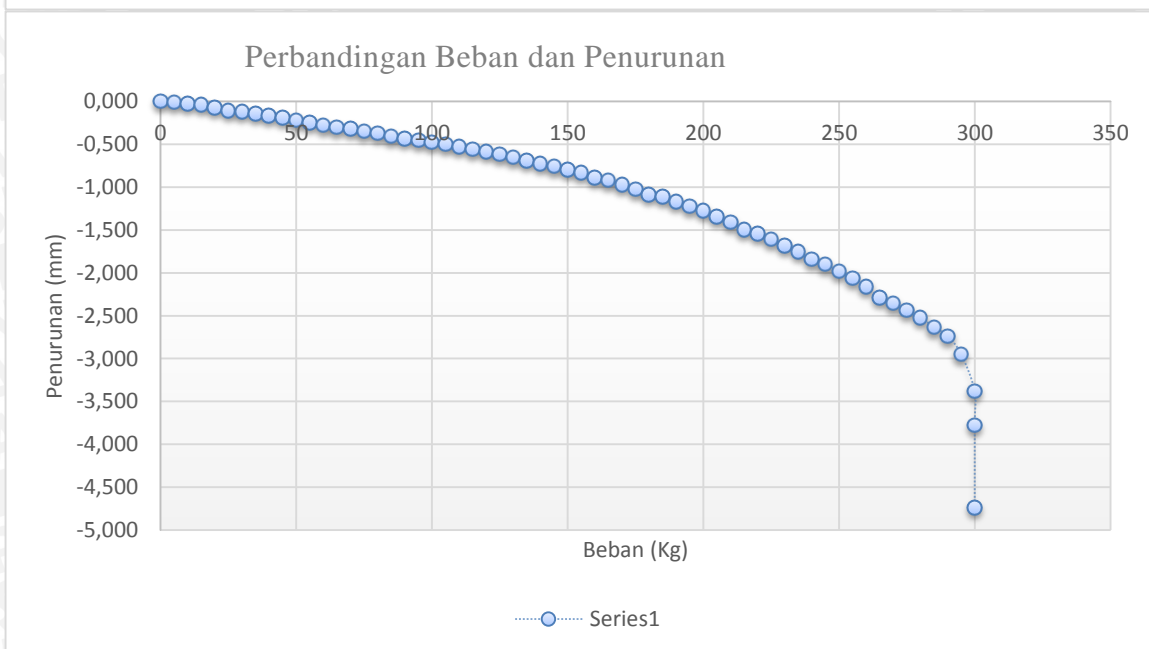
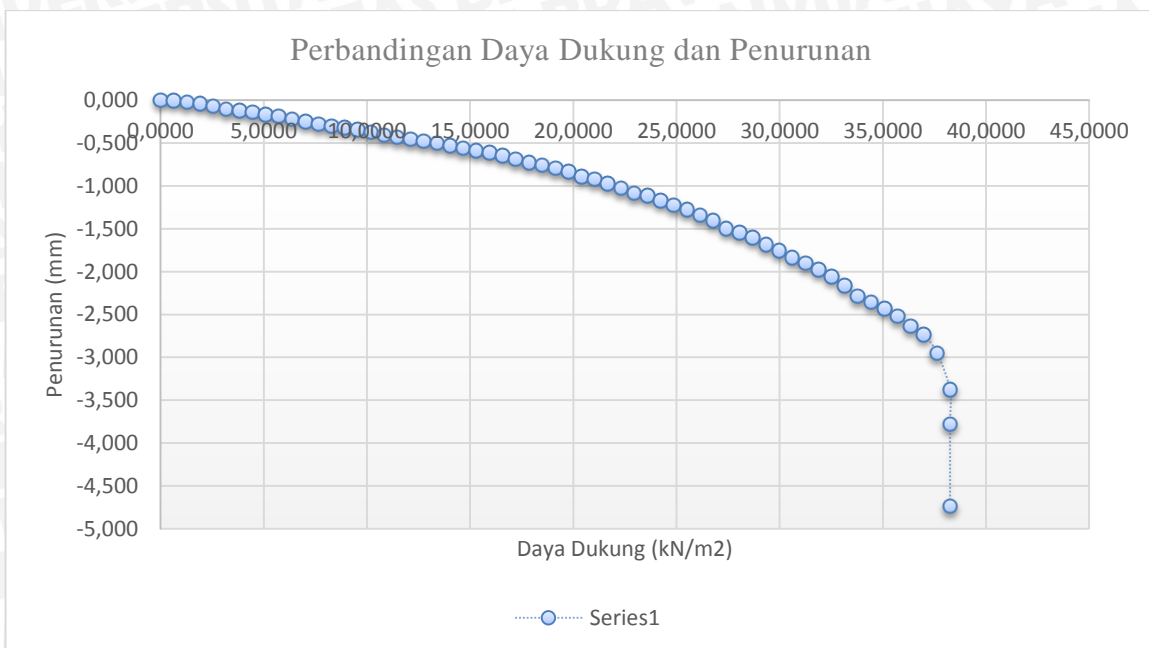
2. $\alpha = 46^\circ$, $B = 6 \text{ cm}$, $d/B = 1$

Beban (Kg)	LVDT			Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (Kg/cm ²)	qu (kN/m ²)
	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Rata-rata				
0	4759	4763	4761	0	0,0000	0,0000	0,0000
5	4745	4747	4746	0,075	0,1250	0,0085	0,8503
10	4734	4730	4732	0,145	0,2417	0,0170	1,7007
15	4713	4719	4716	0,225	0,3750	0,0255	2,5510
20	4708	4704	4706	0,275	0,4583	0,0340	3,4014
25	4695	4693	4694	0,335	0,5583	0,0425	4,2517
30	4680	4684	4682	0,395	0,6583	0,0510	5,1020
35	4671	4673	4672	0,445	0,7417	0,0595	5,9524
40	4664	4660	4662	0,495	0,8250	0,0680	6,8027
45	4647	4653	4650	0,555	0,9250	0,0765	7,6531
50	4643	4639	4641	0,600	1,0000	0,0850	8,5034
55	4632	4630	4631	0,650	1,0833	0,0935	9,3537
60	4620	4624	4622	0,695	1,1583	0,1020	10,2041
65	4611	4613	4612	0,745	1,2417	0,1105	11,0544
70	4604	4600	4602	0,795	1,3250	0,1190	11,9048
75	4588	4594	4591	0,850	1,4167	0,1276	12,7551
80	4582	4578	4580	0,905	1,5083	0,1361	13,6054
85	4567	4565	4566	0,975	1,6250	0,1446	14,4558
90	4553	4557	4555	1,030	1,7167	0,1531	15,3061
95	4544	4546	4545	1,080	1,8000	0,1616	16,1565
100	4533	4529	4531	1,150	1,9167	0,1701	17,0068
105	4516	4522	4519	1,210	2,0167	0,1786	17,8571
110	4507	4503	4505	1,280	2,1333	0,1871	18,7075
115	4496	4494	4495	1,330	2,2167	0,1956	19,5578
120	4482	4486	4484	1,385	2,3083	0,2041	20,4082
125	4470	4472	4471	1,450	2,4167	0,2126	21,2585
130	4460	4456	4458	1,515	2,5250	0,2211	22,1088
135	4443	4449	4446	1,575	2,6250	0,2296	22,9592
140	4434	4430	4432	1,645	2,7417	0,2381	23,8095
145	4415	4413	4414	1,735	2,8917	0,2466	24,6599
150	4398	4402	4400	1,805	3,0083	0,2551	25,5102
155	4377	4379	4378	1,915	3,1917	0,2636	26,3605
160	4367	4363	4365	1,980	3,3000	0,2721	27,2109
165	4353	4359	4356	2,025	3,3750	0,2806	28,0612
170	4338	4334	4336	2,125	3,5417	0,2891	28,9116
175	4319	4317	4318	2,215	3,6917	0,2976	29,7619
180	4301	4305	4303	2,290	3,8167	0,3061	30,6122
185	4281	4283	4282	2,395	3,9917	0,3146	31,4626
190	4265	4261	4263	2,490	4,1500	0,3231	32,3129
195	4238	4244	4241	2,600	4,3333	0,3316	33,1633
200	4219	4215	4217	2,720	4,5333	0,3401	34,0136
205	4196	4194	4195	2,830	4,7167	0,3486	34,8639
210	4163	4167	4165	2,980	4,9667	0,3571	35,7143
215	4139	4141	4140	3,105	5,1750	0,3656	36,5646
220	4107	4103	4105	3,280	5,4667	0,3741	37,4150
225	4076	4082	4079	3,410	5,6833	0,3827	38,2653
230	4053	4049	4051	3,550	5,9167	0,3912	39,1156
235	4026	4024	4025	3,680	6,1333	0,3997	39,9660
240	3974	3972	3973	3,940	6,5667	0,4082	40,8163
245	3917	3915	3916	4,225	7,0417	0,4167	41,6667
250	3889	3885	3887	4,370	7,2833	0,4252	42,5170
255	3836	3834	3835	4,630	7,7167	0,4337	43,3673
260	3801	3809	3805	4,780	7,9667	0,4422	44,2177
265	3780	3782	3781	4,900	8,1667	0,4507	45,0680
265	3754	3752	3753	5,040	8,4000	0,4507	45,0680



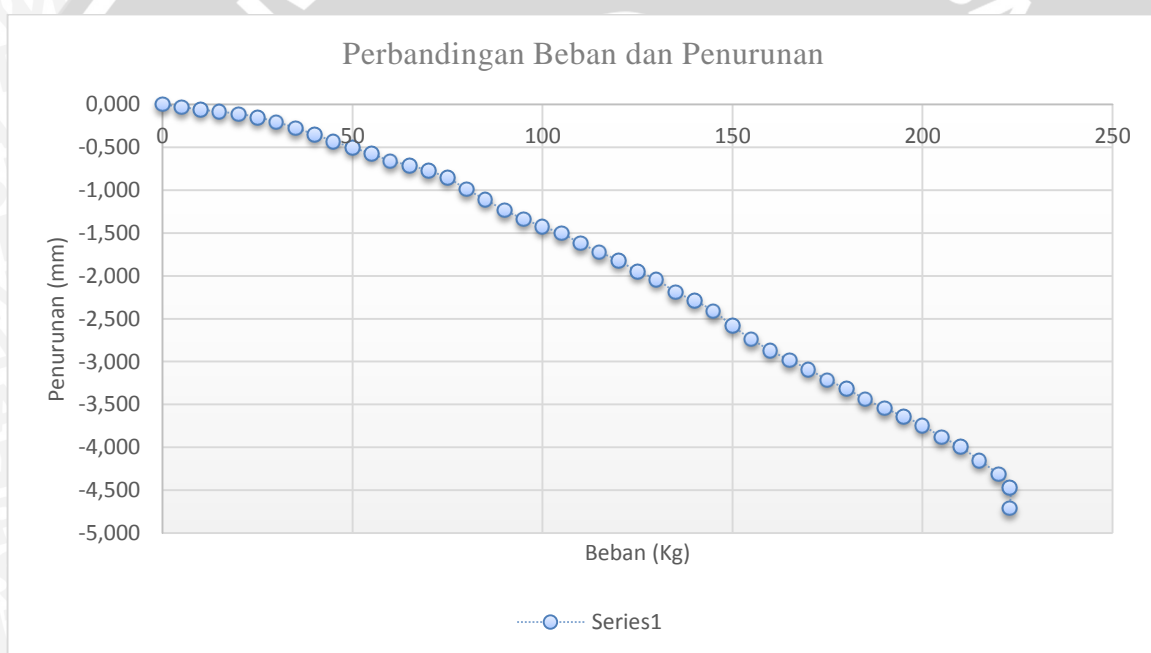
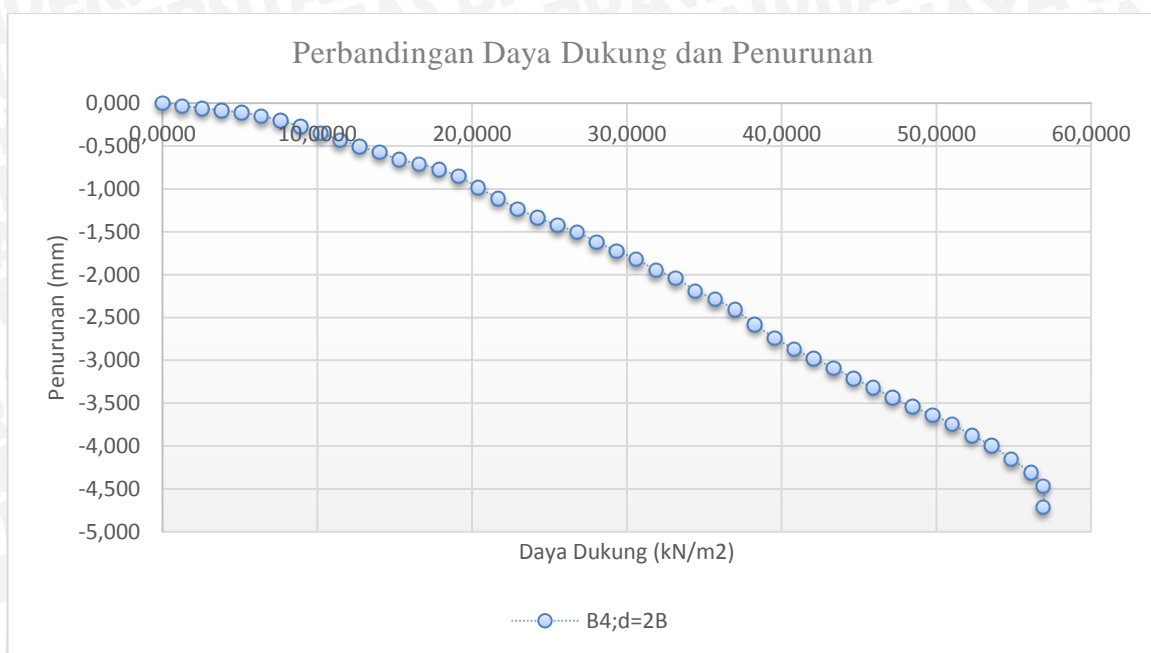
3. $\alpha = 46^\circ$, $B = 8 \text{ cm}$, $d/B = 1$

Beban (Kg)	LVDT			Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (Kg/cm2)	qu (kN/m2)
	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Rata-rata				
0	4927	4931	4929	0,000	0,0000	0,0000	0,0000
5	4927	4929	4928	0,005	0,0063	0,0064	0,6378
10	4926	4922	4924	0,025	0,0313	0,0128	1,2755
15	4918	4924	4921	0,040	0,0500	0,0191	1,9133
20	4917	4913	4915	0,070	0,0875	0,0255	2,5510
25	4909	4907	4908	0,105	0,1313	0,0319	3,1888
30	4903	4907	4905	0,120	0,1500	0,0383	3,8265
35	4900	4902	4901	0,140	0,1750	0,0446	4,4643
40	4898	4894	4896	0,165	0,2063	0,0510	5,1020
45	4888	4894	4891	0,190	0,2375	0,0574	5,7398
50	4887	4883	4885	0,220	0,2750	0,0638	6,3776
55	4880	4878	4879	0,250	0,3125	0,0702	7,0153
60	4871	4875	4873	0,280	0,3500	0,0765	7,6531
65	4868	4870	4869	0,300	0,3750	0,0829	8,2908
70	4867	4863	4865	0,320	0,4000	0,0893	8,9286
75	4857	4863	4860	0,345	0,4313	0,0957	9,5663
80	4857	4853	4855	0,370	0,4625	0,1020	10,2041
85	4849	4847	4848	0,405	0,5063	0,1084	10,8418
90	4841	4845	4843	0,430	0,5375	0,1148	11,4796
95	4837	4839	4838	0,455	0,5688	0,1212	12,1173
100	4836	4832	4834	0,475	0,5938	0,1276	12,7551
105	4826	4832	4829	0,500	0,6250	0,1339	13,3929
110	4825	4821	4823	0,530	0,6625	0,1403	14,0306
115	4818	4816	4817	0,560	0,7000	0,1467	14,6684
120	4809	4813	4811	0,590	0,7375	0,1531	15,3061
125	4805	4807	4806	0,615	0,7688	0,1594	15,9439
130	4801	4797	4799	0,650	0,8125	0,1658	16,5816
135	4788	4794	4791	0,690	0,8625	0,1722	17,2194
140	4786	4782	4784	0,725	0,9063	0,1786	17,8571
145	4779	4777	4778	0,755	0,9438	0,1849	18,4949
150	4768	4772	4770	0,795	0,9938	0,1913	19,1327
155	4762	4764	4763	0,830	1,0375	0,1977	19,7704
160	4753	4749	4751	0,890	1,1125	0,2041	20,4082
165	4742	4748	4745	0,920	1,1500	0,2105	21,0459
170	4736	4732	4734	0,975	1,2188	0,2168	21,6837
175	4725	4723	4724	1,025	1,2813	0,2232	22,3214
180	4710	4714	4712	1,085	1,3563	0,2296	22,9592
185	4706	4708	4707	1,110	1,3875	0,2360	23,5969
190	4697	4693	4695	1,170	1,4625	0,2423	24,2347
195	4681	4687	4684	1,225	1,5313	0,2487	24,8724
200	4676	4672	4674	1,275	1,5938	0,2551	25,5102
205	4661	4659	4660	1,345	1,6813	0,2615	26,1480
210	4646	4650	4648	1,405	1,7563	0,2679	26,7857
215	4629	4631	4630	1,495	1,8688	0,2742	27,4235
220	4622	4618	4620	1,545	1,9313	0,2806	28,0612
225	4605	4611	4608	1,605	2,0063	0,2870	28,6990
230	4594	4590	4592	1,685	2,1063	0,2934	29,3367
235	4579	4577	4578	1,755	2,1938	0,2997	29,9745
240	4559	4563	4561	1,840	2,3000	0,3061	30,6122
245	4548	4550	4549	1,900	2,3750	0,3125	31,2500
250	4535	4531	4533	1,980	2,4750	0,3189	31,8878
255	4514	4520	4517	2,060	2,5750	0,3253	32,5255
260	4499	4495	4497	2,160	2,7000	0,3316	33,1633
265	4470	4472	4471	2,290	2,8625	0,3380	33,8010
270	4460	4456	4458	2,355	2,9438	0,3444	34,4388
275	4439	4445	4442	2,435	3,0438	0,3508	35,0765
280	4427	4423	4425	2,520	3,1500	0,3571	35,7143
285	4404	4400	4402	2,635	3,2938	0,3635	36,3520
290	4384	4380	4382	2,735	3,4188	0,3699	36,9898
295	4341	4337	4339	2,950	3,6875	0,3763	37,6276
300	4255	4251	4253	3,380	4,2250	0,3827	38,2653
300	4175	4171	4173	3,780	4,7250	0,3827	38,2653
300	3983	3979	3981	4,740	5,9250	0,3827	38,2653



4. $\alpha = 46^\circ$, $B = 4 \text{ cm}$, $d/B = 2$

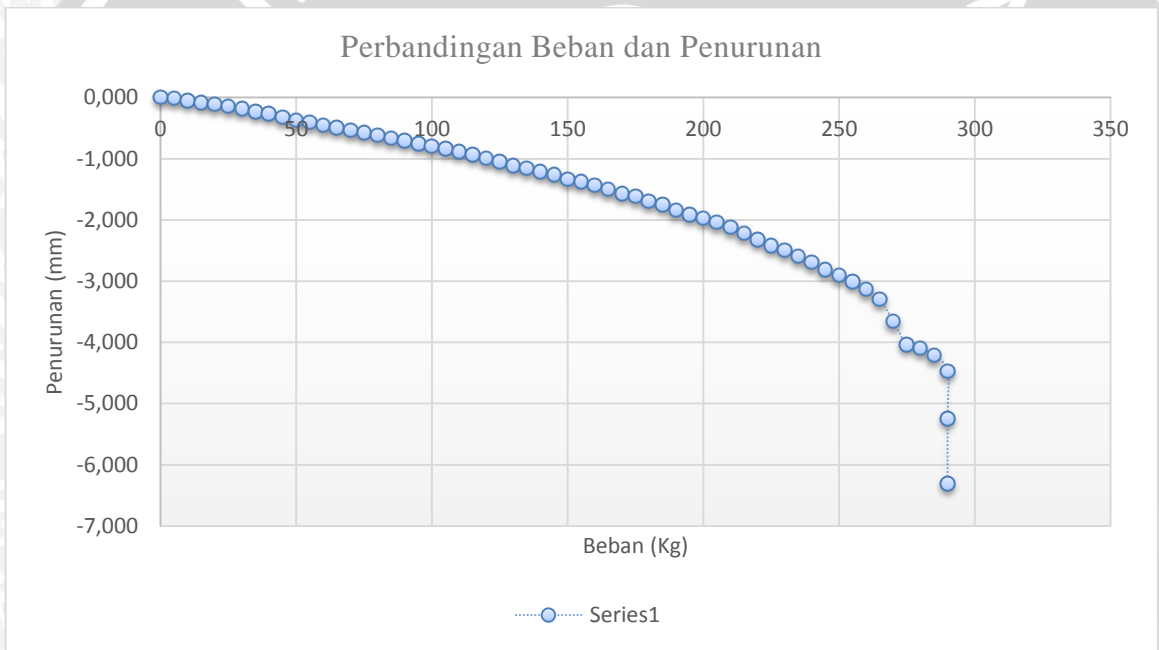
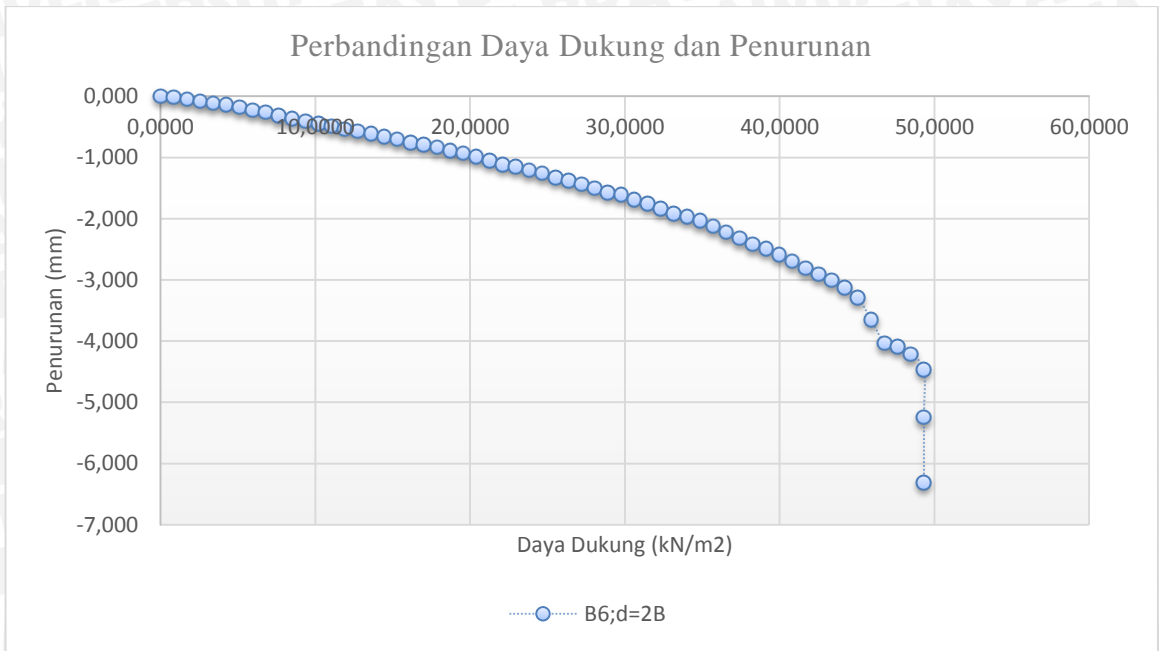
Beban (Kg)	LVDT			Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (Kg/cm2)	qu (kN/m2)
	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Rata-rata				
0	4854	4852	4853	0,000	0,0000	0,0000	0,0000
5	4848	4846	4847	0,030	0,0750	0,0128	1,2755
10	4843	4839	4841	0,060	0,1500	0,0255	2,5510
15	4838	4834	4836	0,085	0,2125	0,0383	3,8265
20	4832	4830	4831	0,110	0,2750	0,0510	5,1020
25	4824	4822	4823	0,150	0,3750	0,0638	6,3776
30	4813	4811	4812	0,205	0,5125	0,0765	7,6531
35	4799	4797	4798	0,275	0,6875	0,0893	8,9286
40	4785	4781	4783	0,350	0,8750	0,1020	10,2041
45	4769	4765	4767	0,430	1,0750	0,1148	11,4796
50	4753	4751	4752	0,505	1,2625	0,1276	12,7551
55	4739	4737	4738	0,575	1,4375	0,1403	14,0306
60	4722	4720	4721	0,660	1,6500	0,1531	15,3061
65	4712	4710	4711	0,710	1,7750	0,1658	16,5816
70	4700	4696	4698	0,775	1,9375	0,1786	17,8571
75	4684	4680	4682	0,855	2,1375	0,1913	19,1327
80	4656	4654	4655	0,990	2,4750	0,2041	20,4082
85	4632	4630	4631	1,110	2,7750	0,2168	21,6837
90	4607	4605	4606	1,235	3,0875	0,2296	22,9592
95	4587	4585	4586	1,335	3,3375	0,2423	24,2347
100	4570	4566	4568	1,425	3,5625	0,2551	25,5102
105	4554	4550	4552	1,505	3,7625	0,2679	26,7857
110	4530	4528	4529	1,620	4,0500	0,2806	28,0612
115	4509	4507	4508	1,725	4,3125	0,2934	29,3367
120	4490	4488	4489	1,820	4,5500	0,3061	30,6122
125	4464	4462	4463	1,950	4,8750	0,3189	31,8878
130	4446	4444	4445	2,040	5,1000	0,3316	33,1633
135	4416	4414	4415	2,190	5,4750	0,3444	34,4388
140	4396	4394	4395	2,290	5,7250	0,3571	35,7143
145	4373	4369	4371	2,410	6,0250	0,3699	36,9898
150	4337	4335	4336	2,585	6,4625	0,3827	38,2653
155	4306	4304	4305	2,740	6,8500	0,3954	39,5408
160	4280	4278	4279	2,870	7,1750	0,4082	40,8163
165	4258	4254	4256	2,985	7,4625	0,4209	42,0918
170	4236	4234	4235	3,090	7,7250	0,4337	43,3673
175	4211	4209	4210	3,215	8,0375	0,4464	44,6429
180	4192	4186	4189	3,320	8,3000	0,4592	45,9184
185	4166	4164	4165	3,440	8,6000	0,4719	47,1939
190	4145	4143	4144	3,545	8,8625	0,4847	48,4694
195	4128	4122	4125	3,640	9,1000	0,4974	49,7449
200	4105	4103	4104	3,745	9,3625	0,5102	51,0204
205	4078	4076	4077	3,880	9,7000	0,5230	52,2959
210	4056	4052	4054	3,995	9,9875	0,5357	53,5714
215	4023	4021	4022	4,155	10,3875	0,5485	54,8469
220	3993	3987	3990	4,315	10,7875	0,5612	56,1224
223	3960	3958	3959	4,470	11,1750	0,5689	56,8878
223	3911	3909	3910	4,715	11,7875	0,5689	56,8878



5. $\alpha = 46^\circ$, $B = 6 \text{ cm}$, $d/B = 2$

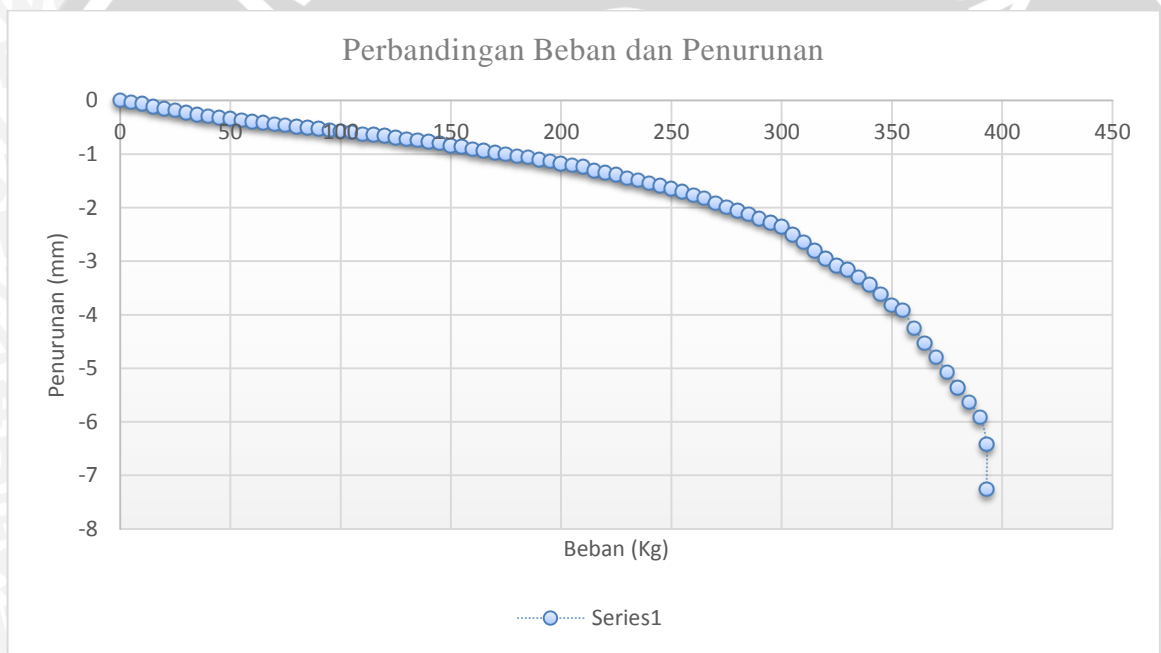
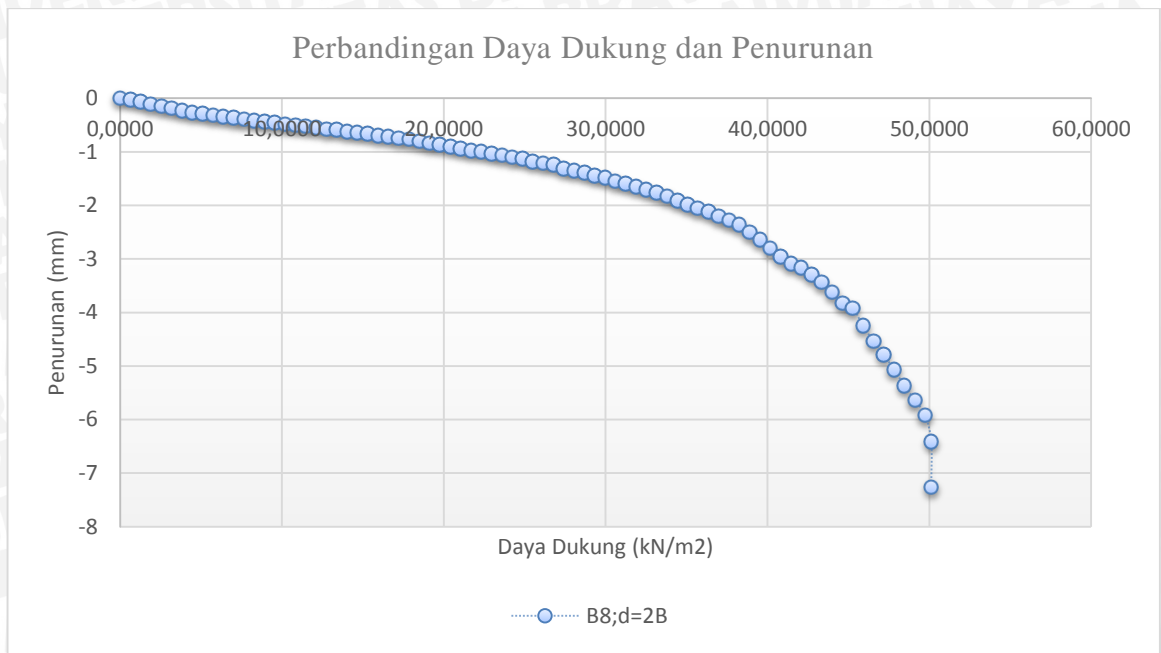
Beban (Kg)	LVDT			Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (Kg/cm2)	qu (kN/m2)
	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Rata-rata				
0	4687	4685	4686	0,000	0,0000	0,0000	0,0000
5	4684	4682	4683	0,015	0,0250	0,0085	0,8503
10	4678	4674	4676	0,050	0,0833	0,0170	1,7007
15	4672	4668	4670	0,080	0,1333	0,0255	2,5510
20	4664	4662	4663	0,115	0,1917	0,0340	3,4014
25	4659	4657	4658	0,140	0,2333	0,0425	4,2517
30	4651	4649	4650	0,180	0,3000	0,0510	5,1020
35	4642	4640	4641	0,225	0,3750	0,0595	5,9524
40	4635	4631	4633	0,265	0,4417	0,0680	6,8027
45	4624	4620	4622	0,320	0,5333	0,0765	7,6531
50	4613	4611	4612	0,370	0,6167	0,0850	8,5034
55	4606	4604	4605	0,405	0,6750	0,0935	9,3537
60	4597	4595	4596	0,450	0,7500	0,1020	10,2041
65	4589	4587	4588	0,490	0,8167	0,1105	11,0544
70	4581	4577	4579	0,535	0,8917	0,1190	11,9048
75	4573	4569	4571	0,575	0,9583	0,1276	12,7551
80	4564	4562	4563	0,615	1,0250	0,1361	13,6054
85	4555	4553	4554	0,660	1,1000	0,1446	14,4558
90	4546	4544	4545	0,705	1,1750	0,1531	15,3061
95	4536	4534	4535	0,755	1,2583	0,1616	16,1565
100	4529	4525	4527	0,795	1,3250	0,1701	17,0068
105	4521	4517	4519	0,835	1,3917	0,1786	17,8571
110	4510	4508	4509	0,885	1,4750	0,1871	18,7075
115	4500	4498	4499	0,935	1,5583	0,1956	19,5578
120	4489	4487	4488	0,990	1,6500	0,2041	20,4082
125	4477	4475	4476	1,050	1,7500	0,2126	21,2585
130	4465	4461	4463	1,115	1,8583	0,2211	22,1088
135	4457	4453	4455	1,155	1,9250	0,2296	22,9592
140	4445	4443	4444	1,210	2,0167	0,2381	23,8095
145	4435	4433	4434	1,260	2,1000	0,2466	24,6599
150	4421	4419	4420	1,330	2,2167	0,2551	25,5102
155	4411	4409	4410	1,380	2,3000	0,2636	26,3605
160	4401	4397	4399	1,435	2,3917	0,2721	27,2109
165	4388	4384	4386	1,500	2,5000	0,2806	28,0612
170	4373	4371	4372	1,570	2,6167	0,2891	28,9116
175	4365	4363	4364	1,610	2,6833	0,2976	29,7619
180	4349	4347	4348	1,690	2,8167	0,3061	30,6122
185	4336	4334	4335	1,755	2,9250	0,3146	31,4626
190	4320	4316	4318	1,840	3,0667	0,3231	32,3129
195	4305	4301	4303	1,915	3,1917	0,3316	33,1633
200	4293	4291	4292	1,970	3,2833	0,3401	34,0136
205	4280	4278	4279	2,035	3,3917	0,3486	34,8639
210	4263	4261	4262	2,120	3,5333	0,3571	35,7143
215	4243	4241	4242	2,220	3,7000	0,3656	36,5646
220	4224	4220	4222	2,320	3,8667	0,3741	37,4150
225	4204	4200	4202	2,420	4,0333	0,3827	38,2653
230	4189	4187	4188	2,490	4,1500	0,3912	39,1156
235	4169	4167	4168	2,590	4,3167	0,3997	39,9660
240	4149	4147	4148	2,690	4,4833	0,4082	40,8163
245	4125	4123	4124	2,810	4,6833	0,4167	41,6667
250	4107	4103	4105	2,905	4,8417	0,4252	42,5170
255	4087	4083	4085	3,005	5,0083	0,4337	43,3673
260	4061	4059	4060	3,130	5,2167	0,4422	44,2177
265	4028	4026	4027	3,295	5,4917	0,4507	45,0680
270	3956	3954	3955	3,655	6,0917	0,4592	45,9184
275	3880	3878	3879	4,035	6,7250	0,4677	46,7687
280	3869	3865	3867	4,095	6,8250	0,4762	47,6190
285	3845	3841	3843	4,215	7,0250	0,4847	48,4694
290	3793	3791	3792	4,470	7,4500	0,4932	49,3197
290	3638	3636	3637	5,245	8,7417	0,4932	49,3197
290	3425	3423	3424	6,310	10,5167	0,4932	49,3197





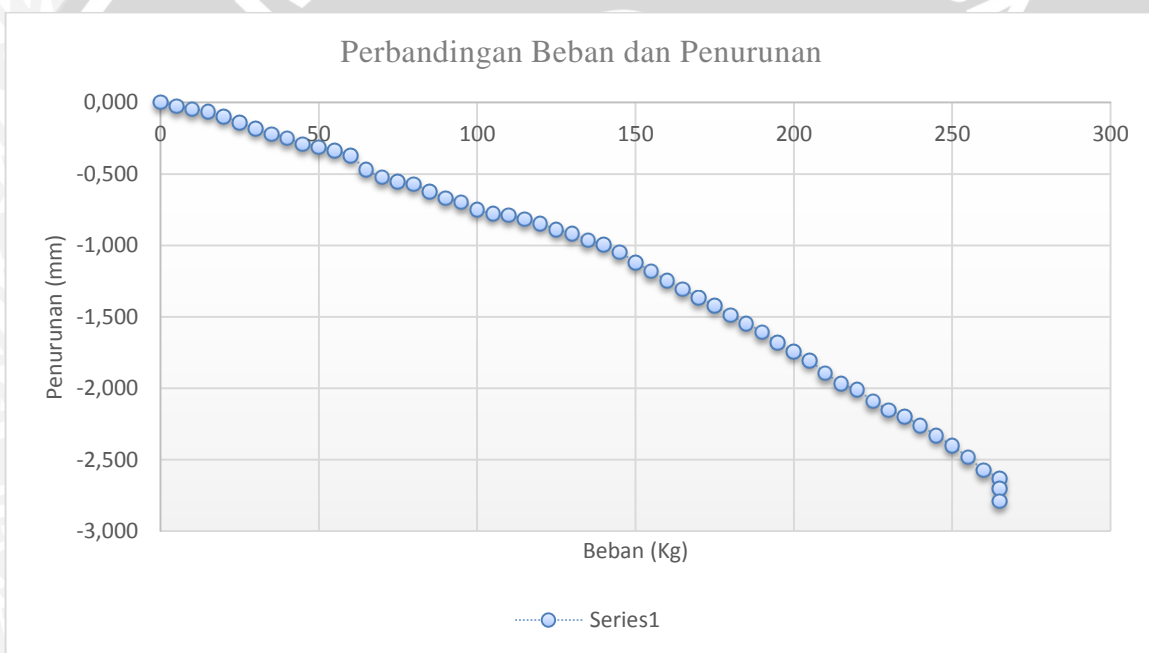
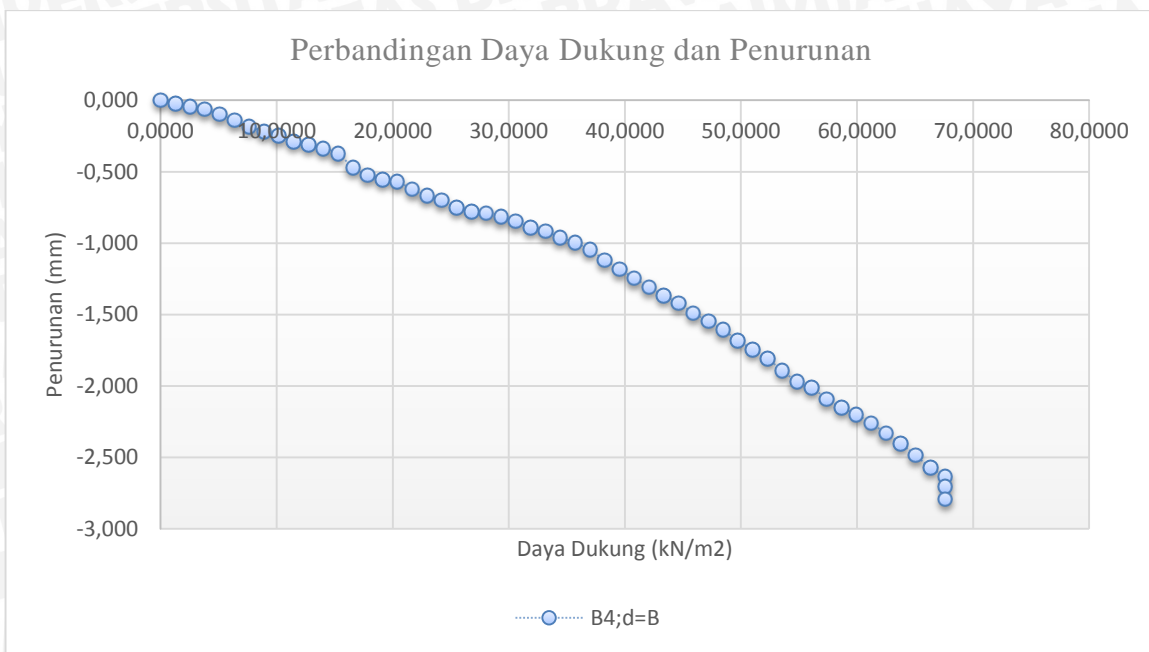
6. $\alpha = 46^\circ$, $B = 8 \text{ cm}$, $d/B = 2$

Beban (Kg)	LVDT			Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (Kg/cm ²)	qu (kN/m ²)
	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Rata-rata				
0	4837	4833	4835	0	0,000	0,0000	0,0000
5	4832	4828	4830	0,025	0,031	0,0064	0,6378
10	4825	4819	4822	0,065	0,081	0,0128	1,2755
15	4815	4811	4813	0,110	0,138	0,0191	1,9133
20	4806	4802	4804	0,155	0,194	0,0255	2,5510
25	4800	4796	4798	0,185	0,231	0,0319	3,1888
30	4792	4786	4789	0,230	0,288	0,0383	3,8265
35	4784	4780	4782	0,265	0,331	0,0446	4,4643
40	4779	4775	4777	0,290	0,363	0,0510	5,1020
45	4773	4769	4771	0,320	0,400	0,0574	5,7398
50	4769	4763	4766	0,345	0,431	0,0638	6,3776
55	4763	4759	4761	0,370	0,463	0,0702	7,0153
60	4759	4755	4757	0,390	0,488	0,0765	7,6531
65	4754	4750	4752	0,415	0,519	0,0829	8,2908
70	4750	4744	4747	0,440	0,550	0,0893	8,9286
75	4745	4741	4743	0,460	0,575	0,0957	9,5663
80	4740	4736	4738	0,485	0,606	0,1020	10,2041
85	4736	4732	4734	0,505	0,631	0,1084	10,8418
90	4733	4727	4730	0,525	0,656	0,1148	11,4796
95	4727	4723	4725	0,550	0,688	0,1212	12,1173
100	4722	4718	4720	0,575	0,719	0,1276	12,7551
105	4719	4715	4717	0,590	0,738	0,1339	13,3929
110	4713	4707	4710	0,625	0,781	0,1403	14,0306
115	4708	4704	4706	0,645	0,806	0,1467	14,6684
120	4705	4701	4703	0,660	0,825	0,1531	15,3061
125	4698	4694	4696	0,695	0,869	0,1594	15,9439
130	4693	4688	4690,5	0,723	0,903	0,1658	16,5816
135	4688	4684	4686	0,745	0,931	0,1722	17,2194
140	4683	4679	4681	0,770	0,963	0,1786	17,8571
145	4678	4673	4675,5	0,798	0,997	0,1849	18,4949
150	4670	4665	4667,5	0,838	1,047	0,1913	19,1327
155	4664	4660	4662	0,865	1,081	0,1977	19,7704
160	4656	4652	4654	0,905	1,131	0,2041	20,4082
165	4649	4644	4646,5	0,943	1,178	0,2105	21,0459
170	4642	4637	4639,5	0,978	1,222	0,2168	21,6837
175	4637	4633	4635	1,000	1,250	0,2232	22,3214
180	4629	4625	4627	1,040	1,300	0,2296	22,9592
185	4625	4620	4622,5	1,063	1,328	0,2360	23,5969
190	4617	4612	4614,5	1,103	1,378	0,2423	24,2347
195	4610	4606	4608	1,135	1,419	0,2487	24,8724
200	4601	4597	4599	1,180	1,475	0,2551	25,5102
205	4595	4591	4593	1,210	1,513	0,2615	26,1480
210	4590	4585	4587,5	1,238	1,547	0,2679	26,7857
215	4574	4570	4572	1,315	1,644	0,2742	27,4235
220	4568	4563	4565,5	1,348	1,684	0,2806	28,0612
225	4559	4555	4557	1,390	1,738	0,2870	28,6990
230	4548	4543	4545,5	1,448	1,809	0,2934	29,3367
235	4540	4536	4538	1,485	1,856	0,2997	29,9745
240	4529	4524	4526,5	1,543	1,928	0,3061	30,6122
245	4518	4514	4516	1,595	1,994	0,3125	31,2500
250	4508	4503	4505,5	1,648	2,059	0,3189	31,8878
255	4496	4492	4494	1,705	2,131	0,3253	32,5255
260	4484	4479	4481,5	1,768	2,209	0,3316	33,1633
265	4472	4468	4470	1,825	2,281	0,3380	33,8010
270	4454	4449	4451,5	1,918	2,397	0,3444	34,4388
275	4440	4436	4438	1,985	2,481	0,3508	35,0765
280	4426	4422	4424	2,055	2,569	0,3571	35,7143
285	4413	4409	4411	2,120	2,650	0,3635	36,3520
290	4397	4392	4394,5	2,203	2,753	0,3699	36,9898
295	4381	4376	4378,5	2,283	2,853	0,3763	37,6276
300	4365	4361	4363	2,360	2,950	0,3827	38,2653
305	4337	4333	4335	2,500	3,125	0,3890	38,9031
310	4309	4304	4306,5	2,643	3,303	0,3954	39,5408
315	4277	4272	4274,5	2,803	3,503	0,4018	40,1786
320	4246	4242	4244	2,955	3,694	0,4082	40,8163
325	4220	4216	4218	3,085	3,856	0,4145	41,4541
330	4206	4201	4203,5	3,158	3,947	0,4209	42,0918
335	4178	4173	4175,5	3,298	4,122	0,4273	42,7296
340	4150	4146	4148	3,435	4,294	0,4337	43,3673
345	4113	4109	4111	3,620	4,525	0,4401	44,0051
350	4073	4068	4070,5	3,823	4,778	0,4464	44,6429
355	4053	4049	4051	3,920	4,900	0,4528	45,2806
360	3987	3983	3985	4,250	5,313	0,4592	45,9184
365	3930	3926	3928	4,535	5,669	0,4656	46,5561
370	3880	3874	3877	4,790	5,988	0,4719	47,1939
375	3823	3819	3821	5,070	6,338	0,4783	47,8316
380	3764	3760	3762	5,365	6,706	0,4847	48,4694
385	3710	3706	3708	5,635	7,044	0,4911	49,1071
390	3654	3650	3652	5,915	7,394	0,4974	49,7449
393	3553	3549	3551	6,420	8,025	0,5013	50,1276
393	3385	3381	3383	7,260	9,075	0,5013	50,1276



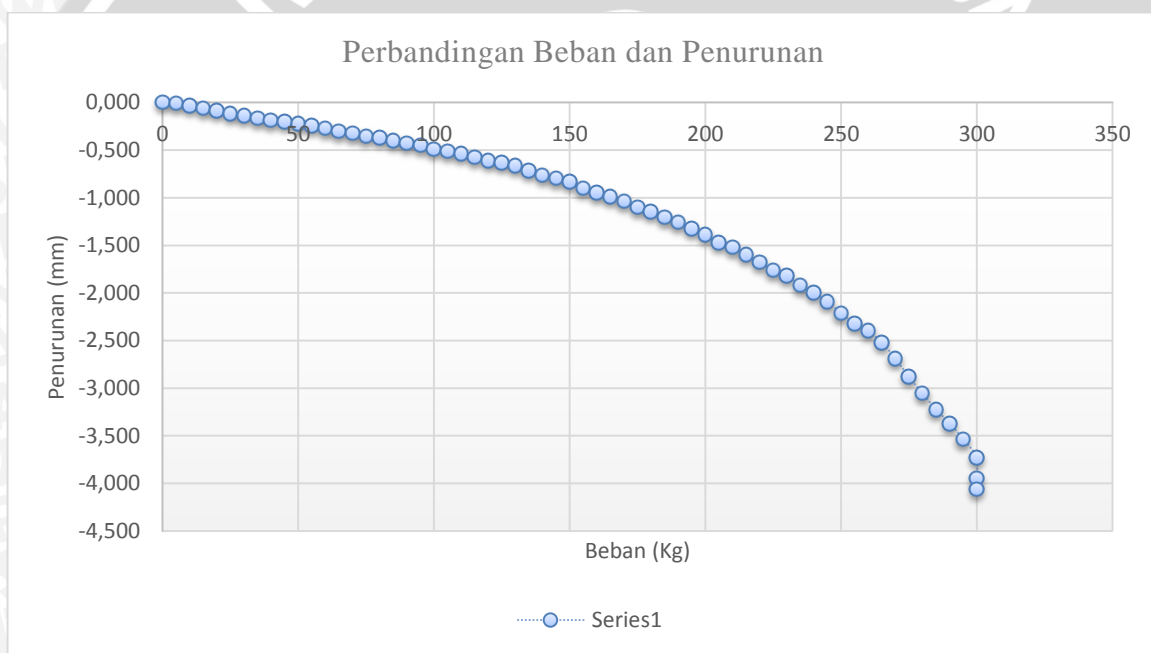
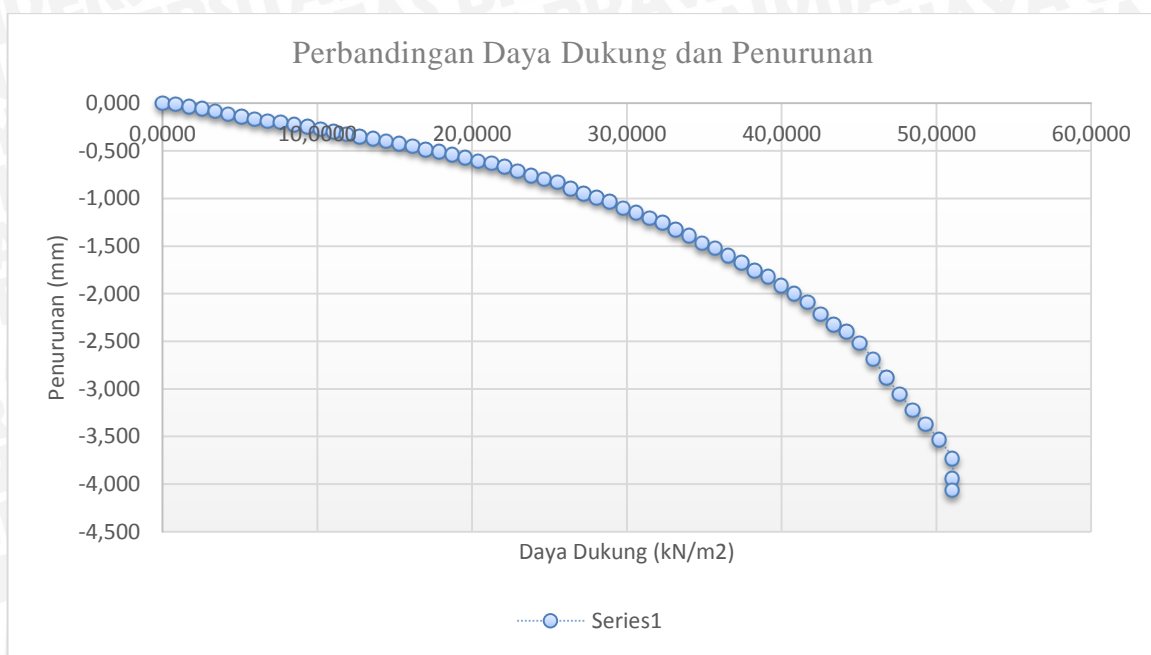
7. $\alpha = 46^\circ$, $B = 4 \text{ cm}$, $d/B = 3$

Beban (Kg)	LVDT			Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (Kg/cm ²)	qu (kN/m ²)
	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Rata-rata				
0	4982	4986	4984	0,000	0,0000	0,0000	0,0000
5	4980	4978	4979	0,025	0,0625	0,0128	1,2755
10	4972	4978	4975	0,045	0,1125	0,0255	2,5510
15	4970	4972	4971	0,065	0,1625	0,0383	3,8265
20	4965	4964	4964,5	0,098	0,2438	0,0510	5,1020
25	4957	4955	4956	0,140	0,3500	0,0638	6,3776
30	4945	4949	4947	0,185	0,4625	0,0765	7,6531
35	4938	4942	4940	0,220	0,5500	0,0893	8,9286
40	4932	4936	4934	0,250	0,6250	0,1020	10,2041
45	4924	4928	4926	0,290	0,7250	0,1148	11,4796
50	4918	4925	4921,5	0,313	0,7813	0,1276	12,7551
55	4918	4915	4916,5	0,338	0,8438	0,1403	14,0306
60	4909	4910	4909,5	0,373	0,9313	0,1531	15,3061
65	4888	4891	4889,5	0,473	1,1813	0,1658	16,5816
70	4879	4880	4879,5	0,523	1,3063	0,1786	17,8571
75	4874	4872	4873	0,555	1,3875	0,1913	19,1327
80	4869	4871	4870	0,570	1,4250	0,2041	20,4082
85	4858	4860	4859	0,625	1,5625	0,2168	21,6837
90	4849	4851	4850	0,670	1,6750	0,2296	22,9592
95	4844	4845	4844,5	0,698	1,7438	0,2423	24,2347
100	4835	4832	4833,5	0,753	1,8813	0,2551	25,5102
105	4829	4827	4828	0,780	1,9500	0,2679	26,7857
110	4823	4829	4826	0,790	1,9750	0,2806	28,0612
115	4818	4823	4820,5	0,818	2,0438	0,2934	29,3367
120	4813	4816	4814,5	0,848	2,1188	0,3061	30,6122
125	4809	4803	4806	0,890	2,2250	0,3189	31,8878
130	4798	4803	4800,5	0,918	2,2938	0,3316	33,1633
135	4790	4793	4791,5	0,963	2,4063	0,3444	34,4388
140	4781	4788	4784,5	0,998	2,4938	0,3571	35,7143
145	4777	4772	4774,5	1,048	2,6188	0,3699	36,9898
150	4761	4759	4760	1,120	2,8000	0,3827	38,2653
155	4744	4751	4747,5	1,183	2,9563	0,3954	39,5408
160	4732	4737	4734,5	1,248	3,1188	0,4082	40,8163
165	4724	4721	4722,5	1,308	3,2688	0,4209	42,0918
170	4713	4708	4710,5	1,368	3,4188	0,4337	43,3673
175	4702	4697	4699,5	1,423	3,5563	0,4464	44,6429
180	4683	4689	4686	1,490	3,7250	0,4592	45,9184
185	4672	4677	4674,5	1,548	3,8688	0,4719	47,1939
190	4666	4659	4662,5	1,608	4,0188	0,4847	48,4694
195	4648	4647	4647,5	1,683	4,2063	0,4974	49,7449
200	4637	4633	4635	1,745	4,3625	0,5102	51,0204
205	4620	4625	4622,5	1,808	4,5188	0,5230	52,2959
210	4605	4605	4605	1,895	4,7375	0,5357	53,5714
215	4588	4592	4590	1,970	4,9250	0,5485	54,8469
220	4582	4581	4581,5	2,013	5,0313	0,5612	56,1224
225	4567	4564	4565,5	2,093	5,2313	0,5740	57,3980
230	4554	4553	4553,5	2,153	5,3813	0,5867	58,6735
235	4542	4546	4544	2,200	5,5000	0,5995	59,9490
240	4533	4530	4531,5	2,263	5,6563	0,6122	61,2245
245	4520	4515	4517,5	2,333	5,8313	0,6250	62,5000
250	4504	4502	4503	2,405	6,0125	0,6378	63,7755
255	4484	4490	4487	2,485	6,2125	0,6505	65,0510
260	4471	4467	4469	2,575	6,4375	0,6633	66,3265
265	4458	4456	4457	2,635	6,5875	0,6760	67,6020
265	4442	4444	4443	2,705	6,7625	0,6760	67,6020
265	4429	4422	4425,5	2,793	6,9813	0,6760	67,6020



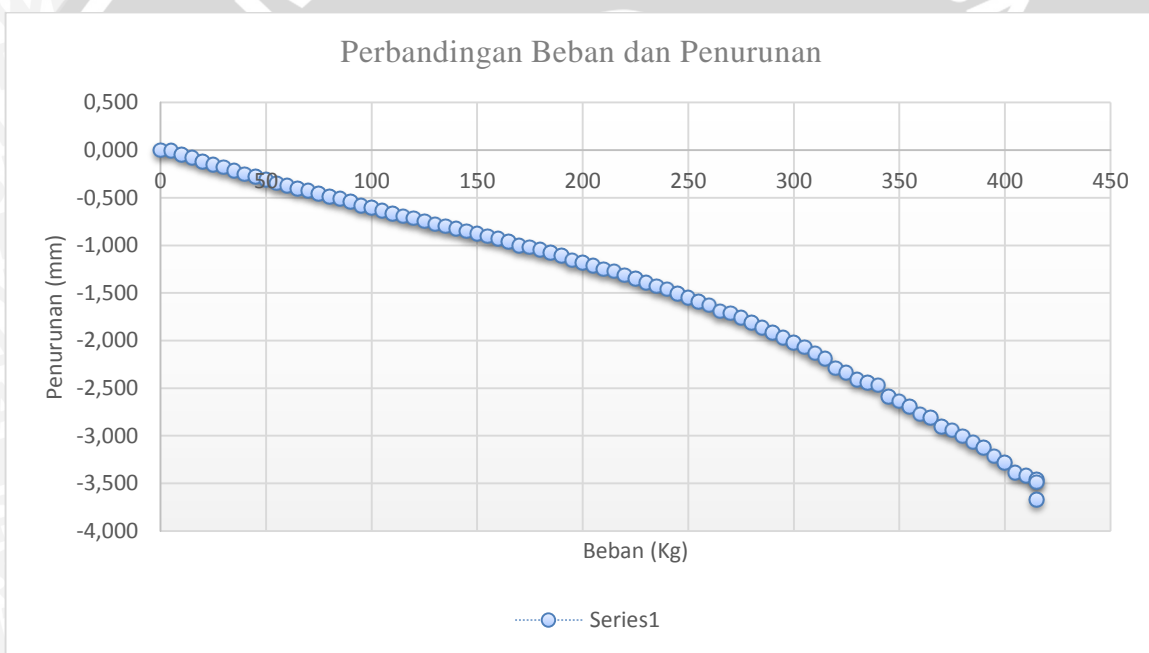
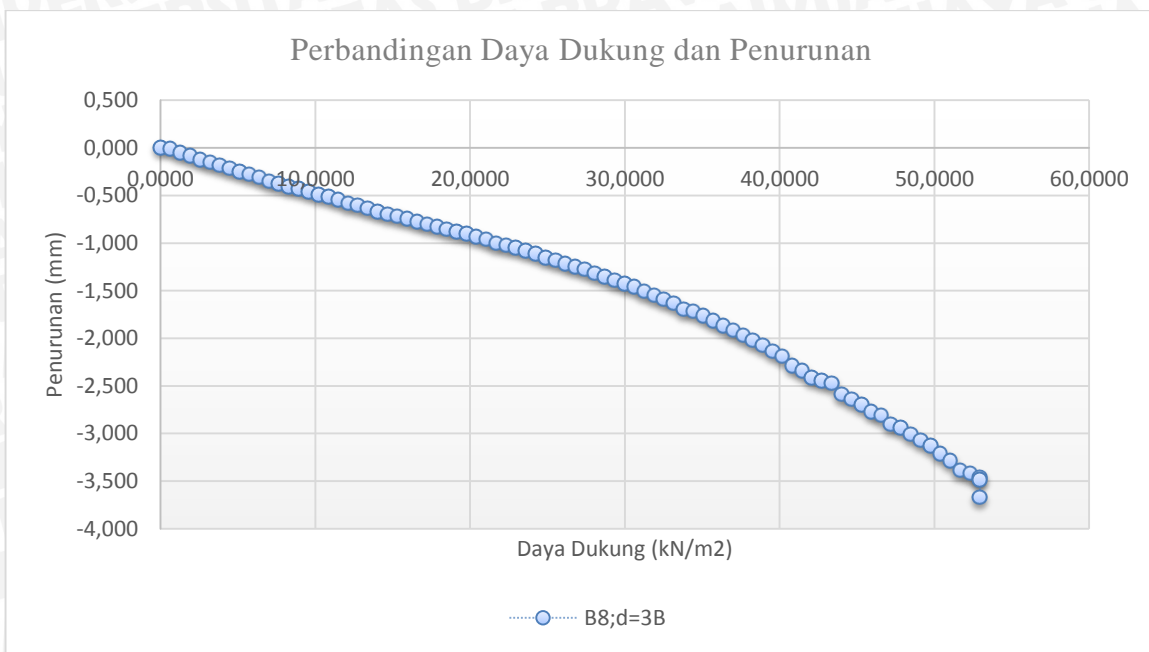
8. $\alpha = 46^\circ$, $B = 6 \text{ cm}$, $d/B = 3$

Beban (Kg)	LVDT			Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (Kg/cm2)	qu (kN/m2)
	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Rata-rata				
0	4914	4918	4916	0,000	0,0000	0,0000	0,0000
5	4915	4913	4914	0,010	0,0167	0,0085	0,8503
10	4906	4912	4909	0,035	0,0583	0,0170	1,7007
15	4902	4906	4904	0,060	0,1000	0,0255	2,5510
20	4898	4900	4899	0,085	0,1417	0,0340	3,4014
25	4890	4896	4893	0,115	0,1917	0,0425	4,2517
30	4886	4890	4888	0,140	0,2333	0,0510	5,1020
35	4884	4882	4883	0,165	0,2750	0,0595	5,9524
40	4876	4882	4879	0,185	0,3083	0,0680	6,8027
45	4874	4878	4876	0,200	0,3333	0,0765	7,6531
50	4870	4872	4871	0,225	0,3750	0,0850	8,5034
55	4864	4870	4867	0,245	0,4083	0,0935	9,3537
60	4860	4864	4862	0,270	0,4500	0,1020	10,2041
65	4857	4855	4856	0,300	0,5000	0,1105	11,0544
70	4848	4854	4851	0,325	0,5417	0,1190	11,9048
75	4844	4848	4846	0,350	0,5833	0,1276	12,7551
80	4841	4843	4842	0,370	0,6167	0,1361	13,6054
85	4833	4839	4836	0,400	0,6667	0,1446	14,4558
90	4829	4833	4831	0,425	0,7083	0,1531	15,3061
95	4827	4825	4826	0,450	0,7500	0,1616	16,1565
100	4815	4821	4818	0,490	0,8167	0,1701	17,0068
105	4812	4816	4814	0,510	0,8500	0,1786	17,8571
110	4807	4809	4808	0,540	0,9000	0,1871	18,7075
115	4798	4804	4801	0,575	0,9583	0,1956	19,5578
120	4792	4796	4794	0,610	1,0167	0,2041	20,4082
125	4791	4789	4790	0,630	1,0500	0,2126	21,2585
130	4780	4786	4783	0,665	1,1083	0,2211	22,1088
135	4771	4775	4773	0,715	1,1917	0,2296	22,9592
140	4763	4765	4764	0,760	1,2667	0,2381	23,8095
145	4754	4760	4757	0,795	1,3250	0,2466	24,6599
150	4748	4752	4750	0,830	1,3833	0,2551	25,5102
155	4737	4735	4736	0,900	1,5000	0,2636	26,3605
160	4723	4729	4726	0,950	1,5833	0,2721	27,2109
165	4716	4720	4718	0,990	1,6500	0,2806	28,0612
170	4708	4710	4709	1,035	1,7250	0,2891	28,9116
175	4693	4699	4696	1,100	1,8333	0,2976	29,7619
180	4684	4688	4686	1,150	1,9167	0,3061	30,6122
185	4676	4674	4675	1,205	2,0083	0,3146	31,4626
190	4662	4668	4665	1,255	2,0917	0,3231	32,3129
195	4649	4653	4651	1,325	2,2083	0,3316	33,1633
200	4637	4639	4638	1,390	2,3167	0,3401	34,0136
205	4619	4625	4622	1,470	2,4500	0,3486	34,8639
210	4610	4614	4612	1,520	2,5333	0,3571	35,7143
215	4597	4595	4596	1,600	2,6667	0,3656	36,5646
220	4578	4584	4581	1,675	2,7917	0,3741	37,4150
225	4562	4566	4564	1,760	2,9333	0,3827	38,2653
230	4551	4553	4552	1,820	3,0333	0,3912	39,1156
235	4529	4535	4532	1,920	3,2000	0,3997	39,9660
240	4514	4518	4516	2,000	3,3333	0,4082	40,8163
245	4499	4497	4498	2,090	3,4833	0,4167	41,6667
250	4470	4476	4473	2,215	3,6917	0,4252	42,5170
255	4449	4453	4451	2,325	3,8750	0,4337	43,3673
260	4435	4437	4436	2,400	4,0000	0,4422	44,2177
265	4409	4415	4412	2,520	4,2000	0,4507	45,0680
270	4376	4380	4378	2,690	4,4833	0,4592	45,9184
275	4341	4339	4340	2,880	4,8000	0,4677	46,7687
280	4303	4307	4305	3,055	5,0917	0,4762	47,6190
285	4269	4273	4271	3,225	5,3750	0,4847	48,4694
290	4241	4243	4242	3,370	5,6167	0,4932	49,3197
295	4207	4211	4209	3,535	5,8917	0,5017	50,1701
300	4171	4169	4170	3,730	6,2167	0,5102	51,0204
300	4124	4130	4127	3,945	6,5750	0,5102	51,0204
300	4101	4105	4103	4,065	6,7750	0,5102	51,0204



9. $\alpha = 46^\circ$, $B = 8 \text{ cm}$, $d/B = 3$

Beban (Kg)	LVDT			Penurunan (mm)	s/B (%)	qu	
	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Rata-rata			(Kg/cm ²)	(kN/m ²)
0	4968	4972	4970	0,000	0,0000	0,0000	0,0000
5	4970	4968	4969	0,005	0,0063	0,0064	0,6378
10	4957	4963	4960	0,050	0,0625	0,0128	1,2755
15	4952	4956	4954	0,080	0,1000	0,0191	1,9133
20	4944	4946	4945	0,125	0,1563	0,0255	2,5510
25	4937	4943	4940	0,150	0,1875	0,0319	3,1888
30	4932	4936	4934	0,180	0,2250	0,0383	3,8265
35	4928	4926	4927	0,215	0,2688	0,0446	4,4643
40	4917	4923	4920	0,250	0,3125	0,0510	5,1020
45	4912	4916	4914	0,280	0,3500	0,0574	5,7398
50	4907	4909	4908	0,310	0,3875	0,0638	6,3776
55	4897	4903	4900	0,350	0,4375	0,0702	7,0153
60	4893	4897	4895	0,375	0,4688	0,0765	7,6531
65	4890	4888	4889	0,405	0,5063	0,0829	8,2908
70	4882	4888	4885	0,425	0,5313	0,0893	8,9286
75	4876	4880	4878	0,460	0,5750	0,0957	9,5663
80	4871	4873	4872	0,490	0,6125	0,1020	10,2041
85	4865	4871	4868	0,510	0,6375	0,1084	10,8418
90	4859	4863	4861	0,545	0,6813	0,1148	11,4796
95	4855	4853	4854	0,580	0,7250	0,1212	12,1173
100	4846	4852	4849	0,605	0,7563	0,1276	12,7551
105	4841	4845	4843	0,635	0,7938	0,1339	13,3929
110	4835	4837	4836	0,670	0,8375	0,1403	14,0306
115	4828	4834	4831	0,695	0,8688	0,1467	14,6684
120	4825	4829	4827	0,715	0,8938	0,1531	15,3061
125	4822	4820	4821	0,745	0,9313	0,1594	15,9439
130	4812	4818	4815	0,775	0,9688	0,1658	16,5816
135	4808	4812	4810	0,800	1,0000	0,1722	17,2194
140	4804	4806	4805	0,825	1,0313	0,1786	17,8571
145	4796	4802	4799	0,855	1,0688	0,1849	18,4949
150	4792	4796	4794	0,880	1,1000	0,1913	19,1327
155	4790	4788	4789	0,905	1,1313	0,1977	19,7704
160	4781	4787	4784	0,930	1,1625	0,2041	20,4082
165	4776	4780	4778	0,960	1,2000	0,2105	21,0459
170	4769	4771	4770	1,000	1,2500	0,2168	21,6837
175	4763	4769	4766	1,020	1,2750	0,2232	22,3214
180	4758	4762	4760	1,050	1,3125	0,2296	22,9592
185	4755	4753	4754	1,080	1,3500	0,2360	23,5969
190	4745	4751	4748	1,110	1,3875	0,2423	24,2347
195	4737	4741	4739	1,155	1,4438	0,2487	24,8724
200	4733	4735	4734	1,180	1,4750	0,2551	25,5102
205	4724	4730	4727	1,215	1,5188	0,2615	26,1480
210	4718	4722	4720	1,250	1,5625	0,2679	26,7857
215	4716	4714	4715	1,275	1,5938	0,2742	27,4235
220	4704	4710	4707	1,315	1,6438	0,2806	28,0612
225	4698	4702	4700	1,350	1,6875	0,2870	28,6990
230	4691	4693	4692	1,390	1,7375	0,2934	29,3367
235	4681	4687	4684	1,430	1,7875	0,2997	29,9745
240	4676	4680	4678	1,460	1,8250	0,3061	30,6122
245	4670	4668	4669	1,505	1,8813	0,3125	31,2500
250	4657	4663	4660	1,550	1,9375	0,3189	31,8878
255	4650	4654	4652	1,590	1,9875	0,3253	32,5255
260	4643	4645	4644	1,630	2,0375	0,3316	33,1633
265	4628	4634	4631	1,695	2,1188	0,3380	33,8010
270	4625	4629	4627	1,715	2,1438	0,3444	34,4388
275	4619	4617	4618	1,760	2,2000	0,3508	35,0765
280	4604	4610	4607	1,815	2,2688	0,3571	35,7143
285	4595	4599	4597	1,865	2,3313	0,3635	36,3520
290	4586	4588	4587	1,915	2,3938	0,3699	36,9898
295	4574	4578	4576	1,970	2,4625	0,3763	37,6276
300	4567	4565	4566	2,020	2,5250	0,3827	38,2653
305	4553	4559	4556	2,070	2,5875	0,3890	38,9031
310	4541	4545	4543	2,135	2,6688	0,3954	39,5408
315	4531	4533	4532	2,190	2,7375	0,4018	40,1786
320	4510	4514	4512	2,290	2,8625	0,4082	40,8163
325	4503	4501	4502	2,340	2,9250	0,4145	41,4541
330	4484	4490	4487	2,415	3,0188	0,4209	42,0918
335	4479	4483	4481	2,445	3,0563	0,4273	42,7296
340	4475	4477	4476	2,470	3,0875	0,4337	43,3673
345	4450	4454	4452	2,590	3,2375	0,4401	44,0051
350	4443	4441	4442	2,640	3,3000	0,4464	44,6429
355	4428	4434	4431	2,695	3,3688	0,4528	45,2806
360	4413	4417	4415	2,775	3,4688	0,4592	45,9184
365	4407	4409	4408	2,810	3,5125	0,4656	46,5561
370	4387	4391	4389	2,905	3,6313	0,4719	47,1939
375	4383	4381	4382	2,940	3,6750	0,4783	47,8316
380	4366	4372	4369	3,005	3,7563	0,4847	48,4694
385	4354	4358	4356	3,070	3,8375	0,4911	49,1071
390	4344	4346	4345	3,125	3,9063	0,4974	49,7449
395	4325	4329	4327	3,215	4,0188	0,5038	50,3827
400	4314	4312	4313	3,285	4,1063	0,5102	51,0204
405	4290	4296	4293	3,385	4,2313	0,5166	51,6582
410	4284	4288	4286	3,420	4,2750	0,5230	52,2959
415	4277	4279	4278	3,460	4,3250	0,5293	52,9337
415	4271	4275	4273	3,485	4,3563	0,5293	52,9337
415	4237	4235	4236	3,670	4,5875	0,5293	52,9337



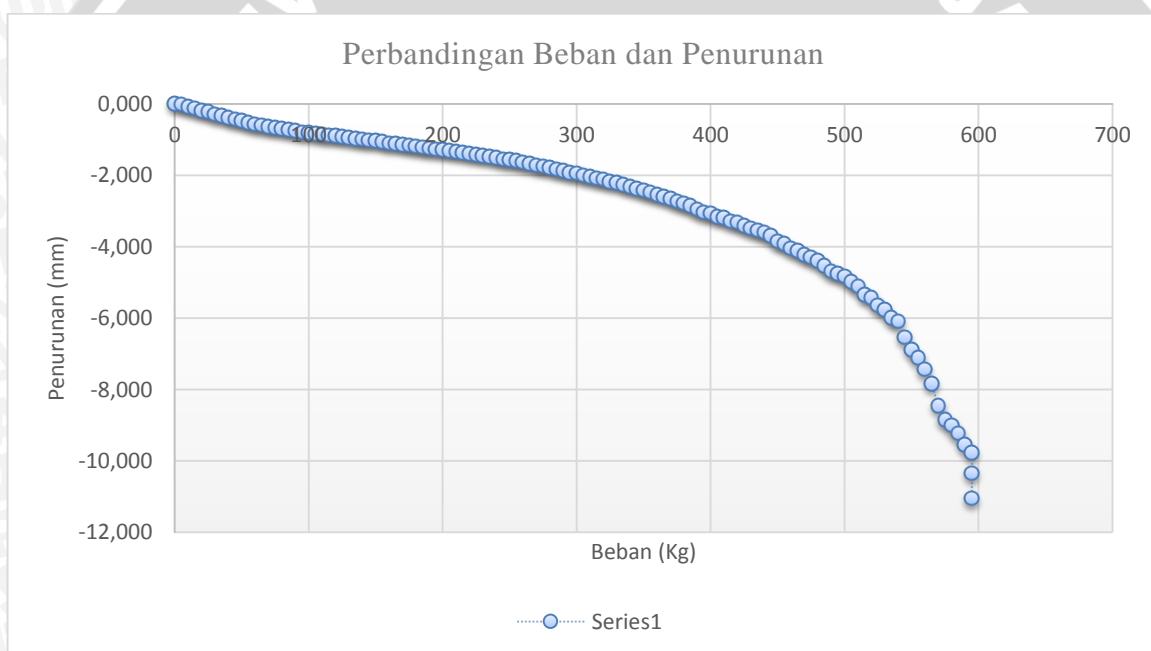
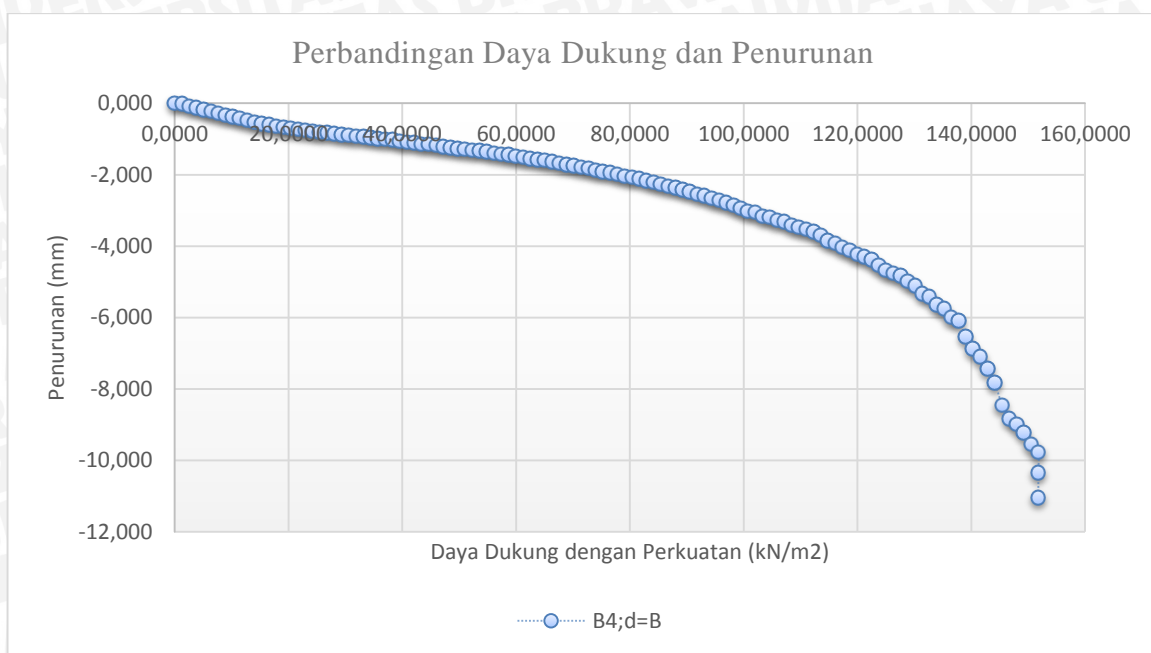
Lereng dengan perkuatan

1. $\alpha = 46^\circ$, $B = 4$ cm, $d/B = 1$, $n=3$

Beban (Kg)	LVDT			Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (Kg/cm2)	qu (kN/m2)
	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Rata- rata				
0	4764	4766	4765	0,000	0,0000	0,0000	0,0000
5	4765	4761	4763	0,010	0,0250	0,0128	1,2755
10	4752	4746	4749	0,080	0,2000	0,0255	2,5510
15	4742	4738	4740	0,125	0,3125	0,0383	3,8265
20	4725	4731	4728	0,185	0,4625	0,0510	5,1020
25	4719	4721	4720	0,225	0,5625	0,0638	6,3776
30	4707	4709	4708	0,285	0,7125	0,0765	7,6531
35	4700	4696	4698	0,335	0,8375	0,0893	8,9286
40	4691	4685	4688	0,385	0,9625	0,1020	10,2041
45	4683	4679	4681	0,420	1,0500	0,1148	11,4796
50	4667	4673	4670	0,475	1,1875	0,1276	12,7551
55	4659	4661	4660	0,525	1,3125	0,1403	14,0306
60	4650	4652	4651	0,570	1,4250	0,1531	15,3061
65	4646	4642	4644	0,605	1,5125	0,1658	16,5816
70	4640	4634	4637	0,640	1,6000	0,1786	17,8571
75	4633	4629	4631	0,670	1,6750	0,1913	19,1327
80	4622	4628	4625	0,700	1,7500	0,2041	20,4082
85	4618	4620	4619	0,730	1,8250	0,2168	21,6837
90	4614	4616	4615	0,750	1,8750	0,2296	22,9592
95	4610	4606	4608	0,785	1,9625	0,2423	24,2347
100	4606	4600	4603	0,810	2,0250	0,2551	25,5102
105	4601	4597	4599	0,830	2,0750	0,2679	26,7857
110	4592	4598	4595	0,850	2,1250	0,2806	28,0612
115	4589	4591	4590	0,875	2,1875	0,2934	29,3367
120	4585	4587	4586	0,895	2,2375	0,3061	30,6122
125	4584	4580	4582	0,915	2,2875	0,3189	31,8878
130	4580	4574	4577	0,940	2,3500	0,3316	33,1633
135	4574	4570	4572	0,965	2,4125	0,3444	34,4388
140	4564	4570	4567	0,990	2,4750	0,3571	35,7143
145	4562	4564	4563	1,010	2,5250	0,3699	36,9898
150	4558	4560	4559	1,030	2,5750	0,3827	38,2653
155	4555	4551	4553	1,060	2,6500	0,3954	39,5408
160	4550	4544	4547	1,090	2,7250	0,4082	40,8163
165	4545	4541	4543	1,110	2,7750	0,4209	42,0918
170	4534	4540	4537	1,140	2,8500	0,4337	43,3673
175	4533	4535	4534	1,155	2,8875	0,4464	44,6429
180	4528	4530	4529	1,180	2,9500	0,4592	45,9184
185	4524	4520	4522	1,215	3,0375	0,4719	47,1939
190	4520	4514	4517	1,240	3,1000	0,4847	48,4694

195	4514	4510	4512	1,265	3,1625	0,4974	49,7449
200	4505	4511	4508	1,285	3,2125	0,5102	51,0204
205	4502	4504	4503	1,310	3,2750	0,5230	52,2959
210	4497	4499	4498	1,335	3,3375	0,5357	53,5714
215	4495	4491	4493	1,360	3,4000	0,5485	54,8469
220	4489	4483	4486	1,395	3,4875	0,5612	56,1224
225	4483	4479	4481	1,420	3,5500	0,5740	57,3980
230	4472	4478	4475	1,450	3,6250	0,5867	58,6735
235	4468	4470	4469	1,480	3,7000	0,5995	59,9490
240	4462	4464	4463	1,510	3,7750	0,6122	61,2245
245	4458	4454	4456	1,545	3,8625	0,6250	62,5000
250	4454	4448	4451	1,570	3,9250	0,6378	63,7755
255	4447	4443	4445	1,600	4,0000	0,6505	65,0510
260	4435	4441	4438	1,635	4,0875	0,6633	66,3265
265	4429	4431	4430	1,675	4,1875	0,6760	67,6020
270	4421	4423	4422	1,715	4,2875	0,6888	68,8776
275	4418	4414	4416	1,745	4,3625	0,7015	70,1531
280	4411	4405	4408	1,785	4,4625	0,7143	71,4286
285	4402	4398	4400	1,825	4,5625	0,7270	72,7041
290	4387	4393	4390	1,875	4,6875	0,7398	73,9796
295	4381	4383	4382	1,915	4,7875	0,7526	75,2551
300	4375	4377	4376	1,945	4,8625	0,7653	76,5306
305	4369	4365	4367	1,990	4,9750	0,7781	77,8061
310	4360	4354	4357	2,040	5,1000	0,7908	79,0816
315	4351	4347	4349	2,080	5,2000	0,8036	80,3571
320	4340	4346	4343	2,110	5,2750	0,8163	81,6327
325	4329	4331	4330	2,175	5,4375	0,8291	82,9082
330	4322	4324	4323	2,210	5,5250	0,8418	84,1837
335	4314	4310	4312	2,265	5,6625	0,8546	85,4592
340	4305	4299	4302	2,315	5,7875	0,8673	86,7347
345	4294	4290	4292	2,365	5,9125	0,8801	88,0102
350	4278	4284	4281	2,420	6,0500	0,8929	89,2857
355	4269	4271	4270	2,475	6,1875	0,9056	90,5612
360	4256	4258	4257	2,540	6,3500	0,9184	91,8367
365	4249	4245	4247	2,590	6,4750	0,9311	93,1122
370	4237	4231	4234	2,655	6,6375	0,9439	94,3878
375	4222	4218	4220	2,725	6,8125	0,9566	95,6633
380	4206	4212	4209	2,780	6,9500	0,9694	96,9388
385	4193	4195	4194	2,855	7,1375	0,9821	98,2143
390	4174	4176	4175	2,950	7,3750	0,9949	99,4898
395	4161	4157	4159	3,030	7,5750	1,0077	100,7653
400	4157	4151	4154	3,055	7,6375	1,0204	102,0408
405	4134	4130	4132	3,165	7,9125	1,0332	103,3163
410	4124	4130	4127	3,190	7,9750	1,0459	104,5918
415	4108	4110	4109	3,280	8,2000	1,0587	105,8673

420	4101	4103	4102	3,315	8,2875	1,0714	107,1429
425	4085	4081	4083	3,410	8,5250	1,0842	108,4184
430	4073	4067	4070	3,475	8,6875	1,0969	109,6939
435	4061	4057	4059	3,530	8,8250	1,1097	110,9694
440	4042	4048	4045	3,600	9,0000	1,1224	112,2449
445	4025	4027	4026	3,695	9,2375	1,1352	113,5204
450	3994	3996	3995	3,850	9,6250	1,1480	114,7959
455	3984	3980	3982	3,915	9,7875	1,1607	116,0714
460	3961	3955	3958	4,035	10,0875	1,1735	117,3469
465	3944	3940	3942	4,115	10,2875	1,1862	118,6224
470	3917	3923	3920	4,225	10,5625	1,1990	119,8980
475	3905	3907	3906	4,295	10,7375	1,2117	121,1735
480	3887	3889	3888	4,385	10,9625	1,2245	122,4490
485	3859	3855	3857	4,540	11,3500	1,2372	123,7245
490	3832	3826	3829	4,680	11,7000	1,2500	125,0000
495	3816	3812	3814	4,755	11,8875	1,2628	126,2755
500	3797	3803	3800	4,825	12,0625	1,2755	127,5510
505	3767	3769	3768	4,985	12,4625	1,2883	128,8265
510	3742	3744	3743	5,110	12,7750	1,3010	130,1020
515	3699	3695	3697	5,340	13,3500	1,3138	131,3776
520	3683	3677	3680	5,425	13,5625	1,3265	132,6531
525	3639	3635	3637	5,640	14,1000	1,3393	133,9286
530	3609	3615	3612	5,765	14,4125	1,3520	135,2041
535	3566	3568	3567	5,990	14,9750	1,3648	136,4796
540	3546	3548	3547	6,090	15,2250	1,3776	137,7551
545	3461	3457	3459	6,530	16,3250	1,3903	139,0306
550	3391	3387	3389	6,880	17,2000	1,4031	140,3061
555	3341	3347	3344	7,105	17,7625	1,4158	141,5816
560	3278	3280	3279	7,430	18,5750	1,4286	142,8571
565	3197	3199	3198	7,835	19,5875	1,4413	144,1327
570	3077	3073	3075	8,450	21,1250	1,4541	145,4082
575	2999	2995	2997	8,840	22,1000	1,4668	146,6837
580	2964	2970	2967	8,990	22,4750	1,4796	147,9592
585	2918	2920	2919	9,230	23,0750	1,4923	149,2347
590	2855	2857	2856	9,545	23,8625	1,5051	150,5102
595	2813	2809	2811	9,770	24,4250	1,5179	151,7857
595	2699	2695	2697	10,340	25,8500	1,5179	151,7857
595	2553	2559	2556	11,045	27,6125	1,5179	151,7857



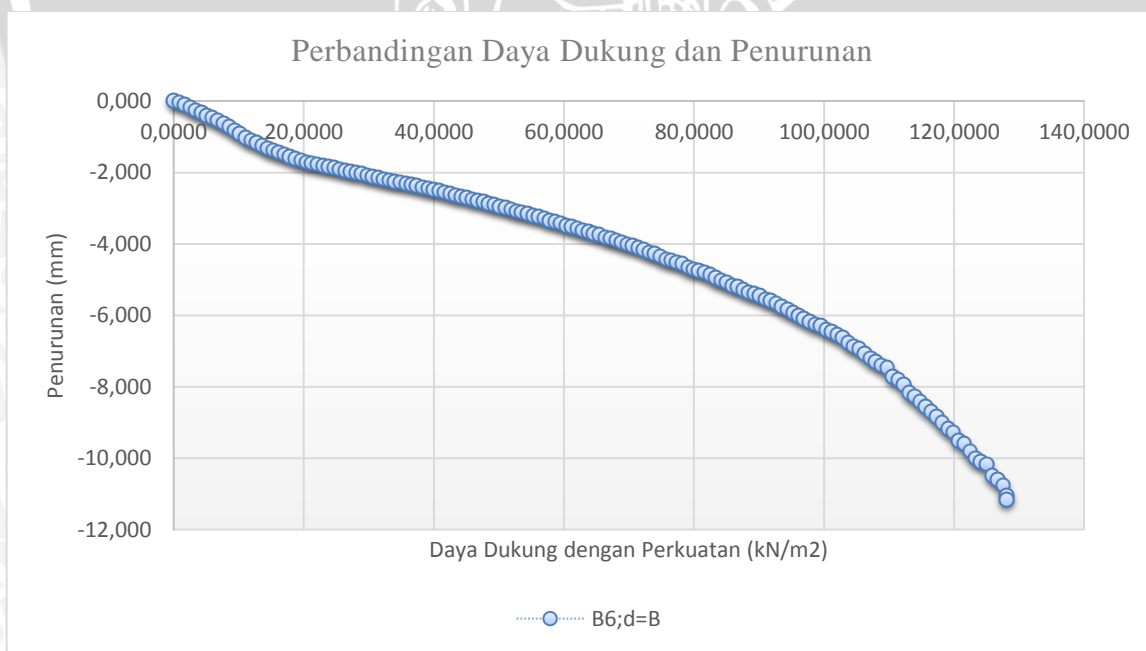
2. $\alpha = 46^\circ$, $B = 6 \text{ cm}$, $d/B = 1$, $n=3$

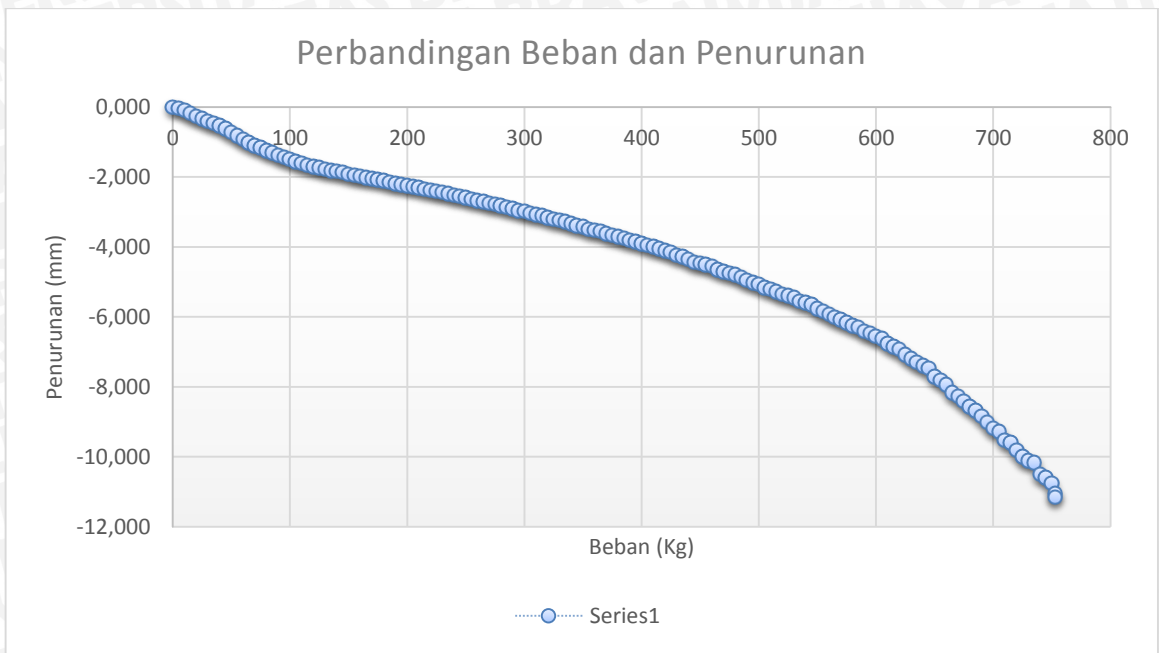
Beban (Kg)	LVDT			Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (Kg/cm ²)	qu (kN/m ²)
	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Rata- rata				
0	4899	4901	4900	0,000	0,0000	0,0000	0,0000
5	4896	4892	4894	0,030	0,0500	0,0085	0,8503
10	4884	4878	4881	0,095	0,1583	0,0170	1,7007
15	4867	4863	4865	0,175	0,2917	0,0255	2,5510
20	4846	4852	4849	0,255	0,4250	0,0340	3,4014
25	4833	4835	4834	0,330	0,5500	0,0425	4,2517
30	4818	4820	4819	0,405	0,6750	0,0510	5,1020
35	4809	4805	4807	0,465	0,7750	0,0595	5,9524
40	4796	4790	4793	0,535	0,8917	0,0680	6,8027
45	4777	4773	4775	0,625	1,0417	0,0765	7,6531
50	4752	4758	4755	0,725	1,2083	0,0850	8,5034
55	4736	4738	4737	0,815	1,3583	0,0935	9,3537
60	4716	4718	4717	0,915	1,5250	0,1020	10,2041
65	4697	4693	4695	1,025	1,7083	0,1105	11,0544
70	4683	4677	4680	1,100	1,8333	0,1190	11,9048
75	4669	4665	4667	1,165	1,9417	0,1276	12,7551
80	4647	4653	4650	1,250	2,0833	0,1361	13,6054
85	4637	4639	4638	1,310	2,1833	0,1446	14,4558
90	4624	4626	4625	1,375	2,2917	0,1531	15,3061
95	4616	4612	4614	1,430	2,3833	0,1616	16,1565
100	4604	4598	4601	1,495	2,4917	0,1701	17,0068
105	4591	4587	4589	1,555	2,5917	0,1786	17,8571
110	4575	4581	4578	1,610	2,6833	0,1871	18,7075
115	4568	4570	4569	1,655	2,7583	0,1956	19,5578
120	4558	4560	4559	1,705	2,8417	0,2041	20,4082
125	4555	4551	4553	1,735	2,8917	0,2126	21,2585
130	4548	4542	4545	1,775	2,9583	0,2211	22,1088
135	4539	4535	4537	1,815	3,0250	0,2296	22,9592
140	4529	4535	4532	1,840	3,0667	0,2381	23,8095
145	4525	4527	4526	1,870	3,1167	0,2466	24,6599
150	4517	4519	4518	1,910	3,1833	0,2551	25,5102
155	4511	4507	4509	1,955	3,2583	0,2636	26,3605
160	4507	4501	4504	1,980	3,3000	0,2721	27,2109
165	4499	4495	4497	2,015	3,3583	0,2806	28,0612
170	4489	4495	4492	2,040	3,4000	0,2891	28,9116
175	4484	4486	4485	2,075	3,4583	0,2976	29,7619
180	4477	4479	4478	2,110	3,5167	0,3061	30,6122
185	4472	4468	4470	2,150	3,5833	0,3146	31,4626
190	4465	4459	4462	2,190	3,6500	0,3231	32,3129
195	4458	4454	4456	2,220	3,7000	0,3316	33,1633

200	4446	4452	4449	2,255	3,7583	0,3401	34,0136
205	4445	4447	4446	2,270	3,7833	0,3486	34,8639
210	4437	4439	4438	2,310	3,8500	0,3571	35,7143
215	4434	4430	4432	2,340	3,9000	0,3656	36,5646
220	4429	4423	4426	2,370	3,9500	0,3741	37,4150
225	4421	4417	4419	2,405	4,0083	0,3827	38,2653
230	4409	4415	4412	2,440	4,0667	0,3912	39,1156
235	4403	4405	4404	2,480	4,1333	0,3997	39,9660
240	4396	4398	4397	2,515	4,1917	0,4082	40,8163
245	4391	4387	4389	2,555	4,2583	0,4167	41,6667
250	4384	4378	4381	2,595	4,3250	0,4252	42,5170
255	4374	4370	4372	2,640	4,4000	0,4337	43,3673
260	4361	4367	4364	2,680	4,4667	0,4422	44,2177
265	4356	4358	4357	2,715	4,5250	0,4507	45,0680
270	4350	4352	4351	2,745	4,5750	0,4592	45,9184
275	4345	4341	4343	2,785	4,6417	0,4677	46,7687
280	4339	4333	4336	2,820	4,7000	0,4762	47,6190
285	4328	4324	4326	2,870	4,7833	0,4847	48,4694
290	4315	4321	4318	2,910	4,8500	0,4932	49,3197
295	4308	4310	4309	2,955	4,9250	0,5017	50,1701
300	4302	4304	4303	2,985	4,9750	0,5102	51,0204
305	4296	4292	4294	3,030	5,0500	0,5187	51,8707
310	4287	4281	4284	3,080	5,1333	0,5272	52,7211
315	4279	4275	4277	3,115	5,1917	0,5357	53,5714
320	4266	4272	4269	3,155	5,2583	0,5442	54,4218
325	4258	4260	4259	3,205	5,3417	0,5527	55,2721
330	4251	4253	4252	3,240	5,4000	0,5612	56,1224
335	4246	4242	4244	3,280	5,4667	0,5697	56,9728
340	4234	4228	4231	3,345	5,5750	0,5782	57,8231
345	4225	4221	4223	3,385	5,6417	0,5867	58,6735
350	4212	4218	4215	3,425	5,7083	0,5952	59,5238
355	4200	4202	4201	3,495	5,8250	0,6037	60,3741
360	4195	4197	4196	3,520	5,8667	0,6122	61,2245
365	4191	4187	4189	3,555	5,9250	0,6207	62,0748
370	4180	4174	4177	3,615	6,0250	0,6293	62,9252
375	4170	4166	4168	3,660	6,1000	0,6378	63,7755
380	4155	4161	4158	3,710	6,1833	0,6463	64,6259
385	4150	4152	4151	3,745	6,2417	0,6548	65,4762
390	4137	4139	4138	3,810	6,3500	0,6633	66,3265
395	4133	4129	4131	3,845	6,4083	0,6718	67,1769
400	4123	4117	4120	3,900	6,5000	0,6803	68,0272
405	4112	4108	4110	3,950	6,5833	0,6888	68,8776
410	4096	4102	4099	4,005	6,6750	0,6973	69,7279
415	4087	4089	4088	4,060	6,7667	0,7058	70,5782
420	4077	4079	4078	4,110	6,8500	0,7143	71,4286

425	4070	4066	4068	4,160	6,9333	0,7228	72,2789
430	4056	4050	4053	4,235	7,0583	0,7313	73,1293
435	4046	4042	4044	4,280	7,1333	0,7398	73,9796
440	4028	4034	4031	4,345	7,2417	0,7483	74,8299
445	4013	4015	4014	4,430	7,3833	0,7568	75,6803
450	4007	4009	4008	4,460	7,4333	0,7653	76,5306
455	3999	3995	3997	4,515	7,5250	0,7738	77,3810
460	3993	3987	3990	4,550	7,5833	0,7823	78,2313
465	3971	3967	3969	4,655	7,7583	0,7908	79,0816
470	3954	3960	3957	4,715	7,8583	0,7993	79,9320
475	3949	3951	3950	4,750	7,9167	0,8078	80,7823
480	3940	3942	3941	4,795	7,9917	0,8163	81,6327
485	3929	3925	3927	4,865	8,1083	0,8248	82,4830
490	3912	3906	3909	4,955	8,2583	0,8333	83,3333
495	3898	3894	3896	5,020	8,3667	0,8418	84,1837
500	3883	3889	3886	5,070	8,4500	0,8503	85,0340
505	3865	3867	3866	5,170	8,6167	0,8588	85,8844
510	3857	3859	3858	5,210	8,6833	0,8673	86,7347
515	3847	3843	3845	5,275	8,7917	0,8759	87,5850
520	3831	3825	3828	5,360	8,9333	0,8844	88,4354
525	3822	3818	3820	5,400	9,0000	0,8929	89,2857
530	3807	3813	3810	5,450	9,0833	0,9014	90,1361
535	3789	3791	3790	5,550	9,2500	0,9099	90,9864
540	3781	3783	3782	5,590	9,3167	0,9184	91,8367
545	3767	3769	3768	5,660	9,4333	0,9269	92,6871
550	3746	3748	3747	5,765	9,6083	0,9354	93,5374
555	3732	3734	3733	5,835	9,7250	0,9439	94,3878
560	3714	3716	3715	5,925	9,8750	0,9524	95,2381
565	3696	3698	3697	6,015	10,0250	0,9609	96,0884
570	3681	3683	3682	6,090	10,1500	0,9694	96,9388
575	3665	3667	3666	6,170	10,2833	0,9779	97,7891
580	3648	3650	3649	6,255	10,4250	0,9864	98,6395
585	3640	3642	3641	6,295	10,4917	0,9949	99,4898
590	3617	3619	3618	6,410	10,6833	1,0034	100,3401
595	3606	3608	3607	6,465	10,7750	1,0119	101,1905
600	3588	3590	3589	6,555	10,9250	1,0204	102,0408
605	3575	3577	3576	6,620	11,0333	1,0289	102,8912
610	3545	3547	3546	6,770	11,2833	1,0374	103,7415
615	3527	3529	3528	6,860	11,4333	1,0459	104,5918
620	3512	3514	3513	6,935	11,5583	1,0544	105,4422
625	3484	3486	3485	7,075	11,7917	1,0629	106,2925
630	3459	3461	3460	7,200	12,0000	1,0714	107,1429
635	3439	3441	3440	7,300	12,1667	1,0799	107,9932
640	3420	3422	3421	7,395	12,3250	1,0884	108,8435
645	3405	3407	3406	7,470	12,4500	1,0969	109,6939

650	3356	3358	3357	7,715	12,8583	1,1054	110,5442
655	3337	3339	3338	7,810	13,0167	1,1139	111,3946
660	3310	3312	3311	7,945	13,2417	1,1224	112,2449
665	3266	3268	3267	8,165	13,6083	1,1310	113,0952
670	3245	3247	3246	8,270	13,7833	1,1395	113,9456
675	3216	3218	3217	8,415	14,0250	1,1480	114,7959
680	3186	3188	3187	8,565	14,2750	1,1565	115,6463
685	3161	3163	3162	8,690	14,4833	1,1650	116,4966
690	3130	3132	3131	8,845	14,7417	1,1735	117,3469
695	3097	3099	3098	9,010	15,0167	1,1820	118,1973
700	3063	3065	3064	9,180	15,3000	1,1905	119,0476
705	3043	3045	3044	9,280	15,4667	1,1990	119,8980
710	2995	2997	2996	9,520	15,8667	1,2075	120,7483
715	2979	2981	2980	9,600	16,0000	1,2160	121,5986
720	2937	2939	2938	9,810	16,3500	1,2245	122,4490
725	2898	2900	2899	10,005	16,6750	1,2330	123,2993
730	2878	2880	2879	10,105	16,8417	1,2415	124,1497
735	2865	2867	2866	10,170	16,9500	1,2500	125,0000
740	2799	2801	2800	10,500	17,5000	1,2585	125,8503
745	2778	2780	2779	10,605	17,6750	1,2670	126,7007
750	2748	2750	2749	10,755	17,9250	1,2755	127,5510
753	2689	2691	2690	11,050	18,4167	1,2806	128,0612
753	2667	2669	2668	11,160	18,6000	1,2806	128,0612





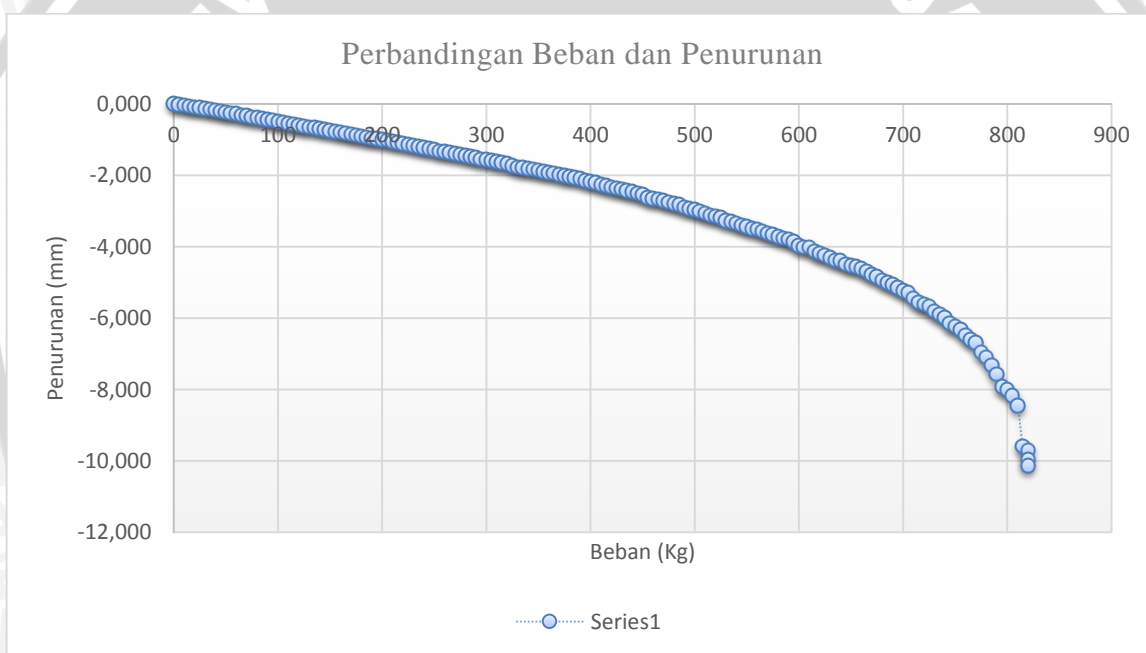
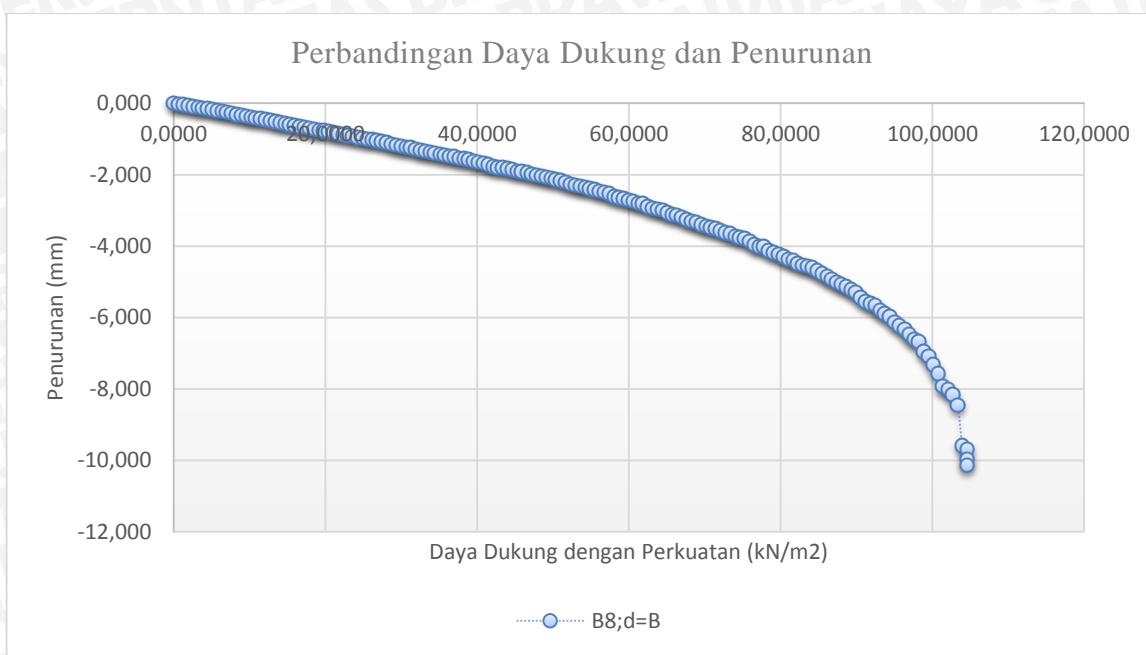
3. $\alpha = 46^\circ$, $B = 8 \text{ cm}$, $d/B = 1$, $n=3$

Beban (Kg)	LVDT			Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (Kg/cm ²)	qu (kN/m ²)
	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Rata- rata				
0	4876	4878	4877	0,000	0,0000	0,0000	0,0000
5	4874	4870	4872	0,025	0,0313	0,0064	0,6378
10	4872	4866	4869	0,040	0,0500	0,0128	1,2755
15	4866	4862	4864	0,065	0,0813	0,0191	1,9133
20	4856	4862	4859	0,090	0,1125	0,0255	2,5510
25	4854	4856	4855	0,110	0,1375	0,0319	3,1888
30	4849	4851	4850	0,135	0,1688	0,0383	3,8265
35	4848	4844	4846	0,155	0,1938	0,0446	4,4643
40	4844	4838	4841	0,180	0,2250	0,0510	5,1020
45	4837	4833	4835	0,210	0,2625	0,0574	5,7398
50	4828	4834	4831	0,230	0,2875	0,0638	6,3776
55	4824	4826	4825	0,260	0,3250	0,0702	7,0153
60	4820	4822	4821	0,280	0,3500	0,0765	7,6531
65	4816	4812	4814	0,315	0,3938	0,0829	8,2908
70	4813	4807	4810	0,335	0,4188	0,0893	8,9286
75	4806	4802	4804	0,365	0,4563	0,0957	9,5663
80	4796	4802	4799	0,390	0,4875	0,1020	10,2041
85	4793	4795	4794	0,415	0,5188	0,1084	10,8418
90	4789	4791	4790	0,435	0,5438	0,1148	11,4796
95	4787	4783	4785	0,460	0,5750	0,1212	12,1173
100	4782	4776	4779	0,490	0,6125	0,1276	12,7551
105	4776	4772	4774	0,515	0,6438	0,1339	13,3929
110	4764	4770	4767	0,550	0,6875	0,1403	14,0306
115	4762	4764	4763	0,570	0,7125	0,1467	14,6684
120	4756	4758	4757	0,600	0,7500	0,1531	15,3061
125	4754	4750	4752	0,625	0,7813	0,1594	15,9439
130	4750	4744	4747	0,650	0,8125	0,1658	16,5816
135	4745	4741	4743	0,670	0,8375	0,1722	17,2194
140	4735	4741	4738	0,695	0,8688	0,1786	17,8571
145	4732	4734	4733	0,720	0,9000	0,1849	18,4949
150	4727	4729	4728	0,745	0,9313	0,1913	19,1327
155	4725	4721	4723	0,770	0,9625	0,1977	19,7704
160	4720	4714	4717	0,800	1,0000	0,2041	20,4082
165	4715	4711	4713	0,820	1,0250	0,2105	21,0459
170	4704	4710	4707	0,850	1,0625	0,2168	21,6837
175	4701	4703	4702	0,875	1,0938	0,2232	22,3214
180	4695	4697	4696	0,905	1,1313	0,2296	22,9592
185	4693	4689	4691	0,930	1,1625	0,2360	23,5969
190	4688	4682	4685	0,960	1,2000	0,2423	24,2347
195	4684	4680	4682	0,975	1,2188	0,2487	24,8724

200	4673	4679	4676	1,005	1,2563	0,2551	25,5102
205	4671	4673	4672	1,025	1,2813	0,2615	26,1480
210	4665	4667	4666	1,055	1,3188	0,2679	26,7857
215	4662	4658	4660	1,085	1,3563	0,2742	27,4235
220	4658	4652	4655	1,110	1,3875	0,2806	28,0612
225	4650	4646	4648	1,145	1,4313	0,2870	28,6990
230	4640	4646	4643	1,170	1,4625	0,2934	29,3367
235	4635	4637	4636	1,205	1,5063	0,2997	29,9745
240	4630	4632	4631	1,230	1,5375	0,3061	30,6122
245	4628	4624	4626	1,255	1,5688	0,3125	31,2500
250	4623	4617	4620	1,285	1,6063	0,3189	31,8878
255	4616	4612	4614	1,315	1,6438	0,3253	32,5255
260	4606	4612	4609	1,340	1,6750	0,3316	33,1633
265	4602	4604	4603	1,370	1,7125	0,3380	33,8010
270	4597	4599	4598	1,395	1,7438	0,3444	34,4388
275	4594	4590	4592	1,425	1,7813	0,3508	35,0765
280	4589	4583	4586	1,455	1,8188	0,3571	35,7143
285	4583	4579	4581	1,480	1,8500	0,3635	36,3520
290	4573	4579	4576	1,505	1,8813	0,3699	36,9898
295	4568	4570	4569	1,540	1,9250	0,3763	37,6276
300	4564	4566	4565	1,560	1,9500	0,3827	38,2653
305	4562	4558	4560	1,585	1,9813	0,3890	38,9031
310	4557	4551	4554	1,615	2,0188	0,3954	39,5408
315	4550	4546	4548	1,645	2,0563	0,4018	40,1786
320	4539	4545	4542	1,675	2,0938	0,4082	40,8163
325	4530	4532	4531	1,730	2,1625	0,4145	41,4541
330	4522	4524	4523	1,770	2,2125	0,4209	42,0918
335	4520	4516	4518	1,795	2,2438	0,4273	42,7296
340	4518	4512	4515	1,810	2,2625	0,4337	43,3673
345	4513	4509	4511	1,830	2,2875	0,4401	44,0051
350	4502	4508	4505	1,860	2,3250	0,4464	44,6429
355	4496	4498	4497	1,900	2,3750	0,4528	45,2806
360	4492	4494	4493	1,920	2,4000	0,4592	45,9184
365	4489	4485	4487	1,950	2,4375	0,4656	46,5561
370	4483	4477	4480	1,985	2,4813	0,4719	47,1939
375	4476	4472	4474	2,015	2,5188	0,4783	47,8316
380	4466	4472	4469	2,040	2,5500	0,4847	48,4694
385	4462	4464	4463	2,070	2,5875	0,4911	49,1071
390	4456	4458	4457	2,100	2,6250	0,4974	49,7449
395	4451	4447	4449	2,140	2,6750	0,5038	50,3827
400	4445	4439	4442	2,175	2,7188	0,5102	51,0204
405	4437	4433	4435	2,210	2,7625	0,5166	51,6582
410	4420	4426	4423	2,270	2,8375	0,5230	52,2959
415	4417	4419	4418	2,295	2,8688	0,5293	52,9337
420	4410	4412	4411	2,330	2,9125	0,5357	53,5714

425	4408	4404	4406	2,355	2,9438	0,5421	54,2092
430	4401	4395	4398	2,395	2,9938	0,5485	54,8469
435	4393	4389	4391	2,430	3,0375	0,5548	55,4847
440	4381	4387	4384	2,465	3,0813	0,5612	56,1224
445	4376	4378	4377	2,500	3,1250	0,5676	56,7602
450	4369	4371	4370	2,535	3,1688	0,5740	57,3980
455	4354	4350	4352	2,625	3,2813	0,5804	58,0357
460	4350	4344	4347	2,650	3,3125	0,5867	58,6735
465	4345	4341	4343	2,670	3,3375	0,5931	59,3112
470	4332	4338	4335	2,710	3,3875	0,5995	59,9490
475	4326	4328	4327	2,750	3,4375	0,6059	60,5867
480	4316	4318	4317	2,800	3,5000	0,6122	61,2245
485	4315	4311	4313	2,820	3,5250	0,6186	61,8622
490	4300	4294	4297	2,900	3,6250	0,6250	62,5000
495	4290	4286	4288	2,945	3,6813	0,6314	63,1378
500	4280	4286	4283	2,970	3,7125	0,6378	63,7755
505	4276	4278	4277	3,000	3,7500	0,6441	64,4133
510	4262	4264	4263	3,070	3,8375	0,6505	65,0510
515	4255	4251	4253	3,120	3,9000	0,6569	65,6888
520	4253	4247	4250	3,135	3,9188	0,6633	66,3265
525	4242	4238	4240	3,185	3,9813	0,6696	66,9643
530	4222	4228	4225	3,260	4,0750	0,6760	67,6020
535	4216	4218	4217	3,300	4,1250	0,6824	68,2398
540	4209	4211	4210	3,335	4,1688	0,6888	68,8776
545	4199	4195	4197	3,400	4,2500	0,6952	69,5153
550	4192	4188	4190	3,435	4,2938	0,7015	70,1531
555	4176	4182	4179	3,490	4,3625	0,7079	70,7908
560	4174	4176	4175	3,510	4,3875	0,7143	71,4286
565	4164	4166	4165	3,560	4,4500	0,7207	72,0663
570	4154	4150	4152	3,625	4,5313	0,7270	72,7041
575	4148	4144	4146	3,655	4,5688	0,7334	73,3418
580	4134	4130	4132	3,725	4,6563	0,7398	73,9796
585	4120	4126	4123	3,770	4,7125	0,7462	74,6173
590	4117	4119	4118	3,795	4,7438	0,7526	75,2551
595	4104	4106	4105	3,860	4,8250	0,7589	75,8929
600	4085	4081	4083	3,970	4,9625	0,7653	76,5306
605	4076	4072	4074	4,015	5,0188	0,7717	77,1684
610	4077	4073	4075	4,010	5,0125	0,7781	77,8061
615	4049	4055	4052	4,125	5,1563	0,7844	78,4439
620	4038	4040	4039	4,190	5,2375	0,7908	79,0816
625	4030	4032	4031	4,230	5,2875	0,7972	79,7194
630	4019	4015	4017	4,300	5,3750	0,8036	80,3571
635	4004	4000	4002	4,375	5,4688	0,8099	80,9949
640	4000	3996	3998	4,395	5,4938	0,8163	81,6327
645	3976	3982	3979	4,490	5,6125	0,8227	82,2704

650	3969	3971	3970	4,535	5,6688	0,8291	82,9082
655	3963	3965	3964	4,565	5,7063	0,8355	83,5459
660	3958	3954	3956	4,605	5,7563	0,8418	84,1837
665	3941	3937	3939	4,690	5,8625	0,8482	84,8214
670	3924	3920	3922	4,775	5,9688	0,8546	85,4592
675	3905	3911	3908	4,845	6,0563	0,8610	86,0969
680	3890	3892	3891	4,930	6,1625	0,8673	86,7347
685	3874	3876	3875	5,010	6,2625	0,8737	87,3724
690	3865	3861	3863	5,070	6,3375	0,8801	88,0102
695	3850	3846	3848	5,145	6,4313	0,8865	88,6480
700	3834	3830	3832	5,225	6,5313	0,8929	89,2857
705	3815	3821	3818	5,295	6,6188	0,8992	89,9235
710	3787	3789	3788	5,445	6,8063	0,9056	90,5612
715	3764	3766	3765	5,560	6,9500	0,9120	91,1990
720	3756	3752	3754	5,615	7,0188	0,9184	91,8367
725	3746	3742	3744	5,665	7,0813	0,9247	92,4745
730	3719	3715	3717	5,800	7,2500	0,9311	93,1122
735	3695	3701	3698	5,895	7,3688	0,9375	93,7500
740	3680	3682	3681	5,980	7,4750	0,9439	94,3878
745	3648	3650	3649	6,140	7,6750	0,9503	95,0255
750	3632	3628	3630	6,235	7,7938	0,9566	95,6633
755	3614	3610	3612	6,325	7,9063	0,9630	96,3010
760	3585	3581	3583	6,470	8,0875	0,9694	96,9388
765	3552	3558	3555	6,610	8,2625	0,9758	97,5765
770	3539	3541	3540	6,685	8,3563	0,9821	98,2143
775	3486	3488	3487	6,950	8,6875	0,9885	98,8520
780	3461	3457	3459	7,090	8,8625	0,9949	99,4898
785	3415	3411	3413	7,320	9,1500	1,0013	100,1276
790	3364	3360	3362	7,575	9,4688	1,0077	100,7653
795	3288	3294	3291	7,930	9,9125	1,0140	101,4031
800	3275	3277	3276	8,005	10,0063	1,0204	102,0408
805	3243	3245	3244	8,165	10,2063	1,0268	102,6786
810	3188	3184	3186	8,455	10,5688	1,0332	103,3163
815	2961	2957	2959	9,590	11,9875	1,0395	103,9541
820	2941	2937	2939	9,690	12,1125	1,0459	104,5918
820	2881	2887	2884	9,965	12,4563	1,0459	104,5918
820	2849	2851	2850	10,135	12,6688	1,0459	104,5918



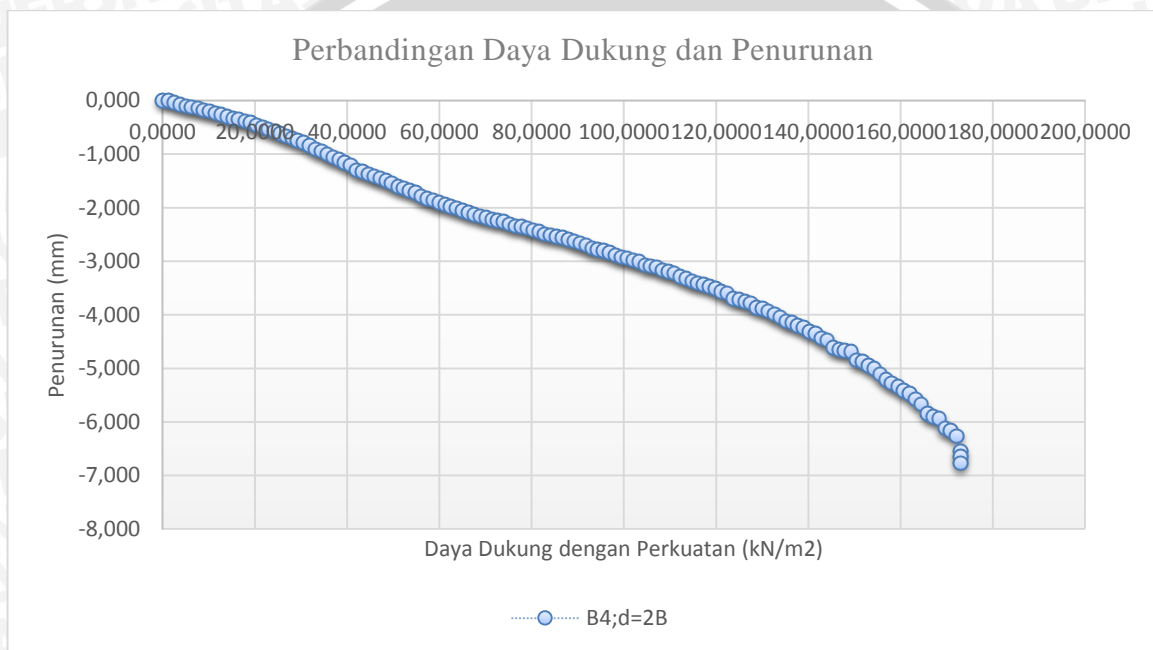
4. $\alpha = 46^\circ$, $B = 4$ cm, $d/B = 2$, $n=3$

Beban (Kg)	LVDT			Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (Kg/cm ²)	qu (kN/m ²)
	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Rata-rata				
0	4961	4963	4962	0,000	0,0000	0,0000	0,0000
5	4963	4959	4961	0,005	0,0125	0,0128	1,2755
10	4957	4951	4954	0,040	0,1000	0,0255	2,5510
15	4949	4945	4947	0,075	0,1875	0,0383	3,8265
20	4938	4944	4941	0,105	0,2625	0,0510	5,1020
25	4936	4938	4937	0,125	0,3125	0,0638	6,3776
30	4932	4934	4933	0,145	0,3625	0,0765	7,6531
35	4928	4924	4926	0,180	0,4500	0,0893	8,9286
40	4925	4919	4922	0,200	0,5000	0,1020	10,2041
45	4917	4913	4915	0,235	0,5875	0,1148	11,4796
50	4907	4913	4910	0,260	0,6500	0,1276	12,7551
55	4901	4903	4902	0,300	0,7500	0,1403	14,0306
60	4894	4896	4895	0,335	0,8375	0,1531	15,3061
65	4894	4890	4892	0,350	0,8750	0,1658	16,5816
70	4887	4881	4884	0,390	0,9750	0,1786	17,8571
75	4880	4876	4878	0,420	1,0500	0,1913	19,1327
80	4867	4873	4870	0,460	1,1500	0,2041	20,4082
85	4861	4863	4862	0,500	1,2500	0,2168	21,6837
90	4855	4857	4856	0,530	1,3250	0,2296	22,9592
95	4849	4845	4847	0,575	1,4375	0,2423	24,2347
100	4842	4836	4839	0,615	1,5375	0,2551	25,5102
105	4831	4827	4829	0,665	1,6625	0,2679	26,7857
110	4819	4825	4822	0,700	1,7500	0,2806	28,0612
115	4810	4812	4811	0,755	1,8875	0,2934	29,3367
120	4804	4806	4805	0,785	1,9625	0,3061	30,6122
125	4796	4792	4794	0,840	2,1000	0,3189	31,8878
130	4784	4778	4781	0,905	2,2625	0,3316	33,1633
135	4774	4770	4772	0,950	2,3750	0,3444	34,4388
140	4759	4765	4762	1,000	2,5000	0,3571	35,7143
145	4750	4752	4751	1,055	2,6375	0,3699	36,9898
150	4740	4742	4741	1,105	2,7625	0,3827	38,2653
155	4732	4728	4730	1,160	2,9000	0,3954	39,5408
160	4724	4718	4721	1,205	3,0125	0,4082	40,8163
165	4703	4699	4701	1,305	3,2625	0,4209	42,0918
170	4692	4698	4695	1,335	3,3375	0,4337	43,3673
175	4686	4688	4687	1,375	3,4375	0,4464	44,6429
180	4679	4681	4680	1,410	3,5250	0,4592	45,9184
185	4674	4670	4672	1,450	3,6250	0,4719	47,1939
190	4665	4659	4662	1,500	3,7500	0,4847	48,4694
195	4656	4652	4654	1,540	3,8500	0,4974	49,7449

200	4638	4644	4641	1,605	4,0125	0,5102	51,0204
205	4633	4635	4634	1,640	4,1000	0,5230	52,2959
210	4625	4627	4626	1,680	4,2000	0,5357	53,5714
215	4620	4616	4618	1,720	4,3000	0,5485	54,8469
220	4608	4602	4605	1,785	4,4625	0,5612	56,1224
225	4598	4594	4596	1,830	4,5750	0,5740	57,3980
230	4586	4592	4589	1,865	4,6625	0,5867	58,6735
235	4579	4581	4580	1,910	4,7750	0,5995	59,9490
240	4571	4573	4572	1,950	4,8750	0,6122	61,2245
245	4567	4563	4565	1,985	4,9625	0,6250	62,5000
250	4562	4556	4559	2,015	5,0375	0,6378	63,7755
255	4553	4549	4551	2,055	5,1375	0,6505	65,0510
260	4540	4546	4543	2,095	5,2375	0,6633	66,3265
265	4534	4536	4535	2,135	5,3375	0,6760	67,6020
270	4530	4532	4531	2,155	5,3875	0,6888	68,8776
275	4527	4523	4525	2,185	5,4625	0,7015	70,1531
280	4521	4515	4518	2,220	5,5500	0,7143	71,4286
285	4516	4512	4514	2,240	5,6000	0,7270	72,7041
290	4506	4512	4509	2,265	5,6625	0,7398	73,9796
295	4499	4501	4500	2,310	5,7750	0,7526	75,2551
300	4493	4495	4494	2,340	5,8500	0,7653	76,5306
305	4493	4489	4491	2,355	5,8875	0,7781	77,8061
310	4488	4482	4485	2,385	5,9625	0,7908	79,0816
315	4480	4476	4478	2,420	6,0500	0,8036	80,3571
320	4469	4475	4472	2,450	6,1250	0,8163	81,6327
325	4463	4465	4464	2,490	6,2250	0,8291	82,9082
330	4459	4461	4460	2,510	6,2750	0,8418	84,1837
335	4456	4452	4454	2,540	6,3500	0,8546	85,4592
340	4453	4447	4450	2,560	6,4000	0,8673	86,7347
345	4445	4441	4443	2,595	6,4875	0,8801	88,0102
350	4433	4439	4436	2,630	6,5750	0,8929	89,2857
355	4428	4430	4429	2,665	6,6625	0,9056	90,5612
360	4421	4423	4422	2,700	6,7500	0,9184	91,8367
365	4413	4407	4410	2,760	6,9000	0,9311	93,1122
370	4407	4403	4405	2,785	6,9625	0,9439	94,3878
375	4398	4404	4401	2,805	7,0125	0,9566	95,6633
380	4393	4395	4394	2,840	7,1000	0,9694	96,9388
385	4384	4386	4385	2,885	7,2125	0,9821	98,2143
390	4381	4375	4378	2,920	7,3000	0,9949	99,4898
395	4375	4371	4373	2,945	7,3625	1,0077	100,7653
400	4362	4368	4365	2,985	7,4625	1,0204	102,0408
405	4359	4361	4360	3,010	7,5250	1,0332	103,3163
410	4347	4349	4348	3,070	7,6750	1,0459	104,5918
415	4347	4341	4344	3,090	7,7250	1,0587	105,8673
420	4341	4337	4339	3,115	7,7875	1,0714	107,1429

425	4325	4331	4328	3,170	7,9250	1,0842	108,4184
430	4321	4323	4322	3,200	8,0000	1,0969	109,6939
435	4315	4317	4316	3,230	8,0750	1,1097	110,9694
440	4304	4306	4305	3,285	8,2125	1,1224	112,2449
445	4301	4295	4298	3,320	8,3000	1,1352	113,5204
450	4289	4285	4287	3,375	8,4375	1,1480	114,7959
455	4278	4284	4281	3,405	8,5125	1,1607	116,0714
460	4274	4276	4275	3,435	8,5875	1,1735	117,3469
465	4265	4267	4266	3,480	8,7000	1,1862	118,6224
470	4258	4260	4259	3,515	8,7875	1,1990	119,8980
475	4250	4244	4247	3,575	8,9375	1,2117	121,1735
480	4244	4240	4242	3,600	9,0000	1,2245	122,4490
485	4219	4225	4222	3,700	9,2500	1,2372	123,7245
490	4217	4219	4218	3,720	9,3000	1,2500	125,0000
495	4210	4212	4211	3,755	9,3875	1,2628	126,2755
500	4204	4206	4205	3,785	9,4625	1,2755	127,5510
505	4192	4186	4189	3,865	9,6625	1,2883	128,8265
510	4186	4182	4184	3,890	9,7250	1,3010	130,1020
515	4173	4179	4176	3,930	9,8250	1,3138	131,3776
520	4164	4166	4165	3,985	9,9625	1,3265	132,6531
525	4152	4154	4153	4,045	10,1125	1,3393	133,9286
530	4137	4139	4138	4,120	10,3000	1,3520	135,2041
535	4135	4129	4132	4,150	10,3750	1,3648	136,4796
540	4122	4118	4120	4,210	10,5250	1,3776	137,7551
545	4111	4117	4114	4,240	10,6000	1,3903	139,0306
550	4098	4100	4099	4,315	10,7875	1,4031	140,3061
555	4090	4092	4091	4,355	10,8875	1,4158	141,5816
560	4074	4076	4075	4,435	11,0875	1,4286	142,8571
565	4071	4065	4068	4,470	11,1750	1,4413	144,1327
570	4041	4037	4039	4,615	11,5375	1,4541	145,4082
575	4029	4035	4032	4,650	11,6250	1,4668	146,6837
580	4027	4029	4028	4,670	11,6750	1,4796	147,9592
585	4023	4025	4024	4,690	11,7250	1,4923	149,2347
590	3992	3994	3993	4,845	12,1125	1,5051	150,5102
595	3989	3983	3986	4,880	12,2000	1,5179	151,7857
600	3974	3970	3972	4,950	12,3750	1,5306	153,0612
605	3959	3965	3962	5,000	12,5000	1,5434	154,3367
610	3939	3941	3940	5,110	12,7750	1,5561	155,6122
615	3919	3921	3920	5,210	13,0250	1,5689	156,8878
620	3906	3908	3907	5,275	13,1875	1,5816	158,1633
625	3896	3890	3893	5,345	13,3625	1,5944	159,4388
630	3881	3877	3879	5,415	13,5375	1,6071	160,7143
635	3864	3870	3867	5,475	13,6875	1,6199	161,9898
640	3846	3848	3847	5,575	13,9375	1,6327	163,2653
645	3827	3829	3828	5,670	14,1750	1,6454	164,5408

650	3792	3794	3793	5,845	14,6125	1,6582	165,8163
655	3785	3779	3782	5,900	14,7500	1,6709	167,0918
660	3776	3772	3774	5,940	14,8500	1,6837	168,3673
665	3735	3741	3738	6,120	15,3000	1,6964	169,6429
670	3729	3731	3730	6,160	15,4000	1,7092	170,9184
675	3708	3710	3709	6,265	15,6625	1,7219	172,1939
680	3651	3653	3652	6,550	16,3750	1,7347	173,4694
685	3634	3628	3631	6,655	16,6375	1,7474	174,7449
690	3610	3606	3608	6,770	16,9250	1,7602	176,0204



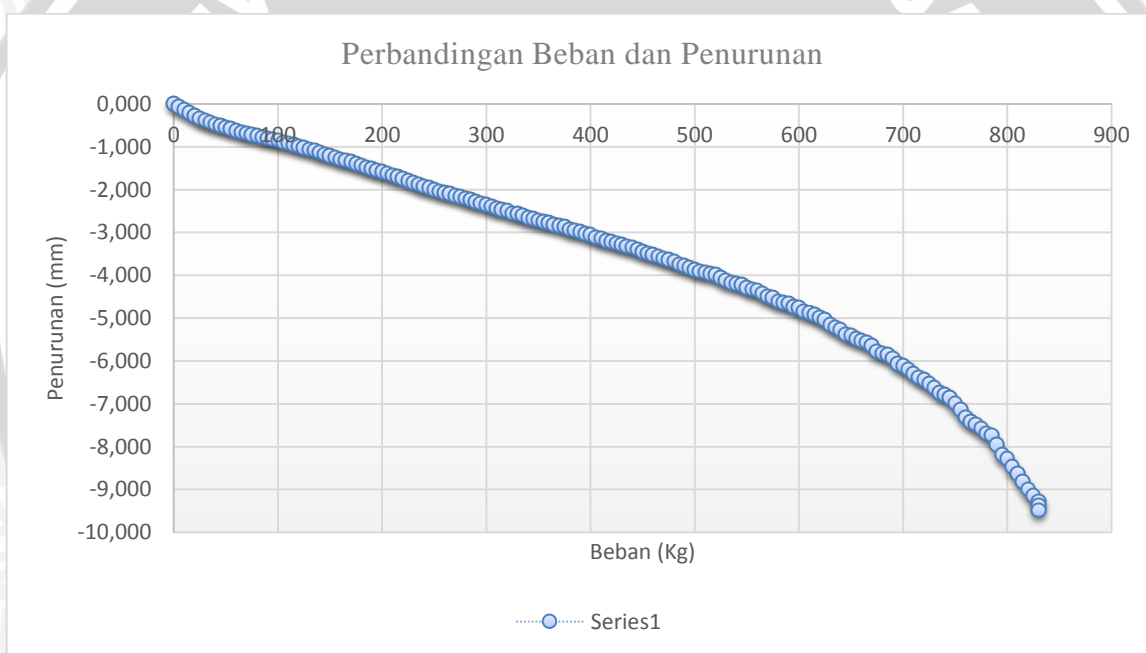
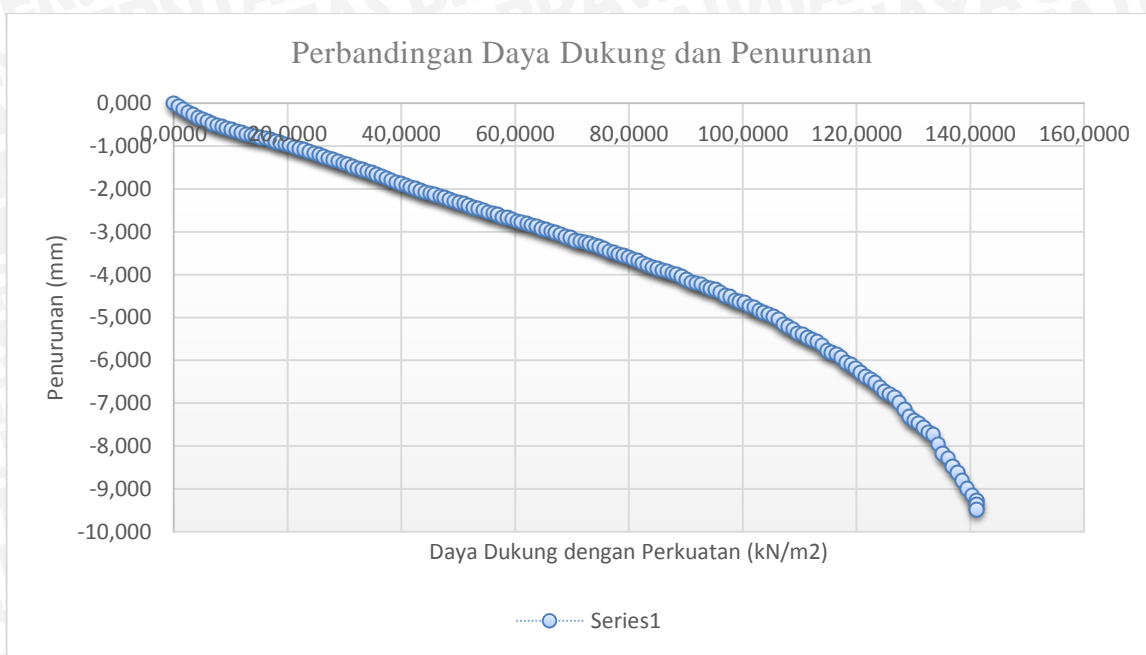
5. $\alpha = 46^\circ$, $B = 6 \text{ cm}$, $d/B = 2$, $n=3$

Beban (Kg)	LVDT			Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (Kg/cm ²)	qu (kN/m ²)
	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Rata-rata				
0	4887	4889	4888	0,000	0,0000	0,0000	0,0000
5	4876	4872	4874	0,070	0,1167	0,0085	0,8503
10	4864	4858	4861	0,135	0,2250	0,0170	1,7007
15	4848	4844	4846	0,210	0,3500	0,0255	2,5510
20	4831	4837	4834	0,270	0,4500	0,0340	3,4014
25	4820	4822	4821	0,335	0,5583	0,0425	4,2517
30	4811	4813	4812	0,380	0,6333	0,0510	5,1020
35	4805	4801	4803	0,425	0,7083	0,0595	5,9524
40	4796	4790	4793	0,475	0,7917	0,0680	6,8027
45	4788	4784	4786	0,510	0,8500	0,0765	7,6531
50	4776	4782	4779	0,545	0,9083	0,0850	8,5034
55	4770	4772	4771	0,585	0,9750	0,0935	9,3537
60	4763	4765	4764	0,620	1,0333	0,1020	10,2041
65	4759	4755	4757	0,655	1,0917	0,1105	11,0544
70	4754	4748	4751	0,685	1,1417	0,1190	11,9048
75	4746	4742	4744	0,720	1,2000	0,1276	12,7551
80	4736	4742	4739	0,745	1,2417	0,1361	13,6054
85	4732	4734	4733	0,775	1,2917	0,1446	14,4558
90	4727	4729	4728	0,800	1,3333	0,1531	15,3061
95	4726	4722	4724	0,820	1,3667	0,1616	16,1565
100	4721	4715	4718	0,850	1,4167	0,1701	17,0068
105	4712	4708	4710	0,890	1,4833	0,1786	17,8571
110	4702	4708	4705	0,915	1,5250	0,1871	18,7075
115	4696	4698	4697	0,955	1,5917	0,1956	19,5578
120	4690	4692	4691	0,985	1,6417	0,2041	20,4082
125	4685	4681	4683	1,025	1,7083	0,2126	21,2585
130	4680	4674	4677	1,055	1,7583	0,2211	22,1088
135	4673	4669	4671	1,085	1,8083	0,2296	22,9592
140	4659	4665	4662	1,130	1,8833	0,2381	23,8095
145	4653	4655	4654	1,170	1,9500	0,2466	24,6599
150	4645	4647	4646	1,210	2,0167	0,2551	25,5102
155	4641	4637	4639	1,245	2,0750	0,2636	26,3605
160	4634	4628	4631	1,285	2,1417	0,2721	27,2109
165	4627	4623	4625	1,315	2,1917	0,2806	28,0612
170	4614	4620	4617	1,355	2,2583	0,2891	28,9116
175	4608	4610	4609	1,395	2,3250	0,2976	29,7619
180	4602	4604	4603	1,425	2,3750	0,3061	30,6122
185	4595	4591	4593	1,475	2,4583	0,3146	31,4626
190	4589	4583	4586	1,510	2,5167	0,3231	32,3129
195	4580	4576	4578	1,550	2,5833	0,3316	33,1633

200	4568	4574	4571	1,585	2,6417	0,3401	34,0136
205	4562	4564	4563	1,625	2,7083	0,3486	34,8639
210	4554	4556	4555	1,665	2,7750	0,3571	35,7143
215	4549	4545	4547	1,705	2,8417	0,3656	36,5646
220	4541	4535	4538	1,750	2,9167	0,3741	37,4150
225	4531	4527	4529	1,795	2,9917	0,3827	38,2653
230	4517	4523	4520	1,840	3,0667	0,3912	39,1156
235	4512	4514	4513	1,875	3,1250	0,3997	39,9660
240	4503	4505	4504	1,920	3,2000	0,4082	40,8163
245	4498	4494	4496	1,960	3,2667	0,4167	41,6667
250	4491	4485	4488	2,000	3,3333	0,4252	42,5170
255	4482	4478	4480	2,040	3,4000	0,4337	43,3673
260	4470	4476	4473	2,075	3,4583	0,4422	44,2177
265	4467	4469	4468	2,100	3,5000	0,4507	45,0680
270	4460	4462	4461	2,135	3,5583	0,4592	45,9184
275	4456	4452	4454	2,170	3,6167	0,4677	46,7687
280	4450	4444	4447	2,205	3,6750	0,4762	47,6190
285	4441	4437	4439	2,245	3,7417	0,4847	48,4694
290	4429	4435	4432	2,280	3,8000	0,4932	49,3197
295	4423	4425	4424	2,320	3,8667	0,5017	50,1701
300	4417	4419	4418	2,350	3,9167	0,5102	51,0204
305	4413	4409	4411	2,385	3,9750	0,5187	51,8707
310	4404	4398	4401	2,435	4,0583	0,5272	52,7211
315	4397	4393	4395	2,465	4,1083	0,5357	53,5714
320	4386	4392	4389	2,495	4,1583	0,5442	54,4218
325	4378	4380	4379	2,545	4,2417	0,5527	55,2721
330	4374	4376	4375	2,565	4,2750	0,5612	56,1224
335	4370	4366	4368	2,600	4,3333	0,5697	56,9728
340	4360	4354	4357	2,655	4,4250	0,5782	57,8231
345	4355	4351	4353	2,675	4,4583	0,5867	58,6735
350	4343	4349	4346	2,710	4,5167	0,5952	59,5238
355	4337	4339	4338	2,750	4,5833	0,6037	60,3741
360	4332	4334	4333	2,775	4,6250	0,6122	61,2245
365	4327	4323	4325	2,815	4,6917	0,6207	62,0748
370	4323	4317	4320	2,840	4,7333	0,6293	62,9252
375	4316	4312	4314	2,870	4,7833	0,6378	63,7755
380	4299	4305	4302	2,930	4,8833	0,6463	64,6259
385	4297	4299	4298	2,950	4,9167	0,6548	65,4762
390	4290	4292	4291	2,985	4,9750	0,6633	66,3265
395	4285	4281	4283	3,025	5,0417	0,6718	67,1769
400	4280	4274	4277	3,055	5,0917	0,6803	68,0272
405	4268	4264	4266	3,110	5,1833	0,6888	68,8776
410	4258	4264	4261	3,135	5,2250	0,6973	69,7279
415	4247	4249	4248	3,200	5,3333	0,7058	70,5782
420	4243	4245	4244	3,220	5,3667	0,7143	71,4286

425	4240	4236	4238	3,250	5,4167	0,7228	72,2789
430	4235	4229	4232	3,280	5,4667	0,7313	73,1293
435	4227	4223	4225	3,315	5,5250	0,7398	73,9796
440	4215	4221	4218	3,350	5,5833	0,7483	74,8299
445	4208	4210	4209	3,395	5,6583	0,7568	75,6803
450	4196	4198	4197	3,455	5,7583	0,7653	76,5306
455	4194	4190	4192	3,480	5,8000	0,7738	77,3810
460	4187	4181	4184	3,520	5,8667	0,7823	78,2313
465	4178	4174	4176	3,560	5,9333	0,7908	79,0816
470	4165	4171	4168	3,600	6,0000	0,7993	79,9320
475	4160	4162	4161	3,635	6,0583	0,8078	80,7823
480	4151	4153	4152	3,680	6,1333	0,8163	81,6327
485	4144	4138	4141	3,735	6,2250	0,8248	82,4830
490	4135	4131	4133	3,775	6,2917	0,8333	83,3333
495	4121	4127	4124	3,820	6,3667	0,8418	84,1837
500	4113	4115	4114	3,870	6,4500	0,8503	85,0340
505	4107	4109	4108	3,900	6,5000	0,8588	85,8844
510	4107	4101	4104	3,920	6,5333	0,8673	86,7347
515	4097	4093	4095	3,965	6,6083	0,8759	87,5850
520	4088	4094	4091	3,985	6,6417	0,8844	88,4354
525	4076	4078	4077	4,055	6,7583	0,8929	89,2857
530	4065	4067	4066	4,110	6,8500	0,9014	90,1361
535	4057	4051	4054	4,170	6,9500	0,9099	90,9864
540	4051	4047	4049	4,195	6,9917	0,9184	91,8367
545	4040	4046	4043	4,225	7,0417	0,9269	92,6871
550	4029	4031	4030	4,290	7,1500	0,9354	93,5374
555	4021	4023	4022	4,330	7,2167	0,9439	94,3878
560	4021	4015	4018	4,350	7,2500	0,9524	95,2381
565	4007	4003	4005	4,415	7,3583	0,9609	96,0884
570	3987	3993	3990	4,490	7,4833	0,9694	96,9388
575	3983	3985	3984	4,520	7,5333	0,9779	97,7891
580	3967	3969	3968	4,600	7,6667	0,9864	98,6395
585	3959	3961	3960	4,640	7,7333	0,9949	99,4898
590	3960	3954	3957	4,655	7,7583	1,0034	100,3401
595	3943	3939	3941	4,735	7,8917	1,0119	101,1905
600	3933	3939	3936	4,760	7,9333	1,0204	102,0408
605	3919	3921	3920	4,840	8,0667	1,0289	102,8912
610	3911	3913	3912	4,880	8,1333	1,0374	103,7415
615	3903	3905	3904	4,920	8,2000	1,0459	104,5918
620	3895	3889	3892	4,980	8,3000	1,0544	105,4422
625	3882	3878	3880	5,040	8,4000	1,0629	106,2925
630	3855	3861	3858	5,150	8,5833	1,0714	107,1429
635	3844	3846	3845	5,215	8,6917	1,0799	107,9932
640	3832	3834	3833	5,275	8,7917	1,0884	108,8435
645	3813	3815	3814	5,370	8,9500	1,0969	109,6939

650	3812	3806	3809	5,395	8,9917	1,1054	110,5442
655	3795	3791	3793	5,475	9,1250	1,1139	111,3946
660	3781	3787	3784	5,520	9,2000	1,1224	112,2449
665	3773	3775	3774	5,570	9,2833	1,1310	113,0952
670	3758	3760	3759	5,645	9,4083	1,1395	113,9456
675	3732	3734	3733	5,775	9,6250	1,1480	114,7959
680	3728	3722	3725	5,815	9,6917	1,1565	115,6463
685	3719	3715	3717	5,855	9,7583	1,1650	116,4966
690	3698	3704	3701	5,935	9,8917	1,1735	117,3469
695	3675	3677	3676	6,060	10,1000	1,1820	118,1973
700	3665	3667	3666	6,110	10,1833	1,1905	119,0476
705	3650	3652	3651	6,185	10,3083	1,1990	119,8980
710	3633	3627	3630	6,290	10,4833	1,2075	120,7483
715	3615	3611	3613	6,375	10,6250	1,2160	121,5986
720	3596	3602	3599	6,445	10,7417	1,2245	122,4490
725	3581	3583	3582	6,530	10,8833	1,2330	123,2993
730	3561	3563	3562	6,630	11,0500	1,2415	124,1497
735	3539	3541	3540	6,740	11,2333	1,2500	125,0000
740	3532	3526	3529	6,795	11,3250	1,2585	125,8503
745	3519	3515	3517	6,855	11,4250	1,2670	126,7007
750	3487	3493	3490	6,990	11,6500	1,2755	127,5510
755	3458	3460	3459	7,145	11,9083	1,2840	128,4014
760	3425	3427	3426	7,310	12,1833	1,2925	129,2517
765	3405	3407	3406	7,410	12,3500	1,3010	130,1020
770	3397	3391	3394	7,470	12,4500	1,3095	130,9524
775	3376	3372	3374	7,570	12,6167	1,3180	131,8027
780	3349	3355	3352	7,680	12,8000	1,3265	132,6531
785	3340	3342	3341	7,735	12,8917	1,3350	133,5034
790	3296	3298	3297	7,955	13,2583	1,3435	134,3537
795	3250	3252	3251	8,185	13,6417	1,3520	135,2041
800	3234	3228	3231	8,285	13,8083	1,3605	136,0544
805	3195	3191	3193	8,475	14,1250	1,3690	136,9048
810	3129	3135	3132	8,780	14,6333	1,3776	137,7551
815	3099	3101	3100	8,940	14,9000	1,3861	138,6054
820	3049	3051	3050	9,190	15,3167	1,3946	139,4558
825	3037	3039	3038	9,250	15,4167	1,4031	140,3061
830	3021	3015	3018	9,350	15,5833	1,4116	141,1565



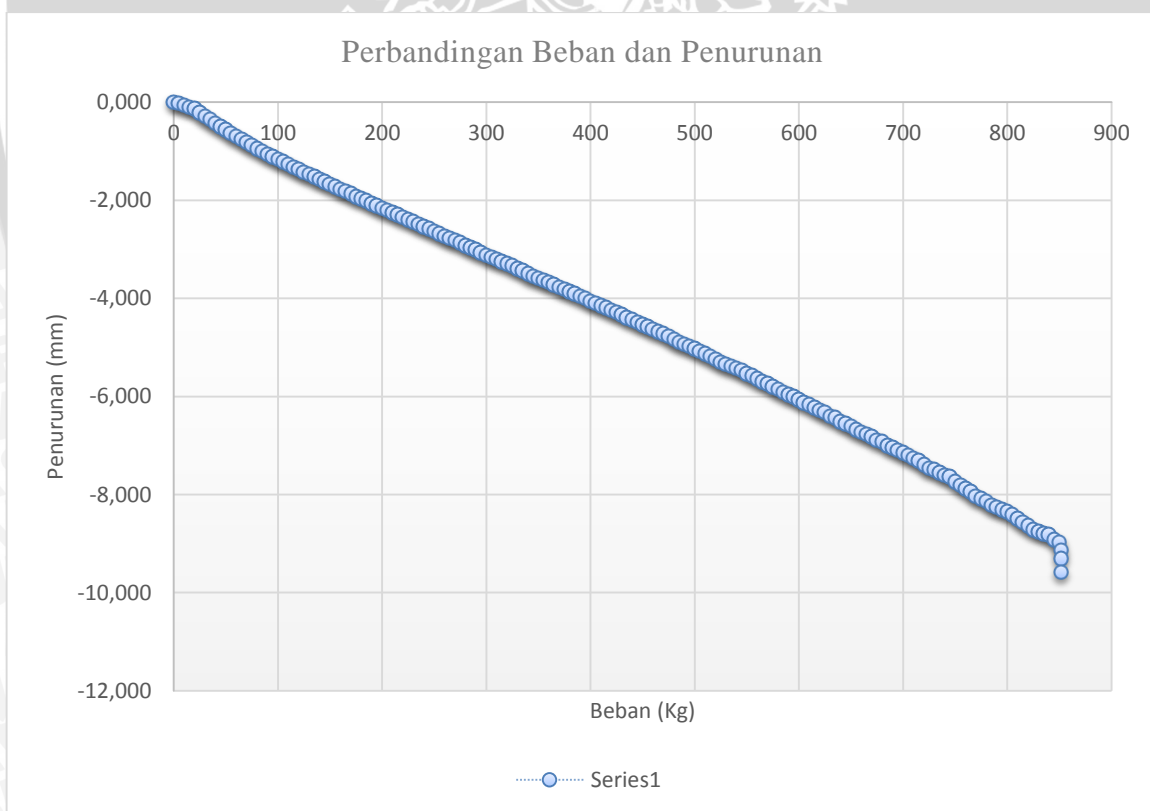
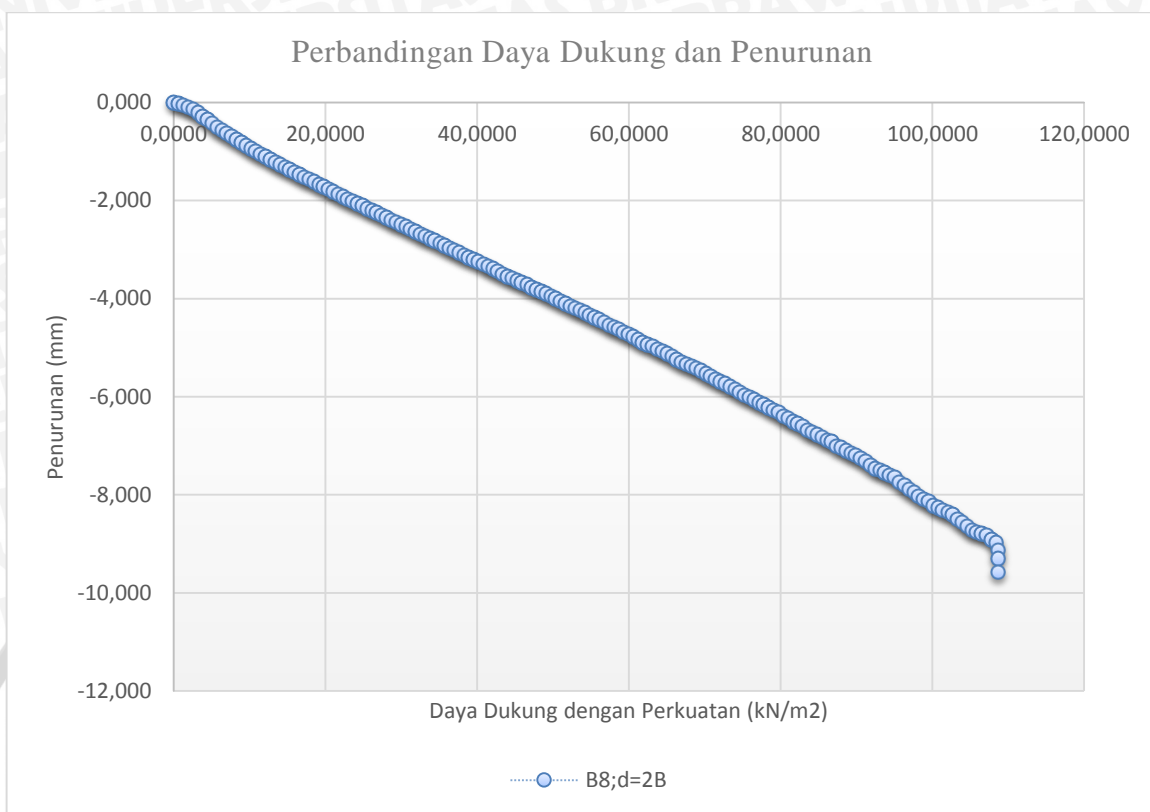
6. $\alpha = 46^\circ$, $B = 8 \text{ cm}$, $d/B = 2$, $n=3$

Beban (Kg)	LVDT			Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (Kg/cm ²)	qu (kN/m ²)
	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Rata-rata				
0	4858	4860	4859	0,000	0,0000	0,0000	0,0000
5	4856	4852	4854	0,025	0,0313	0,0064	0,6378
10	4850	4844	4847	0,060	0,0750	0,0128	1,2755
15	4841	4837	4839	0,100	0,1250	0,0191	1,9133
20	4829	4835	4832	0,135	0,1688	0,0255	2,5510
25	4816	4818	4817	0,210	0,2625	0,0319	3,1888
30	4801	4803	4802	0,285	0,3563	0,0383	3,8265
35	4791	4787	4789	0,350	0,4375	0,0446	4,4643
40	4777	4771	4774	0,425	0,5313	0,0510	5,1020
45	4761	4757	4759	0,500	0,6250	0,0574	5,7398
50	4743	4749	4746	0,565	0,7063	0,0638	6,3776
55	4732	4734	4733	0,630	0,7875	0,0702	7,0153
60	4719	4721	4720	0,695	0,8688	0,0765	7,6531
65	4710	4706	4708	0,755	0,9438	0,0829	8,2908
70	4698	4692	4695	0,820	1,0250	0,0893	8,9286
75	4685	4681	4683	0,880	1,1000	0,0957	9,5663
80	4667	4673	4670	0,945	1,1813	0,1020	10,2041
85	4659	4661	4660	0,995	1,2438	0,1084	10,8418
90	4646	4648	4647	1,060	1,3250	0,1148	11,4796
95	4639	4635	4637	1,110	1,3875	0,1212	12,1173
100	4629	4623	4626	1,165	1,4563	0,1276	12,7551
105	4618	4614	4616	1,215	1,5188	0,1339	13,3929
110	4603	4609	4606	1,265	1,5813	0,1403	14,0306
115	4594	4596	4595	1,320	1,6500	0,1467	14,6684
120	4584	4586	4585	1,370	1,7125	0,1531	15,3061
125	4576	4572	4574	1,425	1,7813	0,1594	15,9439
130	4567	4561	4564	1,475	1,8438	0,1658	16,5816
135	4556	4552	4554	1,525	1,9063	0,1722	17,2194
140	4542	4548	4545	1,570	1,9625	0,1786	17,8571
145	4534	4536	4535	1,620	2,0250	0,1849	18,4949
150	4523	4525	4524	1,675	2,0938	0,1913	19,1327
155	4517	4513	4515	1,720	2,1500	0,1977	19,7704
160	4508	4502	4505	1,770	2,2125	0,2041	20,4082
165	4498	4494	4496	1,815	2,2688	0,2105	21,0459
170	4483	4489	4486	1,865	2,3313	0,2168	21,6837
175	4474	4476	4475	1,920	2,4000	0,2232	22,3214
180	4464	4466	4465	1,970	2,4625	0,2296	22,9592
185	4459	4455	4457	2,010	2,5125	0,2360	23,5969
190	4448	4442	4445	2,070	2,5875	0,2423	24,2347
195	4439	4435	4437	2,110	2,6375	0,2487	24,8724

200	4424	4430	4427	2,160	2,7000	0,2551	25,5102
205	4417	4419	4418	2,205	2,7563	0,2615	26,1480
210	4407	4409	4408	2,255	2,8188	0,2679	26,7857
215	4402	4398	4400	2,295	2,8688	0,2742	27,4235
220	4392	4386	4389	2,350	2,9375	0,2806	28,0612
225	4382	4378	4380	2,395	2,9938	0,2870	28,6990
230	4368	4374	4371	2,440	3,0500	0,2934	29,3367
235	4360	4362	4361	2,490	3,1125	0,2997	29,9745
240	4351	4353	4352	2,535	3,1688	0,3061	30,6122
245	4344	4340	4342	2,585	3,2313	0,3125	31,2500
250	4335	4329	4332	2,635	3,2938	0,3189	31,8878
255	4325	4321	4323	2,680	3,3500	0,3253	32,5255
260	4310	4316	4313	2,730	3,4125	0,3316	33,1633
265	4303	4305	4304	2,775	3,4688	0,3380	33,8010
270	4294	4296	4295	2,820	3,5250	0,3444	34,4388
275	4288	4284	4286	2,865	3,5813	0,3508	35,0765
280	4278	4272	4275	2,920	3,6500	0,3571	35,7143
285	4267	4263	4265	2,970	3,7125	0,3635	36,3520
290	4254	4260	4257	3,010	3,7625	0,3699	36,9898
295	4245	4247	4246	3,065	3,8313	0,3763	37,6276
300	4235	4237	4236	3,115	3,8938	0,3827	38,2653
305	4228	4224	4226	3,165	3,9563	0,3890	38,9031
310	4221	4215	4218	3,205	4,0063	0,3954	39,5408
315	4211	4207	4209	3,250	4,0625	0,4018	40,1786
320	4197	4203	4200	3,295	4,1188	0,4082	40,8163
325	4190	4192	4191	3,340	4,1750	0,4145	41,4541
330	4179	4181	4180	3,395	4,2438	0,4209	42,0918
335	4173	4169	4171	3,440	4,3000	0,4273	42,7296
340	4161	4155	4158	3,505	4,3813	0,4337	43,3673
345	4151	4147	4149	3,550	4,4375	0,4401	44,0051
350	4139	4145	4142	3,585	4,4813	0,4464	44,6429
355	4132	4134	4133	3,630	4,5375	0,4528	45,2806
360	4123	4125	4124	3,675	4,5938	0,4592	45,9184
365	4117	4113	4115	3,720	4,6500	0,4656	46,5561
370	4107	4101	4104	3,775	4,7188	0,4719	47,1939
375	4098	4094	4096	3,815	4,7688	0,4783	47,8316
380	4084	4090	4087	3,860	4,8250	0,4847	48,4694
385	4077	4079	4078	3,905	4,8813	0,4911	49,1071
390	4068	4070	4069	3,950	4,9375	0,4974	49,7449
395	4061	4057	4059	4,000	5,0000	0,5038	50,3827
400	4051	4045	4048	4,055	5,0688	0,5102	51,0204
405	4041	4037	4039	4,100	5,1250	0,5166	51,6582
410	4026	4032	4029	4,150	5,1875	0,5230	52,2959
415	4019	4021	4020	4,195	5,2438	0,5293	52,9337
420	4010	4012	4011	4,240	5,3000	0,5357	53,5714

425	4004	4000	4002	4,285	5,3563	0,5421	54,2092
430	3994	3988	3991	4,340	5,4250	0,5485	54,8469
435	3982	3978	3980	4,395	5,4938	0,5548	55,4847
440	3969	3975	3972	4,435	5,5438	0,5612	56,1224
445	3961	3963	3962	4,485	5,6063	0,5676	56,7602
450	3950	3952	3951	4,540	5,6750	0,5740	57,3980
455	3945	3941	3943	4,580	5,7250	0,5804	58,0357
460	3937	3931	3934	4,625	5,7813	0,5867	58,6735
465	3926	3920	3923	4,680	5,8500	0,5931	59,3112
470	3917	3911	3914	4,725	5,9063	0,5995	59,9490
475	3908	3902	3905	4,770	5,9625	0,6059	60,5867
480	3895	3889	3892	4,835	6,0438	0,6122	61,2245
485	3883	3877	3880	4,895	6,1188	0,6186	61,8622
490	3874	3868	3871	4,940	6,1750	0,6250	62,5000
495	3867	3861	3864	4,975	6,2188	0,6314	63,1378
500	3856	3850	3853	5,030	6,2875	0,6378	63,7755
505	3847	3841	3844	5,075	6,3438	0,6441	64,4133
510	3837	3831	3834	5,125	6,4063	0,6505	65,0510
515	3826	3820	3823	5,180	6,4750	0,6569	65,6888
520	3813	3807	3810	5,245	6,5563	0,6633	66,3265
525	3802	3796	3799	5,300	6,6250	0,6696	66,9643
530	3794	3788	3791	5,340	6,6750	0,6760	67,6020
535	3786	3780	3783	5,380	6,7250	0,6824	68,2398
540	3778	3772	3775	5,420	6,7750	0,6888	68,8776
545	3768	3762	3765	5,470	6,8375	0,6952	69,5153
550	3755	3749	3752	5,535	6,9188	0,7015	70,1531
555	3746	3740	3743	5,580	6,9750	0,7079	70,7908
560	3733	3727	3730	5,645	7,0563	0,7143	71,4286
565	3723	3717	3720	5,695	7,1188	0,7207	72,0663
570	3715	3709	3712	5,735	7,1688	0,7270	72,7041
575	3702	3696	3699	5,800	7,2500	0,7334	73,3418
580	3692	3686	3689	5,850	7,3125	0,7398	73,9796
585	3680	3674	3677	5,910	7,3875	0,7462	74,6173
590	3668	3662	3665	5,970	7,4625	0,7526	75,2551
595	3660	3654	3657	6,010	7,5125	0,7589	75,8929
600	3649	3643	3646	6,065	7,5813	0,7653	76,5306
605	3637	3631	3634	6,125	7,6563	0,7717	77,1684
610	3629	3623	3626	6,165	7,7063	0,7781	77,8061
615	3616	3610	3613	6,230	7,7875	0,7844	78,4439
620	3607	3601	3604	6,275	7,8438	0,7908	79,0816
625	3598	3592	3595	6,320	7,9000	0,7972	79,7194
630	3582	3576	3579	6,400	8,0000	0,8036	80,3571
635	3575	3569	3572	6,435	8,0438	0,8099	80,9949
640	3560	3554	3557	6,510	8,1375	0,8163	81,6327
645	3552	3546	3549	6,550	8,1875	0,8227	82,2704

650	3542	3536	3539	6,600	8,2500	0,8291	82,9082
655	3527	3521	3524	6,675	8,3438	0,8355	83,5459
660	3517	3511	3514	6,725	8,4063	0,8418	84,1837
665	3508	3502	3505	6,770	8,4625	0,8482	84,8214
670	3497	3491	3494	6,825	8,5313	0,8546	85,4592
675	3484	3478	3481	6,890	8,6125	0,8610	86,0969
680	3478	3472	3475	6,920	8,6500	0,8673	86,7347
685	3461	3455	3458	7,005	8,7563	0,8737	87,3724
690	3453	3447	3450	7,045	8,8063	0,8801	88,0102
695	3443	3437	3440	7,095	8,8688	0,8865	88,6480
700	3433	3427	3430	7,145	8,9313	0,8929	89,2857
705	3423	3417	3420	7,195	8,9938	0,8992	89,9235
710	3411	3405	3408	7,255	9,0688	0,9056	90,5612
715	3400	3394	3397	7,310	9,1375	0,9120	91,1990
720	3383	3377	3380	7,395	9,2438	0,9184	91,8367
725	3369	3363	3366	7,465	9,3313	0,9247	92,4745
730	3362	3356	3359	7,500	9,3750	0,9311	93,1122
735	3351	3345	3348	7,555	9,4438	0,9375	93,7500
740	3341	3335	3338	7,605	9,5063	0,9439	94,3878
745	3334	3328	3331	7,640	9,5500	0,9503	95,0255
750	3314	3308	3311	7,740	9,6750	0,9566	95,6633
755	3300	3294	3297	7,810	9,7625	0,9630	96,3010
760	3285	3279	3282	7,885	9,8563	0,9694	96,9388
765	3273	3267	3270	7,945	9,9313	0,9758	97,5765
770	3256	3250	3253	8,030	10,0375	0,9821	98,2143
775	3245	3239	3242	8,085	10,1063	0,9885	98,8520
780	3235	3229	3232	8,135	10,1688	0,9949	99,4898
785	3218	3212	3215	8,220	10,2750	1,0013	100,1276
790	3210	3204	3207	8,260	10,3250	1,0077	100,7653
795	3200	3194	3197	8,310	10,3875	1,0140	101,4031
800	3191	3185	3188	8,355	10,4438	1,0204	102,0408
805	3180	3174	3177	8,410	10,5125	1,0268	102,6786
810	3163	3157	3160	8,495	10,6188	1,0332	103,3163
815	3150	3144	3147	8,560	10,7000	1,0395	103,9541
820	3134	3128	3131	8,640	10,8000	1,0459	104,5918
825	3118	3112	3115	8,720	10,9000	1,0523	105,2296
830	3110	3104	3107	8,760	10,9500	1,0587	105,8673
835	3103	3097	3100	8,795	10,9938	1,0651	106,5051
840	3097	3091	3094	8,825	11,0313	1,0714	107,1429
845	3078	3072	3075	8,920	11,1500	1,0778	107,7806
850	3067	3061	3064	8,975	11,2188	1,0842	108,4184
852	3035	3029	3032	9,135	11,4188	1,0867	108,6735
852	3001	2995	2998	9,305	11,6313	1,0867	108,6735
852	2945	2939	2942	9,585	11,9813	1,0867	108,6735



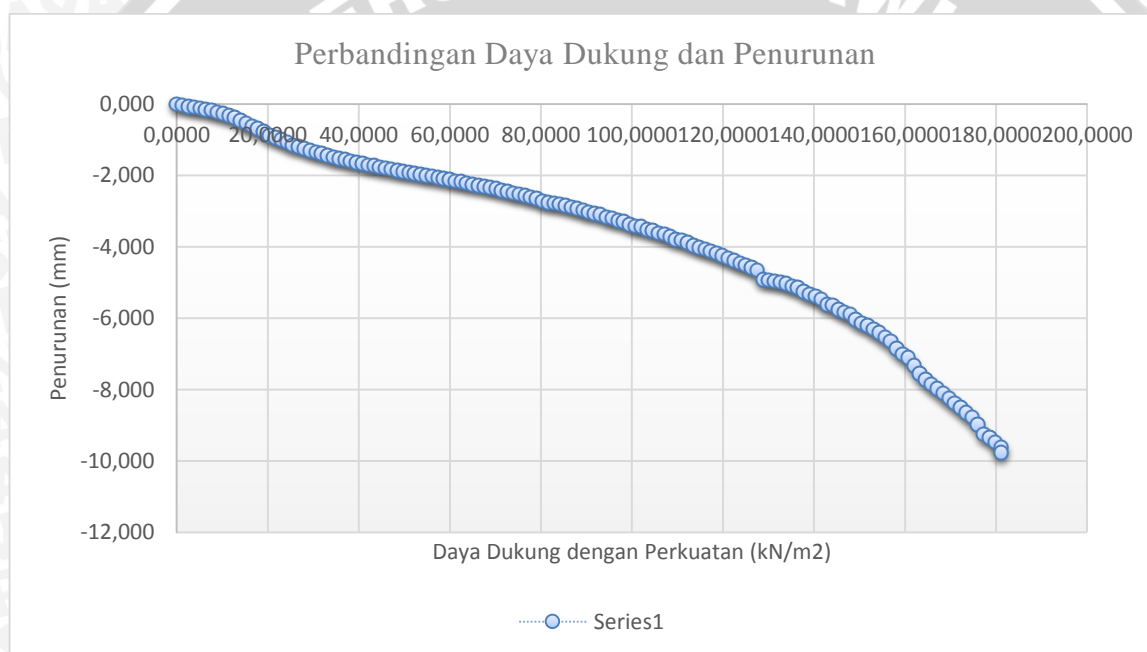
7. $\alpha = 46^\circ$, $B = 4 \text{ cm}$, $d/B = 3$, $n=3$

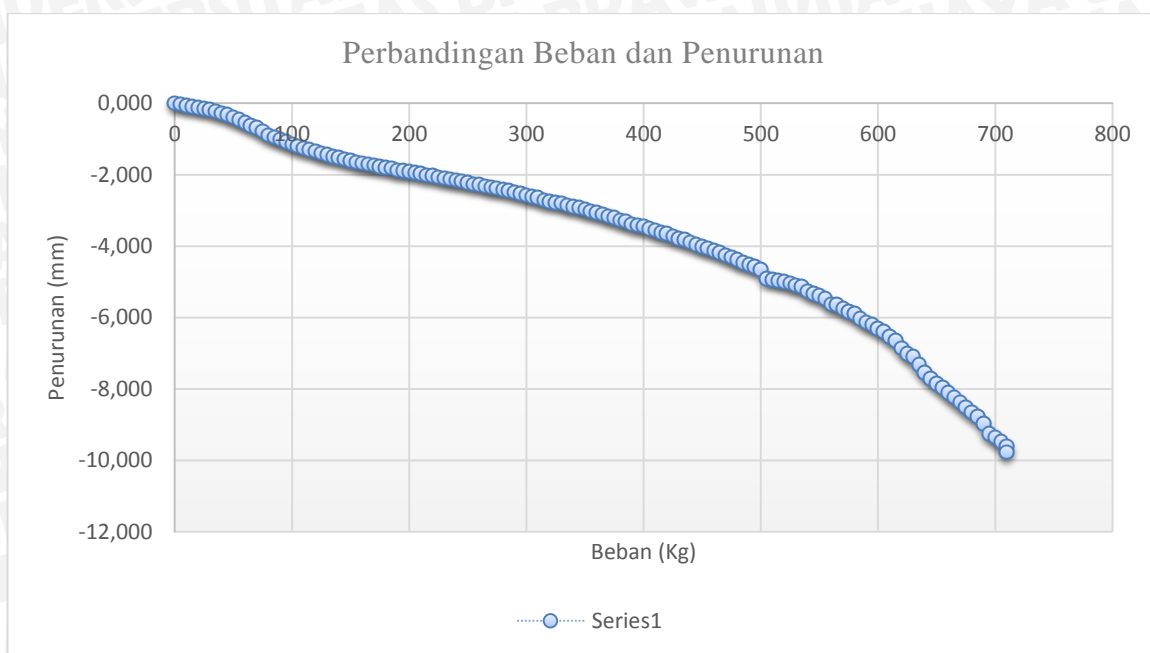
Beban (Kg)	LVDT			Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (Kg/cm ²)	qu (kN/m ²)
	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Rata-rata				
0	4832	4834	4833	0,000	0,0000	0,0000	0,0000
5	4830	4826	4828	0,025	0,0625	0,0128	1,2755
10	4822	4816	4819	0,070	0,1750	0,0255	2,5510
15	4817	4813	4815	0,090	0,2250	0,0383	3,8265
20	4806	4812	4809	0,120	0,3000	0,0510	5,1020
25	4802	4804	4803	0,150	0,3750	0,0638	6,3776
30	4796	4798	4797	0,180	0,4500	0,0765	7,6531
35	4790	4786	4788	0,225	0,5625	0,0893	8,9286
40	4782	4776	4779	0,270	0,6750	0,1020	10,2041
45	4771	4767	4769	0,320	0,8000	0,1148	11,4796
50	4752	4758	4755	0,390	0,9750	0,1276	12,7551
55	4739	4741	4740	0,465	1,1625	0,1403	14,0306
60	4724	4726	4725	0,540	1,3500	0,1531	15,3061
65	4711	4707	4709	0,620	1,5500	0,1658	16,5816
70	4698	4692	4695	0,690	1,7250	0,1786	17,8571
75	4678	4674	4676	0,785	1,9625	0,1913	19,1327
80	4652	4658	4655	0,890	2,2250	0,2041	20,4082
85	4643	4645	4644	0,945	2,3625	0,2168	21,6837
90	4630	4632	4631	1,010	2,5250	0,2296	22,9592
95	4621	4617	4619	1,070	2,6750	0,2423	24,2347
100	4605	4599	4602	1,155	2,8875	0,2551	25,5102
105	4596	4592	4594	1,195	2,9875	0,2679	26,7857
110	4578	4584	4581	1,260	3,1500	0,2806	28,0612
115	4571	4573	4572	1,305	3,2625	0,2934	29,3367
120	4563	4565	4564	1,345	3,3625	0,3061	30,6122
125	4556	4552	4554	1,395	3,4875	0,3189	31,8878
130	4547	4541	4544	1,445	3,6125	0,3316	33,1633
135	4537	4533	4535	1,490	3,7250	0,3444	34,4388
140	4525	4531	4528	1,525	3,8125	0,3571	35,7143
145	4519	4521	4520	1,565	3,9125	0,3699	36,9898
150	4510	4512	4511	1,610	4,0250	0,3827	38,2653
155	4506	4502	4504	1,645	4,1125	0,3954	39,5408
160	4500	4494	4497	1,680	4,2000	0,4082	40,8163
165	4493	4489	4491	1,710	4,2750	0,4209	42,0918
170	4483	4489	4486	1,735	4,3375	0,4337	43,3673
175	4477	4479	4478	1,775	4,4375	0,4464	44,6429
180	4473	4475	4474	1,795	4,4875	0,4592	45,9184
185	4470	4466	4468	1,825	4,5625	0,4719	47,1939
190	4461	4455	4458	1,875	4,6875	0,4847	48,4694
195	4457	4453	4455	1,890	4,7250	0,4974	49,7449

200	4446	4452	4449	1,920	4,8000	0,5102	51,0204
205	4442	4444	4443	1,950	4,8750	0,5230	52,2959
210	4437	4439	4438	1,975	4,9375	0,5357	53,5714
215	4433	4429	4431	2,010	5,0250	0,5485	54,8469
220	4430	4424	4427	2,030	5,0750	0,5612	56,1224
225	4422	4418	4420	2,065	5,1625	0,5740	57,3980
230	4412	4418	4415	2,090	5,2250	0,5867	58,6735
235	4408	4410	4409	2,120	5,3000	0,5995	59,9490
240	4400	4402	4401	2,160	5,4000	0,6122	61,2245
245	4398	4394	4396	2,185	5,4625	0,6250	62,5000
250	4391	4385	4388	2,225	5,5625	0,6378	63,7755
255	4383	4379	4381	2,260	5,6500	0,6505	65,0510
260	4373	4379	4376	2,285	5,7125	0,6633	66,3265
265	4368	4370	4369	2,320	5,8000	0,6760	67,6020
270	4361	4363	4362	2,355	5,8875	0,6888	68,8776
275	4359	4355	4357	2,380	5,9500	0,7015	70,1531
280	4351	4345	4348	2,425	6,0625	0,7143	71,4286
285	4344	4340	4342	2,455	6,1375	0,7270	72,7041
290	4332	4338	4335	2,490	6,2250	0,7398	73,9796
295	4326	4328	4327	2,530	6,3250	0,7526	75,2551
300	4319	4321	4320	2,565	6,4125	0,7653	76,5306
305	4313	4309	4311	2,610	6,5250	0,7781	77,8061
310	4306	4300	4303	2,650	6,6250	0,7908	79,0816
315	4292	4288	4290	2,715	6,7875	0,8036	80,3571
320	4278	4284	4281	2,760	6,9000	0,8163	81,6327
325	4276	4278	4277	2,780	6,9500	0,8291	82,9082
330	4271	4273	4272	2,805	7,0125	0,8418	84,1837
335	4264	4260	4262	2,855	7,1375	0,8546	85,4592
340	4256	4250	4253	2,900	7,2500	0,8673	86,7347
345	4249	4245	4247	2,930	7,3250	0,8801	88,0102
350	4236	4242	4239	2,970	7,4250	0,8929	89,2857
355	4226	4228	4227	3,030	7,5750	0,9056	90,5612
360	4218	4220	4219	3,070	7,6750	0,9184	91,8367
365	4214	4210	4212	3,105	7,7625	0,9311	93,1122
370	4203	4197	4200	3,165	7,9125	0,9439	94,3878
375	4194	4190	4192	3,205	8,0125	0,9566	95,6633
380	4175	4181	4178	3,275	8,1875	0,9694	96,9388
385	4172	4174	4173	3,300	8,2500	0,9821	98,2143
390	4155	4157	4156	3,385	8,4625	0,9949	99,4898
395	4151	4147	4149	3,420	8,5500	1,0077	100,7653
400	4147	4141	4144	3,445	8,6125	1,0204	102,0408
405	4132	4128	4130	3,515	8,7875	1,0332	103,3163
410	4119	4125	4122	3,555	8,8875	1,0459	104,5918
415	4109	4111	4110	3,615	9,0375	1,0587	105,8673
420	4101	4103	4102	3,655	9,1375	1,0714	107,1429

425	4090	4086	4088	3,725	9,3125	1,0842	108,4184
430	4076	4070	4073	3,800	9,5000	1,0969	109,6939
435	4070	4066	4068	3,825	9,5625	1,1097	110,9694
440	4052	4058	4055	3,890	9,7250	1,1224	112,2449
445	4039	4041	4040	3,965	9,9125	1,1352	113,5204
450	4028	4030	4029	4,020	10,0500	1,1480	114,7959
455	4023	4019	4021	4,060	10,1500	1,1607	116,0714
460	4010	4004	4007	4,130	10,3250	1,1735	117,3469
465	3999	3995	3997	4,180	10,4500	1,1862	118,6224
470	3979	3985	3982	4,255	10,6375	1,1990	119,8980
475	3969	3971	3970	4,315	10,7875	1,2117	121,1735
480	3955	3957	3956	4,385	10,9625	1,2245	122,4490
485	3943	3939	3941	4,460	11,1500	1,2372	123,7245
490	3931	3925	3928	4,525	11,3125	1,2500	125,0000
495	3919	3915	3917	4,580	11,4500	1,2628	126,2755
500	3899	3905	3902	4,655	11,6375	1,2755	127,5510
505	3848	3850	3849	4,920	12,3000	1,2883	128,8265
510	3844	3846	3845	4,940	12,3500	1,3010	130,1020
515	3841	3837	3839	4,970	12,4250	1,3138	131,3776
520	3836	3830	3833	5,000	12,5000	1,3265	132,6531
525	3827	3823	3825	5,040	12,6000	1,3393	133,9286
530	3810	3816	3813	5,100	12,7500	1,3520	135,2041
535	3804	3806	3805	5,140	12,8500	1,3648	136,4796
540	3781	3783	3782	5,255	13,1375	1,3776	137,7551
545	3769	3765	3767	5,330	13,3250	1,3903	139,0306
550	3757	3753	3755	5,390	13,4750	1,4031	140,3061
555	3736	3742	3739	5,470	13,6750	1,4158	141,5816
560	3707	3709	3708	5,625	14,0625	1,4286	142,8571
565	3704	3706	3705	5,640	14,1000	1,4413	144,1327
570	3684	3680	3682	5,755	14,3875	1,4541	145,4082
575	3668	3664	3666	5,835	14,5875	1,4668	146,6837
580	3651	3657	3654	5,895	14,7375	1,4796	147,9592
585	3625	3627	3626	6,035	15,0875	1,4923	149,2347
590	3604	3606	3605	6,140	15,3500	1,5051	150,5102
595	3594	3590	3592	6,205	15,5125	1,5179	151,7857
600	3572	3568	3570	6,315	15,7875	1,5306	153,0612
605	3550	3556	3553	6,400	16,0000	1,5434	154,3367
610	3524	3526	3525	6,540	16,3500	1,5561	155,6122
615	3502	3504	3503	6,650	16,6250	1,5689	156,8878
620	3464	3460	3462	6,855	17,1375	1,5816	158,1633
625	3434	3430	3432	7,005	17,5125	1,5944	159,4388
630	3408	3414	3411	7,110	17,7750	1,6071	160,7143
635	3366	3368	3367	7,330	18,3250	1,6199	161,9898
640	3322	3324	3323	7,550	18,8750	1,6327	163,2653
645	3291	3287	3289	7,720	19,3000	1,6454	164,5408

650	3265	3261	3263	7,850	19,6250	1,6582	165,8163
655	3236	3242	3239	7,970	19,9250	1,6709	167,0918
660	3211	3213	3212	8,105	20,2625	1,6837	168,3673
665	3184	3186	3185	8,240	20,6000	1,6964	169,6429
670	3160	3156	3158	8,375	20,9375	1,7092	170,9184
675	3133	3129	3131	8,510	21,2750	1,7219	172,1939
680	3101	3107	3104	8,645	21,6125	1,7347	173,4694
685	3077	3079	3078	8,775	21,9375	1,7474	174,7449
690	3039	3035	3037	8,980	22,4500	1,7602	176,0204
695	2980	2986	2983	9,250	23,1250	1,7730	177,2959
700	2963	2965	2964	9,345	23,3625	1,7857	178,5714
705	2941	2937	2939	9,470	23,6750	1,7985	179,8469
710	2781	2787	2784	10,245	25,6125	1,8112	181,1224





8. $\alpha = 46^\circ$, $B = 6 \text{ cm}$, $d/B = 3$, $n=3$

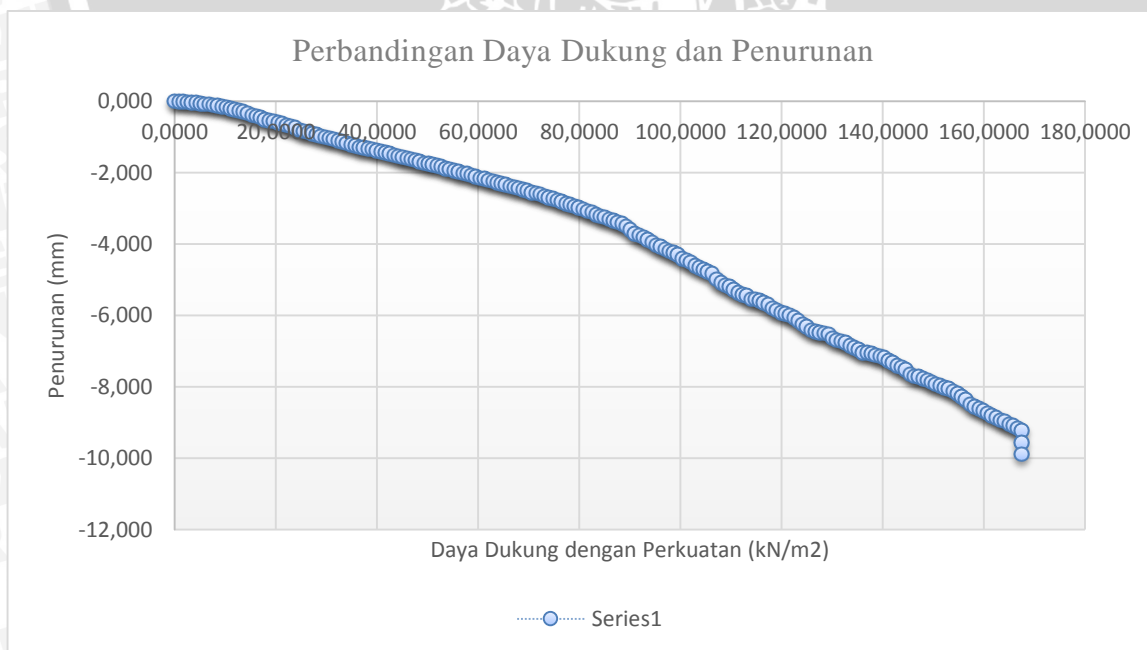
Beban (Kg)	LVDT			Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (Kg/cm ²)	qu (kN/m ²)
	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Rata-rata				
0	4854	4856	4855	0,000	0,0000	0,0000	0,0000
5	4854	4850	4852	0,015	0,0250	0,0085	0,8503
10	4854	4848	4851	0,020	0,0333	0,0170	1,7007
15	4851	4847	4849	0,030	0,0500	0,0255	2,5510
20	4844	4850	4847	0,040	0,0667	0,0340	3,4014
25	4844	4846	4845	0,050	0,0833	0,0425	4,2517
30	4842	4844	4843	0,060	0,1000	0,0510	5,1020
35	4841	4837	4839	0,080	0,1333	0,0595	5,9524
40	4839	4833	4836	0,095	0,1583	0,0680	6,8027
45	4836	4832	4834	0,105	0,1750	0,0765	7,6531
50	4826	4832	4829	0,130	0,2167	0,0850	8,5034
55	4823	4825	4824	0,155	0,2583	0,0935	9,3537
60	4819	4821	4820	0,175	0,2917	0,1020	10,2041
65	4815	4811	4813	0,210	0,3500	0,1105	11,0544
70	4811	4805	4808	0,235	0,3917	0,1190	11,9048
75	4802	4798	4800	0,275	0,4583	0,1276	12,7551
80	4792	4798	4795	0,300	0,5000	0,1361	13,6054
85	4785	4787	4786	0,345	0,5750	0,1446	14,4558
90	4777	4779	4778	0,385	0,6417	0,1531	15,3061
95	4772	4768	4770	0,425	0,7083	0,1616	16,1565
100	4764	4758	4761	0,470	0,7833	0,1701	17,0068
105	4755	4751	4753	0,510	0,8500	0,1786	17,8571
110	4742	4748	4745	0,550	0,9167	0,1871	18,7075
115	4741	4743	4742	0,565	0,9417	0,1956	19,5578
120	4733	4735	4734	0,605	1,0083	0,2041	20,4082
125	4729	4727	4728	0,635	1,0583	0,2126	21,2585
130	4721	4719	4720	0,675	1,1250	0,2211	22,1088
135	4715	4713	4714	0,705	1,1750	0,2296	22,9592
140	4707	4703	4705	0,750	1,2500	0,2381	23,8095
145	4695	4693	4694	0,805	1,3417	0,2466	24,6599
150	4686	4688	4687	0,840	1,4000	0,2551	25,5102
155	4683	4679	4681	0,870	1,4500	0,2636	26,3605
160	4676	4670	4673	0,910	1,5167	0,2721	27,2109
165	4668	4664	4666	0,945	1,5750	0,2806	28,0612
170	4657	4663	4660	0,975	1,6250	0,2891	28,9116
175	4653	4655	4654	1,005	1,6750	0,2976	29,7619
180	4645	4647	4646	1,045	1,7417	0,3061	30,6122
185	4643	4639	4641	1,070	1,7833	0,3146	31,4626
190	4637	4631	4634	1,105	1,8417	0,3231	32,3129
195	4629	4625	4627	1,140	1,9000	0,3316	33,1633

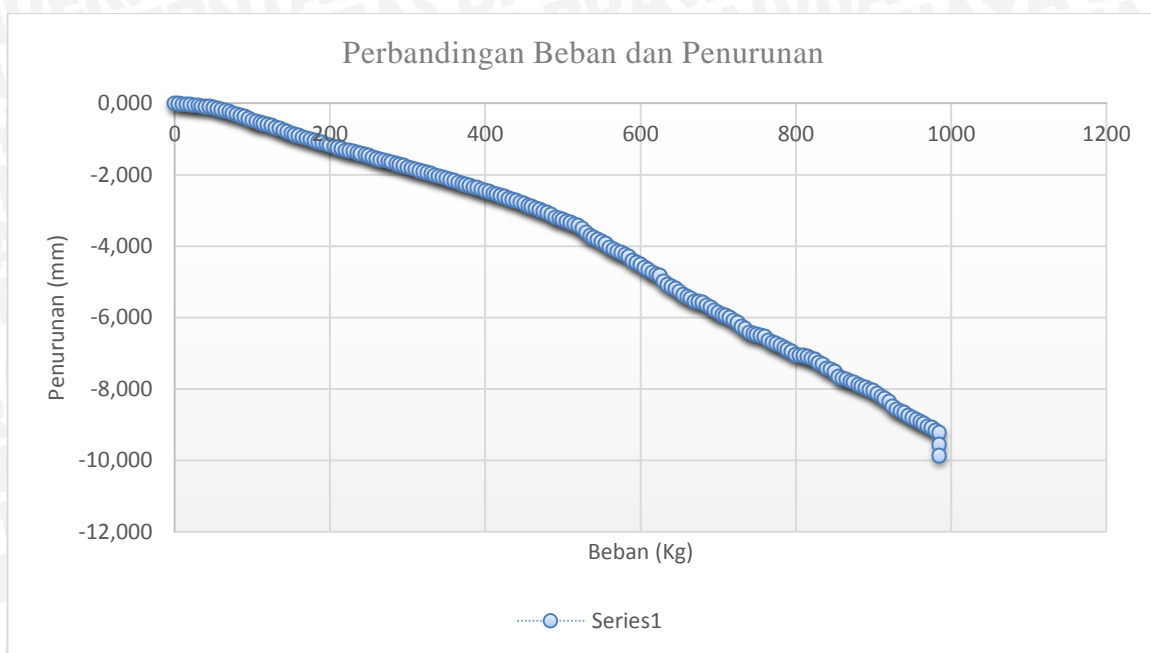
200	4616	4622	4619	1,180	1,9667	0,3401	34,0136
205	4612	4614	4613	1,210	2,0167	0,3486	34,8639
210	4604	4606	4605	1,250	2,0833	0,3571	35,7143
215	4601	4597	4599	1,280	2,1333	0,3656	36,5646
220	4596	4590	4593	1,310	2,1833	0,3741	37,4150
225	4591	4587	4589	1,330	2,2167	0,3827	38,2653
230	4583	4589	4586	1,345	2,2417	0,3912	39,1156
235	4577	4579	4578	1,385	2,3083	0,3997	39,9660
240	4571	4573	4572	1,415	2,3583	0,4082	40,8163
245	4570	4566	4568	1,435	2,3917	0,4167	41,6667
250	4563	4557	4560	1,475	2,4583	0,4252	42,5170
255	4555	4551	4553	1,510	2,5167	0,4337	43,3673
260	4543	4549	4546	1,545	2,5750	0,4422	44,2177
265	4540	4542	4541	1,570	2,6167	0,4507	45,0680
270	4534	4536	4535	1,600	2,6667	0,4592	45,9184
275	4532	4528	4530	1,625	2,7083	0,4677	46,7687
280	4528	4522	4525	1,650	2,7500	0,4762	47,6190
285	4518	4514	4516	1,695	2,8250	0,4847	48,4694
290	4506	4512	4509	1,730	2,8833	0,4932	49,3197
295	4503	4505	4504	1,755	2,9250	0,5017	50,1701
300	4497	4499	4498	1,785	2,9750	0,5102	51,0204
305	4494	4490	4492	1,815	3,0250	0,5187	51,8707
310	4490	4484	4487	1,840	3,0667	0,5272	52,7211
315	4480	4476	4478	1,885	3,1417	0,5357	53,5714
320	4469	4475	4472	1,915	3,1917	0,5442	54,4218
325	4464	4466	4465	1,950	3,2500	0,5527	55,2721
330	4458	4460	4459	1,980	3,3000	0,5612	56,1224
335	4454	4450	4452	2,015	3,3583	0,5697	56,9728
340	4450	4444	4447	2,040	3,4000	0,5782	57,8231
345	4443	4439	4441	2,070	3,4500	0,5867	58,6735
350	4431	4437	4434	2,105	3,5083	0,5952	59,5238
355	4424	4426	4425	2,150	3,5833	0,6037	60,3741
360	4419	4421	4420	2,175	3,6250	0,6122	61,2245
365	4415	4411	4413	2,210	3,6833	0,6207	62,0748
370	4409	4403	4406	2,245	3,7417	0,6293	62,9252
375	4401	4397	4399	2,280	3,8000	0,6378	63,7755
380	4391	4397	4394	2,305	3,8417	0,6463	64,6259
385	4385	4387	4386	2,345	3,9083	0,6548	65,4762
390	4379	4381	4380	2,375	3,9583	0,6633	66,3265
395	4376	4372	4374	2,405	4,0083	0,6718	67,1769
400	4369	4363	4366	2,445	4,0750	0,6803	68,0272
405	4362	4358	4360	2,475	4,1250	0,6888	68,8776
410	4349	4355	4352	2,515	4,1917	0,6973	69,7279
415	4343	4345	4344	2,555	4,2583	0,7058	70,5782
420	4337	4339	4338	2,585	4,3083	0,7143	71,4286

425	4334	4330	4332	2,615	4,3583	0,7228	72,2789
430	4325	4319	4322	2,665	4,4417	0,7313	73,1293
435	4317	4313	4315	2,700	4,5000	0,7398	73,9796
440	4306	4312	4309	2,730	4,5500	0,7483	74,8299
445	4300	4302	4301	2,770	4,6167	0,7568	75,6803
450	4290	4292	4291	2,820	4,7000	0,7653	76,5306
455	4283	4279	4281	2,870	4,7833	0,7738	77,3810
460	4277	4271	4274	2,905	4,8417	0,7823	78,2313
465	4268	4264	4266	2,945	4,9083	0,7908	79,0816
470	4255	4261	4258	2,985	4,9750	0,7993	79,9320
475	4248	4250	4249	3,030	5,0500	0,8078	80,7823
480	4239	4241	4240	3,075	5,1250	0,8163	81,6327
485	4234	4230	4232	3,115	5,1917	0,8248	82,4830
490	4221	4215	4218	3,185	5,3083	0,8333	83,3333
495	4213	4209	4211	3,220	5,3667	0,8418	84,1837
500	4200	4206	4203	3,260	5,4333	0,8503	85,0340
505	4193	4195	4194	3,305	5,5083	0,8588	85,8844
510	4184	4186	4185	3,350	5,5833	0,8673	86,7347
515	4179	4175	4177	3,390	5,6500	0,8759	87,5850
520	4172	4166	4169	3,430	5,7167	0,8844	88,4354
525	4156	4152	4154	3,505	5,8417	0,8929	89,2857
530	4131	4137	4134	3,605	6,0083	0,9014	90,1361
535	4112	4114	4113	3,710	6,1833	0,9099	90,9864
540	4102	4104	4103	3,760	6,2667	0,9184	91,8367
545	4094	4090	4092	3,815	6,3583	0,9269	92,6871
550	4081	4077	4079	3,880	6,4667	0,9354	93,5374
555	4063	4069	4066	3,945	6,5750	0,9439	94,3878
560	4047	4049	4048	4,035	6,7250	0,9524	95,2381
565	4038	4040	4039	4,080	6,8000	0,9609	96,0884
570	4028	4024	4026	4,145	6,9083	0,9694	96,9388
575	4018	4014	4016	4,195	6,9917	0,9779	97,7891
580	4002	4008	4005	4,250	7,0833	0,9864	98,6395
585	3994	3996	3995	4,300	7,1667	0,9949	99,4898
590	3972	3974	3973	4,410	7,3500	1,0034	100,3401
595	3965	3961	3963	4,460	7,4333	1,0119	101,1905
600	3954	3950	3952	4,515	7,5250	1,0204	102,0408
605	3931	3937	3934	4,605	7,6750	1,0289	102,8912
610	3922	3924	3923	4,660	7,7667	1,0374	103,7415
615	3908	3910	3909	4,730	7,8833	1,0459	104,5918
620	3901	3897	3899	4,780	7,9667	1,0544	105,4422
625	3892	3888	3890	4,825	8,0417	1,0629	106,2925
630	3855	3861	3858	4,985	8,3083	1,0714	107,1429
635	3837	3839	3838	5,085	8,4750	1,0799	107,9932
640	3825	3827	3826	5,145	8,5750	1,0884	108,8435
645	3818	3814	3816	5,195	8,6583	1,0969	109,6939

650	3803	3799	3801	5,270	8,7833	1,1054	110,5442
655	3779	3785	3782	5,365	8,9417	1,1139	111,3946
660	3770	3772	3771	5,420	9,0333	1,1224	112,2449
665	3763	3765	3764	5,455	9,0917	1,1310	113,0952
670	3748	3744	3746	5,545	9,2417	1,1395	113,9456
675	3745	3743	3744	5,555	9,2583	1,1480	114,7959
680	3739	3735	3737	5,590	9,3167	1,1565	115,6463
685	3726	3724	3725	5,650	9,4167	1,1650	116,4966
690	3716	3712	3714	5,705	9,5083	1,1735	117,3469
695	3693	3699	3696	5,795	9,6583	1,1820	118,1973
700	3685	3683	3684	5,855	9,7583	1,1905	119,0476
705	3668	3674	3671	5,920	9,8667	1,1990	119,8980
710	3662	3668	3665	5,950	9,9167	1,2075	120,7483
715	3654	3656	3655	6,000	10,0000	1,2160	121,5986
720	3639	3641	3640	6,075	10,1250	1,2245	122,4490
725	3624	3626	3625	6,150	10,2500	1,2330	123,2993
730	3607	3603	3605	6,250	10,4167	1,2415	124,1497
735	3595	3591	3593	6,310	10,5167	1,2500	125,0000
740	3568	3574	3571	6,420	10,7000	1,2585	125,8503
745	3563	3565	3564	6,455	10,7583	1,2670	126,7007
750	3557	3559	3558	6,485	10,8083	1,2755	127,5510
755	3553	3555	3554	6,505	10,8417	1,2840	128,4014
760	3551	3547	3549	6,530	10,8833	1,2925	129,2517
765	3530	3526	3528	6,635	11,0583	1,3010	130,1020
770	3514	3520	3517	6,690	11,1500	1,3095	130,9524
775	3508	3510	3509	6,730	11,2167	1,3180	131,8027
780	3499	3501	3500	6,775	11,2917	1,3265	132,6531
785	3485	3487	3486	6,845	11,4083	1,3350	133,5034
790	3475	3471	3473	6,910	11,5167	1,3435	134,3537
795	3464	3460	3462	6,965	11,6083	1,3520	135,2041
800	3443	3449	3446	7,045	11,7417	1,3605	136,0544
805	3444	3446	3445	7,050	11,7500	1,3690	136,9048
810	3438	3444	3441	7,070	11,7833	1,3776	137,7551
815	3433	3433	3433	7,110	11,8500	1,3861	138,6054
820	3427	3425	3426	7,145	11,9083	1,3946	139,4558
825	3421	3417	3419	7,180	11,9667	1,4031	140,3061
830	3398	3404	3401	7,270	12,1167	1,4116	141,1565
835	3391	3393	3392	7,315	12,1917	1,4201	142,0068
840	3370	3372	3371	7,420	12,3667	1,4286	142,8571
845	3364	3366	3365	7,450	12,4167	1,4371	143,7075
850	3353	3349	3351	7,520	12,5333	1,4456	144,5578
855	3327	3323	3325	7,650	12,7500	1,4541	145,4082
860	3312	3318	3315	7,700	12,8333	1,4626	146,2585
865	3307	3313	3310	7,725	12,8750	1,4711	147,1088
870	3297	3303	3300	7,775	12,9583	1,4796	147,9592

875	3291	3293	3292	7,815	13,0250	1,4881	148,8095
880	3277	3283	3280	7,875	13,1250	1,4966	149,6599
885	3267	3273	3270	7,925	13,2083	1,5051	150,5102
890	3259	3263	3261	7,970	13,2833	1,5136	151,3605
895	3247	3253	3250	8,025	13,3750	1,5221	152,2109
900	3245	3243	3244	8,055	13,4250	1,5306	153,0612
905	3227	3233	3230	8,125	13,5417	1,5391	153,9116
910	3207	3223	3215	8,200	13,6667	1,5476	154,7619
915	3198	3200	3199	8,280	13,8000	1,5561	155,6122
920	3184	3182	3183	8,360	13,9333	1,5646	156,4626
925	3160	3156	3158	8,485	14,1417	1,5731	157,3129
930	3140	3144	3142	8,565	14,2750	1,5816	158,1633
935	3132	3130	3131	8,620	14,3667	1,5901	159,0136
940	3123	3121	3122	8,665	14,4417	1,5986	159,8639
945	3107	3105	3106	8,745	14,5750	1,6071	160,7143
950	3090	3096	3093	8,810	14,6833	1,6156	161,5646
955	3082	3084	3083	8,860	14,7667	1,6241	162,4150
960	3066	3072	3069	8,930	14,8833	1,6327	163,2653
965	3062	3060	3061	8,970	14,9500	1,6412	164,1156
970	3042	3048	3045	9,050	15,0833	1,6497	164,9660
975	3040	3036	3038	9,085	15,1417	1,6582	165,8163
980	3018	3024	3021	9,170	15,2833	1,6667	166,6667
985	3006	3012	3009	9,230	15,3833	1,6752	167,5170
985	2939	2945	2942	9,565	15,9417	1,6752	167,5170
985	2875	2883	2879	9,880	16,4667	1,6752	167,5170





9. $\alpha = 46^\circ$, $B = 8 \text{ cm}$, $d/B = 3$, $n=3$

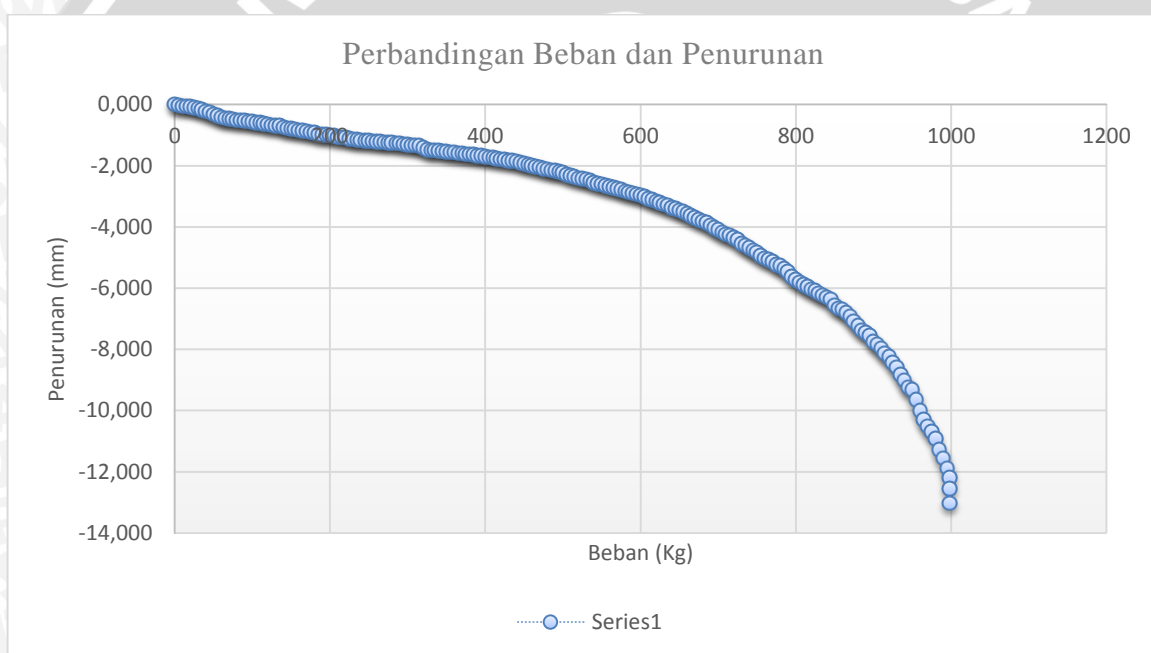
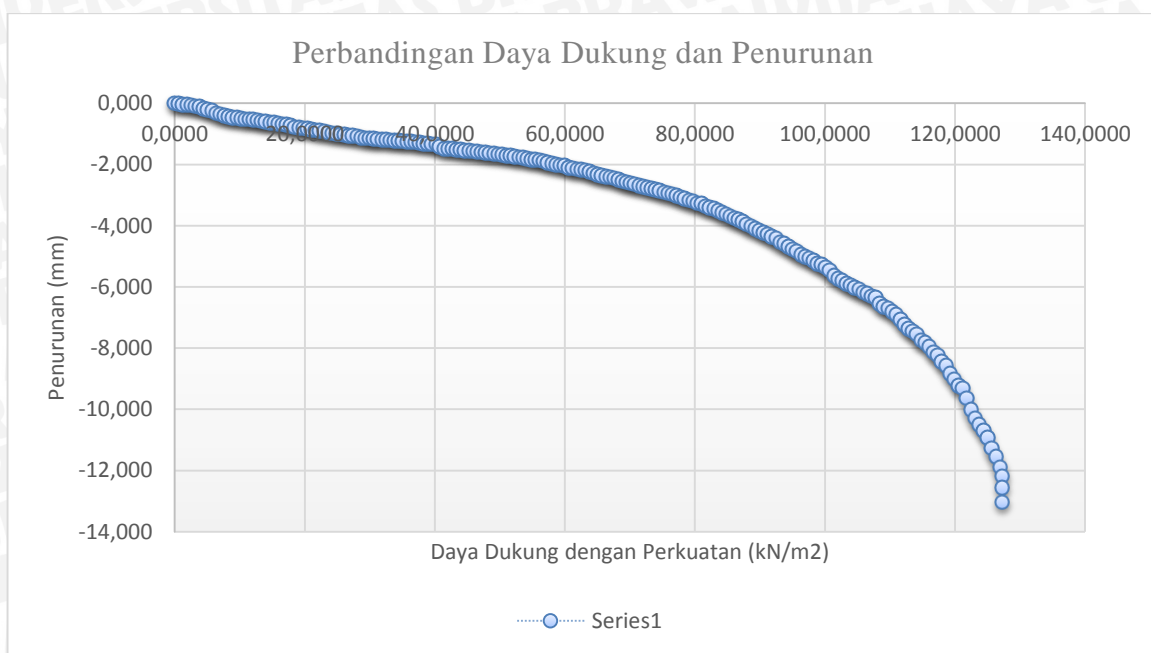
Beban (Kg)	LVDT			Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (Kg/cm ²)	qu (kN/m ²)
	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Rata-rata				
0	4808	4810	4809	0,000	0,0000	0,0000	0,0000
5	4807	4803	4805	0,020	0,0250	0,0064	0,6378
10	4803	4797	4800	0,045	0,0563	0,0128	1,2755
15	4801	4797	4799	0,050	0,0625	0,0191	1,9133
20	4792	4798	4795	0,070	0,0875	0,0255	2,5510
25	4789	4791	4790	0,095	0,1188	0,0319	3,1888
30	4783	4785	4784	0,125	0,1563	0,0383	3,8265
35	4777	4773	4775	0,170	0,2125	0,0446	4,4643
40	4770	4764	4767	0,210	0,2625	0,0510	5,1020
45	4761	4757	4759	0,250	0,3125	0,0574	5,7398
50	4743	4749	4746	0,315	0,3938	0,0638	6,3776
55	4736	4738	4737	0,360	0,4500	0,0702	7,0153
60	4725	4727	4726	0,415	0,5188	0,0765	7,6531
65	4723	4719	4721	0,440	0,5500	0,0829	8,2908
70	4719	4713	4716	0,465	0,5813	0,0893	8,9286
75	4715	4711	4713	0,480	0,6000	0,0957	9,5663
80	4709	4705	4707	0,510	0,6375	0,1020	10,2041
85	4707	4703	4705	0,520	0,6500	0,1084	10,8418
90	4706	4702	4704	0,525	0,6563	0,1148	11,4796
95	4704	4700	4702	0,535	0,6688	0,1212	12,1173
100	4698	4696	4697	0,560	0,7000	0,1276	12,7551
105	4693	4689	4691	0,590	0,7375	0,1339	13,3929
110	4686	4692	4689	0,600	0,7500	0,1403	14,0306
115	4682	4684	4683	0,630	0,7875	0,1467	14,6684
120	4679	4681	4680	0,645	0,8063	0,1531	15,3061
125	4676	4672	4674	0,675	0,8438	0,1594	15,9439
130	4676	4670	4673	0,680	0,8500	0,1658	16,5816
135	4671	4667	4669	0,700	0,8750	0,1722	17,2194
140	4658	4664	4661	0,740	0,9250	0,1786	17,8571
145	4652	4654	4653	0,780	0,9750	0,1849	18,4949
150	4649	4651	4650	0,795	0,9938	0,1913	19,1327
155	4649	4645	4647	0,810	1,0125	0,1977	19,7704
160	4645	4639	4642	0,835	1,0438	0,2041	20,4082
165	4638	4634	4636	0,865	1,0813	0,2105	21,0459
170	4632	4638	4635	0,870	1,0875	0,2168	21,6837
175	4627	4629	4628	0,905	1,1313	0,2232	22,3214
180	4625	4627	4626	0,915	1,1438	0,2296	22,9592
185	4618	4614	4616	0,965	1,2063	0,2360	23,5969
190	4616	4610	4613	0,980	1,2250	0,2423	24,2347
195	4614	4610	4612	0,985	1,2313	0,2487	24,8724

200	4605	4611	4608	1,005	1,2563	0,2551	25,5102
205	4603	4605	4604	1,025	1,2813	0,2615	26,1480
210	4596	4598	4597	1,060	1,3250	0,2679	26,7857
215	4598	4594	4596	1,065	1,3313	0,2742	27,4235
220	4597	4591	4594	1,075	1,3438	0,2806	28,0612
225	4586	4582	4584	1,125	1,4063	0,2870	28,6990
230	4579	4585	4582	1,135	1,4188	0,2934	29,3367
235	4578	4580	4579	1,150	1,4375	0,2997	29,9745
240	4574	4576	4575	1,170	1,4625	0,3061	30,6122
245	4575	4571	4573	1,180	1,4750	0,3125	31,2500
250	4575	4569	4572	1,185	1,4813	0,3189	31,8878
255	4571	4567	4569	1,200	1,5000	0,3253	32,5255
260	4565	4571	4568	1,205	1,5063	0,3316	33,1633
265	4565	4567	4566	1,215	1,5188	0,3380	33,8010
270	4563	4565	4564	1,225	1,5313	0,3444	34,4388
275	4564	4560	4562	1,235	1,5438	0,3508	35,0765
280	4563	4557	4560	1,245	1,5563	0,3571	35,7143
285	4559	4555	4557	1,260	1,5750	0,3635	36,3520
290	4551	4557	4554	1,275	1,5938	0,3699	36,9898
295	4549	4551	4550	1,295	1,6188	0,3763	37,6276
300	4546	4548	4547	1,310	1,6375	0,3827	38,2653
305	4547	4543	4545	1,320	1,6500	0,3890	38,9031
310	4546	4540	4543	1,330	1,6625	0,3954	39,5408
315	4543	4539	4541	1,340	1,6750	0,4018	40,1786
320	4522	4528	4525	1,420	1,7750	0,4082	40,8163
325	4512	4514	4513	1,480	1,8500	0,4145	41,4541
330	4509	4511	4510	1,495	1,8688	0,4209	42,0918
335	4512	4508	4510	1,495	1,8688	0,4273	42,7296
340	4510	4504	4507	1,510	1,8875	0,4337	43,3673
345	4507	4503	4505	1,520	1,9000	0,4401	44,0051
350	4497	4503	4500	1,545	1,9313	0,4464	44,6429
355	4497	4499	4498	1,555	1,9438	0,4528	45,2806
360	4495	4497	4496	1,565	1,9563	0,4592	45,9184
365	4495	4491	4493	1,580	1,9750	0,4656	46,5561
370	4492	4486	4489	1,600	2,0000	0,4719	47,1939
375	4488	4484	4486	1,615	2,0188	0,4783	47,8316
380	4480	4486	4483	1,630	2,0375	0,4847	48,4694
385	4479	4481	4480	1,645	2,0563	0,4911	49,1071
390	4475	4477	4476	1,665	2,0813	0,4974	49,7449
395	4475	4471	4473	1,680	2,1000	0,5038	50,3827
400	4470	4464	4467	1,710	2,1375	0,5102	51,0204
405	4466	4462	4464	1,725	2,1563	0,5166	51,6582
410	4457	4463	4460	1,745	2,1813	0,5230	52,2959
415	4456	4458	4457	1,760	2,2000	0,5293	52,9337
420	4452	4454	4453	1,780	2,2250	0,5357	53,5714

425	4451	4447	4449	1,800	2,2500	0,5421	54,2092
430	4445	4439	4442	1,835	2,2938	0,5485	54,8469
435	4444	4440	4442	1,835	2,2938	0,5548	55,4847
440	4435	4441	4438	1,855	2,3188	0,5612	56,1224
445	4427	4431	4429	1,900	2,3750	0,5676	56,7602
450	4420	4422	4421	1,940	2,4250	0,5740	57,3980
455	4416	4412	4414	1,975	2,4688	0,5804	58,0357
460	4411	4405	4408	2,005	2,5063	0,5867	58,6735
465	4406	4402	4404	2,025	2,5313	0,5931	59,3112
470	4396	4402	4399	2,050	2,5625	0,5995	59,9490
475	4389	4391	4390	2,095	2,6188	0,6059	60,5867
480	4385	4387	4386	2,115	2,6438	0,6122	61,2245
485	4381	4377	4379	2,150	2,6875	0,6186	61,8622
490	4378	4372	4375	2,170	2,7125	0,6250	62,5000
495	4372	4368	4370	2,195	2,7438	0,6314	63,1378
500	4362	4362	4362	2,235	2,7938	0,6378	63,7755
505	4351	4353	4352	2,285	2,8563	0,6441	64,4133
510	4342	4344	4343	2,330	2,9125	0,6505	65,0510
515	4340	4336	4338	2,355	2,9438	0,6569	65,6888
520	4332	4326	4329	2,400	3,0000	0,6633	66,3265
525	4326	4322	4324	2,425	3,0313	0,6696	66,9643
530	4317	4323	4320	2,445	3,0563	0,6760	67,6020
535	4309	4313	4311	2,490	3,1125	0,6824	68,2398
540	4298	4300	4299	2,550	3,1875	0,6888	68,8776
545	4295	4291	4293	2,580	3,2250	0,6952	69,5153
550	4288	4284	4286	2,615	3,2688	0,7015	70,1531
555	4276	4282	4279	2,650	3,3125	0,7079	70,7908
560	4270	4272	4271	2,690	3,3625	0,7143	71,4286
565	4262	4266	4264	2,725	3,4063	0,7207	72,0663
570	4260	4256	4258	2,755	3,4438	0,7270	72,7041
575	4253	4249	4251	2,790	3,4875	0,7334	73,3418
580	4241	4247	4244	2,825	3,5313	0,7398	73,9796
585	4236	4238	4237	2,860	3,5750	0,7462	74,6173
590	4228	4230	4229	2,900	3,6250	0,7526	75,2551
595	4225	4221	4223	2,930	3,6625	0,7589	75,8929
600	4215	4217	4216	2,965	3,7063	0,7653	76,5306
605	4203	4209	4206	3,015	3,7688	0,7717	77,1684
610	4194	4196	4195	3,070	3,8375	0,7781	77,8061
615	4186	4188	4187	3,110	3,8875	0,7844	78,4439
620	4178	4174	4176	3,165	3,9563	0,7908	79,0816
625	4169	4165	4167	3,210	4,0125	0,7972	79,7194
630	4154	4160	4157	3,260	4,0750	0,8036	80,3571
635	4149	4151	4150	3,295	4,1188	0,8099	80,9949
640	4135	4137	4136	3,365	4,2063	0,8163	81,6327
645	4130	4126	4128	3,405	4,2563	0,8227	82,2704

650	4121	4117	4119	3,450	4,3125	0,8291	82,9082
655	4104	4110	4107	3,510	4,3875	0,8355	83,5459
660	4094	4096	4095	3,570	4,4625	0,8418	84,1837
665	4083	4085	4084	3,625	4,5313	0,8482	84,8214
670	4071	4067	4069	3,700	4,6250	0,8546	85,4592
675	4059	4055	4057	3,760	4,7000	0,8610	86,0969
680	4044	4050	4047	3,810	4,7625	0,8673	86,7347
685	4035	4037	4036	3,865	4,8313	0,8737	87,3724
690	4019	4021	4020	3,945	4,9313	0,8801	88,0102
695	4003	4005	4004	4,025	5,0313	0,8865	88,6480
700	3992	3988	3990	4,095	5,1188	0,8929	89,2857
705	3977	3973	3975	4,170	5,2125	0,8992	89,9235
710	3960	3966	3963	4,230	5,2875	0,9056	90,5612
715	3954	3956	3955	4,270	5,3375	0,9120	91,1990
720	3936	3938	3937	4,360	5,4500	0,9184	91,8367
725	3927	3929	3928	4,405	5,5063	0,9247	92,4745
730	3902	3898	3900	4,545	5,6813	0,9311	93,1122
735	3891	3887	3889	4,600	5,7500	0,9375	93,7500
740	3870	3876	3873	4,680	5,8500	0,9439	94,3878
745	3855	3857	3856	4,765	5,9563	0,9503	95,0255
750	3843	3845	3844	4,825	6,0313	0,9566	95,6633
755	3819	3821	3820	4,945	6,1813	0,9630	96,3010
760	3808	3804	3806	5,015	6,2688	0,9694	96,9388
765	3797	3793	3795	5,070	6,3375	0,9758	97,5765
770	3777	3783	3780	5,145	6,4313	0,9821	98,2143
775	3760	3762	3761	5,240	6,5500	0,9885	98,8520
780	3754	3756	3755	5,270	6,5875	0,9949	99,4898
785	3736	3738	3737	5,360	6,7000	1,0013	100,1276
790	3719	3715	3717	5,460	6,8250	1,0077	100,7653
795	3684	3680	3682	5,635	7,0438	1,0140	101,4031
800	3660	3666	3663	5,730	7,1625	1,0204	102,0408
805	3648	3650	3649	5,800	7,2500	1,0268	102,6786
810	3628	3630	3629	5,900	7,3750	1,0332	103,3163
815	3618	3620	3619	5,950	7,4375	1,0395	103,9541
820	3604	3600	3602	6,035	7,5438	1,0459	104,5918
825	3594	3590	3592	6,085	7,6063	1,0523	105,2296
830	3573	3579	3576	6,165	7,7063	1,0587	105,8673
835	3563	3565	3564	6,225	7,7813	1,0651	106,5051
840	3547	3549	3548	6,305	7,8813	1,0714	107,1429
845	3537	3539	3538	6,355	7,9438	1,0778	107,7806
850	3501	3497	3499	6,550	8,1875	1,0842	108,4184
855	3481	3477	3479	6,650	8,3125	1,0906	109,0561
860	3468	3474	3471	6,690	8,3625	1,0969	109,6939
865	3448	3450	3449	6,800	8,5000	1,1033	110,3316
870	3427	3425	3426	6,915	8,6438	1,1097	110,9694

875	3395	3391	3393	7,080	8,8500	1,1161	111,6071
880	3364	3362	3363	7,230	9,0375	1,1224	112,2449
885	3333	3339	3336	7,365	9,2063	1,1288	112,8827
890	3317	3319	3318	7,455	9,3188	1,1352	113,5204
895	3298	3300	3299	7,550	9,4375	1,1416	114,1582
900	3261	3257	3259	7,750	9,6875	1,1480	114,7959
905	3244	3240	3242	7,835	9,7938	1,1543	115,4337
910	3214	3220	3217	7,960	9,9500	1,1607	116,0714
915	3181	3183	3182	8,135	10,1688	1,1671	116,7092
920	3161	3163	3162	8,235	10,2938	1,1735	117,3469
925	3121	3123	3122	8,435	10,5438	1,1798	117,9847
930	3091	3093	3092	8,585	10,7313	1,1862	118,6224
935	3041	3043	3042	8,835	11,0438	1,1926	119,2602
940	3003	3009	3006	9,015	11,2688	1,1990	119,8980
945	2961	2963	2962	9,235	11,5438	1,2054	120,5357
950	2943	2947	2945	9,320	11,6500	1,2117	121,1735
955	2881	2883	2882	9,635	12,0438	1,2181	121,8112
960	2809	2807	2808	10,005	12,5063	1,2245	122,4490
965	2748	2750	2749	10,300	12,8750	1,2309	123,0867
970	2704	2710	2707	10,510	13,1375	1,2372	123,7245
975	2668	2670	2669	10,700	13,3750	1,2436	124,3622
980	2628	2620	2624	10,925	13,6563	1,2500	125,0000
985	2552	2558	2555	11,270	14,0875	1,2564	125,6378
990	2500	2496	2498	11,555	14,4438	1,2628	126,2755
995	2434	2430	2432	11,885	14,8563	1,2691	126,9133
998	2372	2368	2370	12,195	15,2438	1,2730	127,2959
998	2298	2296	2297	12,560	15,7000	1,2730	127,2959
998	2200	2206	2203	13,030	16,2875	1,2730	127,2959



LAMPIRAN 8 DOKUMENTASI PENELITIAN



