

**PENGARUH VARIASI RASIO D/B DAN LEBAR PONDASI DENGAN
DUA LAPIS PERKUATAN GEOGRID TIPE BIAKSIAL DAN $U/B = 0,5$
TERHADAP DAYA DUKUNG TANAH PASIR DENGAN PONDASI
MENERUS**

SKRIPSI

TEKNIK SIPIL

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



FILYAN FERY ANGGRIAWAN

NIM. 125060100111024

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2016

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH VARIASI RASIO D/B DAN LEBAR PONDASI DENGAN DUA LAPIS
PERKUATAN GEOGRID TIPE BIAKSIAL DAN $U/B = 0,5$ TERHADAP DAYA
DUKUNG TANAH PASIR DENGAN PONDASI MENERUS**

SKRIPSI

TEKNIK SIPIL

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh
gelar Sarjana Teknik



FILYAN FERY ANGGRIAWAN

NIM. 125060100111024

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 8 Agustus 2016

Dosen Pembimbing I

Dr. Ir. As'ad Munawir, MT.
NIP. 19591111 198601 1 003

Dosen Pembimbing II

Eko Andi Suryo ST, MT, Ph.D
NIP. 19761023 200604 1 002

Mengetahui,
Ketua Program Studi

Dr. Eng. Indradi W, ST, M..Eng (Prac)
NIP. 19810220 200604 1 002

LEMBAR IDENTITAS PENGUJI**JUDUL SKRIPSI:**

Pengaruh Variasi Rasio d/B dan Lebar Pondasi dengan Dua Lapis Perkuatan Geogrid Tipe Biaksial dan $u/B = 0,5$ Terhadap Daya Dukung Tanah Pasir dengan Pondasi Menerus.

Nama Mahasiswa : Filyan Fery Anggriawan

NIM : 115060100111024

Program Studi : Teknik Sipil

Minat : Geoteknik

TIM DOSEN PENGUJI

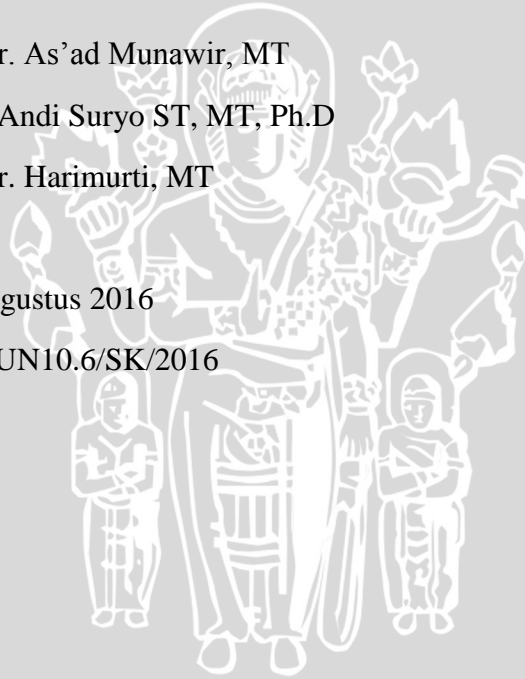
Dosen Penguji I : Dr. Ir. As'ad Munawir, MT

Dosen Penguji II : Eko Andi Suryo ST, MT, Ph.D

Dosen Penguji III : Dr. Ir. Harimurti, MT

Tanggal Ujian : 02 Agustus 2016

SK Penguji : 911/UN10.6/SK/2016



PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan 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 pernah 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 didalam 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, 2016

Mahasiswa,

Filyan Fery Anggriawan

NIM. 115060100111024



RIWAYAT HIDUP

Filyan Fery lahir di Malang 25 Juni 1994 anak kedua dari ayah Andik Saputra dan ibu Cicik Isnaini. Menjalani pendidikan di SDN Mulyoagung 01 Malang lulus tahun 2006. Setelah itu melanjutkan pendidikan di SMPN 15 Malang selama 3 tahun. Menempuh pendidikan di SMA Brawijaya Smart School Malang dan lulus pada tahun 2012 kemudian melanjutkan pendidikan S1 di Universitas Brawijaya Malang lulus pada tahun 2016.

Semasa kuliah, ikut berpartisipasi sebagai Asisten Laboratorium Mekanika Tanah dan Geologi, mengikuti lomba Bendungan Nasional juga sebagai Ketua Divisi Departemen Amara Himpunan Mahasiswa Sipil pada tahun 2013-2015.

Malang, Agustus 2016

Penulis



LEMBAR PERUNTUKAN

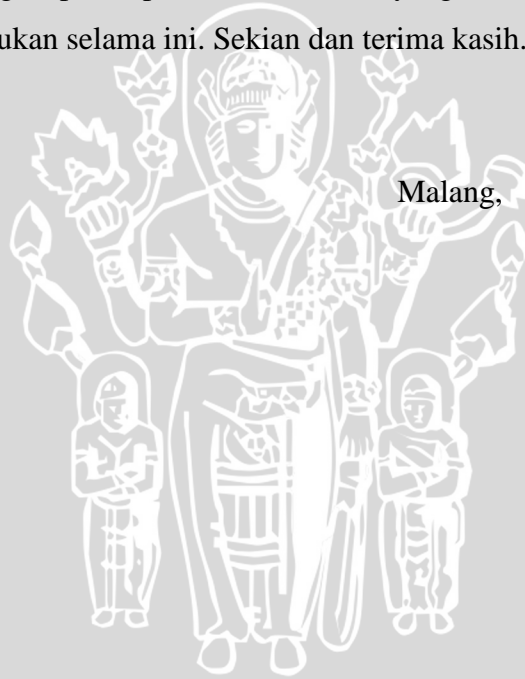
Puji Syukur kepada Allah SWT karena atas barokah dan rahmatnya, Skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Ucapan Shalawat kepada Nabi besar Muhammad SAW, ucapan terima kasih juga tidak lupa saya haturkan kepada Bapak-Ibu serta Kakak yang telah memberikah dukungan moral dan material dalam proses penyelesaian skripsi ini, Bapak-Ibu dosen dan dosen pembimbing yang telah membimbing selama perkuliahan dan penyusunan skripsi. Begitu juga untuk Tim skripsi, Rahma, Sarah, Ifit, Ocir, Danu, Aziz, Dhana, Cepu juga tidak lupa Hanif yang telah berjuang bersama dalam penyelesaian skripsi ini. Dan teman-teman mahasiswa teknik sipil khusus nya teman-teman HMJ, Amera, dan Asisten Lab Mektan.

Akhir kata, saya mengucapkan permintaan maaf yang sebesar-besarnya atas kesalahan yang pernah saya lakukan selama ini. Sekian dan terima kasih.

Malang,

Agustus 2016

Penulis



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**Pengaruh Variasi Rasio d/B dan Lebar Pondasi dengan Dua Lapis Perkuatan Geogrid Tipe Biaksial dan $u/B = 0,5$ Terhadap Daya Dukung Tanah Pasir dengan Pondasi Menerus**”.

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.

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

1. Kedua orang tua penulis serta kakak yang telah memberikan dukungan secara penuh baik mental maupun materiil.
2. 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.
3. 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.
4. Dr. Ir. As'ad Munawir, MT dan Eko Andi Suryo, ST, MT, Ph.D selaku dosen pembimbing pertama dan kedua yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan memberi saran serta masukan kepada penulis.
5. Dr. Ir. Harimurti, MT, Ir. Suroso, Dipl.HE, M.Eng, Dr. Ir. Arief Rachmansyah, MT, Dr.Eng. Yulvi Zaika, MT selaku dosen geoteknik yang telah meluangkan waktu memberi saran serta masukan kepada penulis.
6. Ir. Sugeng P. Budio, MS selaku dosen pembimbing akademik yang telah membimbing penulis selama perkuliahan.
7. Prof. Dr. Ir. Sri Murni Dewi, MS, selaku Kepala Laboratorium Struktur dan Konstruksi Bahan
8. Bapak dan Ibu dosen Teknik Sipil yang telah memberikan saran dan masukan penulis.
9. Pak Sugeng, Pak Hadi, Mbak Retno dan Mas Dino selaku pihak dari Laboratorium Struktur dan Konstruksi Bahan yang telah membantu penulis.

10. Pak Ketut, Mbak Indah dan Mbak Asmi, selaku pihak dari Laboratorium Mekanika Tanah dan Geoteknik yang telah membantu penulis.
11. Hanif Nursyahbani yang telah memberikan banyak motivasi dalam proses pengerjaan tugas akhir ini.
12. Aziz Benny, Danu Kurniawan, Rahmadhana, Rico Anggriawan, Bayu Satria, Rahma Amalina, Saraswati Noor, dan Sarah Geovani yang merupakan satu tim dimana saling membantu satu sama lain dan bekerja keras hingga kita dapat menyelesaikan tugas akhir.
13. HMJ yang telah memberikan banyak bantuan serta hiburan selama perkuliahan.
14. Teman-teman asisten Laboratorium Mekanika Tanah.
15. Dan semua teman-teman Teknik Sipil yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu dan telah sangat membantu penulis untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

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, 2016

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
RINGKASAN	iii
SUMMARY	iv
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	3
1.3. Rumusan Masalah	3
1.4. Batasan Masalah	4
1.5. Tujuan Penelitian	5
1.6. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Pasir	6
2.1.1. Karakteristik Tanah Pasir	6
2.1.2. Klasifikasi Pasir Berdasarkan <i>Unified</i> (U.S.C.S)	7
2.1.3. Kepadatan Relatif Pasir	9
2.2. Geosintetik	9
2.3. Geogrid	10
2.3.1. Jenis Geogrid	11
2.3.2. Karakteristik Geogrid Sebagai Bahan Perkuatan	11
2.3.3.1 Kekuatan Tarik	11
2.3.3.2 Interaksi antara Tanah dengan Geogrid	12



2.4. Geogrid sebagai Material Perkuatan Tanah.....	12
2.4.1. Penambahan Lapisan Geogrid.....	13
2.4.2. Pengaruh Jarak Antar Lapisan Geogrid	14
2.4.3. Pengaruh Lebar Geogrid	14
2.5. Mekanisme Kerja Geogrid pada Tanah	15
2.6. Pondasi Dangkal	16
2.6.1. Tegangan Kontak	16
2.6.2. Pola Keruntuhan di Bawah Pondasi	17
2.7. Teori Daya Dukung Pondasi	19
2.7.1. Pengertian Daya Dukung Pondasi.....	19
2.7.2. Solusi Meyerhof	19
2.7.3. Solusi Hansen dan Vesic	22
2.8. <i>Bearing Capacity Improvement (BCI)</i>	23
2.9. Kriteria Penentuan Beban Ultimit	24
2.10. Penurunan.....	25
BAB III METODE PENELITIAN	27
3.1. Waktu dan Tempat.....	27
3.2. Alat dan Bahan Penelitian	27
3.3. Jumlah dan Perlakuan Benda Uji.....	29
3.4. Metode Penelitian	30
3.4.1. Pengujian Dasar.....	30
3.4.2. Persiapan Benda Uji	30
3.4.3. Model Tes Lereng	31
3.4.4. Pengujian Pembebanan	32
3.5. Metode Analisis Data	33
3.6. Variasi Penelitian.....	35
3.7. Bagan Alir Tahapan Penelitian.....	36

BAB IV PEMBAHASAN	40
4.1. Analisis Bahan	40
4.1.1. Analisis Gradasi Butiran Tanah.....	41
4.1.2. Analisis Specific Gravity.....	42
4.1.3. Analisis Pemeriksaan Kepadatan Tanah (<i>Compaction</i>)	42
4.1.3.1. Kepadatan Tanah Standar di Laboratorium (<i>Proctor Test</i>).....	42
4.1.3.2. Kepadatan Tanah Model.....	43
4.1.4. Analisis Kuat Geser Langsung (<i>Direct Shear</i>).....	44
4.2. Pengujian <i>Model Test</i>	45
4.3. Hasil Pengujian <i>Model Test</i>	46
4.3.1. Pondasi Tanpa Perkuatan.....	46
4.3.1.1. Hasil Pemeriksaan Kepadatan dan Kadar Air	46
4.3.2. Pondasi Dengan Perkuatan Geogrid.....	47
4.3.2.1. Hasil Pemeriksaan Kepadatan dan Kadar Air	48
4.4. Analisis Daya Dukung Tanah Pasir RC 85%.....	48
4.4.1. Pondasi Tanpa Perkuatan.....	48
4.4.1.1. Metode Analitik.....	48
4.4.1.2. Metode Eksperimen.....	49
4.4.2. Pondasi Dengan Perkuatan Geogrid.....	51
4.5. Analisis Penurunan Tanah Pasir RC 85%.....	52
4.5.1. Pondasi Tanpa Perkuatan.....	52
4.5.1.1. Penurunan Pondasi tanpa Perkuatan pada Variasi Sudut Kemiringan.....	52
4.5.2. Tanah Pasir Dengan Perkuatan Geogrid.....	53
4.5.2.1. Penurunan Pondasi dengan Perkuatan pada Variasi rasio d/B terhadap Lebar pondasi	53
4.5.2.1.1. Lebar Pondasi (B) = 6 cm.....	53
4.5.2.1.2. Lebar Pondasi (B) = 8 cm.....	54
4.5.2.1.3. Lebar Pondasi (B) = 10 cm.....	55

4.5.2.2. Penurunan Tanah dengan Perkuatan pada Variasi rasio Lebar Pondasi terhadap Variasi rasio d/B	56
4.5.2.2.1. Rasio d/B = 0	56
4.5.2.2.2. Rasio d/B = 0,5	57
4.5.2.2.3. Rasio d/B = 1	58
4.6. Perbandingan Hubungan Daya Dukung dan Penurunan antara Tanah Pasir Tanpa Perkuatan dengan Tanah Pasir yang Menggunakan Perkuatan Geogrid	60
4.6.1. Perbandingan Hubungan Daya Dukung dan Penurunan Pondasi Tanpa Perkuatan dengan Pondasi yang Menggunakan Perkuatan Geogrid pada Variasi Lebar Pondasi	60
4.6.1.1. Lebar Pondasi (B) = 6 cm	60
4.6.1.1.1. Rasio d/B = 0	60
4.6.1.1.2. Rasio d/B = 0,5	61
4.6.1.1.3. Rasio d/B = 1	62
4.6.1.2. Lebar Pondasi (B) = 8 cm	63
4.6.1.2.1. Rasio d/B = 0	63
4.6.1.2.2. Rasio d/B = 0,5	64
4.6.1.2.3. Rasio d/B = 1	65
4.6.1.3. Lebar Pondasi (B) = 10 cm	66
4.6.1.3.1. Rasio d/B = 0	66
4.6.1.3.2. Rasio d/B = 0,5	67
4.6.1.3.3. Rasio d/B = 1	68
4.7. Analisis <i>Bearing Capacity Improvement</i> berdasarkan Data Dukung Ultimit (BCIu)	69
4.7.1. Perbandingan BCIu pada Variasi Lebar Pondasi terhadap Rasio d/B	69
4.7.2. Perbandingan BCIu pada Variasi Rasio d/B terhadap Lebar Pondasi	70
4.8. Analisis Peningkatan Nilai Daya Dukung pada Pondasi Tanpa Perkuatan dengan Pondasi yang Menggunakan Perkuatan Geogrid	71
4.9. Pengaruh Lebar Pondasi dan Rasio d/B terhadap Nilai Daya Dukung	72
BAB V PENUTUP	74

5.1. Kesimpulan	74
5.2. Saran.....	75
DAFTAR PUSTAKA	76
LAMPIRAN	77



DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Rentang Ukuran Partikel	6
Tabel 2.2	Sistem Klasifikasi Tanah Berbutir Kasar USCS	8
Tabel 2.3	Faktor-Faktor Bentuk Pondasi	21
Tabel 2.4	Faktor Kedalaman Pondasi.....	21
Tabel 2.5	Faktor-Faktor Kemiringan Beban	22
Tabel 3.1	Daya Dukung dan Penurunan Pondasi Dangkal tanpa Perkuatan.....	33
Tabel 3.2	Daya Dukung dan Penurunan Pondasi dengan Perkuatan Geogrid Menggunakan Variasi Rasio d/B.....	33
Tabel 3.3	Daya Dukung dan Penurunan Pondasi Dangkal dengan Perkuatan Geogrid Menggunakan Variasi Lebar Pondasi	34
Tabel 3.4	<i>Bearing Capacity Improvement (BCI)</i> untuk Variasi Lebar Pondasi dan Jumlah Rasio d/B	35
Tabel 4.1	Tipe Geogrid	40
Tabel 4.2	Rata-Rata <i>Spesific Gravity</i> Pasir	42
Tabel 4.3	Tinggi Benda Uji Berdasarkan Faktor Kedalaman Pondasi (d/B)	45
Tabel 4.4	Matriks Pengujian	46
Tabel 4.5	Nilai Kadar Air dan Berat Isi Kering Tanah Pasir Tanpa Perkuatan	47
Tabel 4.6	Nilai Kadar Air dan Berat Isi Kering Tanah Pasir Dengan Perkuatan.....	48
Tabel 4.7	Nilai Daya Dukung Analitik Untuk Tanah Pasir Tanpa Perkuatan	48
Tabel 4.8	Nilai Daya Dukung Berdasarkan Eksperimen Untuk Pondasi Tanpa Perkuatan.....	49
Tabel 4.9	Nilai Daya Dukung Berdasarkan Eksperimen untuk Perkuatan Tanah Pasir Dengan Variasi Lebar Pondasi (B).....	51
Tabel 4.10	Nilai Daya Dukung Berdasarkan Eksperimen untuk Perkuatan Tanah Pasir Dengan Variasi Rasio d/B	51
Tabel 4.11	Nilai BCIu untuk Variasi Lebar Pondasi.....	69

Tabel 4.12	Nilai BCIu untuk Variasi Rasio d/B	70
Tabel 4.13	Peningkatan Daya Dukung Tanah Pasir	71
Tabel 4.14	Peningkatan Daya Dukung antara Variasi Rasio d/B	72
Tabel 4.15	Peningkatan Daya Dukung antara Variasi Lebar Pondasi (B)	72



DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Klasifikasi Geosintetik	10
Gambar 2.2	Geogrid Biaksial.....	11
Gambar 2.3	Diagram Kuat Tarik Geogrid	12
Gambar 2.4	Pengaruh Rasio Jumlah Lapis Geogrid Terhadap Daya Dukung.....	13
Gambar 2.5	Hubungan z/B vs BCR	14
Gambar 2.6	Pengaruh Rasio Panjang Geogrid (b/B) Terhadap Daya Dukung.....	14
Gambar 2.7	Mekanisme Kerja Geogrid	15
Gambar 2.8	Tegangan Kontak Akibat Beban Aksial Eksentris	17
Gambar 2.9	Macam Keruntuhan Pondasi	18
Gambar 2.10	Keruntuhan Daya Dukung Meyerhof.....	19
Gambar 2.11	Jenis-Jenis Keruntuhan Tanah Akibat Beban Sehubungan Dengan Pondasi	25
Gambar 3.1	Alat-Alat yang Digunakan dalam Penelitian.....	28
Gambar 3.2	Model Tes Percobaan Tanpa Perkuatan Geogrid.....	29
Gambar 3.3	Model Tes Percobaan Dengan Perkuatan Geogrid	29
Gambar 3.4	Model box penelitian.....	38
Gambar 3.5	Contoh susunan pembebanan	33
Gambar 3.6	Bagan Alir Penelitian	37
Gambar 4.1	Hasil pembagian ukuran butiran tanah.....	41
Gambar 4.2	Grafik pemadatan standar.....	43
Gambar 4.3	(a) Hubungan antara tegangan geser dan regangan geser; (b) Hubungan antara tegangan geser dan tegangan normal.....	44
Gambar 4.4	Pemodelan Tanah Pasir tanpa Perkuatan	46
Gambar 4.5	Pemodelan Tanah Pasir dengan Perkuatan.....	47

Gambar 4.6	Perbandingan nilai daya dukung pada model pondasi tanpa perkuatan berdasarkan metode eksperimen.....	50
Gambar 4.7	Hubungan q_u dan penurunan pada model pondasi tanpa perkuatan	53
Gambar 4.8	Hubungan q_u dan penurunan pada model pondasi dengan lebar pondasi 6 cm, $u/B = 0,5$, dan $n = 2$	54
Gambar 4.9	Hubungan q_u dan penurunan pada model pondasi dengan lebar pondasi 8 cm, $u/B = 0,5$, dan $n = 2$	55
Gambar 4.10	Hubungan q_u dan penurunan pada model pondasi dengan lebar pondasi 10 cm, $u/B = 0,5$, dan $n = 2$	56
Gambar 4.11	Hubungan q_u dan penurunan pada model pondasi dengan rasio $d/B = 0$, $u/B = 0,5$, dan $n = 2$	57
Gambar 4.12	Hubungan q_u dan penurunan pada model pondasi dengan rasio $d/B = 0,5$; $u/B = 0,5$, dan $n = 2$	58
Gambar 4.13	Hubungan q_u dan penurunan pada model pondasi dengan rasio $d/B = 1$, $u/B = 0,5$, dan $n = 2$	59
Gambar 4.14	Hubungan q_u dan penurunan pada model pondasi tanpa perkuatan dan dengan perkuatan lebar pondasi 6 cm pada rasio $d/B = 0$, $u/B = 0,5$; $n = 2$	60
Gambar 4.15	Hubungan q_u dan penurunan pada model pondasi tanpa perkuatan dan dengan perkuatan lebar pondasi 6 cm pada rasio $d/B = 0,5$; $u/B = 0,5$; $n = 2$	61
Gambar 4.16	Hubungan q_u dan penurunan pada model pondasi tanpa perkuatan dan dengan perkuatan lebar pondasi 6 cm pada rasio $d/B = 1$, $u/B = 0,5$; $n = 2$	62
Gambar 4.17	Hubungan q_u dan penurunan pada model pondasi tanpa perkuatan dan dengan perkuatan lebar pondasi 8 cm pada rasio $d/B = 0$, $u/B = 0,5$; $n = 2$	63
Gambar 4.18	Hubungan q_u dan penurunan pada model pondasi tanpa perkuatan dan dengan perkuatan lebar pondasi 8 cm pada rasio $d/B = 0,5$; $u/B = 0,5$; $n = 2$	64



Gambar 4.19 Hubungan q_u dan penurunan pada model pondasi tanpa perkuatan dan dengan perkuatan lebar pondasi 8 cm pada rasio $d/B = 1$; $u/B = 0,5$; $n = 2$ 65

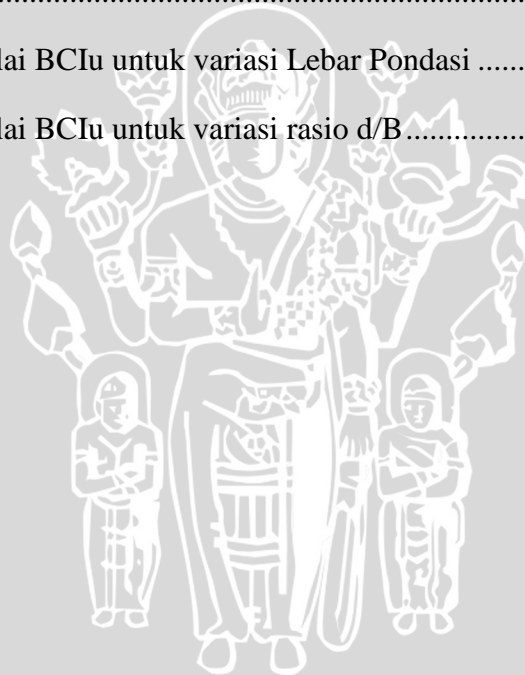
Gambar 4.20 Hubungan q_u dan penurunan pada model pondasi tanpa perkuatan dan dengan perkuatan lebar pondasi 10 cm pada rasio $d/B = 0$; $u/B = 0,5$; $n = 2$ 66

Gambar 4.21 Hubungan q_u dan penurunan pada model pondasi tanpa perkuatan dan dengan perkuatan lebar pondasi 10 cm pada rasio $d/B = 0,5$; $u/B = 0,5$; $n = 2$ 67

Gambar 4.22 Hubungan q_u dan penurunan pada model pondasi tanpa perkuatan dan dengan perkuatan lebar pondasi 10 cm pada rasio $d/B = 1$; $u/B = 0,5$; $n = 2$ 68

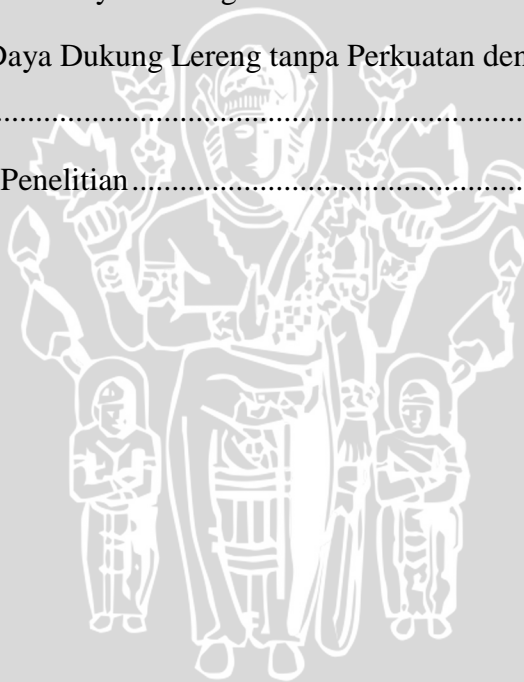
Gambar 4.23 Perbandingan nilai BCI_u untuk variasi Lebar Pondasi 69

Gambar 4.24 Perbandingan nilai BCI_u untuk variasi rasio d/B 70



DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Analisis Gradasi Butir Tanah	77
Lampiran 2.	Analisis <i>Specific Gravity</i> Tanah	78
Lampiran 3.	Analisis Uji Geser Langsung (<i>Direct Shear</i>).....	81
Lampiran 4.	Analisis Uji Pemadatan Standar (ASTM D-698-70 METODE B).....	83
Lampiran 5.	Pengujian Kadar Air dan Kepadatan Pasir	86
Lampiran 6.	Rekapitulasi Data Daya Dukung dan Penurunan Berdasarkan Eksperimen	96
Lampiran 7.	Perhitungan Daya Dukung Lereng tanpa Perkuatan dengan Metode Analitik	122
Lampiran 8.	Dokumentasi Penelitian	143



RINGKASAN

Filyan Fery Anggriawan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2016, *Pengaruh Variasi Rasio d/B dan Lebar Pondasi dengan Dua Lapis Perkuatan Geogrid Tipe Biaksial dan $u/B = 0,5$ Terhadap Daya Dukung Tanah Pasir dengan Pondasi Menerus*, Dosen Pembimbing : As'ad Munawir dan Eko Andi Suryo.

Dalam suatu bangunan, sebuah pondasi berfungsi sebagai penyalur beban dari struktur yang berada di atasnya ke tanah dasar pondasi yang cukup kuat sebagai penyokong. Pondasi menerus secara umum digunakan pada bangunan dengan jarak kolom yang relatif berdekatan atau retaining wall. Pada dasarnya sebuah pondasi dangkal membutuhkan landasan dengan struktur tanah yang cukup baik, dengan semakin sempitnya lahan yang layak untuk mendirikan suatu bangunan, maka perlu adanya alternatif untuk mendirikan suatu bangunan pada tanah yang kondisinya kurang baik dan kurang memenuhi syarat

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian pada pemodelan fisik tanah pasir tanpa perkuatan dan dengan perkuatan geogrid. Variasi yang diterapkan pada pengujian sampel berupa lebar pondasi dan rasio kedalaman pondasi terhadap lebar pondasi. Fokus pokok dari penelitian ini adalah membandingkan daya dukung tanah pasir tanpa perkuatan dengan daya dukung tanah pasir yang diberi perkuatan. Penelitian dilakukan dengan pemodelan tanah pasir bergradasi buruk dengan RC 85%.

Permulaan dalam pembuatan model adalah dengan membuat tujuh lapisan tanah pasir sesuai dengan kepadatan yang direncanakan dengan tinggi tiap lapisnya 10 cm dan berat tanah yang dimasukkan sesuai dengan kontrol volume tanah. Setelah semua lapisan dipadatkan untuk kemudiandiletakkan pondasi dengan ukuran 6 cm, 8 cm, dan 10 cm. dengan rasio kedalaman yang bervariasi pula yakni $d/B = 0$, $d/B=0,5$, dan $d/B=1$. Pembebanan diberikan menggunakan dongkrak hidrolik. Pembacaan beban dan penurunan pondasi dilihat melalui load cell dan LVDT tiapbeban 50 kg sampai model mengalami keruntuhan. Metode yang diterapkan untuk semua model variasi lebar dan rasio d/B menggunakan rasio kedalaman yang sama yakni $0,5B$, dengan jumlah geogrid (n) 2 dan jarak vertikal antara geogrid sebesar $0,25B$ cm.

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa peningkatan lebar pondasi dan rasio d/B sebanding dengan peningkatan nilai daya dukung tanah sehingga terlihat bahwa semakin besar nilai daya dukungnya ketika lebar pondasi dan rasio d/B semakin besar. Penggunaan geogrid paling efektif ketika peningkatan lebar dari 6 cm ke 8 cm dan kedalaman dari $0B$ ke $0,5B$ dengan prosentase yang lebih besar dibandingkan efektif ketika peningkatan lebar dari 8 cm ke 10 cm dan kedalaman dari $0,5B$ ke $1B$. Hasil analisis BCU menunjukkan bahwa daya dukung terbesar terletak pada lebar pondasi 10 cm dengan rasio $d/B = 1$.

Kata kunci : daya dukung, tanah pasir, perkuatan geogrid, variasi lebar pondasi, variasi rasio kedalaman pondasi terhadap lebar pondasi.

SUMMARY

Filyan Fery Anggriawan, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Brawijaya, in July 2016, Effects of Variation Ratio d / B and Wide Base with Double Layer Reinforcement Geogrid biaxial type and $u / B = 0.5$ Carrying Sand Land Against the Ongoing Foundation, Supervisors: As'ad Munawir and Andi Eko Suryo.

In a building, a foundation acts as a conduit load of the structure above it to subgrade foundation strong enough as a supporter. Foundations generally being used in buildings with relatively adjacent column spacing or retaining wall. Basically a shallow foundation requires a foundation with soil structure is quite good, with less land eligible to erect a building, it is necessary to establish an alternative to building on the ground that the condition is not good and less qualified.

In this research conducted testing on physical modeling of soil and sand without reinforcement with geogrid reinforcement. Variations are applied to the testing of samples of the wide foundation and foundation depth to width ratio of the foundation. The primary focus of this research was to compare the carrying capacity of the sandy soil without reinforcement with sand soil bearing capacity by retrofitting. The research was conducted by modeling poorly graded sand soil with RC 85%.

The beginning of the modeling is to create seven layers of sandy soil in accordance with the planned density with the high of each layers 10 cm and heavy soil that is inserted in accordance with the volume control soil. After all layers of compacted for later laid the foundation with a size of 6 cm, 8 cm and 10 cm. with ratios of varying depth that $d / B = 0$, $d / B = 0.5$, and $d / B = 1$. Imposition is given using a hydraulic jack. The reading of the load and decrease the foundation viewed through load cell and LVDT The reading of the load and a decrease in visible foundation through each load cell and LVDT load of 50 kg to the model collapse. The method is applied for all models of variations in width and ratio d / B uses the same depth ratio that is $0,5B$, with the number of geogrid (n) 2 and the vertical distance between the geogrid of $0,25B$ cm.

The results showed that increasing the width of the foundation and the ratio d / B is proportional to the increase in the value of the soil bearing capacity is then seen that the greater the value of its carrying capacity when the width of the foundation and the ratio d / B increases. The use of geogrid most effective when an increase in the width of 6 cm to 8 cm and depth of $0B$ to $0,5B$ by a larger percentage than effective when an increase in the width of 8 cm to 10 cm and depth of $0,5B$ to $1B$. BCIu analysis results indicate that the carrying capacity of the biggest lies in the foundation 10 cm wide with a ratio $d / B = 1$.

Keywords: bearing capacity, ground sand, reinforcement geogrid, a wide variety of foundation, foundation depth variation of the ratio of the width of the foundation.



BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam suatu bangunan, sebuah pondasi berfungsi sebagai penyalur beban dari struktur yang berada di atasnya ke tanah dasar pondasi yang cukup kuat sebagai penyokong. Pondasi menerus secara umum digunakan pada bangunan dengan jarak kolom yang relatif berdekatan atau retaining wall. Pada dasarnya sebuah pondasi dangkal membutuhkan landasan dengan struktur tanah yang cukup baik, dengan semakin sempitnya lahan yang layak untuk mendirikan suatu bangunan, maka perlu adanya alternatif untuk mendirikan suatu bangunan pada tanah yang kondisinya kurang baik dan kurang memenuhi syarat.

Tanah pasir merupakan salah satu contoh tanah yang memiliki kondisi yang kurang baik apabila didirikan bangunan di atasnya, hal ini disebabkan pasir memiliki nilai kohesi yang sangat rendah, akan tetapi apabila tanah pasir mengandung air atau ketika lembab maka akan terjadi kohesi yang disebabkan oleh tegangan permukaan air dan akan menghilang ketika bahan menjadi jenuh ataupun mengering. Berdasarkan sifat agregatnya, tanah pasir memiliki beberapa macam jenis yaitu : pasir padat (*dense sand*), pasir sedang (*medium sand*), dan pasir lepas (*loose sand*). Mempertimbangkan bahwa tanah pasir merupakan jenis tanah yang kurang baik dalam menyokong bangunan di atasnya, maka perlu adanya perbaikan tanah.

Tanah pasir memiliki perbedaan berdasarkan sifat agregatnya, hal yang mempengaruhi adalah harga kerapatan relatifnya. Daya dukung yang bisa diijinkan oleh suatu jenis pasir dipengaruhi oleh harga kerapatan relatifnya. Semakin rendah harga kerapatan relatif suatu tanah pasir maka gaya geser yang terjadi akan semakin rendah juga, hal ini dikarenakan gaya geser yang dibutuhkan untuk melepaskan ikatan antar partikelnya semakin rendah. Kuat geser maksimum akan diperoleh apabila suatu tanah pasir yang memiliki harga kerapatan relatif tinggi diuji pada uji geser langsung dan akan menghasilkan deformasi yang mengakibatkan peningkatan volume. Jika peningkatan volume ini terjadi, maka ikatan antar partikelnya semakin rendah. Kuat geser akan semakin berkurang apabila pergeseran terus dilakukan, kuat geser yang semakin berkurang akan menghasilkan kuat geser sisa. Kuat geser yang berkurang dari kuat geser puncak menuju

kuat geser sisa tentu berpengaruh pada reaksinya ketika diberi beban dan daya dukung pondasi.

Perbaikan tanah dengan geosintetis banyak mengalami perkembangan dalam beberapa dekade terakhir ini. Salah satu metode yang menggunakan perkuatan geosintetis adalah Perkuatan Pondasi Tanah, metode ini merupakan perkuatan konstruksi tanah pondasi dangkal yang pengaplikasiannya dapat dipertimbangkan sebagai inovasi alternatif perkuatan tanah dengan biaya yang lebih efektif dibanding alternatif perkuatan konvensional lainnya.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Patra et al. (2005), mereka melakukan penelitian dengan beberapa parameter. Dalam penelitian tersebut, pondasi dinaikkan rasio kedalaman pondasinya. Hasil dari peningkatan tersebut adalah ketika semakin besar nilai rasio kedalaman yang dipakai maka akan semakin tinggi pula peningkatan daya dukung yang terjadi

Pada penelitian yang dilakukan oleh Pontjo Utomo (2004) mengenai daya dukung ultimit pondasi dangkal di atas tanah pasir yang diperkuat geogrid didapatkan kesimpulan bahwa geogrid memberikan kontribusi yang signifikan dalam masa tanah untuk merubah karakteristik mekanis dari tanah yang diperkuatnya sehingga daya dukung lebih tinggi. Dalam penelitian tersebut dikatakan bahwa nilai d/B maksimal pada pondasi menerus belum dapat disimpulkan, namun diasumsikan untuk hasil pengujian d/B diatas nilai 1,5 akan mulai konstan karena bidang runtuh tidak mencapai perkuatan yang paling bawah.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Braja M. Das dan E.C.Shin (2000) dalam pemodelan pondasi menerus pada tanah pasir *poorly graded*, dengan 6 lapis geogrid maka didapatkan rasio daya dukung pada tanah akan meningkat seiring dengan meningkatnya kedalaman (d), jarak dasar pondasi menuju lapis pertama (u), jarak antar lapis, dan lebar perkuatan terhadap lebar dasar pondasi (B) dengan hasil $d/B = 0,6$; $u/B = 0,4$; $b/B \geq 8$.

Dengan dasar pada beberapa penelitian yang telah dilakukan, maka dilaksanakan penelitian lebih lanjut dengan beberapa variasi yang dikonsentrasikan pada geometrinya. Beberapa variasi yang akan dipergunakan seperti lebar pondasi, jumlah geogrid, kedalaman pondasi serta jarak antara geogrid teratas dengan dasar pondasi. Dengan penelitian ini diharapkan memperoleh hasil antara perbandingan daya dukung tanah pasir tanpa menggunakan geogrid dengan tanah pasir yang sudah diperkuat dengan geogrid sehingga pengaruh penggunaan geogrid dan optimasinya dapat diketahui.

1.2. Identifikasi Masalah

Dengan semakin sempitnya lahan yang layak untuk digunakan dalam mendirikan bangunan, maka perlu adanya solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut. Salah satu solusi yang dapat digunakan adalah perkuatan tanah yang kurang baik untuk mendirikan suatu bangunan. Dalam hal ini tanah pasir, maka masalah yang timbul adalah sebagai berikut:

1. Nilai daya dukung tanah pasir yang kecil untuk menahan beban di atasnya
2. Untuk mencegah pondasi agar tidak mengalami keruntuhan maka perlu dilakukan suatu perkuatan pada tanah pasir guna menambah nilai daya dukung tanah pasir.
3. Perkuatan dilakukan dengan menggunakan variasi lebar pondasi menerus sebesar 6 cm, 8 cm, dan 10 cm serta dengan rasio d/B-nya yakni 0, 0,5 dan 1.

1.3. Rumusan Masalah

Mengacu pada identifikasi masalah yang telah diketahui, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perilaku daya dukung yang terjadi pada tanah pasir tanpa perkuatan geogrid dibandingkan jika diberikan perkuatan geogrid menggunakan variasi lebar pondasi dan rasio d/B ?
2. Bagaimana perilaku daya dukung yang terjadi akibat variasi lebar pondasi pada tanah pasir yang diperkuat dengan geogrid?
3. Bagaimana perilaku daya dukung yang terjadi akibat rasio d/B terhadap tanah pasir yang diperkuat dengan geogrid?
4. Berapakah lebar pondasi dan rasio d/B yang paling optimum untuk daya dukung tanah pasir dengan pondasi menerus pada perencanaan tanah pasir yang diperkuat menggunakan geogrid?

1.4. Batasan Masalah

Memperjelas apa saja ruang lingkup dalam penelitian dari rumusan masalah, Batasan masalah yang diberikan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di Laboratorium Struktur dan Mekanika Tanah Teknik Sipil Universitas Brawijaya
2. Tanah yang digunakan adalah tanah pasir homogen isotropis , tanah yang digunakan merupakan jenis tanah pasir bersimbol SP (*Poorly Graded Sand*) yang diklasifikasi menurut sistem *Unified (U.S.C.S)*.
3. Kepadatan tanah pasir yang digunakan 85%
4. Geogrid yang digunakan adalah jenis geogrid biaxial di ambil dari PT. Tetrasa Geosinindo
5. Air yang digunakan yaitu air PDAM Kota Malang
6. Pengidentifikasian daya dukung menggunakan pondasi dangkal dengan tipe menerus dengan lebar pondasi 8cm, 10cm, dan 12cm dengan jarak dasar pondasi ke muka tanah yang memiliki rasio sebesar $d/B=0$; $d/B=0,5$; $d/B=1$
7. Penempatan beban hanya dilakukan pada satu posisi dan merupakan beban merata arah vertikal tanpa sudut inklinasi.
8. Jumlah lapisan geogrid yang digunakan dalam pemodelan fisik pondasi adalah 3 lapis perkuatan.
9. Jarak antar geogrid yang digunakan dalam pemodelan fisik pondasi tanah pasir adalah $S_v=0,25B$

1.5. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan pengaruh perkuatan tanah pasir dengan membandingkan daya dukung tanah pasir tanpa perkuatan terhadap daya dukung tanah pasir yang diberi perkuatan geogrid menggunakan variasi rasio d/B dan lebar pondasi.
2. Mendapatkan seberapa besar pengaruh variasi lebar pondasi terhadap daya dukung tanah pasir yang telah diberi geogrid.
3. Mendapatkan bagaimana pengaruh variasi rasio d/B terhadap daya dukung perkuatan tanah pasir yang telah diberi geogrid.
4. Untuk mengetahui rasio kedalaman pondasi dengan lebar pondasi (d/B) dan lebar pondasi yang optimum terhadap daya dukung tanah pasir untuk pondasi menerus dengan perkuatan geogrid.

1.6. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1). Bagi praktisi lapangan antara lain :

- Dapat dijadikan sebagai informasi dan pertimbangan tentang pemilihan lebar pondasi dan rasio d/B yang optimum pada perencanaan perkuatan pondasi menerus menggunakan geogrid untuk tanah pasir
- Dapat dijadikan salah satu pilihan alternatif perkuatan tanah dengan penggunaan geogrid pondasi menerus pada tanah pasir

2). Bagi kalangan akademis antara lain:

Dapat dijadikan sebagai referensi bahan acuan yang bisa dipergunakan sebagai penelitian lanjutan tentang perkuatan daya dukung (*bearing capacity*) pondasi menerus dengan menggunakan geogrid.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pasir

2.1.1. Karakteristik Tanah Pasir

Secara spesifik, tanah pasir adalah material granular alami yang belum terkonsolidasi. Pasir terdiri atas butiran yang memiliki ukuran antara 1/16 sampai 2 mm.

Pasir dan kerikil dibagi menjadi 3 fraksi yaitu kasar, medium, dan halus, seperti ditunjukkan pada **Tabel 2.1**. 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 ke Empat*)

Tanah pasir memiliki butiran tanah yang terpisah ketika mengering dan akan melekat apabila berada dalam keadaan basah akibat gaya tarik permukaan di dalam air. Tanah pasir juga adalah tanah non-koheusif sehingga tidak memiliki garis batas antara keadaan plastis dan tidak plastis, karena jenis tanah ini tidak plastis untuk semua nilai kadar air. Namun dalam beberapa kondisi tertentu, tanah non-koheusif dengan kadar air cukup tinggi dapat bersifat sebagai suatu cairan kental. Tarikan permukaan memberikan tanah non-koheusif 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)

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)

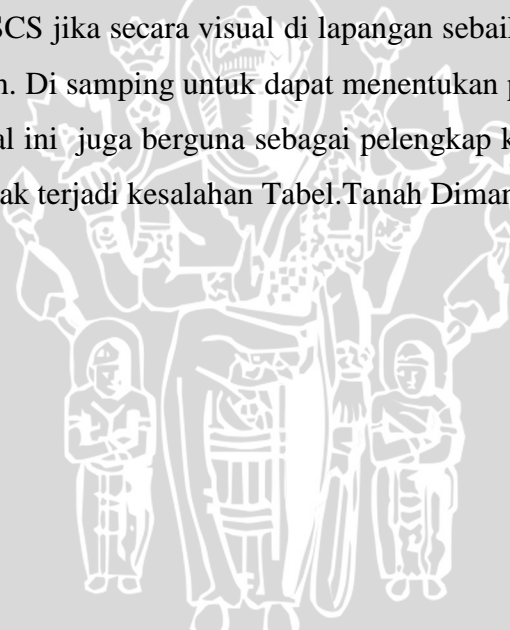
(Hardiyatmo,H.C., 2011:2).

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

Dibentuk oleh American Society for Testing and Materials (ASTM) dengan memakai USCS sebagai metode standar untuk mengklasifikasikan tanah. Sampai saat ini sistem USCS banyak digunakan dalam berbagai pekerjaan geoteknik.

Awal mulanya terdapat dua divisi utama dalam sistem USCS. Tanah dikatakan sebagai tanah kasar apabila lebih dari 50% tanah tertahan pada saringan no. 200 dan sebagai tanah berbutir halus jika 50% atau lebih tanah lolos saringan no. 200.

Klasifikasi tanah sistem USCS jika secara visual di lapangan sebaiknya dilakukan di setiap pengambilan contoh tanah. Di samping untuk dapat menentukan pemeriksaan yang mungkin perlu ditambahkan, Hal ini juga berguna sebagai pelengkap klasifikasi yang dilakukan di laboratorium agar tidak terjadi kesalahan Tabel.Tanah Dimana :



W = *Well Graded* (tanah dengan gradasi baik),

P = *Poorly Graded* (tanah dengan gradasi buruk),

Tabel 2. 1 Sistem Klasifikasi Tanah Berbutir Kasar USCS

Divisi Utama		Simbol	Nama Umum	Kriteria Klasifikasi			
Tanah berbutir kasar $\geq 50\%$ butiran tertahan saringan No. 200	Kerikil $50\% \geq$ fraksi kasar tertahan saringan No. 4	Kerikil bersih (hanya kerikil)	GW	Kerikil bergradasi-baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3		
			GP		Kerikil bergradasi-buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW	
		Kerikil dengan Butiran halus	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau	Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI < 4$	Bila batas <i>Atterberg</i> berada didaerah asir dari diagram plastisitas, maka dipakai dobel simbol	
			GC		Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung		Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI > 7$
		Pasir $\geq 50\%$ fraksi kasar lolos saringan No. 4	Pasir bersih (hanya pasir)	SW	Pasir bergradasi-baik, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3	
				SP		Pasir bergradasi-buruk, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW
	Pasir dengan butiran halus		SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau	Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI < 4$	Bila batas <i>Atterberg</i> berada didaerah asir dari diagram plastisitas, maka dipakai dobel simbol	
			SC		Pasir berlempung, campuran pasir-lempung		Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI > 7$
	Klasifikasi berdasarkan persentase butiran halus : Kurang dari 5% lolos saringan no.200: GM, GP, SW, SP. Lebih dari 12% lolos saringan no.200 : GM, GC, SM, SC. 5% - 12% lolos saringan No.200 : Batasan klasifikasi yang mempunyai simbol dobel						



2.1.3. Kepadatan Relatif Pasir

Dalam kata lain merupakan prosentase kepadatan tertentu dan bisa dispesifikasikan sebagai nilai perbandingan dari berat volume kering pada pemodelan atau di lapangan dengan berat volume kering maksimum di laboratorium menurut percobaan standar, seperti misalnya percobaan standar proctor atau modifikasi proctor. Persamaan dari kepadatan relatif dapat diperhatikan pada Persamaan 2-1.

$$RC = \frac{\rho_d - \rho_{d \text{ field}}}{\rho_d - \rho_{d \text{ laboratory}}} \times 100\% \quad (2-1)$$

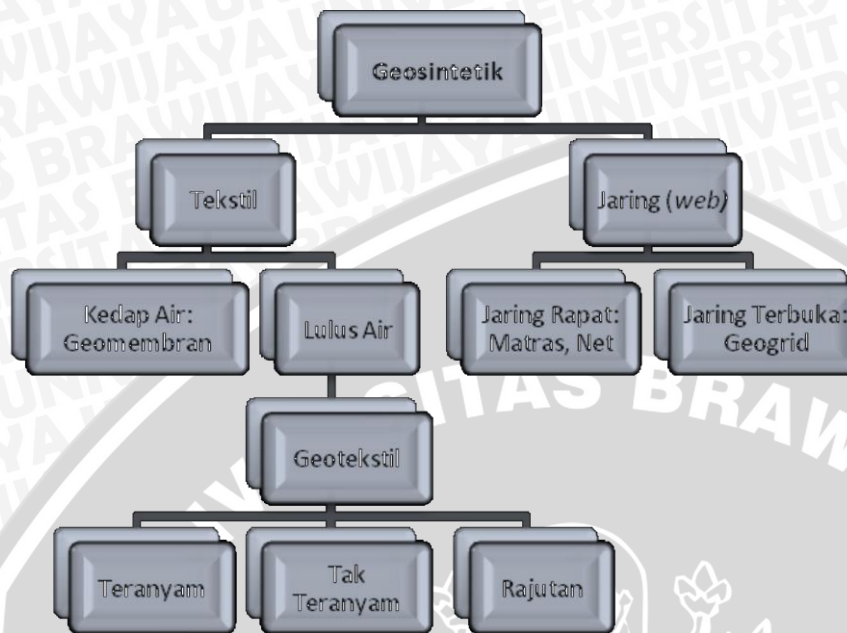
Memadatkan tanah pada sisi basah optimum akan menghasilkan kuat geser tanah yang lebih rendah bila dibandingkan dengan kadar air pada sisi kering optimum. Oleh sebab itu, selain nilai persentase kepadatan, rentang kadar air tanah pada tanah yang akan dipadatkan juga perlu diperhatikan.

2.2. Geosintetik

Menurut pendapat Niken (2012) Geosintetik terdiri dari dua bagian, yaitu Geo yang berhubungan dengan tanah dan Sintetik yang berarti bahan buatan manusia. Geosintetik sebagai material yang umumnya berbentuk lembaran dan sebagainya difungsikan untuk menyelesaikan permasalahan yang dihadapi oleh konstruksi yang berkaitan dengan tanah.

Menurut Kementrian PU pada dasarnya, geosintetik dibagi menjadi dua yaitu tekstil dan jaring (*web*). Berdasarkan bahannya, geosintetik terbagi menjadi dua yaitu alami dan sintetik. Bahan sintetik merupakan yang paling populer digunakan karena material polimer tahan terhadap degradasi biologis dan kimiawi. Bahan alami seperti serat kapas dan rami juga dapat digunakan tetapi hanya bersifat sementara. Berdasarkan bentuk jaring (*web*) dibagi menjadi dua, yaitu jala (*mesh*) terbuka dan jala (*mesh*) rapat. Jenis geosintetik yang berbentuk jala (*mesh*) terbuka adalah geogrid dan untuk jala (*mesh*) rapat adalah net dan matras.

Untuk memperjelas bagaimana pembagian dari geosintetik, Gambar 2.1 dibawah ini merupakan bagan klasifikasi pengelompokan geosintetik



Gambar 2.1 Klasifikasi Geosintetik

2.3. Geogrid

Geogrid adalah jenis geosintetik yang berbentuk jaring (*web*) dengan jala (*mesh*) terbuka. Fungsi utama geogrid adalah sebagai perkuatan. Penguatan mengacu pada mekanisme dimana sifat teknis tanah komposit / agregat dapat ditingkatkan secara mekanis. Geogrid dibentuk oleh suatu jaring teratur dan terhubung satu sama lainnya yang mempunyai bukaan berukuran tertentu sehingga saling mengunci (*interlock*) dengan bahan pengisi di sekelilingnya baik tanah, batuan ataupun struktur lain disekitarnya. Menurut ASTM D4439, bukaan (*aperture*) pada geogrid memiliki ukuran yang lebih besar dari 6,35 mm (1/4 in.).

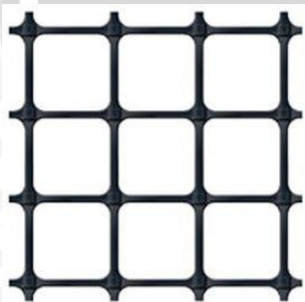
Kelebihan dari penggunaan geogrid antara lain :

1. Kekuatan tarik yang tinggi,
2. Pelaksanaan yang cepat,
3. Pemasangan yang mudah dan dapat membangun lebih tinggi dan tegak,
4. Pemasangan dan harga geogrid yang lebih murah dibandingkan beton.

2.3.1. Jenis Geogrid

Geogrid memiliki bentuk geometri yang tersusun dari dua set elemen ortogonal penahan tarik dengan pola segi empat. Karena keperluan akan sifat geosintetik yang memiliki kuat tarik serta ketahanan rangkai yang tinggi, maka geogrid diproduksi dari bahan plastic yang molekulnya diorientasikan kearah tarik

Ada beberapa jenis geogrid yang dijabarkan oleh Isparmo dalam webnya, material dasar penyusun geogrid bisa berupa *polyphropylene*, *polyethylene*, dan *polyester* atau beberapa polimer lain. Berdasarkan bentuk bukaannya geogrid memiliki tiga jenis yakni, uniaksial, biaksial dan triaksial. Dalam penelitian ini menggunakan geogrid yang mempunyai bukaan berbentuk persegi. Yang dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut.



Gambar 2.2 Geogrid Biaksial

2.3.2. Karakteristik Geogrid Sebagai Bahan Perkuatan

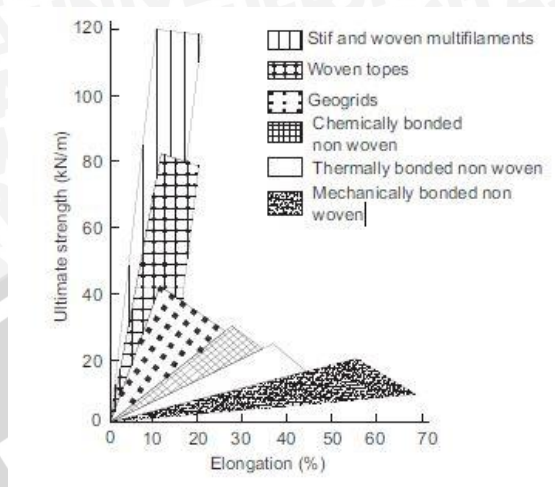
2.3.2.1. Kekuatan Tarik

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. (Dirjen Bina Marga, 2009:45)

Beberapa factor akan mempengaruhi kuat tarik pada suatu elemen geosintetik, misalnya rasio lebar geosintetik terhadap panjang benda uji, suhu, ketebalan geosintetik dan kelembaban ruangan saat pengujian dilakukan.

Dalam modul pelatihan geosintetik oleh direktorat jendral bina marga, dijelaskan bahwa Geogrid memiliki kuat tarik serta modulus tarik yang tinggi dengan tingkat

regangan rendah bahkan dengan regangan 2%. Hal ini ditunjukkan pada Gambar 2.3 berikut.



Gambar 2.3 Diagram Kuat Tarik Geogrid

(sumber: Modul Pelatihan Geosintetik, 2009)

2.3.2.2. Interaksi Tanah dan Geogrid

Uji geser langsung digunakan untuk menentukan besarnya gesekan antara tanah dan geosintetik, ϕ_{sg} . Jika hasil pengujian tidak tersedia, maka nilai yang disarankan untuk timbunan pasir adalah $2/3\phi$ sampai dengan ϕ pasir (ϕ adalah sudut geser tanah). Untuk tanah lempung, pengujian ini harus dilakukan pada situasi apapun. (Departemen PU, 2009)

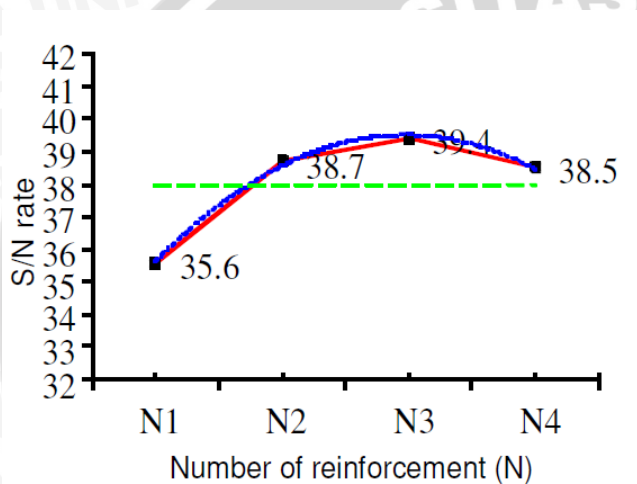
2.4. Geogrid sebagai Material Perkuatan Tanah

Dalam penelitiannya Nurly Gofar dan Bakrie Oemar (1990) mengatakan bahwa dasar dari pemakaian geogrid adalah pembentukan ikatan antara bahan pengisi (tanah) dan elemen perkuatan geosintetis. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa gesekan yang terjadi pada dasarnya merupakan fungsi dari besarnya butiran tanah dan sifat bahan perkerasan itu sendiri.

Manfred R. Hausman (1990) menyebutkan dalam penelitiannya bahwa geogrid digunakan karena memiliki karakteristik tegangan puncak dan modulus tegangan tarik yang baik. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa partikel tanah dan geogrid memiliki gesekan yang mengakibatkan interlocking. Perengaruh interlocking dari geogrid dan tanah tersebut mempunyai efek signifikan dalam tegangan tarik yang terjadi.

2.4.1. Penambahan Lapisan Geogrid

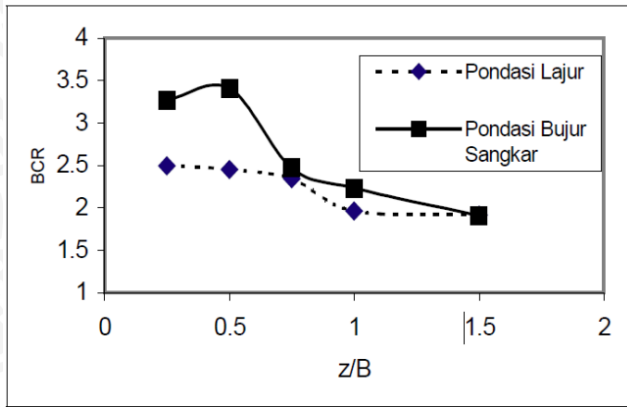
Dalam penelitian yang dilakukan Demiroz dan Ozcan Tan (2010) diuji panjang efektif geogrid yang dibutuhkan dalam perkuatan pondasi lajur. Dengan membandingkan grafik penurunan tanah antara tanah dengan perkuatan geogrid maupun tanpa perkuatan. Jumlah lapis pondasi yang dipakai 4 lapis. Selain dari perbandingan lapisan pondasi peneliti juga membandingkan beberapa parameter lain seperti lebar pondasi dan jarak antar geogrid. Hasil dari penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.4 . Dapat dilihat kenaikan yang signifikan pada penambahan geogrid, tetapi semakin banyak penambahan tidak menunjukkan hasil yang signifikan.



Gambar 2. 4 Pengaruh Rasio Jumlah Lapis Geogrid Terhadap Daya Dukung

2.4.2. Pengaruh Jarak Antar Lapisan Geogrid

Menurut Pontjo Utomo (2004) dalam penelitiannya digunakan nilai efektif rasio jarak geogrid sebesar 0,25 ; 0,5 ; 0,75 ; 1 ; 1,5 ; dan 2. Pengujian dilakukan pada pondasi menerus pada tanah pasir. kenaikan daya dukung yang terjadi hingga 2,5 kali. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 2.5

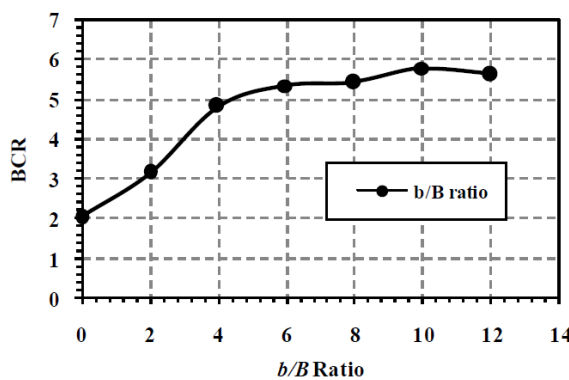


Gambar 2.5 Hubungan z/B vs BCR

Berdasarkan penelitian tersebut jarak antar lapisan geogrid yang dipakai adalah jarak yang optimal. Mengacu pada penelitian Pontjo Utomo (2004), maka didapatkan nilai variasi jarak antar geogrid yang optimum untuk pondasi lajur sebesar $0,25 - 0,5 B$.

2.4.3. Pengaruh Lebar Geogrid

Panjang geogrid yang dibutuhkan pada geogrid menurut Laxmikant Yadu dan Dr. R.K.Tripathi (2013) menguji panjang efektif geogrid yang dibutuhkan dalam perkuatan pondasi dangkal. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa panjang efektif pada pondasi yang diperoleh rasio panjang dibandingkan dengan lebar pondasi $b/B = 4$. Data hasil penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.6. Kenaikan cenderung konstan pada saat panjang geogrid bertambah dari $b/B = 6$ sampai dengan $b/B = 12$.



Gambar 2.6 Pengaruh rasio panjang geogrid (b/B) terhadap daya dukung

2.5. Mekanisme Kerja Geogrid pada Tanah

Salah satu fungsi geogrid adalah untuk menstabilkan tanah dengan meningkatkan sifat mekanis tanah, meningkatkan faktor keamanan, serta meningkatkan daya dukung tanah khususnya tanah pasir. Dengan persamaan keruntuhan Mohr-Coulomb, didapatkan tegangan geser antara permukaan tanah dengan geogrid adalah dengan persamaan 2-2 sebagai berikut

$$\tau = c_u + \sigma'_n \tan \delta \quad (2-2)$$

Dimana :

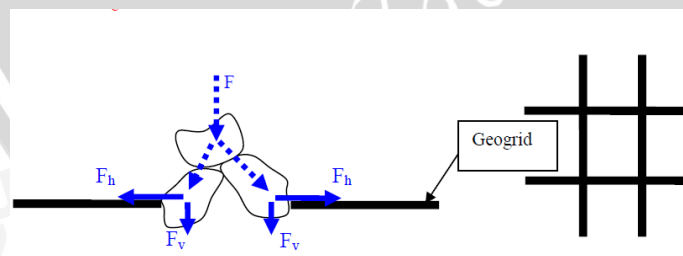
τ = Tegangan geser permukaan antara tanah dengan geogrid

c_u = Adhesi geogrid terhadap tanah

σ'_n = Tegangan normal efektif pada bidang geser

δ = Sudut gesek permukaan tanah dengan geogrid

Pasir yang diberi perkuatan geogrid terdiri dari timbunan padat dengan digabungkan perkuatan geosintetik yang disusun ke arah 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” (Prasasti, 2014:3). Ilustrasi dari mekanisme kerja geogrid dapat diperhatikan pada gambar 2.7 berikut:



Gambar 2.7 Mekanisme kerja geogrid

(sumber : Gouw Tjie-Liong)

2.6. Pondasi Dangkal

Hardiyatmo (2011) berpendapat bahwa pondasi merupakan bagian terendah suatu konstruksi bangunan yang berfungsi meneruskan beban bangunan di atasnya ke tanah atau batuan yang ada di bawahnya. Terdapat dua jenis pondasi, yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam. Pondasi dangkal didefinisikan sebagai pondasi yang mendukung bebannya secara langsung. Yang termasuk dalam pondasi dangkal adalah pondasi telapak, pondasi memanjang, dan pondasi rakit.

Pondasi telapak (*spread footing*) adalah pondasi yang berdiri sendiri dalam menopang beban kolom. Pondasi memanjang (*continuous footing*) merupakan pondasi yang digunakan untuk mendukung sederet kolom-kolom berjarak dekat, sehingga tidak memungkinkan digunakan pondasi telapak karena sisi-sisinya akan berimpit satu sama lain.

2.6.1 Tegangan Kontak

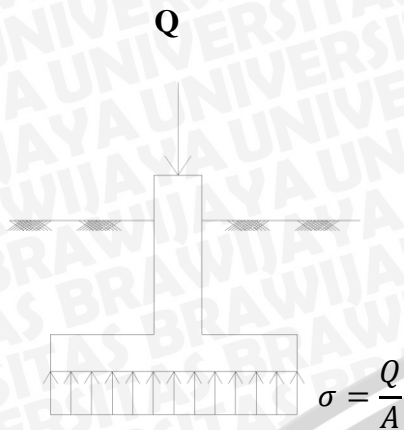
Musthafa (2015) menyebutkan bahwa tegangan kontak (*contact pressure*) merupakan tegangan yang bekerja di bawah pondasi akibat beban struktur di atasnya. Tegangan kontak dapat dihitung dengan menggunakan **Persamaan 2-3** sebagai berikut.

$$\sigma = \frac{Q}{A} \pm \frac{M_x \cdot X}{I_y} \pm \frac{M_y \cdot Y}{I_x} \quad (2-3)$$

Dengan:

- σ = tegangan kontak
- Q = beban aksial total
- M_x, M_y = momen terhadap sumbu x dan y pada 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

Bila pondasi hanya dibebani dengan beban sentris, tegangan kontak yang dihasilkan akan merata. Beban aksial yang sentris tegak lurus dengan titik pusat penampang pondasi tanpa adanya momen yang bekerja pada pondasi, besarnya tegangan kontak akan sama besar pada keseluruhan penampang pondasi. Tegangan kontak dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Tegangan kontak akibat beban aksial eksentris

2.6.2 Pola Keruntuhan di Bawah Pondasi

Vesic (1963) dalam buku yang ditulis oleh Hardiyatmo (2011), menyebutkan bahwa mekanisme keruntuhan pondasi dikategorikan menjadi 3 macam, yaitu:

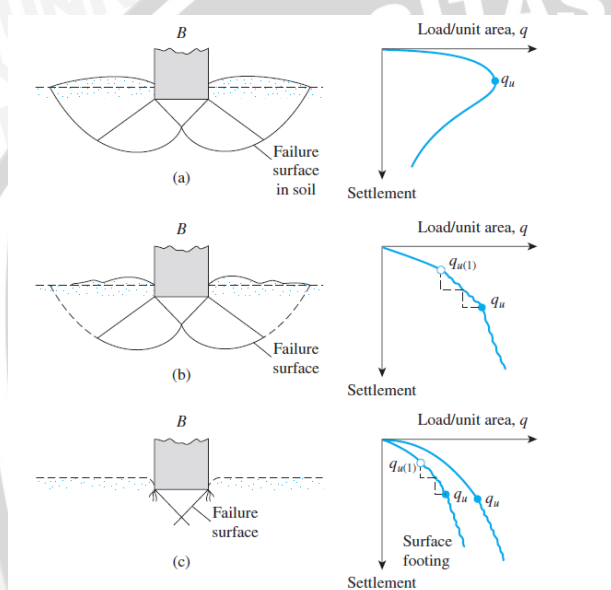
1. Keruntuhan geser umum (*general shear failure*).
2. Keruntuhan geser local (*local shear failure*).
3. Keruntuhan penetrasi (*penetration failure* atau *punching shear failure*).

Saat beban pondasi per satuan luas (q) diberikan secara bertahap pada tanah pasir padat atau tanah kohesif kaku, penurunan yang terjadi akan meningkat. Pada titik tertentu, saat beban per satuan luas mencapai nilai q_u , keruntuhan tanah akan terjadi secara tiba-tiba dan gerakan tanah yang terjadi menyebabkan pengembangan tanah di sekitar pondasi hingga ke permukaan tanah. Keruntuhan tanah yang terjadi secara tiba-tiba tersebut disebut sebagai keruntuhan geser umum (*general shear failure*). Keruntuhan geser umum terjadi dalam waktu singkat dengan diikuti penggulingan pondasi. (Hardiyatmo, 2011: 107).

Bila satu kondisi dimana pondasi berada di atas tanah lempung atau tanah dengan kepadatan rendah, bertambahnya beban pada pondasi akan diikuti dengan bertambahnya penurunan. Keruntuhan yang terjadi akan menyebabkan berkembangnya tanah secara bertahap. Saat beban mencapai nilai $q_{u(1)}$, pondasi akan bergerak secara tiba-tiba. $q_{u(1)}$ didefinisikan sebagai beban runtuh pertama (Vesic, 1963). Perpindahan pondasi menyebabkan terjadinya pola keruntuhan yang ditunjukkan dengan garis putus-putus pada Gambar 2.9 dan memungkinkan tanah mengembang ke permukaan. Keruntuhan tersebut akan terjadi ketika beban per satuan luas mencapai nilai q_u . Nilai q puncak pada keruntuhan

ini tidak dapat ditentukan. Keruntuhan tersebut dinamakan sebagai keruntuhan geser lokal (*local shear failure*). (Das, 2011: 133). Pada keruntuhan geser lokal, pengembangan tanah yang terjadi cukup sedikit tanpa disertai penggulingna pondasi. (Hardiyatmo, 2011: 107).

Saat pondasi ditempatkan pada tanah lunak (*fairly loose soil*), dapat dikatakan keruntuhan geser tidak terjadi. Saat diberi beban, pondasi hanya menembus dan menekan tanah ke samping yang menyebabkan pemampatan tanah di sekitar pondasi. Penurunan yang terjadi hampir linier dengan penambahan bebannya. Saat keruntuhan, bidang runtuh tidak terlihat sama sekali. Keruntuhan ini disebut sebagai keruntuhan penetrasi (*punching shear failure*). (Hardiyatmo, 2011: 107).



Gambar 2.9 Macam keruntuhan pondasi (Vesic, 1963)

- (a) Keruntuhan geser umum
- (b) Keruntuhan geser lokal
- (c) Keruntuhan penetrasi

2.7 Teori Daya Dukung Pondasi

2.7.1 Pengertian Daya Dukung Pondasi

Analisis kapasitas daya dukung tanah mempelajari kemampuan tanah dalam mendukung beban pondasi dari struktur yang terletak di atasnya. Akpasitas dukung menyatakan tahanan geser tanah untuk melawan penurunan akibat pembebanan, yaitu tahanan geser yang dikerahkan oleh tanah di sepanjang bidang-bidang gesernya.

Perencanaan pondasi harus didasarkan pada pertimbangan keruntuhan geser dan penurunan berlebih. Persyaratan yang harus dipenuhi adalah:

1. Faktor aman terhadap terlampauinya kapasitas dukung tanah harus dipenuhi.

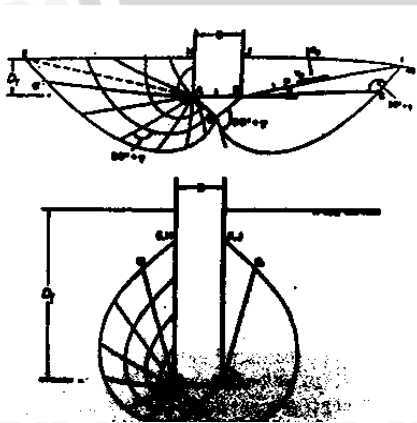
Dalam hitungan kapasitas dukung, umumnya digunakan factor keamanan 3.

2. Penurunan pondasi harus masih dalam batas-batas nilai yang ditoleransikan.

Khususnya penurunan yang tak seragam harus tidak mengakibatkan kerusakan pada struktur.

2.7.2 Solusi Meyerhof

Dalam bukunya Hery Christady (1990) mengatakan bahwa analisis daya dukung mayerhof (1955) menganggap faktor faktor daya dukungnya lebih kecil disbanding yang disarankan Terzaghi, namun karena Mayerhof mempertimbangkan kedalaman pondasi, kapasitas daya dukungnya menjadi lebih besar. Berikut adalah gambar 2.10 untuk keruntuhan daya dukung Meyerhof:



Gambar 2.10 Keruntuhan Daya dukung Meyerhof

Mayerhof (1963) menyarankan persamaan kapasitas daya dukung dengan mempertimbangkan bentuk pondasi, kemiringan beban dan kuat geser tanah diatas pondasi, seperti persamaan 2-4 berikut:

$$qu = s_c d_c i_c c N_c + s_q d_q i_q q N_q + s_\gamma d_\gamma i_\gamma 0,5 B' \gamma N_\gamma \quad (2-4)$$

Dengan:

Q_u = kapasitas dukung ultimit

N_c, N_q, N_γ = faktor kapasitas dukung untuk pondasi memanjang

s_c, s_q, s_γ = faktor bentuk pondasi

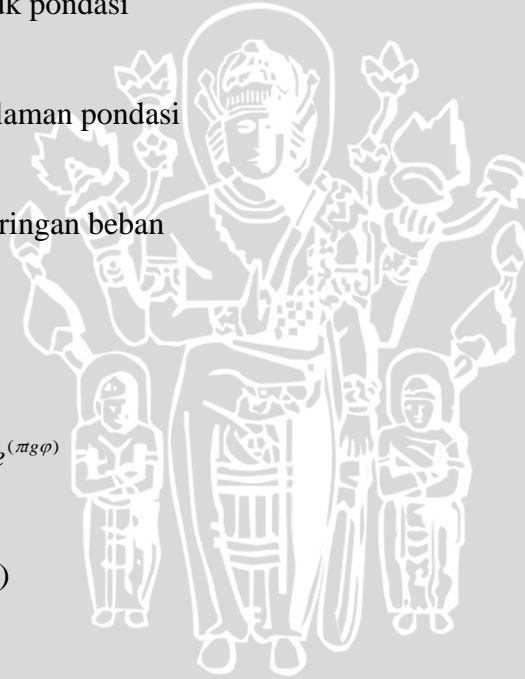
d_c, d_q, d_γ = faktor kedalaman pondasi

i_c, i_q, i_γ = faktor kemiringan beban

$$N_c = (N_q - 1) \operatorname{ctg} \varphi$$

$$N_q = \operatorname{tg}(45^\circ + \varphi/2) e^{(\pi \operatorname{tg} \varphi)}$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \operatorname{tg}(1,4\varphi)$$



Faktor faktor bentuk pondasi, kedalaman, dan kemiringan dapat dilihat dari tabel 2.3- tabel 2.5 berikut:

Tabel 2.3 Faktor-faktor bentuk pondasi

Faktor bentuk	Nilai	Keterangan
S_c	$1 + 0,2(B/L)tg^2(45 + \varphi/2)$	Untuk sembarang φ
$S_q = S_\gamma$	$1 + 0,1(B/L)tg^2(45 + \varphi/2)$	Untuk $\varphi \geq 10^\circ$
	1	Untuk $\varphi = 0$

Tabel 2.4 Faktor kedalaman pondasi

Faktor kedalaman	Nilai	Keterangan
d_c	$1 + 0,2(D/B)tg(45 + \varphi/2)$	Untuk sembarang φ
$d_q = d_\gamma$	$1 + 0,1(D/B)tg(45 + \varphi/2)$	Untuk $\varphi \geq 10^\circ$
	1	Untuk $\varphi = 0$

Tabel 2.5 Faktor-faktor kemiringan beban

Faktor kemiringan beban	Nilai	Keterangan
$i_c = i_q$	$\left(1 - \frac{\delta^\circ}{90^\circ}\right)^2$	Untuk sembarang φ
i_γ	$\left(1 - \frac{\delta^\circ}{\varphi^\circ}\right)^2$ 1	Untuk $\varphi \geq 10^\circ$ Untuk $\varphi = 0$

Catatan: δ = sudut kemiringan beban terhadap garis vertikal

2.7.3 Solusi Hansen dan Vesic

Brinch Hansen (1970) menyarankan persamaan kapasitas dukung yang pada dasarnya sama dengan Terzaghi, hanya didalamnya di masukan nilai factor kedalaman, inklinasi beban, inklinasi dasar, dan inklinasi permukaan tanah. Untuk $\varphi = 1$ Hansen menyarankan persamaan kapasitas daya dukung ultimit dan dapat diperhatikan pada **persamaan 2-5**.

$$q_u = \frac{Q_u}{B'L'} = s_c d_c i_c b_c g_c c N_c + s_q d_q i_q b_q g_q p_o N_q + s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma 0,5 B' \gamma N_\gamma \quad (2-5)$$

Persamaan kapasitas dukung Vesic (1975) selengkapnya, seperti juga persamaan Brinch Hansen, memberikan pengaruh-pengaruh seperti kedalaman, bentuk pondasi, kemiringan dan eksentrisitas beban, kemiringan dasar dan kemiringan permukaan, dapat dilihat pada **persamaan 2-6**.

$$q_u = \frac{Q_u}{B'L'} = s_c d_c i_c b_c g_c c N_c + s_q d_q i_q b_q g_q p_o N_q + s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma 0,5 B' \gamma N_\gamma \quad (2-6)$$

Dengan:

Q_u = Beban vertical ultimit (kn)

L', B' = panjang dan lebar efektif pondasi (m)

γ = berat volume tanah (kN/m²)

C = kohesi tanah (kN/m²)

p_o = $D_f \gamma$ = tekanan overburden di dasar pondasi (kN/m²)

s_c, s_q, s_γ = faktor-faktor bentuk pondasi

d_c, d_q, d_γ = faktor-faktor kedalaman pondasi

i_c, i_q, i_γ = faktor-faktor kemiringan beban

b_c, b_q, b_γ = faktor-faktor kemiringan dasar

g_c, g_q, g_γ = faktor-faktor kedalaman pondasi

N_c, N_q, N_γ = faktor-faktor kapasitas dukung Hansen

(Christady:142, 2002)

2.8 Bearing Capacity Improvement (BCI)

Adanya pengaruh mengenai perkuatan tanah menggunakan gogrid ataupun perkuatan lainnya, digambarkan dalam bentuk besaran non-dimensional yang biasanya disebut sebagai 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 BCIs (A. Zahmatkesh dkk, 2010; S. M. Marandi, 2008).

Pada penelitian ini dapat diketahui BCI merupakan perbandingan antara rasio yang membandingkan antara daya dukung tanah pasir menggunakan perkuatan geogrid dengan tanpa perkuatan. Dengan persamaan 2-7 berikut ini:

$$BCI = \frac{q}{q_0} \quad (2-7)$$

Dimana ;

BCI = *Bearing Capacity Improvement*

q = daya dukung dengan perkuatan

q₀ = daya dukung tanpa perkuatan

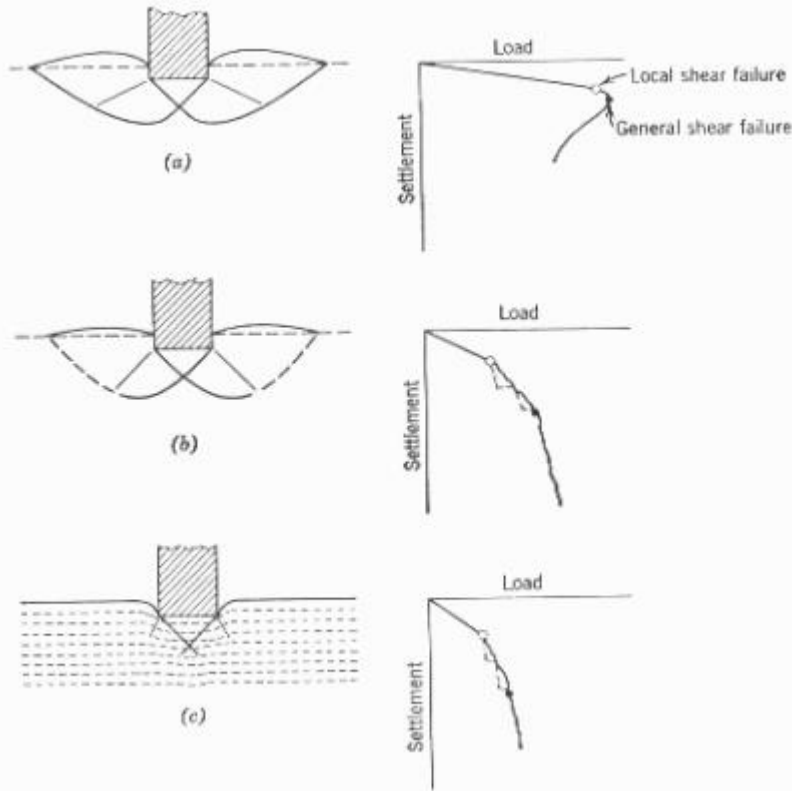
Pada penelitian ini, BCI ditentukan berdasarkan daya dukung pada saat ultimit (BCI_{qu}).

2.9 Kriteria Penentuan Beban Ultimit

Kondisi seimbang dari hubungan antara kekuatan daya dukung tanah dengan beban vertikal dikenal istilah *ultimate bearing capacity* (q_{ult}, dayadukung batas). Sementara kondisi aman, *allowable bearing capacity* (q_a, dayadukung-ijin) dengan melibatkan Faktor Keamanan (F) antara 2 sampai 5. Pondasi untuk menopang bangunan bisa menimbulkan masalah yakni peletakannya, yang dihadapi dalam setiap perencanaan bangunan bertingkat maupun bangunan dasar. Secara umum keruntuhan pondasi meliputi 3 hal, seperti:

1. General shear failure (keruntuhan geser menyeluruh dari tanah di bawah pondasi),
2. Local shear failure (keruntuhan geser setempat dari tanah bawah pondasi)
3. Punching shear failure (keruntuhan geser setempat ke arah bawah pondasi)

Untuk lebih jelasnya bisa diperhatikan pada gambar 2.11 berikut:



Gambar 2.11 Jenis-jenis keruntuhan tanah akibat beban sehubungan dengan Pondasi, a) general shear, b) local shear, dan c) punching shear

(Koerner, 1984)

2.10 Penurunan

Jika lapisan tanah mengalami pembebanan maka akan timbul regangan atau penurunan. Regangan ini disebabkan oleh berubahnya susunan tanah maupun pengurangan rongga pori/air di dalam tanah. Jumlah regangan sepanjang kedalaman lapisan merupakan penurunan total tanahnya. Umumnya penurunan tak seragam lebih membahayakan dari penurunan totalnya. Beberapa sebab terjadinya penurunan akibat pembebanan adalah sebagai berikut :

1. Keruntuhan geser akibat terlampauinya daya dukung tanah, hal ini akan menyebabkan penurunan sebagian (different settlement) dan penurunan bangunan.
2. Kerusakan akibat defleksi yang besar pada pondasinya. Kerusakan ini umumnya terjadi pada pondasi dalam.
3. Distorsi geser pada tanah pendukungnya (shear distortion)
4. Turunnya tanah akibat perubahan angka pori.

Penurunan biasanya digolongkan menjadi dua macam, yaitu :

1. Seketika, atau penurunan yang terjadi pada waktu beban diterapkan atau dalam suatu jangka waktu sekitar tujuh hari.
2. Konsolidasi, atau penurunan yang tergantung waktu dan berlangsung dalam beberapa bulan sampai tahunan.

Analisa penurunan seketika digunakan untuk semua tanah berbutir halus dan untuk semua tanah berbutir kasar dengan koefisien rembes yang besar.

Analisa penurunan konsolidasi digunakan untuk semua tanah jenuh atau hamper jenuh dan yang berbutir halus. Hal ini disebabkan karena untuk tanah-tanah ini kita ingin taksiran-taksiran tentang penurunan ΔH dan berapa lamanya penanaman itu memerlukan waktu.

Pertimbangan pertama dalam menghitung besarnya penurunan adalah penyebaran tekanan pondasi ke tanah dasar, hal ini sangat bergantung pada kekakuan pondasi dan sifat-sifat tanah. Tekanan yang terjadi pada pertemuan antara pondasi dan tanah disebut tekanan sentuh (contact pressure) yang berpengaruh terhadap distribusi momen dan tegangan geser pondasi terhadap tanah. Dalam praktek sangat jarang dijumpai pondasi yang benar-benar kaku, karena itu distribusi tekanan sentuh yang terjadi adalah antara pondasi kaku dan fleksibel sehingga dapat dianggap seragam bila terbagi ratanya seragam.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Waktu : Maret 2016 sampai dengan selesai

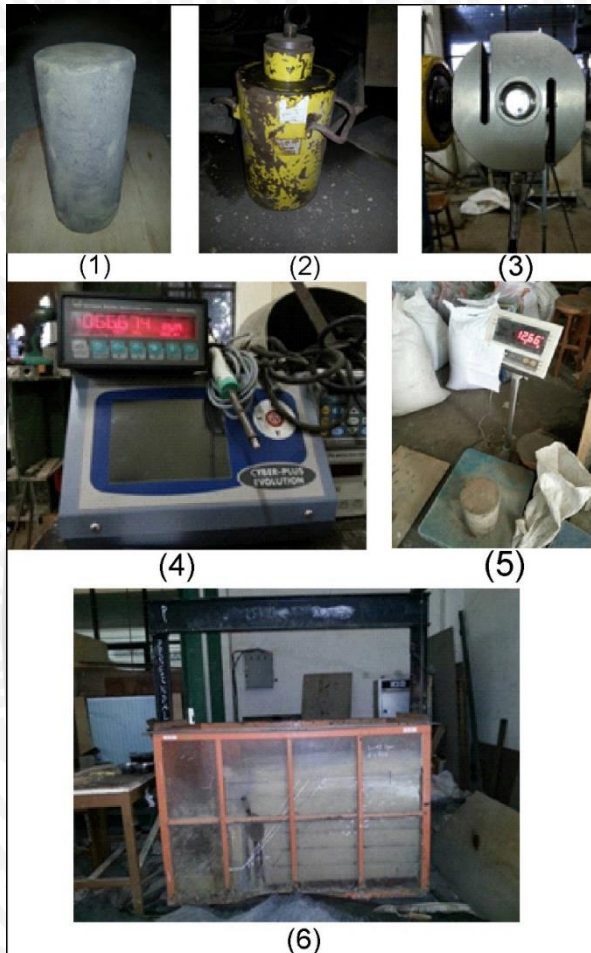
Tempat : Laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi serta Laboratorium Mekanika Tanah dan Geoteknik Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Brawijaya

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah dasar yang dibentuk dari timbunan tanah pasir lumajang dengan jenis tanah pasir dengan simbol SP (*Poorly Graded Sand*) berdasarkan Sistem *Unified* (U.S.C.S). Geogrid yang digunakan adalah geogrid dengan tipe biaxial dari PT. Tetrasa Geosinindo. Untuk peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- a. Silinder beton
- b. Balok pembeban
- c. Dongkrak hidrolik
- d. *Load cell*
- e. LVDT
- f. Peralatan uji analisa saring (Grain Size Analisis)
- g. Peralatan uji berat jenis (Specific Gravity)
- h. Peralatan uji kadar air (Water Content)
- i. Peralatan uji kuat geser langsung (Direct Shear)
- j. Alat timbang

Gambar peralatan-peralatan yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.1



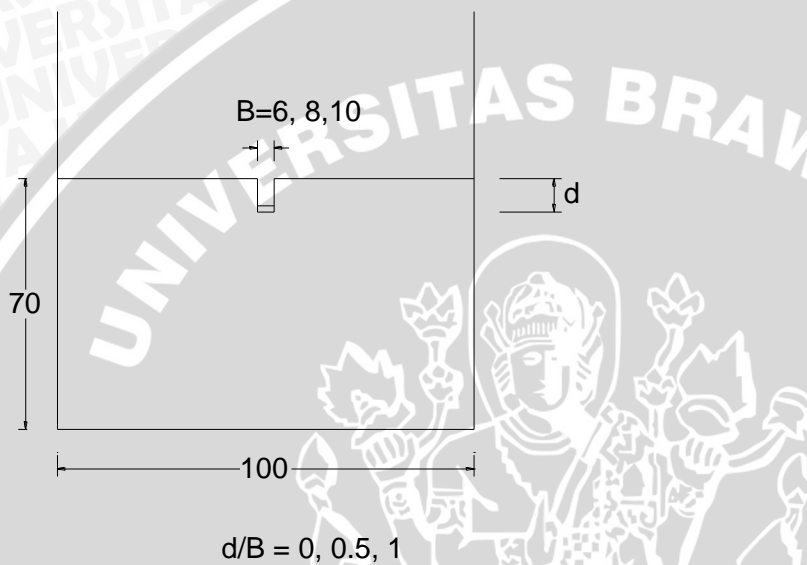
Gambar 3. 1 Alat-alat yang digunakan dalam penelitian

Keterangan :

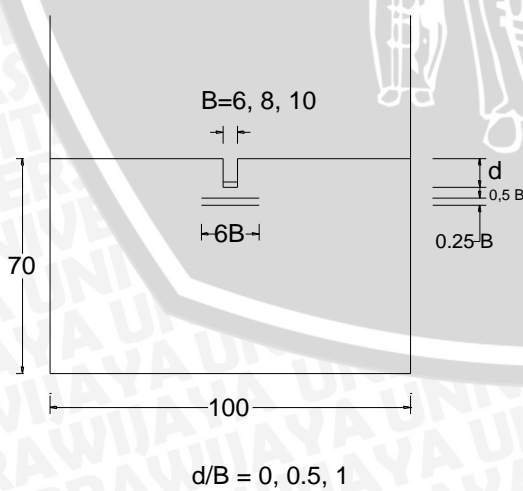
1. Silinder beton
2. Dongkrak hidrolik
3. *Load cell*
4. *LVDT*
5. Timbangan
6. Boks uji

3.3. Jumlah dan Perlakuan Benda Uji

Percobaan ini dibuat 9 buah benda uji dengan 3 variasi lebar pondasi dan 3 variasi rasio d/B untuk pondasi menerus persegi yang diletakkan di tanah datar dengan RC 85%. Pengujian dilakukan ditengah box penelitian. Perlakuan pengujian menggunakan dua lapis geogrid. Jarak antara pondasi terhadap lapisan geogrid pertama ialah $0,5 B$. Pengulangan dilakukan apabila terjadi penyimpangan dan dilakukan dengan perlakuan benda uji yang sama. Perlakuan pengujian menghasilkan gambar 3.2-3.3 berikut.



Gambar 3.2 Model Tes Percobaan Tanpa Perkuatan Geogrid



Gambar 3.3 Model Tes Percobaan Dengan Perkuatan Geogrid

Dalam penelitian ini faktor yang perlu diperhatikan adalah metode pemadatan benda uji. Tanah yang dipakai merupakan tanah dengan jenis pasir, maka metode mekanis pemadatan yang dipakai adalah dengan menggilas menggunakan beton silinder. Jenis pemadatan seperti ini lebih memungkinkan pemadatan yang lebih merata pada setiap lapisan. Pemadatan dilakukan per lapis. Adapun ketinggian tanah yang diinginkan di tiap lapisan yaitu 10 cm, sehingga penggilasan 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 *density ring*.

3.4. Metode Penelitian

3.4.1. Pengujian Dasar

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

- a. Pemeriksaan *specific gravity* butiran tanah mengikuti ASTM D-854-58
- b. Pemeriksaan analisis saringan menurut ASTM C-136-46
- c. Pemeriksaan kekuatan geser langsung (*Direct Shear*) menurut ASTM D-3080-72
- d. Kepadatan standar (*Compaction*) mengikuti ASTM D-698-70

3.4.2. Persiapan Benda Uji

Pada pengujian ini, tanah yang akan digunakan diayak terlebih dahulu dengan saringan No. 4. Tanah yang lolos saringan tersebut kemudian dimasukkan ke dalam *box* uji dengan volume tanah $100 \times 100 \times 60 \text{ cm} = 600.000 \text{ cm}^3$ yang dibagi dalam beberapa lapisan. Kepadatan didapatkan menggunakan metode penggilasan urugan tanah dengan menggunakan silinder yang terbuat dari beton seberat 12,66 kg dengan tinggi 30 cm dan diameter 15 cm. Tanah yang telah digilas dan telah padat kemudian dihitung beratnya untuk diukur ke dalam box hingga mencapai ketinggian yang sudah ditentukan. Tinggi yang ditentukan yaitu 10 cm, kemudian di uji kepadatannya dengan menggunakan uji *density*.

Pengujian menggunakan *box* persegi panjang yang terbuat dari besi dan *fiberglass* dengan dimensi panjang 1,5 m, lebar 1,0 m, dan tinggi 1,0 m. Dasar dari *box* terbuat dari plat besi dengan ketebalan 1,2 cm. *box* dibuat sekaku mungkin dan *fiberglass* digunakan sebagai bidang pengamatan pada saat pengujian dilakukan. disekitar box diberikan

perkuatan dengan plat baja siku 40.40.4 untuk mempertahankan *box* agar supaya tidak meregang.

3.4.3. Model Pengujian Pondasi

Pemodelan tanah pasir yang dilakukan di *box* uji dirancang menyerupai kondisi yang ada di lapangan sehingga mempermudah pengamatan dan menghemat waktu.

Beberapa langkah yang dilakukan dalam melaksanakan pemodelan uji fisik tanpa perkuatan geogrid adalah sebagai berikut :

1. Tanah pasir diayak sampai didapatkan gradasi butiran halus sampai dengan sedang.
2. Tanah pasir dimasukkan ke dalam *box* uji per lapis lalu digilas menggunakan silinder beton pada setiap lapisannya sesuai tinggi lapisan yang ditunjukkan pada Gambar 3.5. Setiap lapisan dikontrol kadar air dan kepadatannya menggunakan uji *density*.
3. Tanah didiamkan selama ± 30 menit agar rongga-rongga yang ada pada tanah terisi oleh partikel partikel yang juga menyesuaikan terhadap pergeseran tanah sehingga rongga rongga tersebut dapat terisi.
4. Pengujian dilakukan dengan menyesuaikan variabel penelitian yang berupa lebar pondasi dan rasio d/B.

Langkah-langkah dalam percobaan pada pembuatan pemodelan pondasi menerus pada tanah pasir dengan menggunakan perkuatan geogrid, yaitu:

1. Tanah pasir diayak sampai didapatkan gradasi butiran halus sampai dengan sedang.
2. Tanah pasir dimasukkan ke dalam *box* uji per lapis lalu digilas menggunakan silinder beton pada setiap lapisannya sesuai tinggi lapisan yang ditunjukkan pada Gambar 3.5. Setiap lapisan dikontrol kadar air dan kepadatannya menggunakan uji *density*.
3. Menghamparkan geogrid dengan perletakan seperti pada gambar 3.4
4. Dilakukan pengisian pasir sesuai dengan per lapisan geogrid yang direncanakan lalu dipadatkan menggunakan silinder beton.
5. Setiap lapisan yang telah digilas dicek kadar airnya dan kepadatannya menggunakan uji *density*.
6. Tanah didiamkan selama ± 30 menit agar rongga-rongga yang ada pada tanah terisi oleh partikel partikel yang juga menyesuaikan terhadap pergeseran tanah sehingga rongga rongga tersebut dapat terisi

7. Pengujian dilakukan dengan menyesuaikan variabel penelitian yang berupa lebar pondasi dan rasio d/B .

3.4.4. Pengujian Pembebanan

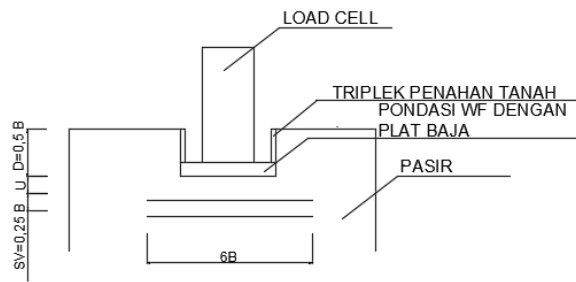
Uji Pembebanan dilakukan menggunakan dongkrak hidrolik. Dalam pembebanan digunakan *load cell* untuk mengukur besarnya beban yang terjadi. Pembebanan dilakukan dengan menggunakan pemodelan pondasi. Pondasi terbuat dari model kayu yang dilapis baja. Sebagai faktor kedalaman, pondasi diberikan kolom di atasnya dengan penyesuaian representasi pondasi yang masuk ke dalam tanah.

Baja profil pada bagian bawah balok kayu berfungsi untuk meratakan beban yang dihasilkan pompa hidrolik. Balok kayu yang digunakan berdimensi sesuai dengan lebar pondasi yang digunakan.

Adapun langkah-langkah pengujian pembebanan adalah sebagai berikut:

1. Memasang pondasi dangkal balok kayu yang berlapis baja pada permukaan tanah maupun pada kedalaman yang telah menjadi variabel. Luas pondasi yang digunakan adalah 6 cm^2 , 8 cm^2 dan 10 cm^2 .
2. Memasang *load cell* guna mengukur besarnya beban yang terjadi yang diterima tanah. Untuk memastikan beban sudah terletak di tengah pondasi dan tidak mengalami momen, dilakukan pengecekan dengan *waterpass*.
3. Memasang *dial LVDT* dan *LVDT digital* pada pondasi seperti ilustrasi pada gambar 3.5 guna mengetahui berapa penurunan selama pembebanan.
4. Uji pembebanan dengan dongkrak hidrolik. Pembebanan dilakukan bertahap tiap 5 kg hingga beban tidak dapat ditambahkan lagi atau hingga pondasi mengalami keruntuhan.
5. Mencatat berapa beban yang diberikan dan berapa penurunan yang terjadi pada benda uji.

Tampak samping susunan pembebanan ditunjukkan pada Gambar 3.5. berikut ini.



Gambar 3.5 Contoh susunan pembebanan

3.5. Metode Analisis Data

Berdasarkan hasil uji pembebanan, didapat data beban serta penurunan yang terjadi pada pondasi. Data yang diambil merupakan data dari pondasi tanpa perkuatan dan pondasi dengan perkuatan rasio d/B dan lebar pondasinya.

Daya dukung dihitung dengan Persamaan 3.1 berikut:

$$qu = C.Nc + q.Nq + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N\gamma \tag{3.1}$$

Tabel 3.1. Daya dukung dan penurunan pondasi dangkal tanpa perkuatan

No.	Lebar Pondasi (cm)	Penurunan (mm)	Beban Maksimum (kg)	qu (kN/cm ²)
1	6			
2	8			
3	10			

Tabel 3.2. Daya dukung dan penurunan pondasi dangkal dengan perkuatan geogrid menggunakan variasi rasio d/B

No.	Lebar Pondasi (cm)	Rasio d/B (n)	Penurunan (mm)	Beban maksimum (kg)	qu (kN/cm ²)
1		0			
2	6	0.5			

3		1
4		0
5	8	0.5
6		1
7		0
8	10	0.5
9		1

Tabel 3.3 Daya dukung dan penurunan pondasi dangkal dengan perkuatan dengan variasi lebar pondasi

No.	Rasio d/B	Lebar Pondasi (cm)	Penurunan (mm)	Beban maksimum (kg)	qu (kN/cm ²)
1		6			
2	1	8			
3		10			
4		6			
5	2	8			
6		10			
7		6			
8	3	8			
9		10			

Data diatas digunakan sebagai dasar grafik hubungan antara penurunan dan daya dukung . Perhitungan BCI (*Bearing Capacity Improvement*) dilakukan untuk mengetahui pengaruh perkuatan akibat geogrid sebagai perkuatan pondasi dalam meningkatkan daya dukung. Perhitungan BCI diperoleh dari rumus Persamaan 3.2 , yaitu :

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

Dimana,

BCI = *Bearing Capacity Improvement*

q = daya dukung dengan perkuatan geogrid

q₀ = daya dukung tanpa perkuatan

Data hasil perhitungan BCI ditampilkan dalam Tabel 3.4, yaitu:

Tabel 3.4. *Bearing Capacity Improvement (BCI)* untuk variasi lebar pondasi dan jumlah rasio d/B

No.	Lebar Pondasi (cm)	qu pondasi tanpa perkuatan (kN/cm ²)	qu pondasi dengan perkuatan geogrid (kN/cm ²)			BCI		
			d/B = 0	d/B=0,5	d/B=1	d/B=0	d/B=0,5	d/B=1
1	6							
2	8							
3	10							

3.6. Variasi Penelitian

Dalam Penelitian ini mengacu pada variabel bebas dan terikat sebagai acuan penelitian. Variabel tersebut saling mempengaruhi satu sama lain. Variabel yang digunakan yaitu

a. Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu:

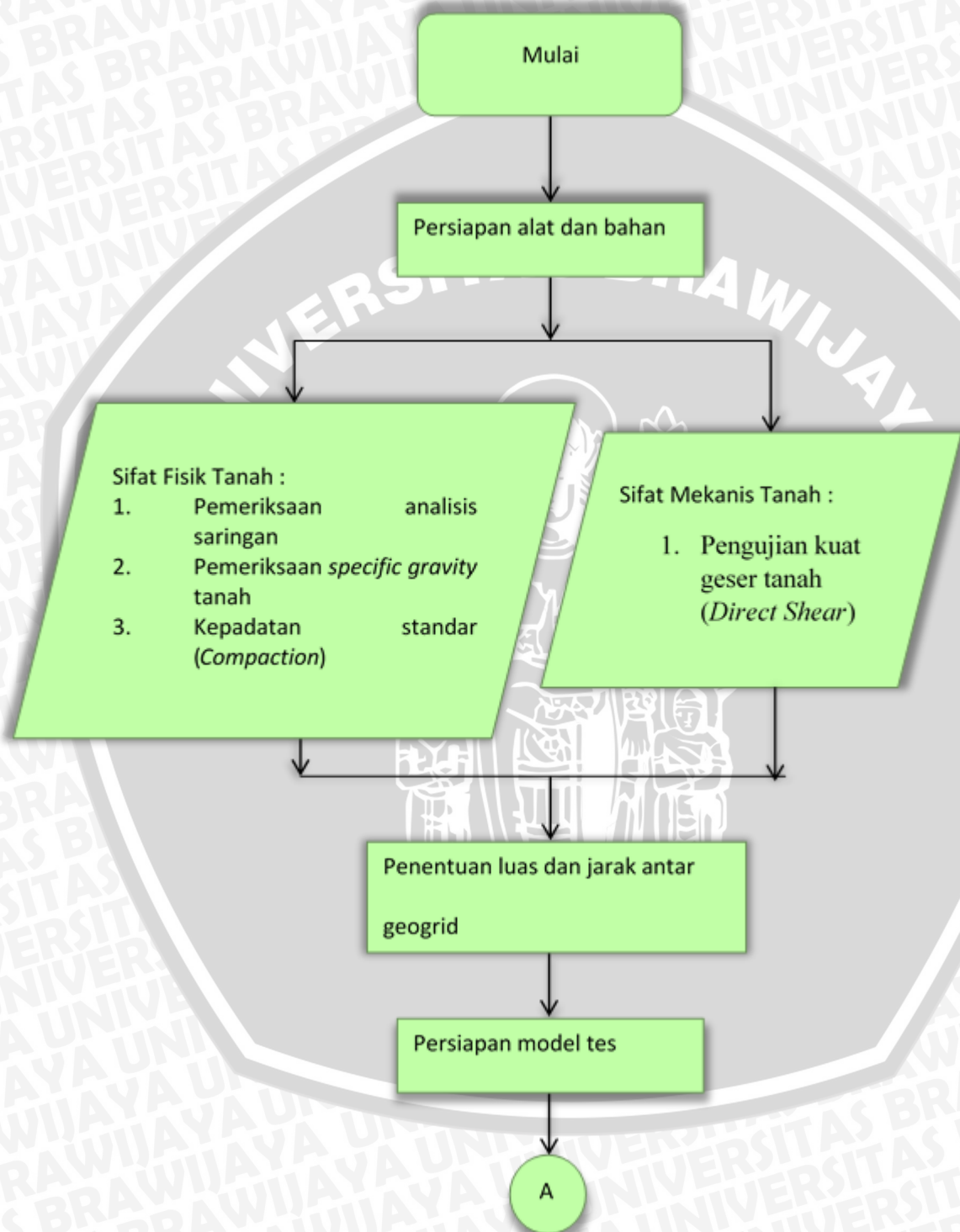
- Daya dukung tanah dengan perkuatan maupun tanpa perkuatan
- Pola keruntuhan yang terjadi akibat pembebanan
- Beban maksimum yang mampu ditahan pondasi
- Penurunan yang terjadi akibat pembebanan

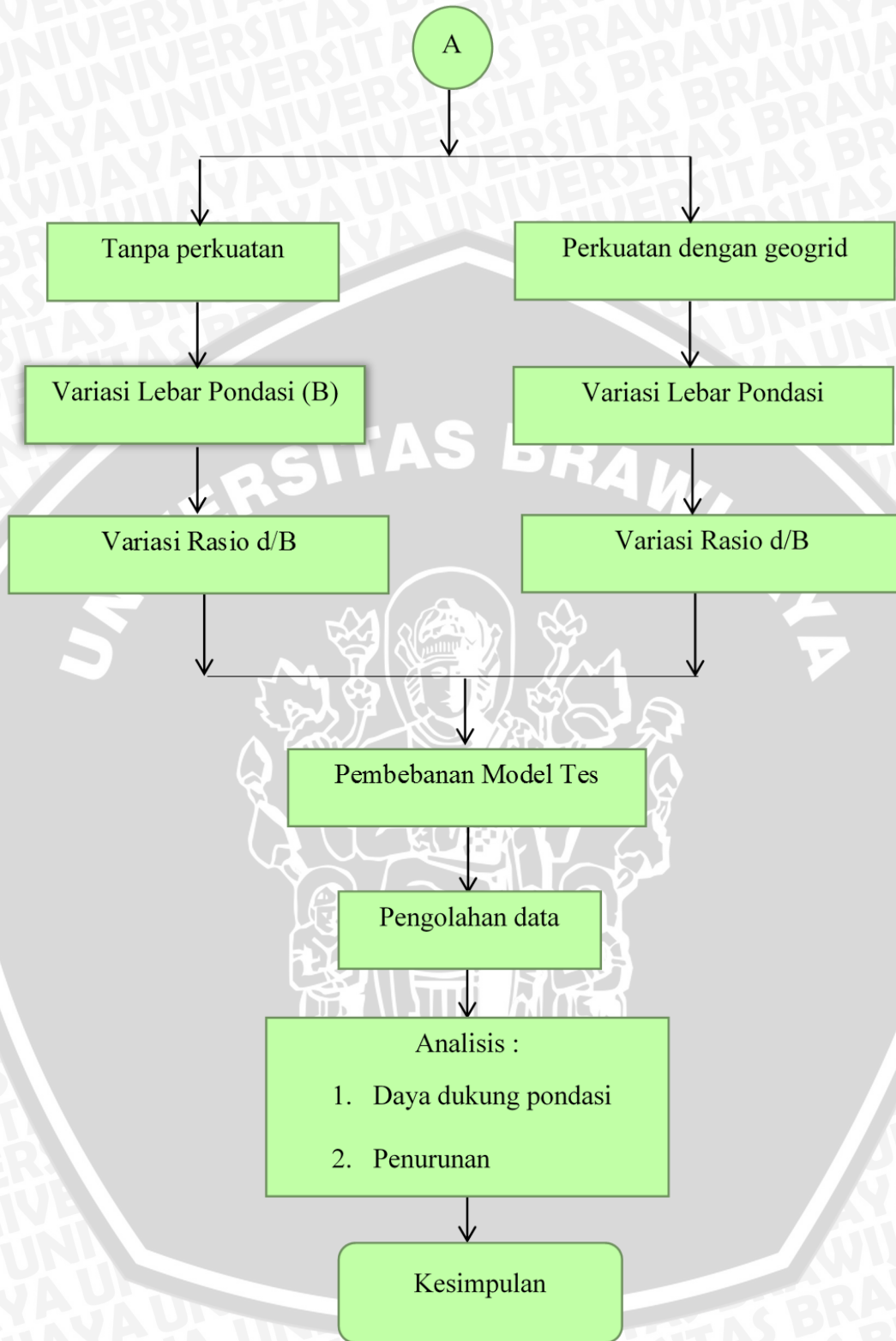
b. Variabel Bebas dalam penelitian ini yaitu:

- Pondasi yang digunakan berbentuk pondasi menerus
- Lebar pondasi yang digunakan yaitu 10 cm
- Rasio kedalaman yang digunakan $d/B = 0, 0,5$ dan 1 . Dimana Lebar yang dipakai 6 cm, 8 cm dan 10 cm
- Rasio luas geogrid yang digunakan 6B
- Rasio jarak pondasi ke lapisan pertama geogrid 0,5 B.
- Rasio jarak vertikal geogrid 0,25 B. Jaraknya 2,5 cm
- Kepadatan tanah pasir dengan RC 85%

3.7 Bagan Alir Tahapan Penelitian

Dalam penelitian ini, tahap-tahap pelaksanaan dapat dilihat pada diagram alir yang disajikan pada Gambar 3.6 berikut.





Gambar 3.6 Bagan Alir Penelitian



BAB IV PEMBAHASAN

4.1. Analisis Bahan

Pada Penelitian ini diberikan tiga bahan pokok yakni pondasi, geogrid, dan pasir. Sementara untuk karakteristik dari tiap-tiap bahan adalah sebagai berikut:

- a. Tiga buah pondasi yang terbuat dari profil baja jenis WF dengan variasi lebar *flange* 6 cm, 8 cm, dan 10 cm.
- b. Geogrid biaksial yang terbuat dari bahan poliester dengan jenis Miragrid GX 40/40 dari PT. Tetrasa Geosinindo.
- c. Tanah pasir dengan klasifikasi USCS memiliki gradasi yang buruk atau *Poorly Graded Sand (SP)*.

Tabel 4.1 Tipe Geogrid

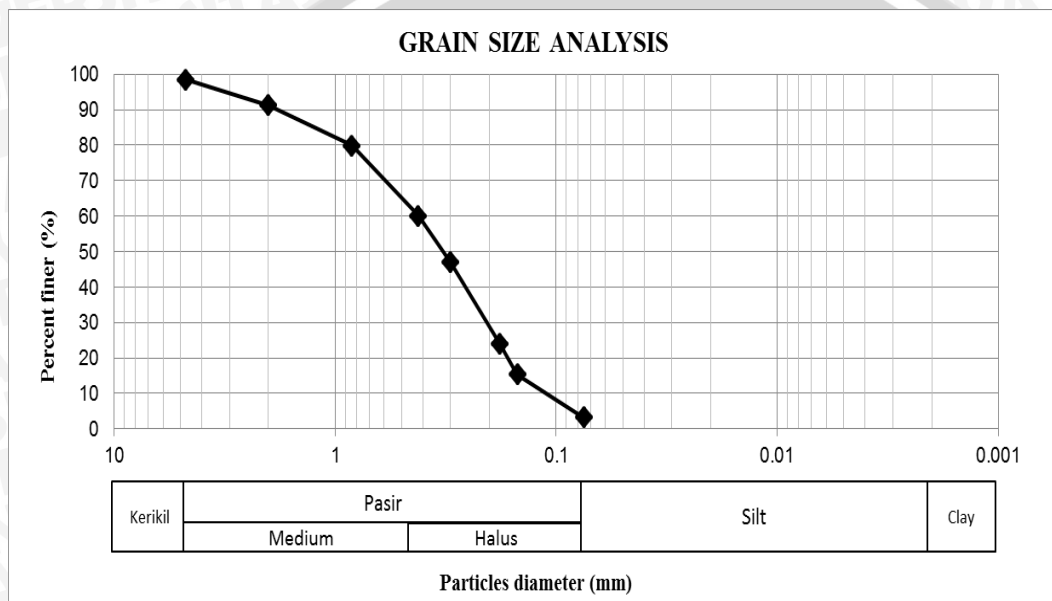
Properties of TenCate Miragrid® GX Geogrids										
Property	Unit	GX 40/40	GX 60/30	GX 60/60	GX 80/30	GX 80/60	GX 100/30	GX 130/30	GX 160/50	GX 200/50
Characteristic short term tensile strength (ISO 10319) MD	kN/m	40	60	60	80	80	100	130	160	200
Characteristic short term tensile strength (ISO 10319) 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

(Sumber: PT. Tetrasa Geosinindo)



4.1.1 Analisis Gradasi Butiran Tanah

Tanah pasir yang merupakan bahan utama dalam penelitian ini diberikan beberapa perlakuan. Salah satunya ialah analisis gradasi butiran untuk mengetahui karakteristiknya. Tujuan dari analisis gradasi butiran ialah untuk menyortir gradasi agregat halus dan kasar dari tanah pasir. Alat yang digunakan untuk melakukan penyortiran adalah seperangkat saringan dan *sieve shaker*. Dari analisis butiran diperoleh data sebagaimana pada Gambar 4.1 berikut ini.



Gambar 4.1 Hasil analisis ukuran butiran tanah

Dari data hasil analisa saringan dapat diketahui bahwa pasir yang tidak tertahan pada saringan nomor 200 sebesar 3,27%. Dengan hasil seperti yang tertera pada grafik diatas maka tanah digolongkan sebagai tanah berbutir kasar dengan prosentase tertahan saringan nomor 200 adalah lebih dari 50%.

Adapun rumus yang bisa dipergunakan dalam menentukan jenis pasir. Rumus yang dipakai adalah Rumus (4-1) berikut.

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} < 6 \quad Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} \neq 1 < Cc < 3 \quad (4-1)$$

Dengan,

$$D_{60} = 0,4$$

$$D_{30} = 0,2$$

$$D_{10} = 0,12$$

$$Cu = \frac{0,4}{0,12} = 3,333 < 6$$

$$Cc = \frac{(0,2)^2}{0,12 \times 0,4} = 0,833$$

Dengan hasil C_u yang kurang dari 6 sementara nilai C_c tidak berada diantara 1 dan 3 maka tanah pasir dapat digolongkan berjenis SP (*Poorly Graded Sand*) atau pasir dengan gradasi yang buruk, pasir yang berkerikil, atau pasir yang sedikit sekali sampai bahkan tidak memiliki butiran halus.

4.1.2. Analisis Specific Gravity

Specific Gravity adalah perbandingan antara berat butiran tanah terhadap berat air dengan isi yang sama pada suhu tertentu. Pengujian *Specific Gravity* dilakukan untuk menentukan berat jenis tanah lolos ayakan nomor 4 dengan picnometer.

Nilai *Specific Gravity* dapat dicari dengan persamaan 4-2 :

$$SG = \frac{W_s}{W_s - W_1 + W_2} \quad (4-2)$$

Dengan,

SG = *Specific Gravity*

W_s = berat tanah kering

W_1 = berat labu ukur + air + tanah

W_2 = berat labu ukur + air

Hasil pengujian *Specific Gravity* diperoleh sebesar 3,035 seperti yang terlihat pada Tabel 4.2 berikut ini.

Tabel 4.2 Rata-rata *Specific Gravity* Pasir

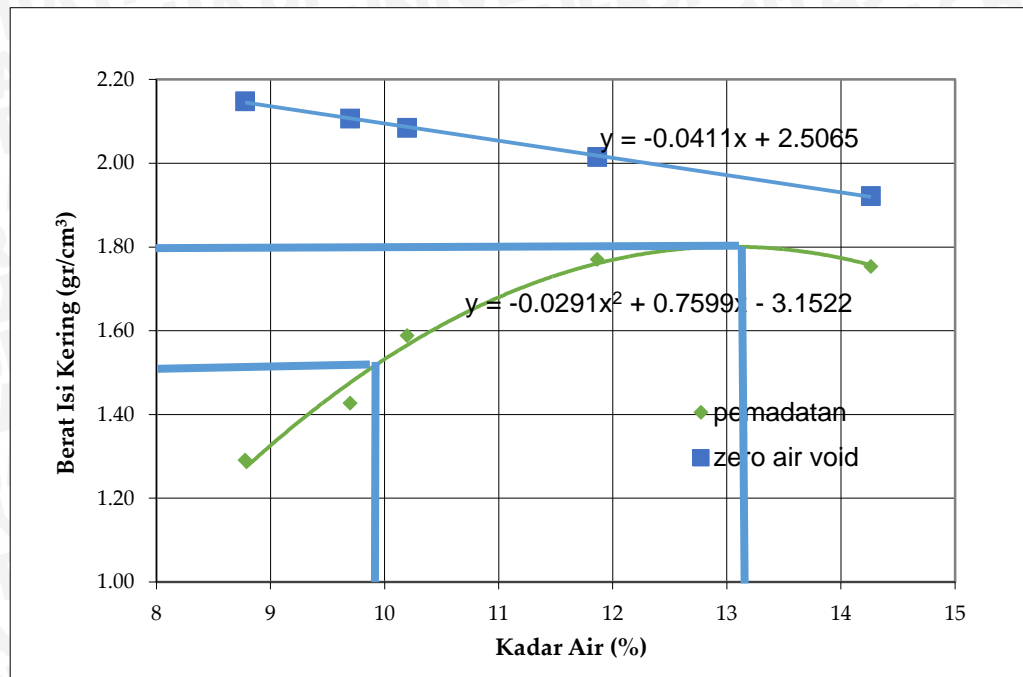
Labu ukur	A	B	C
Berat jenis	2,616	2,675	2,654
Berat jenis rata-rata	2,648		

4.1.3. Analisis Pemeriksaan Kepadatan Tanah (*Compaction*)

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

Pemadatan standar berguna untuk mengetahui bagaimana hubungan antara kadar air dengan tanah yang dinyatakan dalam berat isi kering. Cara mendapatkan berat isi kering adalah dengan memadatkan tanah menggunakan uji pemadatan standar. Standar yang digunakan dalam uji pemadatan ini adalah ASTM D-698-70 metode B yakni mold yang berukuran 15,5 cm dengan proktor berbobot 2,5 kg dan dengan tinggi jatuh setinggi 12 inch serta 56 kali jumlah tumbukan pada setiap lapisnya. Hasil dari pengujian pemadatan ini diperoleh nilai berat kering (γ_d) maksimum sebesar 1,801 gr/cm³ dengan *Optimum Moisture*

Content (OMC) sebesar 13,038%. Hasil pengujian pemadatan bisa dilihat pada grafik pada Gambar 4.2 berikut:



Gambar 4.2 Grafik Pemadatan Standar

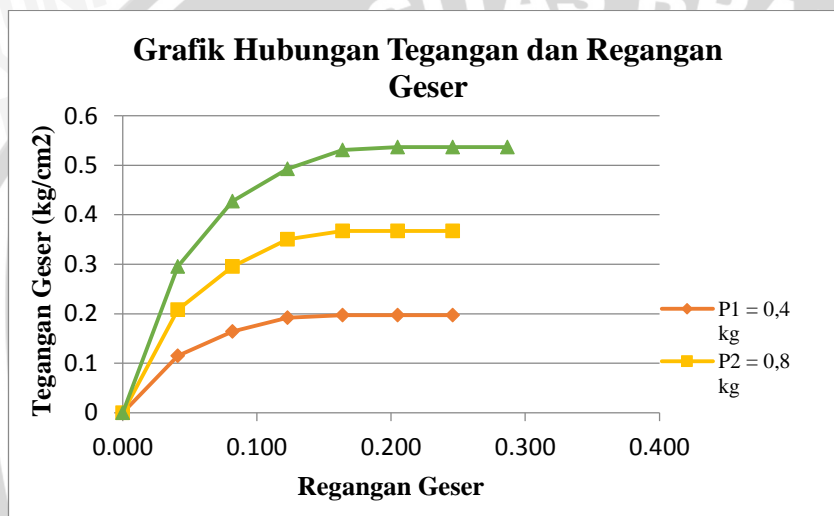
4.1.3.2. Kepadatan Tanah Model

Karena pada saat percobaan dalam permodelan sangat susah untuk mendapatkan kepadatan maksimum seperti pada saat percobaan di laboratorium, maka kepadatan tanah model (γ_{lap}) harus digunakan. Cara yang digunakan untuk menentukan berat isi kering pada model adalah dengan menggunakan *density test* guna mengetahui nilai berat isi kering model (γ_{lap}). Perbandingan dari berat isi kering model terhadap berat isi laboratorium akan menghasilkan nilai kepadatan relative (RC). Dalam penelitian ini digunakan berat isi kering (γ_{lap}) sebesar $1,531 \text{ gr/cm}^3$ apabila dengan kepadatan relatif 85%.

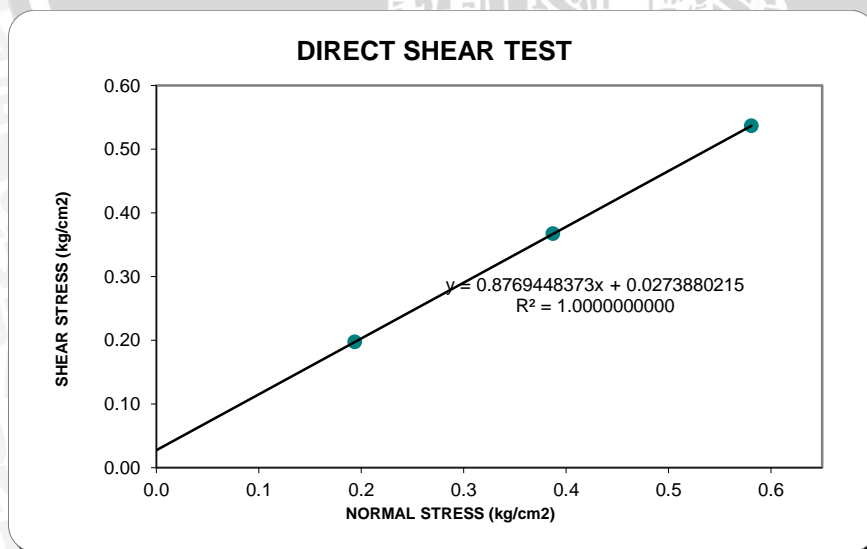
Pemodelan tanah pasir terbagi menjadi 7 lapisan dengan ketinggian masing-masing lapisan sebesar 10 cm. pemadatan pada model dilakukan pada setiap lapisnya dengan menggunakan beton silinder dengan berat 12,66 kg dan tinggi 30 cm. Tanah digilas berkali-kali hingga tercapai ketinggian yang diinginkan yaitu 10 cm. Pada saat ketinggian pada satu lapisan telah mencapai 10 cm, kemudian dilakukan uji kepadatan dengan *Density Test* untuk mengontrol kepadatan.

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

Direct Shear dimaksudkan untuk mengetahui parameter nilai kohesi dari tanah (c) dan sudut geser tanah (ϕ). *Direct Shear* menghasilkan grafik hubungan antara tegangan normal (σ) dan tegangan geser maksimum (τ) yang kemudian dapat diperoleh nilai kohesi tanah dan sudut geser tanah dengan cara menghubungkan tiga titik yang diketahui dengan garis lurus yang memotong sumbu Y pada nilai kohesi dan memotong sumbu X sehingga membentuk suatu sudut yang kemudian dinyatakan sebagai sudut geser tanah. Dalam penelitian ini, pengujian menghasilkan nilai sudut geser tanah (ϕ) sebesar $41,25^\circ$ dan nilai kohesi (c) sebesar $0,027 \text{ kg/cm}^2$. Hasil dari grafik pengujian *direct shear* dapat dilihat pada Gambar 4.3.



(a)



(b)

Gambar 4.3 (a) Hubungan antara tegangan geser dan regangan geser

(b) Hubungan antara tegangan geser dan tegangan normal

4.2. Pengujian *Model Test*

Penelitian menggunakan boks berukuran 100 cm x 150 cm x 100 cm yang kemudian dimasukkan pasir kedalamnya secara berlapis-lapis untuk kemudian dipadatkan per lapisannya. Pengisian dibagi menjadi 7 lapis pasir dengan volume tiap lapisnya adalah 100.000 cm³. Kontrol yang digunakan pada tiap lapisannya adalah kontrol volume, dimana pasir dengan kadar air 10% seberat 168,50 kg pada setiap lapisnya. Untuk kadar air dan kepadatan di cek dengan *Density Test*.

Ketika tinggi tanah telah tercapai setinggi 70 cm, tanah kemudian dibiarkan selama \pm 30 menit guna memberi kesempatan untuk partikel partikel tanah mengisi rongga rongga yang kosong. Setelah 30 menit kemudian tanah diberikan pondasi sesuai dengan variasi lebar 6 cm, 8 cm, atau 10 cm. Uji pembebanan dilakukan setiap interval bacaan 50 kg sampai tanah pasir runtuh, namun ketika sudah runtuh masih dicatat pola runtuhnya. Percobaan dengan variasi rasio d/B 0, 0.5, dan 1 Menggunakan metode yang hampir sama, bedanya adalah ketika proses pemadatan sudah tercapai kedalaman yg diinginkan, pondasi dimasukkan lalu kemudian tanah pasir dimasukkan pada sisi kanan dan kiri pondasi untuk menciptakan kedalaman. Pengujian dengan faktor kedalaman pondasi (d/B), benda uji tanah pasir akan dibatasi ketinggiannya pada lapisan terakhir seperti yang disajikan pada **Tabel 4.3** berikut.

Tabel 4.3 Tinggi Benda Uji Berdasarkan Faktor Kedalaman Pondasi (d/B)

Lebar Pondasi (cm)	d/B	Tinggi Benda Uji Pasir (cm)
B = 6	0	70
	0.5	67
	1	64
B = 8	0	70
	0.5	66
	1	62
B = 10	0	70
	0.5	65
	1	60

4.3. Hasil Pengujian *Model Test*

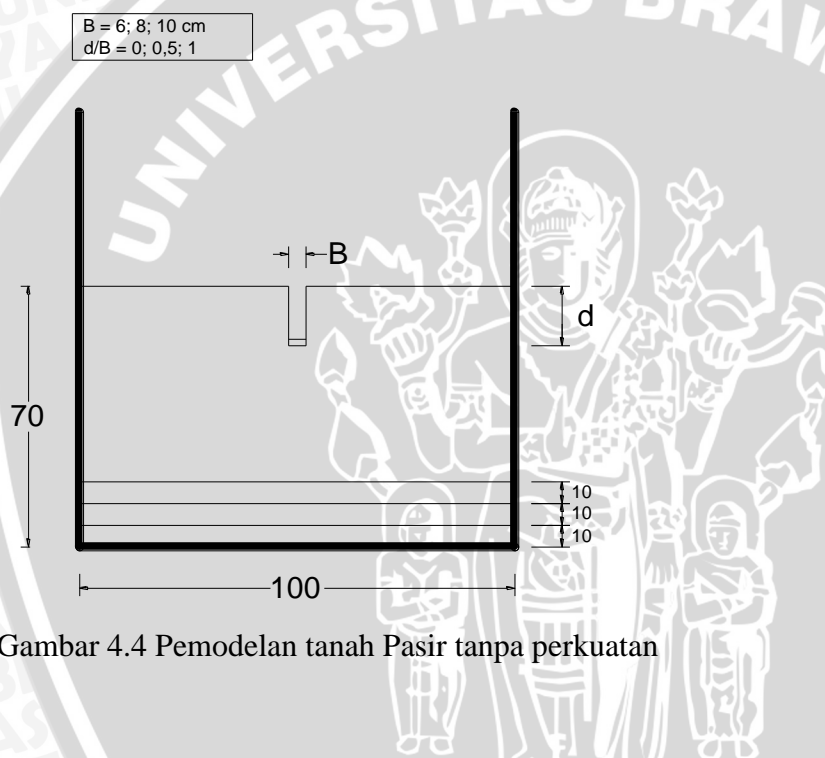
4.3.1. Tanah Pasir Tanpa Perkuatan

Pengujian model tanpa perkuatan dilakukan sebagai pembanding ketika model diberikan perkuatan. Pengujian model tanpa perkuatan dilakukan 9 kali dengan lebar pondasi dan rasio d/B yang bervariasi sesuai dengan matriks pada tabel 4.4

Tabel 4.4 Matriks Pengujian

RC 85% n = 2	B = 6 cm			B = 8 cm			B = 1 cm		
	d/B = 0	d/B = 0,5	d/B = 1	d/B = 0	d/B = 0,5	d/B = 1	d/B = 0	d/B = 0,5	d/B = 1
u/B = 0,5 cm	√	√	√	√	√	√	√	√	√

Untuk contoh permodelan tanah pasir tanpa perkuatan disajikan pada Gambar 4.4



Gambar 4.4 Pemodelan tanah Pasir tanpa perkuatan

4.3.1.1 Hasil Pemeriksaan Kepadatan dan Kadar Air

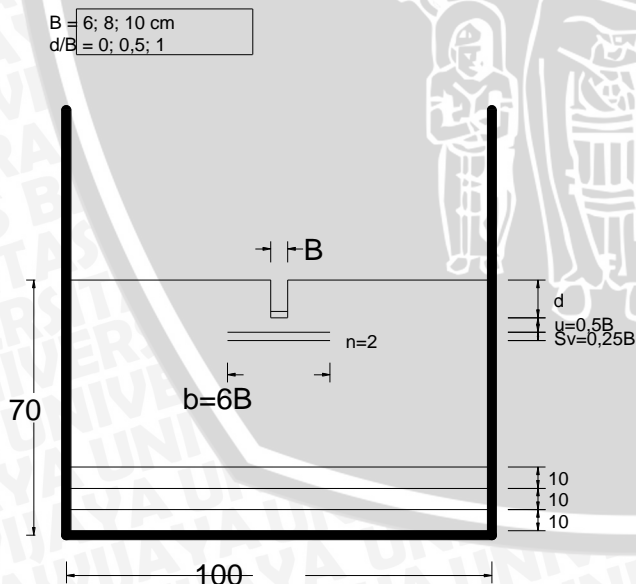
Pemodelan tanah pasir tanpa perkuatan menghasilkan nilai kadar air dan berat isi kering yang dapat ditentukan melalui *Density Test* yang dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut ini.

Tabel 4.5 Nilai kadar air dan berat isi kering tanah pasir tanpa perkuatan

Lebar Pondasi (cm)	d/B	Berat Isi Kering (gr/cm^3)	Kadar air (%)
B = 6	0	1,514	10,42
	0.5	1,526	9,80
	1	1,532	9,77
B = 8	0	1,521	8,20
	0.5	1,518	10,30
	1	1,518	11,81
B = 10	0	1,501	7,90
	0.5	1,535	10,05
	1	1,502	11,46

4.3.2. Pondasi Dengan Perkuatan Geogrid

Pengujian pondasi yang diperkuat dengan geogrid dilakukan sebanyak 9 kali sesuai variabel yang akan diteliti. Pemodelan tanah pasir dibuat dengan variasi lebar pondasi (B) dengan lebar 6 cm, 8 cm, 10 cm dan variasi rasio d/B yakni 0; 0,5 dan 1. Sedangkan variabel terikat pada penelitian ini adalah jarak antara dasar pondasi ke lapisan geogrid pertama (u) sebesar $0,5B$ dan jumlah geogrid (n) sejumlah 2. Contoh pemodelan tanah pasir dengan perkuatan geogrid dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Pemodelan tanah pasir dengan perkuatan

4.3.2.1. Hasil Pemeriksaan Kepadatan dan Kadar Air

Pemodelan tanah pasir dengan perkuatan menghasilkan nilai kadar air dan berat isi kering yang dapat ditentukan melalui *Density Test* yang dapat dilihat pada Tabel 4.6 berikut ini.

Tabel 4.6 Nilai kadar air dan berat isi kering tanah pasir dengan perkuatan

No.	Variabel Terikat	Variabel Bebas		Berat Isi Kering (gr/cm ³)	Kadar air (%)
1		B = 6	d/B = 0	1.514	10.42
2		B = 6	d/B = 0,5	1.526	9.8
3		B = 6	d/B = 1	1.532	9.77
4		B = 8	d/B = 0	1.521	8.2
5	u/B = 0,5 , n = 2	B = 8	d/B = 0,5	1.518	10.3
6		B = 8	d/B = 1	1.518	11.81
7		B = 10	d/B = 0	1.501	7.9
8		B = 10	d/B = 0,5	1.535	10.05
9		B = 10	d/B = 1	1.502	11.46

4.4. Analisis Daya Dukung Tanah Pasir RC 85%

4.4.1. Pondasi Tanpa Perkuatan

4.4.1.1. Metode Analitik

Pendekatan secara analitik pada tanah pasir tanpa perkuatan dapat dicari dengan beberapa cara. Untuk memperkirakan dasar nilai daya dukung digunakan metode Meyerhof, Hansen dan Vesic. Hasil dari perhitungan dengan metode analitik tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.7 dibawah ini.

Tabel 4.7 Nilai Daya Dukung Analitik untuk Tanah Pasir tanpa Perkuatan

Lebar Pondasi (cm)	d/B	Metode Analitik			Aktual
		Meyerhof	Hansen	Vesic	
6	0	61.6236937	51.54350639	69.68240843	120.0560764
	0.5	110.7702394	93.7732246	111.9121266	145.6597222
	1	168.2828412	143.7182741	161.8571761	164.0625
8	0	81.38834952	67.94809977	92.13330249	133.984375
	0.5	146.7456833	124.0990756	148.2842784	146.7447917

	1	223.2577585	190.5371599	214.7223626	173.1770833
	0	101.1530053	84.35269315	114.5841965	134.0625
10	0.5	182.7211271	154.4249267	184.6564301	169.7916667
	1	278.2326759	237.3560457	267.587549	180.4166667

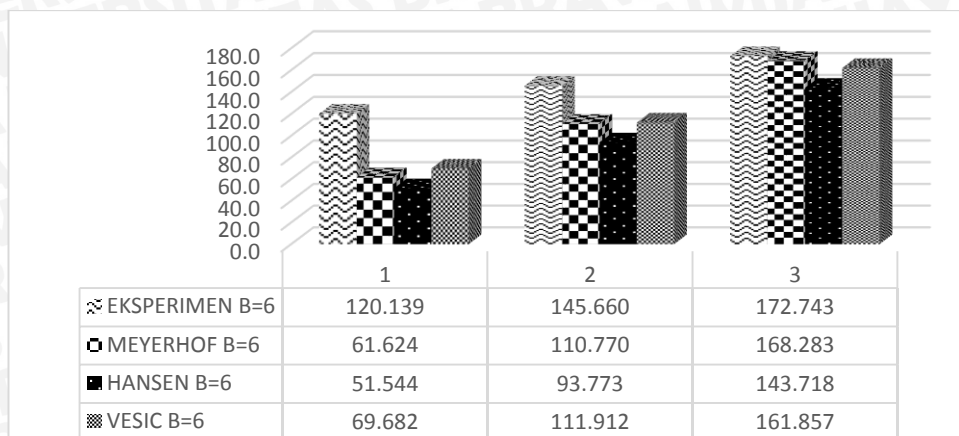
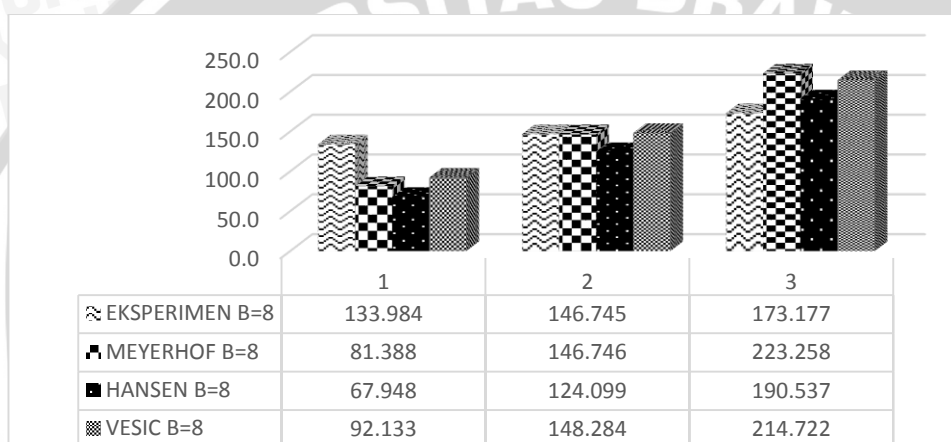
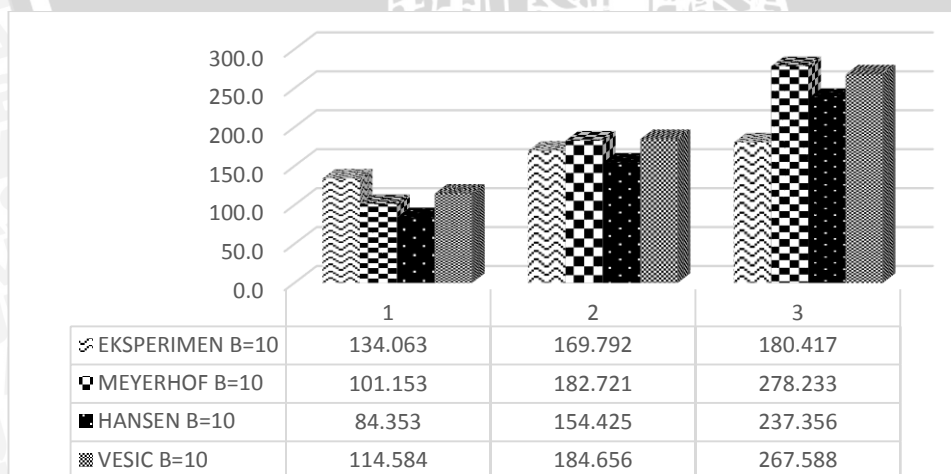
4.4.1.2. Metode Eksperimen

Penelitian ini dimaksudkan salah satunya adalah untuk mengetahui daya dukung maksimum yang terjadi. Untuk tanah pasir tanpa perkuatan, didapatkan data-data hasil pengujian daya dukung seperti yang tertera pada Tabel 4.8 dibawah ini.

Tabel 4.8 Nilai daya dukung berdasarkan eksperimen untuk pondasi tanpa perkuatan.

Lebar Pondasi (cm)	Kedalaman Pondasi (cm)	Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (kN/m ²)
B = 6	d/B = 0	692	3.721	120.056
	d/B = 0.5	839	9.354	145.66
	d/B = 1	945	6.783	164.063
B = 8	d/B = 0	1029	9.022	133.984
	d/B = 0.5	1127	16.759	146.745
	d/B = 1	1330	10.275	173.177
B = 10	d/B = 0	1360	7.2	134.0625
	d/B = 0.5	1630	8.088	169.792
	d/B = 1	1732	4.933	180.417

Perbandingan nilai daya dukung yang diperoleh antara metode analitik jika dibandingkan dengan metode eksperimen disajikan dalam Gambar 4.6.

(a) $B = 6$ cm, $d/B = 0; 0,5$ dan 1 (b) $B = 8$ cm, $d/B = 0; 0,5$ dan 1 (c) $B = 10$ cm, $d/B = 0; 0,5$ dan 1

Gambar 4.6 Perbandingan nilai daya dukung pada model pondasi tanpa perkuatan berdasarkan metode eksperimen dan analitik

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa setiap metode akan mengalami peningkatan nilai daya dukung, namun jika dibandingkan dengan metode eksperimen maka secara umum teori yang mendekati adalah teori vesic.

4.4.2. Pondasi Dengan Perkuatan Geogrid

Pengujian pada tanah pasir dengan perkuatan geogrid dengan variasi lebar dan rasio d/B didapatkan nilai daya dukung seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Nilai Daya Dukung Berdasarkan Eksperimen untuk Perkuatan Tanah Pasir dengan Variasi Lebar Pondasi (B)

d/B	Lebar Pondasi (cm)	Beban (kg)	Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (kg/cm ²)	qu (kN/cm ²)
0	6	1050	3,2	5,333	1,823	182,3
	8	1602	12,8875	16,109	2,08594	208,594
	10	2200	22,013	22,013	2,29167	229,1667
0,5	6	1410	7,525	12,542	2,4479	244,79
	8	2021	9,855	12,319	2,63151	263,151
	10	3000	20,85	20,85	3,125	312,5
1	6	1700	10,775	17,958	2,95139	295,1389
	8	2500	8,8925	11,116	3,255	325,52
	10	3400	22,555	22,555	3,54167	354,1667

Tabel 4.10 Nilai Daya Dukung Berdasarkan Eksperimen untuk Perkuatan Tanah Pasir dengan Variasi rasio d/B

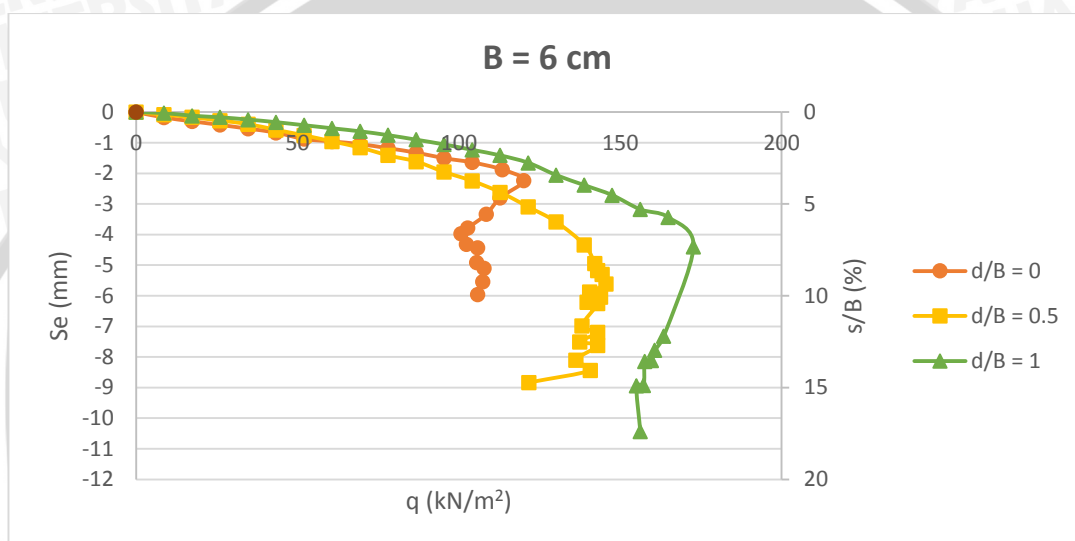
Lebar Pondasi (cm)	d/B	Beban (kg)	Penurunan (mm)	s/B (%)	qu (kg/cm ²)	qu (kN/cm ²)
6	0	1050	3,2	5,333	1,823	182,3
	0,5	1410	7,525	12,542	2,4479	244,79
	1	1700	10,775	17,958	2,95139	295,1389
8	0	1602	12,8875	16,109	2,08594	208,594
	0,5	2021	9,855	12,319	2,63151	263,151
	1	2500	8,8925	11,116	3,255	325,52
10	0	2200	22,013	22,013	2,29167	229,1667
	0,5	3000	20,85	20,85	3,125	312,5
	1	3400	22,555	22,555	3,54167	354,1667

4.5. Analisis Penurunan Tanah Pasir RC 85%

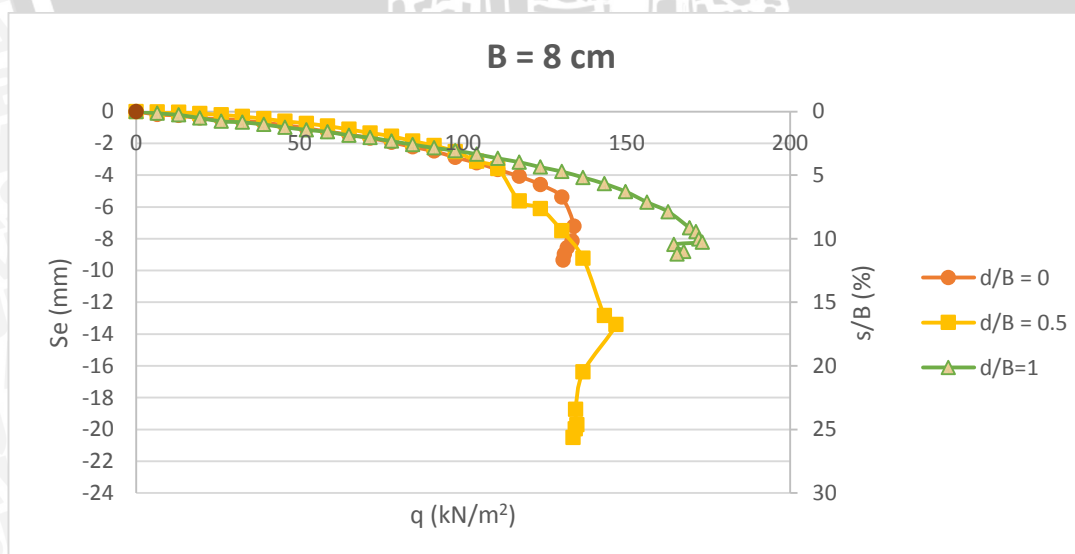
4.5.1 Pondasi Tanpa Perkuatan

4.5.1.1. Penurunan Pondasi tanpa Perkuatan dengan Variasi Lebar Pondasi dan Variasi rasio d/B

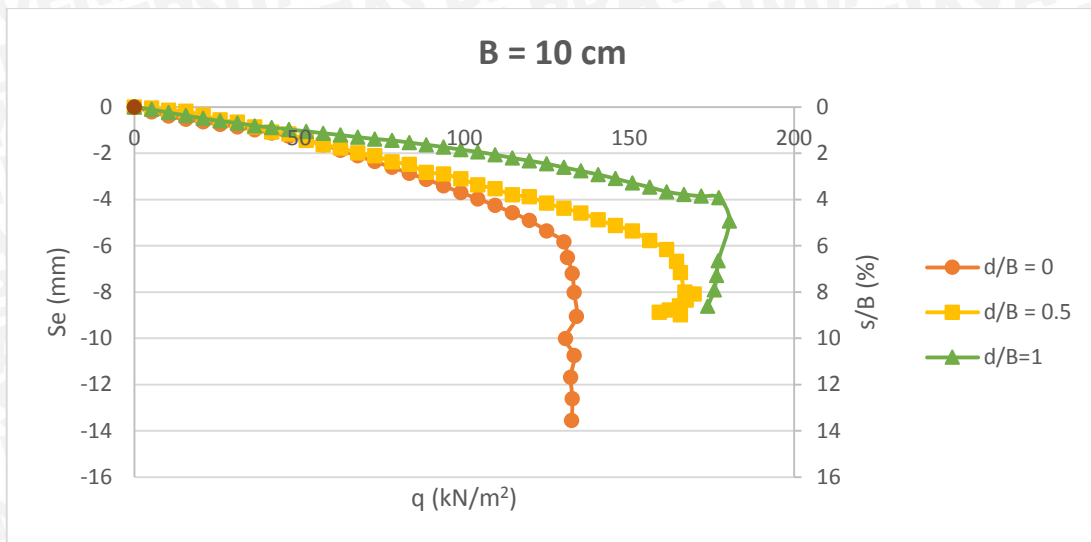
Percobaan Pembebanan dilakukan di lapangan untuk model tanah pasir tanpa perkuatan, hasil dari percobaan tersebut didapatkan nilai pembacaan daya dukung dan penurunan (*settlement*) yang terjadi. Grafik dari hubungan antara daya dukung dan *Settlement*-nya dapat dilihat pada Gambar 4.7 dibawah ini.



(a) B = 6 cm, d/B = 0; 0,5 dan 1



(b) B = 8 cm, d/B = 0; 0,5 dan 1



(c) $B = 10$ cm, $d/B = 0; 0,5$ dan 1

Gambar 4.7 Hubungan q_u dan penurunan pada model pondasi tanpa perkuatan

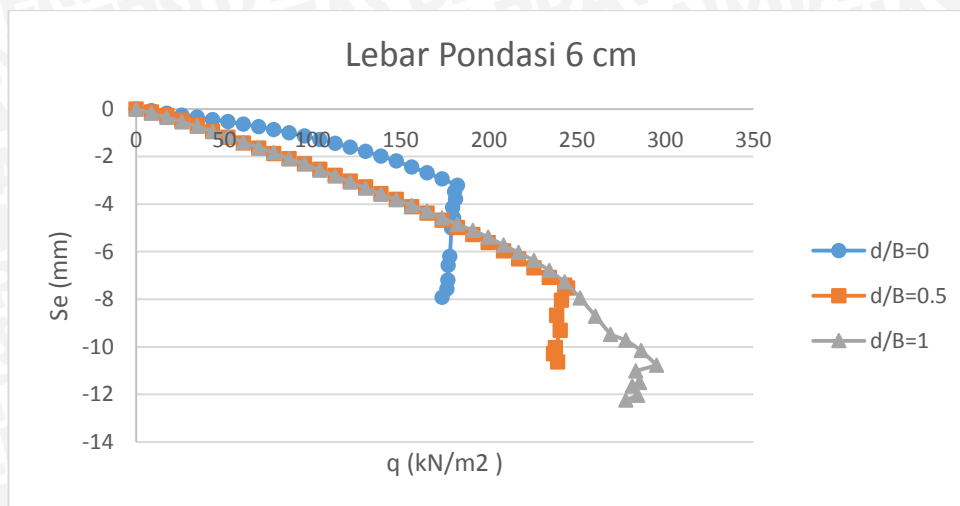
Tanah pasir tanpa perkuatan geogrid menggunakan variasi lebar pondasi 6 cm, 8 cm, dan 10 cm terlihat bahwa pondasi dengan lebar 10 cm dan rasio $d/B = 1$ mampu menahan beban yang paling besar yakni sebesar $180,41667 \text{ kN/m}^2$

4.5.2. Tanah Pasir Dengan Perkuatan Geogrid

4.5.2.1. Penurunan Pondasi dengan Perkuatan pada Variasi rasio d/B terhadap Lebar pondasi

4.5.2.1.1. Lebar Pondasi (B) = 6 cm

Hasil pembebanan yang telah dilakukan terhadap permodelan tanah pasir di laboratorium dengan menggunakan lebar pondasi 6 cm, nilai dari daya dukung dan penurunan yang terjadi dapat dilihat seperti pada grafik hubungan antara daya dukung dan penurunan dalam Gambar 4.8 berikut ini.

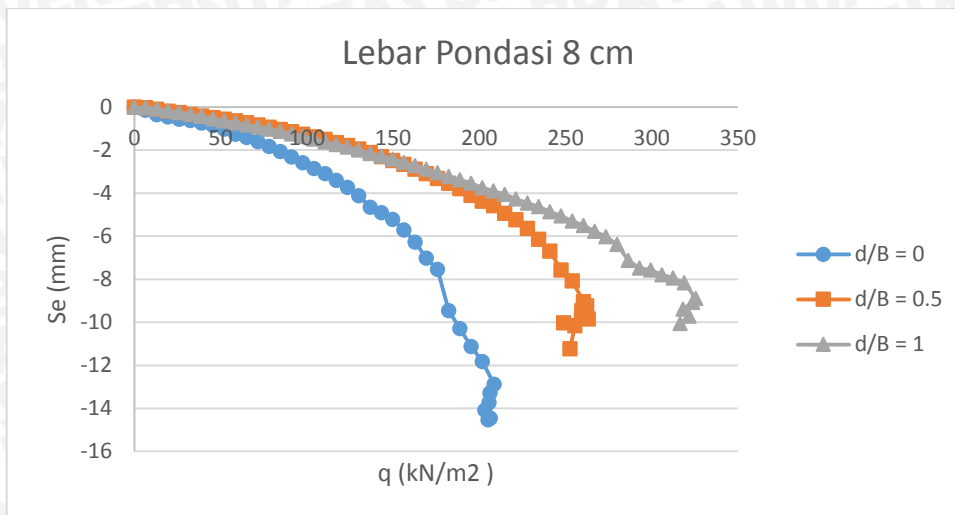


Gambar 4.8 Hubungan q_u dan penurunan pada model pondasi dengan lebar pondasi 6 cm, $u/B = 0,5$ dan $n = 2$

Dapat diperhatikan jika ditinjau dari beban runtuhnya, semakin kecil rasio d/B maka keruntuhannya akan semakin kecil pula. Hal ini bisa terjadi dikarenakan semakin dangkal kedalaman pondasinya maka beban runtuh yang ditahan akan semakin kecil sementara jika semakin kedalaman pondasi makin dalam maka beban runtuh yang ditahan akan semakin besar pula sehingga semakin lebar dan dalam pondasinya akan menghasilkan nilai q_u yang lebih besar pula. Hasil pembebanan untuk model tanah pasir dengan lebar pondasi 6 cm pada rasio $d/B = 0$ dihasilkan beban runtuh $182,29 \text{ kN/cm}^2$, pada rasio $d/B = 0,5$ dihasilkan beban runtuh $244,79 \text{ kN/cm}^2$, dan pada rasio $d/B = 1$ dihasilkan $295,138 \text{ kN/cm}^2$. Untuk penurunan tidak bisa dibandingkan dikarenakan posisi geogrid yang tidak sama pada setiap permodelan dengan kedalaman. Berdasarkan hasil yang didapatkan, maka sejalan dengan pendapat terdahulu yang diutarakan oleh Patra et al. (2005) tentang bagaimana pengaruh d/B yakni setiap peningkatan rasio d/B maka nilai daya dukungnya akan bertambah pula.

4.5.2.1.2. Lebar Pondasi (B) = 8 cm

Hasil pembebanan yang telah dilakukan terhadap permodelan tanah pasir di laboratorium dengan menggunakan lebar pondasi 8 cm, nilai dari daya dukung dan penurunan yang terjadi dapat dilihat seperti pada grafik hubungan antara daya dukung dan penurunan dalam Gambar 4.9 berikut ini.

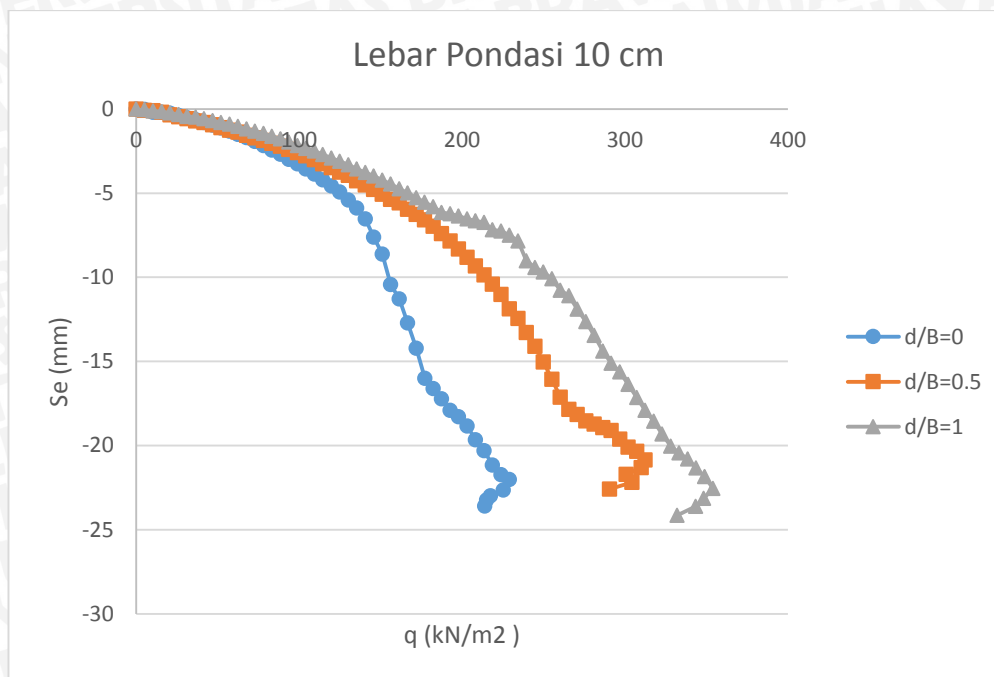


Gambar 4.9 Hubungan q_u dan penurunan pada model tanah pasir dengan lebar pondasi 8 cm, $u/B = 0,5$ dan $n = 2$

Dapat diperhatikan jika ditinjau dari beban runtuhnya, semakin kecil rasio d/B maka keruntuhannya akan semakin kecil pula. Hal ini bisa terjadi dikarenakan semakin dangkal kedalaman pondasinya maka beban runtuh yang ditahan akan semakin kecil sementara jika semakin kedalaman pondasi makin dalam maka beban runtuh yang ditahan akan semakin besar pula sehingga semakin lebar dan dalam pondasinya akan menghasilkan nilai q_u yang lebih besar pula. Hasil pembebanan untuk model tanah pasir dengan lebar pondasi 8 cm pada rasio $d/B = 0$ dihasilkan beban runtuh $208,59 \text{ kN/cm}^2$, pada rasio $d/B = 0,5$ dihasilkan beban runtuh $263,15 \text{ kN/cm}^2$, dan pada rasio $d/B = 1$ dihasilkan $325,52 \text{ kN/cm}^2$. Untuk penurunan tidak bisa dibandingkan dikarenakan posisi geogrid yang tidak sama pada setiap permodelan dengan kedalaman. Berdasarkan hasil yang didapatkan, maka sejalan dengan pendapat terdahulu yang diutarakan oleh Patra et al. (2005) tentang bagaimana pengaruh d/B yakni setiap peningkatan rasio d/B maka nilai daya dukungnya akan bertambah pula.

4.5.2.1.3. Lebar Pondasi (B) = 10 cm

Hasil pembebanan yang telah dilakukan terhadap permodelan tanah pasir di laboratorium dengan menggunakan lebar pondasi 10 cm, nilai dari daya dukung dan penurunan yang terjadi dapat dilihat seperti pada grafik hubungan antara daya dukung dan penurunan dalam Gambar 4.10 berikut ini.



Gambar 4.10 Hubungan q_u dan penurunan pada model tanah pasir dengan lebar pondasi 10 cm, $u/B = 0,5$ dan $n = 2$

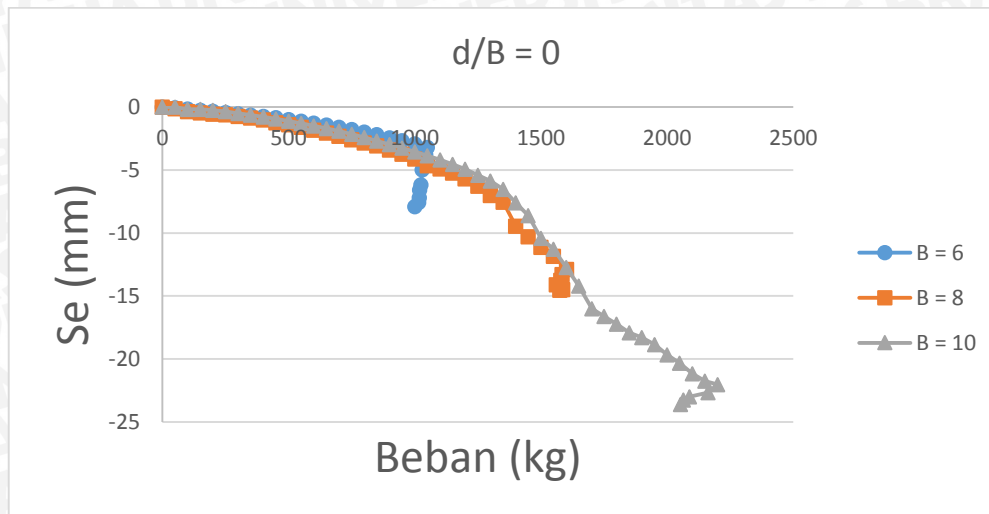
Dapat diperhatikan jika ditinjau dari beban runtuhnya, semakin kecil rasio d/B maka keruntuhannya akan semakin kecil pula. Hal ini bisa terjadi dikarenakan semakin dangkal kedalaman pondasinya maka beban runtuh yang ditahan akan semakin kecil sementara jika semakin kedalaman pondasi makin dalam maka beban runtuh yang ditahan akan semakin besar pula sehingga semakin lebar dan dalam pondasinya akan menghasilkan nilai q_u yang lebih besar pula. Hasil pembebanan untuk model tanah pasir dengan lebar pondasi 10 cm pada rasio $d/B = 0$ dihasilkan beban runtuh $229,167 \text{ kN/cm}^2$, pada rasio $d/B = 0,5$ dihasilkan beban runtuh $312,50 \text{ kN/cm}^2$, dan pada rasio $d/B = 1$ dihasilkan $354,167 \text{ kN/cm}^2$. Untuk penurunan tidak bisa dibandingkan dikarenakan posisi geogrid yang tidak sama pada setiap permodelan dengan kedalaman. Berdasarkan hasil yang didapatkan, maka sejalan dengan pendapat terdahulu yang diutarakan oleh Patra et al. (2005) tentang bagaimana pengaruh d/B yakni setiap peningkatan rasio d/B maka nilai daya dukungnya akan bertambah pula.

4.5.2.2. Penurunan Tanah Pasir dengan Perkuatan pada Variasi rasio Lebar pondasi terhadap Variasi rasio d/B

4.5.2.2.1. Rasio $d/B = 0$

Hasil pembebanan yang telah dilakukan terhadap permodelan tanah pasir di laboratorium dengan menggunakan rasio $d/B = 0$, nilai dari daya dukung dan penurunan

yang terjadi dapat dilihat seperti pada grafik hubungan antara daya dukung dan penurunan dalam Gambar 4.11 berikut ini.

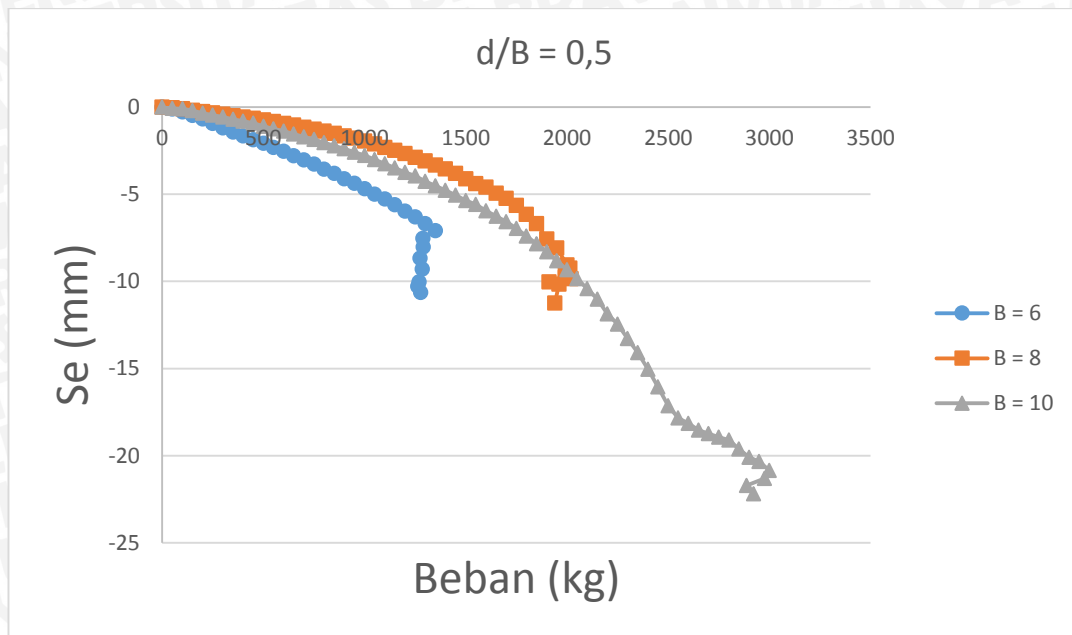


Gambar 4.11 Hubungan q_u dan penurunan pada model tanah pasir dengan rasio $d/B = 0$, $u/B = 0,5$ dan $n = 2$

Dapat diperhatikan jika ditinjau dari beban runtuhnya, semakin kecil rasio d/B maka keruntuhannya akan semakin kecil pula. Hal ini bisa terjadi dikarenakan semakin dangkal kedalaman pondasinya maka beban runtuh yang ditahan akan semakin kecil sementara jika semakin kedalaman pondasi makin dalam maka beban runtuh yang ditahan akan semakin besar pula sehingga semakin lebar dan dalam pondasinya akan menghasilkan nilai q_u yang lebih besar pula. Hasil pembebanan untuk model tanah pasir dengan rasio $d/B = 0$ pada Lebar pondasi 6 dihasilkan beban runtuh sebesar $182,29 \text{ kN/cm}^2$, pada Lebar Pondasi 8 dihasilkan beban runtuh sebesar $208,59 \text{ kN/cm}^2$, dan pada Lebar pondasi 10 dihasilkan beban runtuh sebesar $229,167 \text{ kN/cm}^2$. Untuk penurunan tidak bisa dibandingkan dikarenakan posisi geogrid yang tidak sama pada setiap permodelan dengan kedalaman. Berdasarkan hasil yang didapatkan, maka sejalan dengan pendapat terdahulu yang diutarakan oleh Atila Demiroz et al. (2010) tentang bagaimana pengaruh Lebar pondasi yakni setiap peningkatan Lebar pondasi maka nilai daya dukungnya akan bertambah pula.

4.5.2.2.2. Rasio $d/B = 0.5$

Hasil pembebanan yang telah dilakukan terhadap permodelan tanah pasir di laboratorium dengan menggunakan rasio $d/B = 0,5$; nilai dari daya dukung dan penurunan yang terjadi dapat dilihat seperti pada grafik hubungan antara daya dukung dan penurunan dalam Gambar 4.12 berikut ini.

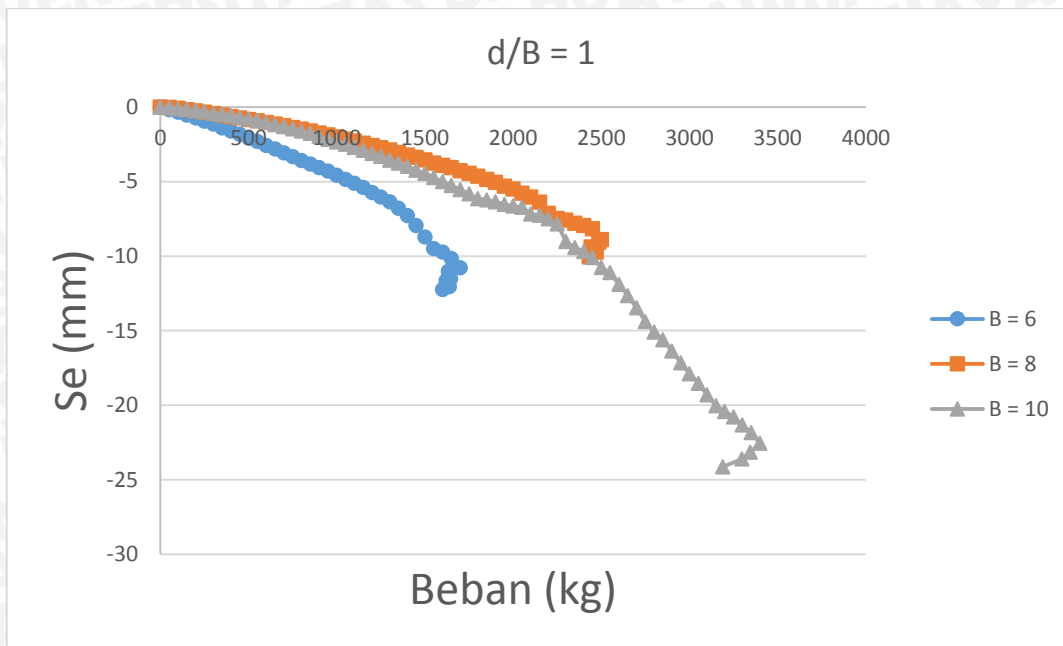


Gambar 4.12 Hubungan q_u dan penurunan pada model tanah pasir dengan rasio $d/B = 0,5$; $u/B = 0,5$ dan $n = 2$

Dapat diperhatikan jika ditinjau dari beban runtuhnya, semakin kecil rasio d/B maka keruntuhannya akan semakin kecil pula. Hal ini bisa terjadi dikarenakan semakin dangkal kedalaman pondasinya maka beban runtuh yang ditahan akan semakin kecil sementara jika semakin kedalaman pondasi makin dalam maka beban runtuh yang ditahan akan semakin besar pula sehingga semakin lebar dan dalam pondasinya akan menghasilkan nilai q_u yang lebih besar pula. Hasil pembebanan untuk model tanah pasir dengan rasio $d/B = 0,5$ pada Lebar pondasi 6 dihasilkan beban runtuh sebesar $244,79 \text{ kN/cm}^2$, pada Lebar Pondasi 8 dihasilkan beban runtuh sebesar $263,15 \text{ kN/cm}^2$, dan pada Lebar pondasi 10 dihasilkan beban runtuh sebesar $312,5 \text{ kN/cm}^2$. Untuk penurunan tidak bisa dibandingkan dikarenakan posisi geogrid yang tidak sama pada setiap permodelan dengan kedalaman. Berdasarkan hasil yang didapatkan, maka sejalan dengan pendapat terdahulu yang diutarakan oleh Atila Demiroz et al. (2010) tentang bagaimana pengaruh Lebar pondasi yakni setiap peningkatan Lebar pondasi maka nilai daya dukungnya akan bertambah pula

4.5.2.2.3. Rasio $d/B = 1$

Hasil pembebanan yang telah dilakukan terhadap permodelan tanah pasir di laboratorium dengan menggunakan rasio $d/B = 1$, nilai dari daya dukung dan penurunan yang terjadi dapat dilihat seperti pada grafik hubungan antara daya dukung dan penurunan dalam Gambar 4.13 berikut ini.



Gambar 4.13 Hubungan q_u dan penurunan pada model tanah pasir dengan rasio $d/B = 1$, $u/B = 0,5$ dan $n = 2$

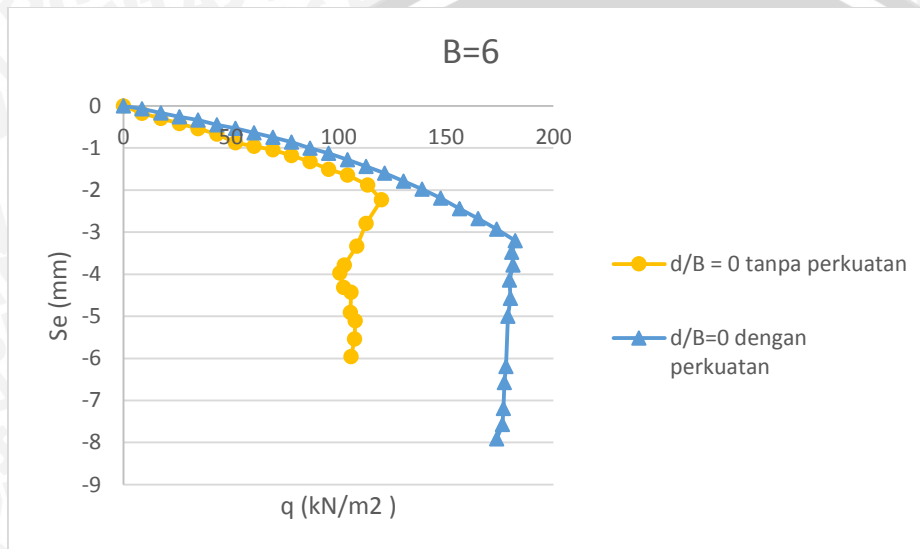
Dapat diperhatikan jika ditinjau dari beban runtuhnya, semakin kecil rasio d/B maka keruntuhannya akan semakin kecil pula. Hal ini bisa terjadi dikarenakan semakin dangkal kedalaman pondasinya maka beban runtuh yang ditahan akan semakin kecil sementara jika semakin kedalaman pondasi makin dalam maka beban runtuh yang ditahan akan semakin besar pula sehingga semakin lebar dan dalam pondasinya akan menghasilkan nilai q_u yang lebih besar pula. Hasil pembebanan untuk model tanah pasir dengan rasio $d/B = 1$ pada Lebar pondasi 6 dihasilkan beban runtuh sebesar $295,14 \text{ kN/cm}^2$, pada Lebar Pondasi 8 dihasilkan beban runtuh sebesar $325,52 \text{ kN/cm}^2$, dan pada Lebar pondasi 10 dihasilkan beban runtuh sebesar $354,167 \text{ kN/cm}^2$. Untuk penurunan tidak bisa dibandingkan dikarenakan posisi geogrid yang tidak sama pada setiap permodelan dengan kedalaman. Berdasarkan hasil yang didapatkan, maka sejalan dengan pendapat terdahulu yang diutarakan oleh Atila Demiroz et al. (2010) tentang bagaimana pengaruh Lebar pondasi yakni setiap peningkatan Lebar pondasi maka nilai daya dukungnya akan bertambah pula

4.6. Perbandingan Hubungan Daya Dukung dan Penurunan antara Tanah Pasir Tanpa Perkuatan dengan Tanah Pasir yang Menggunakan Perkuatan Geogrid

4.6.1. Perbandingan Hubungan Daya Dukung dan Penurunan Pondasi Tanpa Perkuatan dengan Pondasi dengan Menggunakan Perkuatan Geogrid pada Variasi Lebar Pondasi

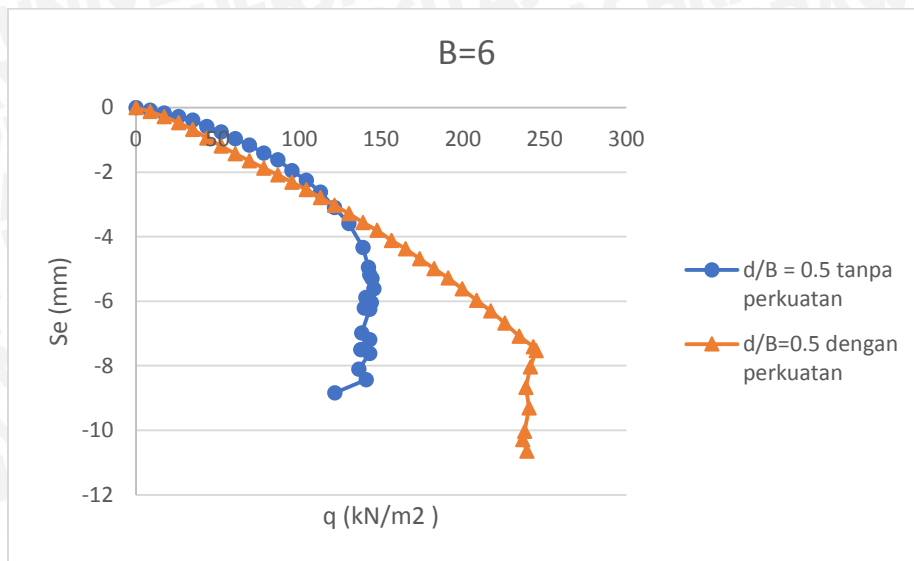
4.6.1.1. Lebar Pondasi (B) = 6 cm

4.6.1.1.1. Rasio $d/B = 0$



Gambar 4.14 Hubungan q_u dan penurunan pada permodelan tanah pasir tanpa perkuatan dan dengan perkuatan lebar pondasi 6 cm pada rasio $d/B = 0$, $u/B = 0,5$, $n = 2$

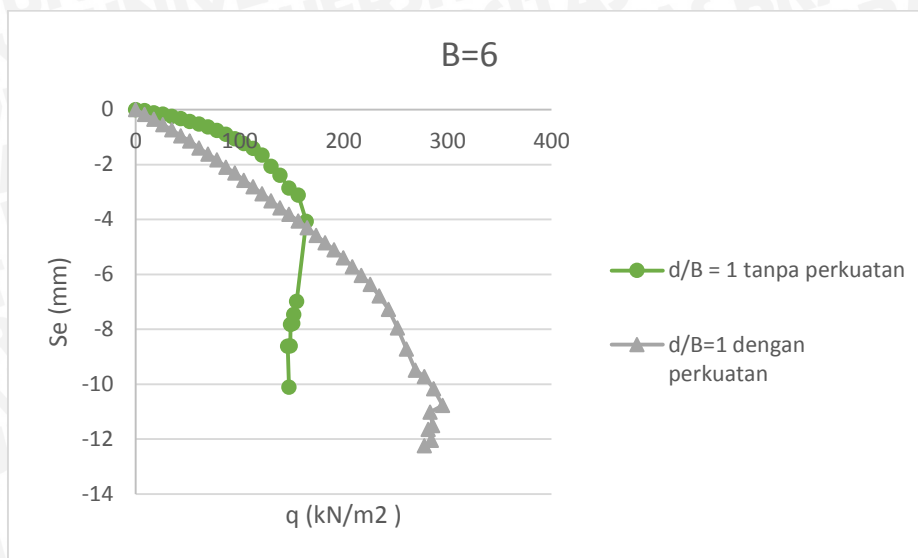
Dapat diperhatikan pada Gambar 4.14 bahwa penurunan yang terjadi pada tanah pasir dengan perkuatan cenderung lebih kecil apabila dibandingkan dengan tanah pasir tanpa perkuatan jika ditinjau dengan beban yang sama. Namun apabila dilihat dari pola runtuhnya tanah pasir yang diberikan perkuatan akan lebih besar ketimbang tanah pasir tanpa perkuatan. Hal ini terjadi dikarenakan beban yang mampu ditahan oleh tanah pasir dengan perkuatan akan jauh lebih besar jika dibandingkan tanah pasir tanpa perkuatan, dengan begitu nilai dari daya dukung yang dihasilkan oleh tanah pasir dengan perkuatan pun akan semakin besar.

4.6.1.1.2. Rasio $d/B = 0,5$ 

Gambar 4.15 Hubungan q_u dan penurunan pada permodelan tanah pasir tanpa perkuatan dan dengan perkuatan lebar pondasi 6 cm pada rasio $d/B = 0,5$; $u/B = 0,5$, $n = 2$

Dapat diperhatikan pada Gambar 4.15 bahwa penurunan yang terjadi pada tanah pasir dengan perkuatan cenderung lebih kecil apabila dibandingkan dengan tanah pasir tanpa perkuatan jika ditinjau dengan beban yang sama. Namun apabila dilihat dari pola runtuhnya tanah pasir yang diberikan perkuatan akan lebih besar ketimbang tanah pasir tanpa perkuatan. Hal ini terjadi dikarenakan beban yang mampu ditahan oleh tanah pasir dengan perkuatan akan jauh lebih besar jika dibandingkan tanah pasir tanpa perkuatan, dengan begitu nilai dari daya dukung yang dihasilkan oleh tanah pasir dengan perkuatan pun akan semakin besar.

4.6.1.1.3. Rasio $d/B = 1$

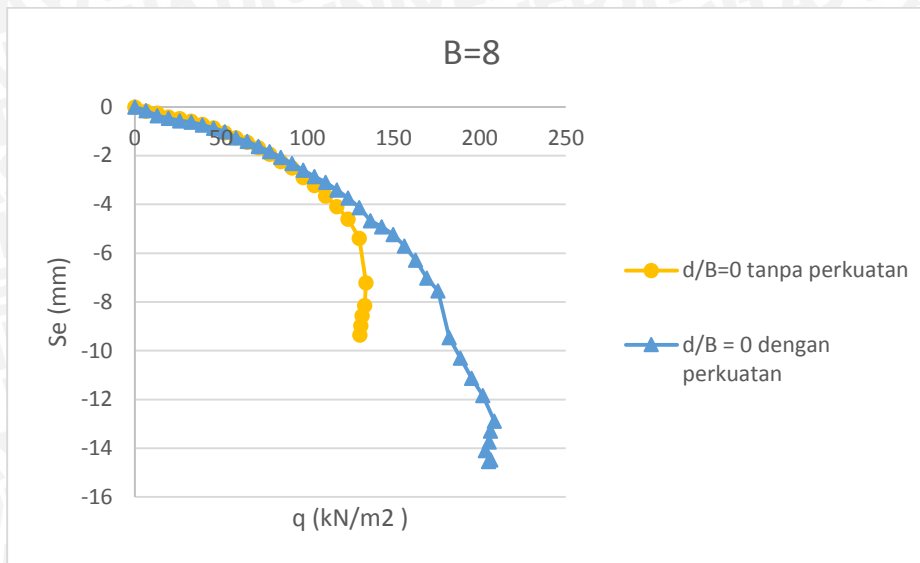


Gambar 4.16 Hubungan q_u dan penurunan pada permodelan tanah pasir tanpa perkuatan dan dengan perkuatan lebar pondasi 6 cm pada rasio $d/B = 1$, $u/B = 0,5$, $n = 2$

Dapat diperhatikan pada Gambar 4.16 bahwa penurunan yang terjadi pada tanah pasir dengan perkuatan cenderung lebih kecil apabila dibandingkan dengan tanah pasir tanpa perkuatan jika ditinjau dengan beban yang sama. Namun apabila dilihat dari pola runtuhnya tanah pasir yang diberikan perkuatan akan lebih besar ketimbang tanah pasir tanpa perkuatan. Hal ini terjadi dikarenakan beban yang mampu ditahan oleh tanah pasir dengan perkuatan akan jauh lebih besar jika dibandingkan tanah pasir tanpa perkuatan, dengan begitu nilai dari daya dukung yang dihasilkan oleh tanah pasir dengan perkuatan pun akan semakin besar.

4.6.1.2. Lebar Pondasi (B) = 8 cm

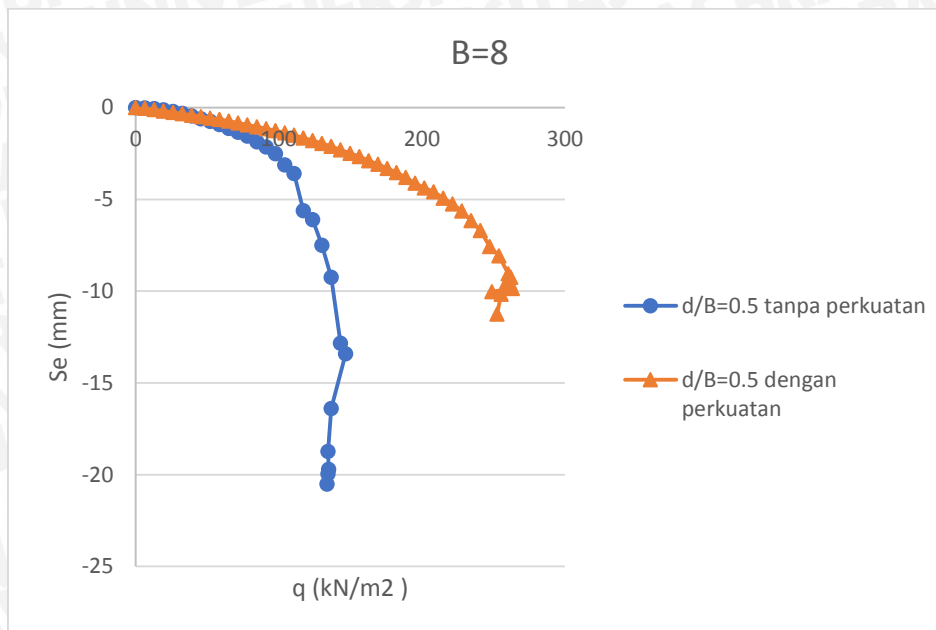
4.6.1.2.1. Rasio $d/B = 0$



Gambar 4.17 Hubungan q_u dan penurunan pada permodelan tanah pasir tanpa perkuatan dan dengan perkuatan lebar pondasi 8 cm pada rasio $d/B = 0$; $u/B = 0,5$, $n = 2$

Dapat diperhatikan pada Gambar 4.17 bahwa penurunan yang terjadi pada tanah pasir dengan perkuatan cenderung lebih kecil apabila dibandingkan dengan tanah pasir tanpa perkuatan jika ditinjau dengan beban yang sama. Namun apabila dilihat dari pola runtuhnya tanah pasir yang diberikan perkuatan akan lebih besar ketimbang tanah pasir tanpa perkuatan. Hal ini terjadi dikarenakan beban yang mampu ditahan oleh tanah pasir dengan perkuatan akan jauh lebih besar jika dibandingkan tanah pasir tanpa perkuatan, dengan begitu nilai dari daya dukung yang dihasilkan oleh tanah pasir dengan perkuatan pun akan semakin besar.

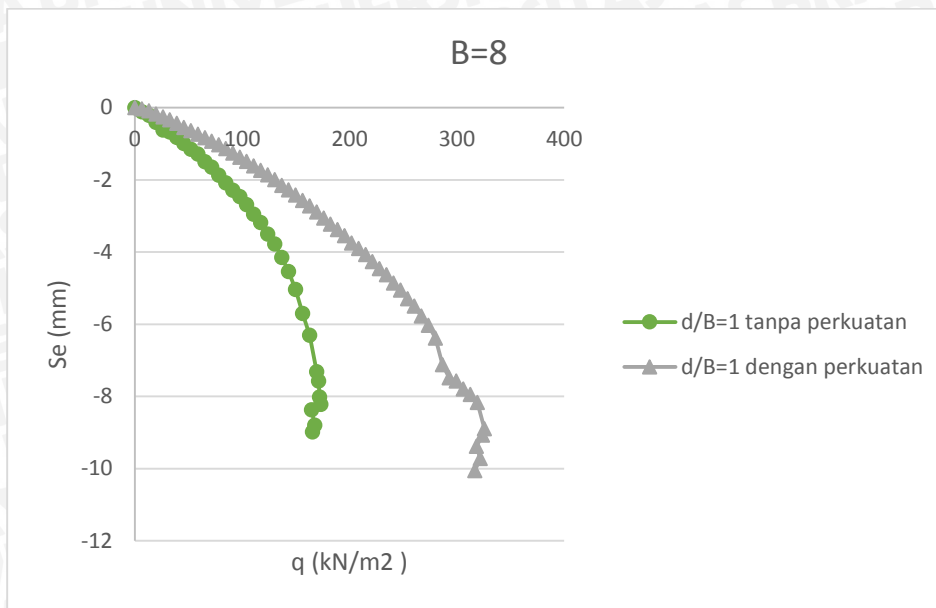
4.6.1.2.2. Rasio $d/B = 0,5$



Gambar 4.18 Hubungan q_u dan penurunan pada permodelan tanah pasir tanpa perkuatan dan dengan perkuatan lebar pondasi 8 cm pada rasio $d/B = 0,5$; $u/B = 0,5$, $n = 2$

Dapat diperhatikan pada Gambar 4.18 bahwa penurunan yang terjadi pada tanah pasir dengan perkuatan cenderung lebih kecil apabila dibandingkan dengan tanah pasir tanpa perkuatan jika ditinjau dengan beban yang sama. Namun apabila dilihat dari pola runtuhnya tanah pasir yang diberikan perkuatan akan lebih besar ketimbang tanah pasir tanpa perkuatan. Hal ini terjadi dikarenakan beban yang mampu ditahan oleh tanah pasir dengan perkuatan akan jauh lebih besar jika dibandingkan tanah pasir tanpa perkuatan, dengan begitu nilai dari daya dukung yang dihasilkan oleh tanah pasir dengan perkuatan pun akan semakin besar.

4.6.1.2.3. Rasio $d/B = 1$

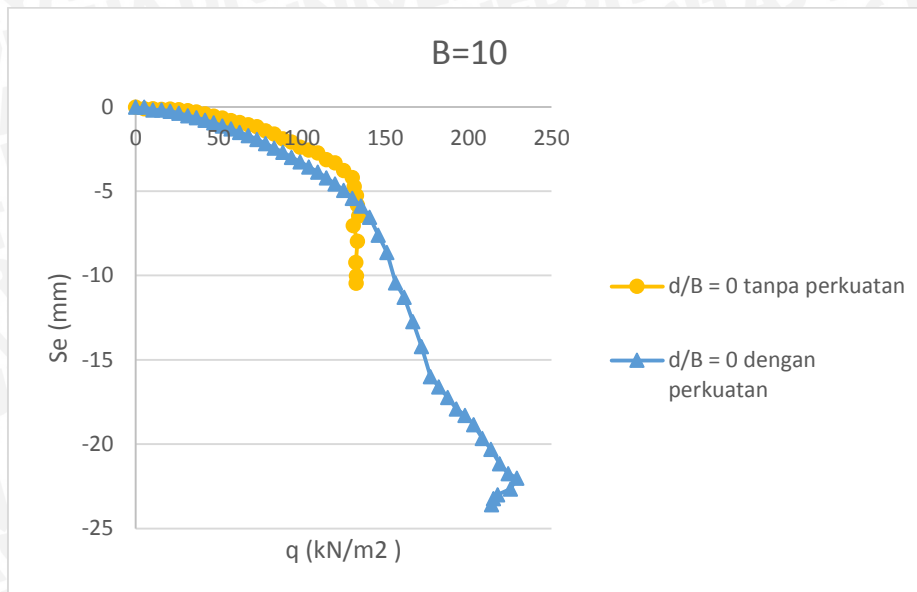


Gambar 4.19 Hubungan q_u dan penurunan pada permodelan tanah pasir tanpa perkuatan dan dengan perkuatan lebar pondasi 8 cm pada rasio $d/B = 1$; $u/B = 0,5$, $n = 2$

Dapat diperhatikan pada Gambar 4.19 bahwa penurunan yang terjadi pada tanah pasir dengan perkuatan cenderung lebih kecil apabila dibandingkan dengan tanah pasir tanpa perkuatan jika ditinjau dengan beban yang sama. Namun apabila dilihat dari pola runtuhnya tanah pasir yang diberikan perkuatan akan lebih besar ketimbang tanah pasir tanpa perkuatan. Hal ini terjadi dikarenakan beban yang mampu ditahan oleh tanah pasir dengan perkuatan akan jauh lebih besar jika dibandingkan tanah pasir tanpa perkuatan, dengan begitu nilai dari daya dukung yang dihasilkan oleh tanah pasir dengan perkuatan pun akan semakin besar.

4.6.1.3. Lebar Pondasi (B) = 10 cm

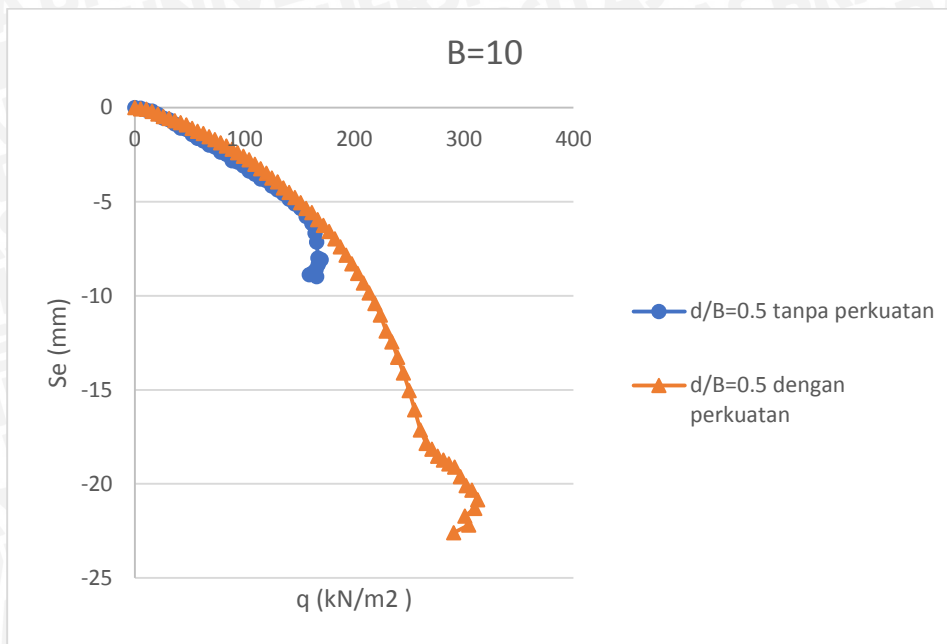
4.6.1.3.1. Rasio $d/B = 0$



Gambar 4.20 Hubungan q_u dan penurunan pada permodelan tanah pasir tanpa perkuatan dan dengan perkuatan lebar pondasi 10 cm pada rasio $d/B = 0$, $u/B = 0,5$, $n = 2$

Dapat diperhatikan pada Gambar 4.20 bahwa penurunan yang terjadi pada tanah pasir dengan perkuatan cenderung lebih kecil apabila dibandingkan dengan tanah pasir tanpa perkuatan jika ditinjau dengan beban yang sama. Namun apabila dilihat dari pola runtuhnya tanah pasir yang diberikan perkuatan akan lebih besar ketimbang tanah pasir tanpa perkuatan. Hal ini terjadi dikarenakan beban yang mampu ditahan oleh tanah pasir dengan perkuatan akan jauh lebih besar jika dibandingkan tanah pasir tanpa perkuatan, dengan begitu nilai dari daya dukung yang dihasilkan oleh tanah pasir dengan perkuatan pun akan semakin besar.

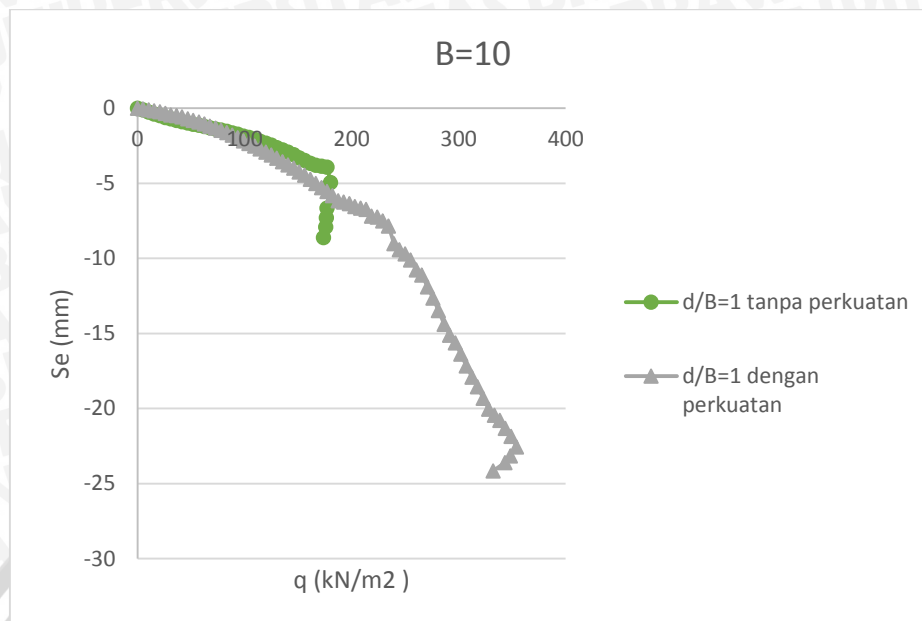
4.6.1.3.2. Rasio $d/B = 0,5$



Gambar 4.21 Hubungan q_u dan penurunan pada permodelan tanah pasir tanpa perkuatan dan dengan perkuatan lebar pondasi 10 cm pada rasio $d/B = 0,5$; $u/B = 0,5$, $n = 2$

Dapat diperhatikan pada Gambar 4.21 bahwa penurunan yang terjadi pada tanah pasir dengan perkuatan cenderung lebih kecil apabila dibandingkan dengan tanah pasir tanpa perkuatan jika ditinjau dengan beban yang sama. Namun apabila dilihat dari pola runtuhnya tanah pasir yang diberikan perkuatan akan lebih besar ketimbang tanah pasir tanpa perkuatan. Hal ini terjadi dikarenakan beban yang mampu ditahan oleh tanah pasir dengan perkuatan akan jauh lebih besar jika dibandingkan tanah pasir tanpa perkuatan, dengan begitu nilai dari daya dukung yang dihasilkan oleh tanah pasir dengan perkuatan pun akan semakin besar.

4.6.1.3.3. Rasio $d/B = 1$



Gambar 4.22 Hubungan q_u dan penurunan pada permodelan tanah pasir tanpa perkuatan dan dengan perkuatan lebar pondasi 10 cm pada rasio $d/B = 1$, $u/B = 0,5$, $n = 2$

Dapat diperhatikan pada **Gambar 4.22** bahwa penurunan yang terjadi pada tanah pasir dengan perkuatan cenderung lebih kecil apabila dibandingkan dengan tanah pasir tanpa perkuatan jika ditinjau dengan beban yang sama. Namun apabila dilihat dari pola runtuhnya tanah pasir yang diberikan perkuatan akan lebih besar ketimbang tanah pasir tanpa perkuatan. Hal ini terjadi dikarenakan beban yang mampu ditahan oleh tanah pasir dengan perkuatan akan jauh lebih besar jika dibandingkan tanah pasir tanpa perkuatan, dengan begitu nilai dari daya dukung yang dihasilkan oleh tanah pasir dengan perkuatan pun akan semakin besar.

4.7. Analisis Bearing Capacity Improvement berdasarkan Daya Dukung Ultimit (BCIu)

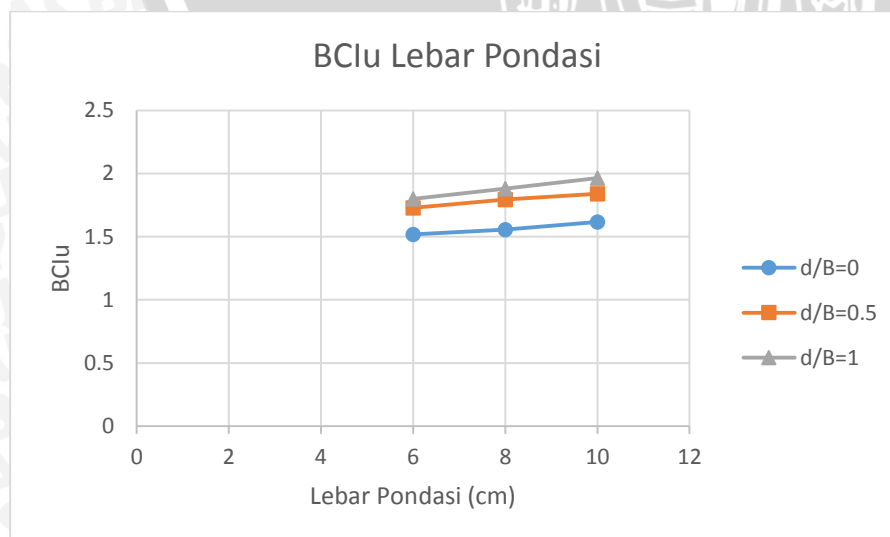
BCIu adalah analisis perbandingan nilai daya dukung maksimum ketika beban mengalami runtuh antara tanah pasir dengan perkuatan dan tanah pasir tanpa perkuatan. BCIu bertujuan untuk mengetahui peningkatan terhadap nilai daya dukung yang terjadi ketika tanah pasir telah diperkuat menggunakan geogrid. Dari situ dapat diketahui berapa lebar dan rasio kedalaman pondasi terhadap lebar pondasi (d/B) yang menghasilkan peningkatan nilai daya dukung paling optimum.

4.7.1. Perbandingan BCIu pada Variasi Lebar Pondasi terhadap Rasio d/B

Pembebanan yang dilakukan pada setiap variasi lebar pondasi didapatkan nilai *Bearing Capacity Improvement* (BCI_u) yang bisa dilihat pada Tabel 4.11 dan untuk grafik perbandingan nilai BCIu variasi lebar pondasi tanah pasir dapat dilihat pada Gambar 4.23.

Tabel 4.11 Nilai BCIu untuk Variasi Lebar Pondasi

d/B	Lebar Pondasi (cm)	q_u Tanpa Perkuatan (kN/m^2)	q_u Dengan Perkuatan (kN/m^2)	BCIu
0	6	120.056	182.2916667	1.518389
	8	133.984375	208.59375	1.556851
	10	134.0625	229.1666667	1.709402
0.5	6	135.66	244.7916667	1.80445
	8	146.7447917	263.1510417	1.793256
	10	169.7916667	312.5	1.840491
1	6	164.0625	295.1388889	1.798942
	8	173.1770833	325.5208333	1.879699
	10	180.4166667	354.1666667	1.963048



Gambar 4.23 Perbandingan nilai BCIu untuk variasi lebar pondasi

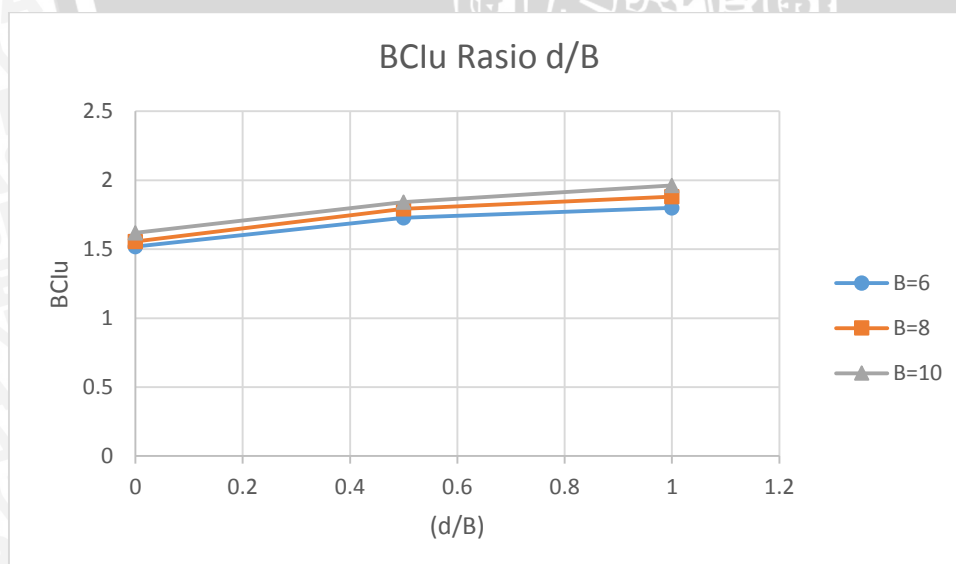
Dari Tabel 4.11 dan Gambar 4.23 diatas, dapat disimpulkan bahwa semakin lebar ukuran pondasinya maka nilai daya dukung akan semakin besar, sementara nilai BCIu maksimum pada penelitian ini diperoleh pada saat Lebar pondasinya 10 cm dengan rasio d/B = 1 yaitu sebesar 1,963. Berdasarkan hasil yang didapatkan, maka sejalan dengan pendapat terdahulu yang diutarakan oleh Patra et al. (2005) tentang bagaimana pengaruh d/B yakni setiap peningkatan rasio d/B maka nilai daya dukungnya akan bertambah pula.

4.7.2. Perbandingan BCIu pada Variasi Rasio d/B terhadap Lebar Pondasi

Pembebanan yang dilakukan pada setiap variasi rasio d/B didapatkan nilai *Bearing Capacity Improvement* (BCI_u) yang bisa dilihat pada Tabel 4.12 dan untuk grafik perbandingan nilai BCIu variasi rasio d/B tanah pasir dapat dilihat pada Gambar 4.24.

Tabel 4.12 Nilai BCIu untuk Variasi rasio d/B

Lebar Pondasi (cm)	d/B	qu Tanpa Perkuatan (kN/m ²)	qu Dengan Perkuatan (kN/m ²)	BCIu
6	0	120.056	182.2916667	1.518389
	0.5	135.66	244.7916667	1.80445
	1	164.0625	295.1388889	1.798942
8	0	133.984375	208.59375	1.556851
	0.5	146.7447917	263.1510417	1.793256
	1	173.1770833	325.5208333	1.879699
10	0	134.0625	229.1666667	1.709402
	0.5	169.7916667	312.5	1.840491
	1	180.4166667	354.1666667	1.963048



Gambar 4.24 Perbandingan nilai BCIu untuk variasi rasio d/B

Dari Tabel 4.12 dan Gambar 4.24 diatas, dapat disimpulkan bahwa semakin dalam pondasinya maka nilai daya dukung akan semakin besar, sementara nilai BCIu maksimum

pada penelitian ini diperoleh pada saat Lebar pondasinya 10 cm dengan rasio $d/B = 1$ yaitu sebesar 1,963. Berdasarkan hasil yang didapatkan, maka sejalan dengan pendapat terdahulu yang diutarakan oleh Atila Demiroz et al. (2010) tentang bagaimana pengaruh Lebar pondasi yakni setiap peningkatan Lebar pondasi maka nilai daya dukungnya akan bertambah pula

4.8. Analisis Peningkatan Nilai Daya Dukung pada Pondasi Tanpa Perkuatan dengan Pondasi yang Menggunakan Perkuatan Geogrid

Hasil analisis BCIu yang telah dilakukan, dapat diperhatikan bahwa peningkatan nilai daya dukung tanah pasir tanpa perkuatan dengan yang menggunakan perkuatan geogrid. Peningkatan nilai daya dukung dapat dilihat pada Tabel 4.11 dengan melihat prosentasenya, sedangkan untuk peningkatan daya dukung antara variabel pada tanah pasir dengan perkuatan dapat dilihat pada Tabel 4.12 dan Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Peningkatan Daya Dukung Tanah Pasir

Lebar Pondasi (cm)	d/B	qu Tanpa Perkuatan (kN/cm ²)	qu dengan Perkuatan (kN/cm ²)	Peningkatan (%)
6	0	120.0560764	182.2916667	51.83876747
	0,5	145.6597222	244.7916667	68.05721097
	1	164.0625	295.1388889	79.89417989
8	0	133.984375	208.59375	55.6851312
	0,5	146.7447917	263.1510417	79.3256433
	1	173.1770833	325.5208333	87.96992481
10	0	141.6666667	229.1666667	61.76470588
	0,5	169.7916667	312.5	84.04907975
	1	180.4166667	354.1666667	96.30484988
			Rata-rata Total Peningkatan	73.87661035

Tabel 4.14 Peningkatan Daya Dukung antara variasi d/B

Lebar Pondasi (cm)	d/B	qu dengan Perkuatan (kN/cm ²)	Peningkatan qu antar Variasi d/B	Rata-rata Peningkatan
6	0	182.2916667	34.29%	27.43%
	0,5	244.7916667	20.57%	
	1	295.1388889	-	
8	0	208.59375	26.15%	24.93%
	0,5	263.1510417	23.70%	
	1	325.5208333	-	
10	0	229.1666667	36.36%	24.85%
	0,5	312.5	13.33%	
	1	354.1666667	-	
Rata-rata Total Peningkatan				25.73%

Tabel 4.15 Peningkatan Daya Dukung antara Variasi Lebar Pondasi (B)

d/B	Lebar Pondasi (cm)	qu dengan Perkuatan (kN/cm ²)	Peningkatan qu antar Variasi Lebar Pondasi	Rata-rata Peningkatan
0	6	182.2916667	14.43%	12.15%
	8	208.59375	9.86%	
	10	229.1666667	-	
0,5	6	244.7916667	7.50%	13.13%
	8	263.1510417	18.75%	
	10	312.5	-	
1	6	295.1388889	10.29%	9.55%
	8	325.5208333	8.80%	
	10	354.1666667	-	
Rata-rata Total Peningkatan				11.61%

Tabel 4.14 dan Tabel 4.15 menunjukkan bahwa rata-rata prosentase peningkatan daya dukung untuk variabel Lebar pondasi tanah pasir adalah sebesar 25,73 %, sedangkan untuk variabel rasio d/B adalah 11,61 %. Dapat dikatakan bahwa, variabel lebar pondasi memiliki pengaruh yang lebih besar ketimbang variabel rasio d/B dalam peningkatan daya dukung pondasi menerus pada tanah pasir.

4.9. Pengaruh Lebar Pondasi dan Rasio d/B terhadap Nilai Daya Dukung

Penelitian pemodelan fisik tanah pasir yang memiliki nilai RC = 85% dengan variabel tetap berupa 2 jumlah lapisan geogrid dan jarak geogrid lapisan pertama terhadap dasar

pondasi sebesar 0,5 B, sementara variabel bebas berupa Lebar Pondasi (B) sebesar 6 cm, 8 cm, 10 cm dan perbandingan antara kedalaman pondasi terhadap lebar pondasi (d/B) sebesar 0, 0,5 dan 1. Hasil dari variasi kedua variabel bebas tersebut memiliki pengaruh terhadap daya dukung tanah pasir.

Hasil dari pengujian didapatkan, pada variasi lebar pondasi apabila ditinjau dari beban ultimit yang bekerja disimpulkan bahwa semakin lebar pondasinya maka akan semakin meningkat daya dukungnya. Sedangkan untuk variasi rasio d/B juga sama yakni semakin dalam pondasinya maka daya dukungnya akan semakin besar juga apabila ditinjau dari beban ultimitnya. Pada penelitian ini, yang menghasilkan nilai daya dukung paling besar adalah ketika lebar pondasinya sebesar 10 cm dan ketika rasio d/B -nya 1 saat lebarnya 10 cm. Variasi tersebut juga memiliki nilai BCIu yang terbesar pula.



BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan variasi berupa lebar pondasi 6 cm, 8 cm dan 10 cm serta rasio d/B bernilai 0, 0,5 dan 1 pada pemodelan fisik lereng pasir RC 85% dengan 2 lapis geogrid dan jarak geogrid teratas sebesar 0,5 B, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

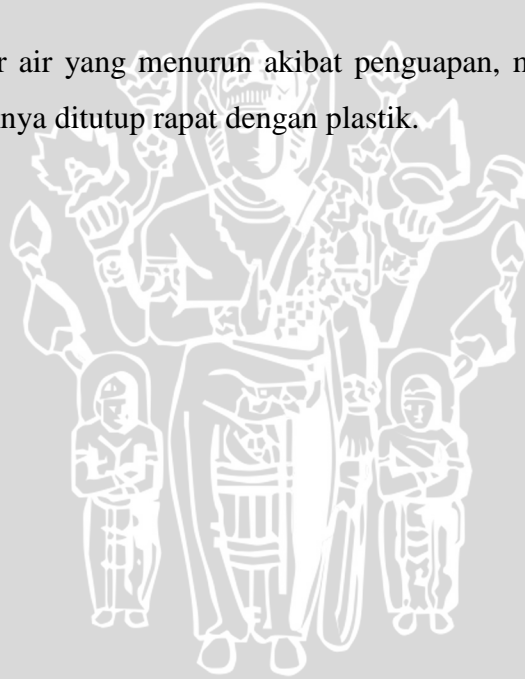
1. Peningkatan prosentase daya dukung tanah terjadi saat tanah diberi perkuatan geogrid ketimbang jika tidak diberikan geogrid. Rata-rata peningkatan sebesar 73,87 %.
2. Peningkatan lebar pondasi sebanding dengan peningkatan nilai daya dukung tanah sehingga terlihat bahwa semakin besar nilai daya dukungnya ketika lebar pondasinya semakin besar. Rata-rata peningkatan sebesar 11,61 %. Penurunan yang terjadi tidak bisa dibandingkan dikarenakan letak posisi geogrid yang tidak sama pada setiap variasi rasio d/B.
3. Peningkatan kedalaman pondasi terhadap lebar pondasi (d/B) sebanding dengan peningkatan nilai daya dukung sehingga semakin dalam pondasi maka akan semakin besar nilai daya dukung yang dihasilkan. Rata-rata peningkatan 25,73 %. Penurunan yang terjadi tidak bisa dibandingkan dikarenakan letak posisi geogrid yang tidak sama pada setiap variasi rasio d/B.
4. Berdasarkan analisis BC_{Iu}, semakin besar lebar pondasi maka akan semakin besar BC_{Iu} nya. Semakin besar nilai rasio d/B-nya maka akan semakin besar pula BC_{Iu} yang dihasilkan. Nilai BC_{Iu} maksimum terjadi pada pondasi dengan lebar 10 cm dengan rasio d/B = 1 sebesar 1,963.



5.2 Saran

Agar tercapai suatu hasil yang maksimal dalam penelitian, maka banyak faktor-faktor yang perlu diperhatikan seperti metode yang baik, manajemen perencanaan waktu yang tertata, serta ketelitian dalam melakukan permodelan. Dalam hal tersebut ada beberapa saran untuk penelitian selanjutnya antara lain.

3. Pemasangan harus dilakukan dengan cara yang baik dan merata secara menyeluruh pada model uji. Kesalahan relatif kepadatan tanah sebaiknya tidak lebih dari 5 % supaya hasil yang didapatkan bisa sesuai. Parameter yang tidak sesuai saat pengujian mengakibatkan respon pondasi dengan penurunan dan daya dukung yang kurang sempurna.
4. Menghindari terjadinya punching shear, sebelum melakukan pengujian sebaiknya pondasi dipastikan menempel secara sempurna pada permukaan tanah tanpa adanya rongga.
5. Untuk mencegah kadar air yang menurun akibat penguapan, maka setiap selesai percobaan tanah sebaiknya ditutup rapat dengan plastik.



Daftar Pustaka

- ASTM C-136 Standard test method for Sieve analysis of fine and coarse aggregate, Annual Books of ASTM Standards, USA, 2002.
- ASTM D-698 Standard test method for Laboratory Compaction Characteristic using Standard Effort, Annual Books of ASTM Standards, USA, 2002
- ASTM D-854 Standard test methods for specific gravity of soil solids by water pycnometer, Annual Books of ASTM Standards, USA, 2002
- ASTM D-3080 Standard test method direct shear test of soils under consolidated drained conditions, USA, 2002
- Bowles, J.E. 1993. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Jakarta: Erlangga.
- Brinch Hansen, J. 1970. A Revised and Extended Formula for Bearing Capacity. Copenhagen : Danish Geotechnical Institute Bulletin No. 28, DGI
- Craig, R.F. 1989. *Mekanika Tanah Edisi Keempat*. Jakarta : Erlangga
- Christady H., Hary. 1990. *Mekanika Tanah*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada
- Demiroz, A. & Tan, O. 2010. An Experimental Study for Settlement of Strip Foundation On Geogrid-Reinforced Sand. *Scientific Research and Essays*. 5 (21):3306-3312.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 2009. *Modul Pelatihan Geosintetik*. Jakarta: Direktorat Jendral Bina Marga.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 2009. *Perencanaan dan Pelaksanaan Perkuatan Tanah Dengan Geosintetik*. Jakarta: Direktorat Jendral Bina Marga.
- Dinas Pekerjaan Umum. 2009. *Modul Pelatihan Geosintetik Volume 1: Klasifikasi dan Fungsi Geosintetik*. Jakarta : Dinas Pekerjaan Umum

Shin, E.C and Das, Braja, M. 2000. Experimental Study of Bearing Capacity of a Strip Foundation on Geogrid Reinforced Sand. *Geosynthetics International*, Vol. 7, No. 1, pp. 59-71

Hardiyatmo, H.C. 2002. *Teknik Fondasi 1 Edisi Ketiga*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press

Hardiyatmo, H.C. 2011. *Analisis dan Perancangan Fondasi I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Hausman, Manfred .1990. "Engineering Principles Of Ground Modification".Singapore: McGraw-Hill,Inc

Ir. H. Bakrie Oemar S., Msc, MIHT dan Dr. Ir. Nurly Gofar, MSCE, Sifat-sifat Tanah dan Metoda Pengukurannya, Penerbit Universitas Sriwijaya.

J. Thanapalasingam, C.T. Gnanendran. 2008. Predicting the Performance of Foundations Near Reinforced Sloped Fills. *Jurnal Terpublikasi*. University of New South Wales at ADFA, Canberra, Australia.

Kenny, M. J. and Andrawes, K. Z. 1997. The Bearing Capacity of Footings on a Sand Layer Overlying Soft Clay. University of Strathclyde.

Koerner, R.M., 1984, *Construction and Geotechnical Method in Foundation Engineering*, McGraw-Hill.

Marandi, S. M. dkk. 2008. *Numerical Investigation Into the Behavior of Circular Pad Shallow Foundations Supported by Geogrid Reinforced Sand*. Civil Engineering Departement, Bahonar University, Kerman, Iran.

Meyerhof, G.G. (1955). Influence of Roughness of base and Ground-Water conditions on the Ultimate Bearing Capacity of Foundations, *Geotechnique* 5:227-242

Meyerhof, G.G. (1963). "Some Recent Research on the Bearing Capacity of Foundations," *Canadian Geotechnical Journal*, Vol. 1, pp. 16-26.

Patra CR, Das MB, dan Shin EC. 2005. Ultimate Bearing Capacity Of Eccentrically Loaded Strip Foundation On Sand Reinforce With Geogrid .Makalah dalam *Symposium in Tsunami Reconstruction with Geosynthetics*.National Institue of Technology. Bangkok, 8-9 Desember 2005

Silmi, Niken. 2012. *Stabilisasi Lereng dengan Geotextile*. Jogja: Joglo Semar.

Shin, E.C. and Das, B.M., (2000). Experimental Study of Bearing Capacity of a Strip Foundation on Geogrid Reinforced Sand. *Geosynthetics International*, Vol. 7, No. 1, pp. 59-71.

Tjie-Liong, Gouw .2006. Geosynthetics Design Concept for Road Construction Makalah dalam *Road Construction in Indonesia with Special Reference to the Role of Geosynthetics*. HATTI.Bandung 6 April 2006

Utomo, Pontjo. 2004. Daya Dukung Ultimit Pondasi Dangkal di Atas Tanah Pasir yang Diperkuat Gogrid. *Civil Engineering Dimension*. 6 (1):15-20.

Vesic, A.S. 1963. Ultimate Loads and Settlements of Deep Foundation in Sand. Proc. Symp. On Bearing Capacity and Settlement of Foundation, Duke University

Vesic, A.S., 1975. *Foundation Engineering Handbook*. Winterkorn and Fang, Van Nostrand Reinhold, pp. 121-147.

Yadu, Laxmikant & Tripathi, R.K. 2013. Effect of the Length of Geogrid Layers in the Bearing Capacity Ratio of Geogrid Reinforced Granular Fill-soft Subgrade Soil System. *Elsevier, Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 104:225-234

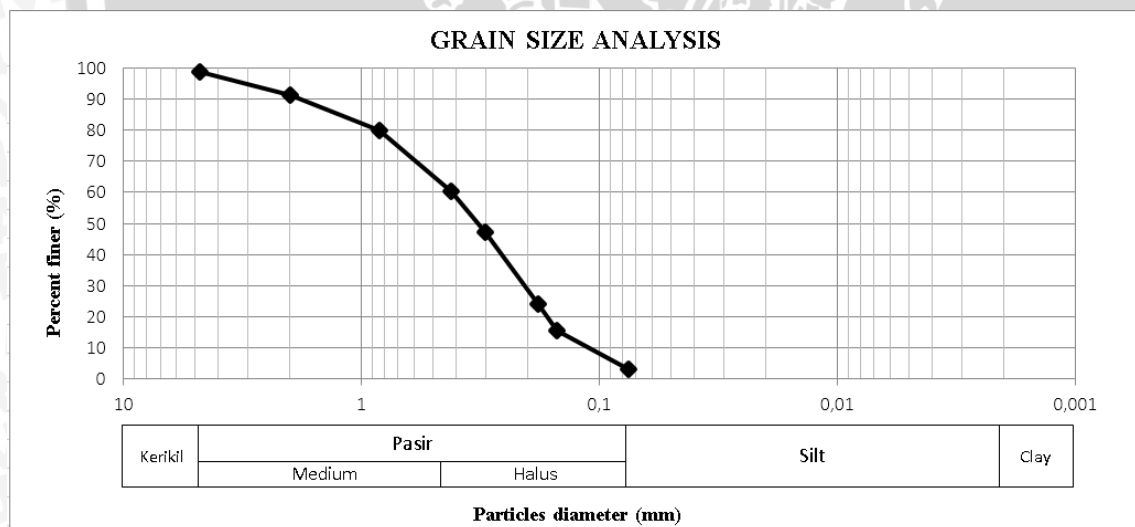
Zahmatkesh A. dan A. J. Choobbasti. (2010). Settlement evaluation of soft clay reinforced by stone columns, considering the effect of soil compaction. *Journal IJRRAS* Volum 3 (2), hal 159-166



LAMPIRAN

Lampiran 1. Analisis Gradasi Butir Tanah

Saringan		Tertahan Saringan	Jumlah Tertahan	% Komulatif Tertahan	% Komulatif Lolos Saringan
Diameter (mm)	Nomor	(gram)	(gram)		
4,75	4	7,95	7,95	1	99
2	10	39,99	47,94	9	91
0,84	20	62,08	110,02	20,04	79,96
0,42	40	108,76	218,78	39,85	60,15
0,3	50	72,05	290,83	52,97	47,03
0,18	80	126,38	417,21	75,99	24,01
0,15	100	47,13	464,34	84,57	15,43
0,075	200	66,74	531,08	96,73	3,27
Pan		17,98	549,06	100	0,00

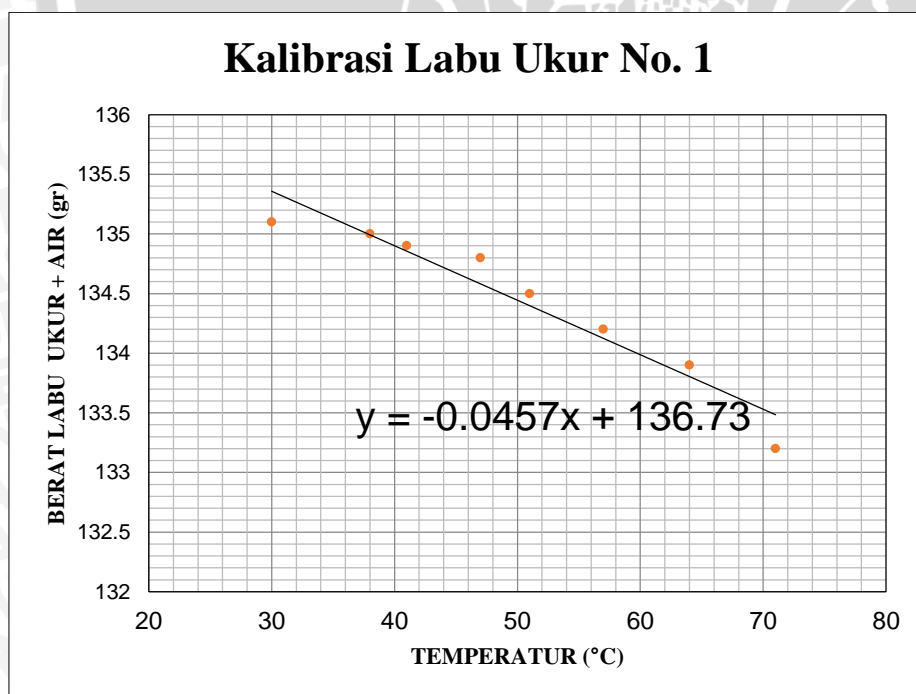


Lampiran 2. Analisis *Specific Gravity* Tanah

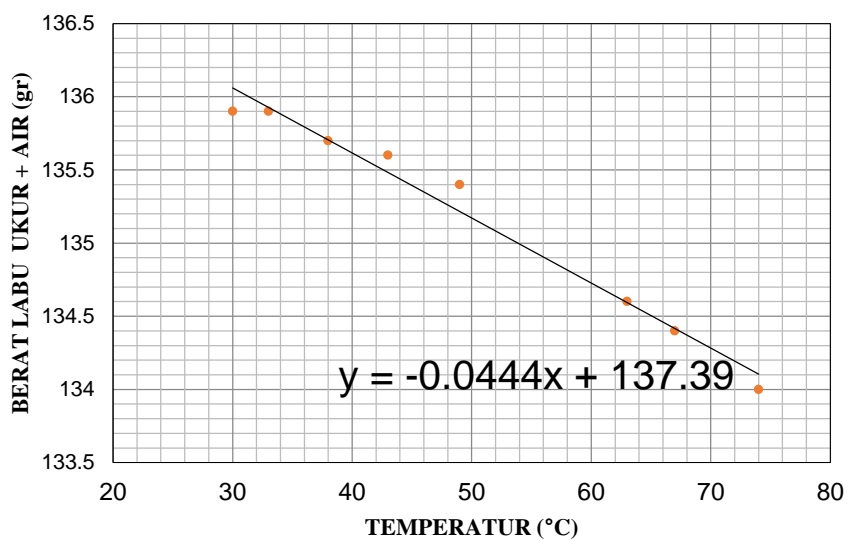
Data Percobaan Kalibrasi Labu Ukur

No	1		2		3	
	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

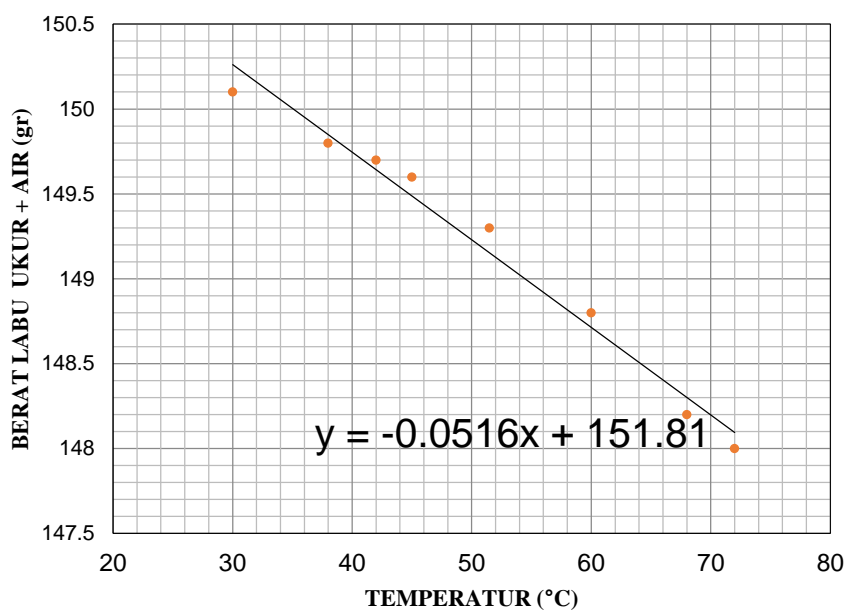
Kalibrasi Labu Ukur No. 1



KALIBRASI LABU 2



KALIBRASI LABU 3



LABU UKUR	SATUAN	1							
Berat Tanah Kering (Ws)	gram	20	20	20	20	20	20	20	20
Berat Labu Ukur + Air + Tanah Kering (W1)	gram	149	151	151,5	152,7	153,8	154,7	155,9	156,8
Suhu (°C)	°C	55	50	47	42	35	32	30	29
Berat Labu Ukur + Air (W2)	gram	134,217	134,445	134,582	134,811	135,131	135,268	135,359	135,405
Berat Jenis Tanah (Gs)	gram/cm ³	3,834	5,806	6,489	9,476	15,032	35,236	-36,969	-14,334
Rata-rata Berat Jenis	gram/cm ³	3,071							

LABU UKUR	SATUAN	2							
Berat Tanah Kering (Ws)	gram	20	20	20	20	20	20	20	20
Berat Labu Ukur + Air + Tanah Kering (W1)	gram	146,9	147	147,5	147,8	148	148,8	149,3	151
Suhu (°C)	°C	76	74	66	58	51	47	38	29
Berat Labu Ukur + Air (W2)	gram	134,016	134,104	134,46	134,815	135,126	135,303	135,703	136,102
Berat Jenis Tanah (Gs)	gram/cm ³	2,811	2,815	2,874	2,851	2,807	3,075	3,124	3,901
Rata-rata Berat Jenis	gram/cm ³	3,032							

LABU UKUR	SATUAN	3							
Berat Tanah Kering (Ws)	gram	20	20	20	20	20	20	20	20
Berat Labu Ukur + Air + Tanah Kering (W1)	gram	161	161,2	161,6	161,9	162,8	163,1	163,7	164,4
Suhu (°C)	°C	73	68	60	53	47	43	39	29
Berat Labu Ukur + Air (W2)	gram	148,043	148,301	148,714	149,075	149,385	149,591	149,798	150,314
Berat Jenis Tanah (Gs)	gram/cm ³	2,840	2,816	2,811	2,787	3,037	3,081	3,280	3,368
Rata-rata Berat Jenis	gram/cm ³	3,003							

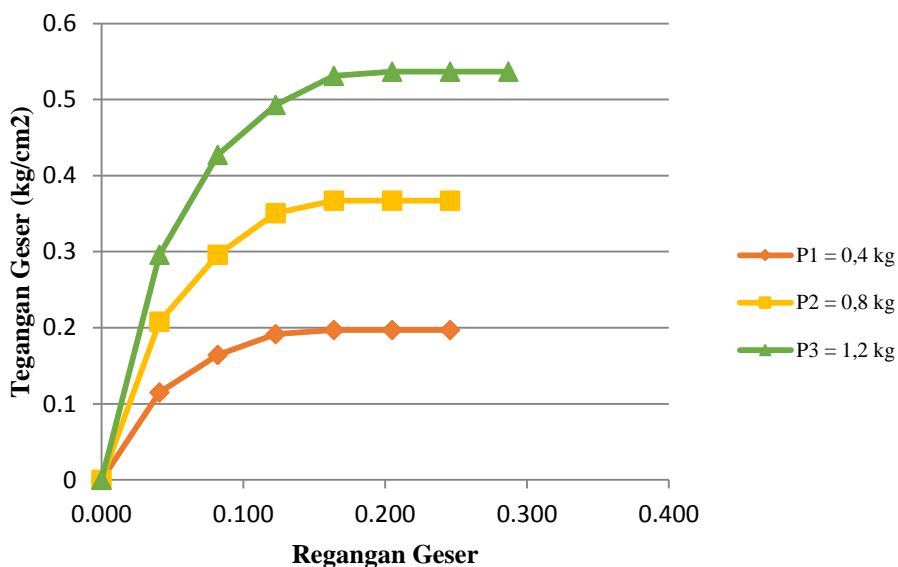
Rata-rata = 3,035

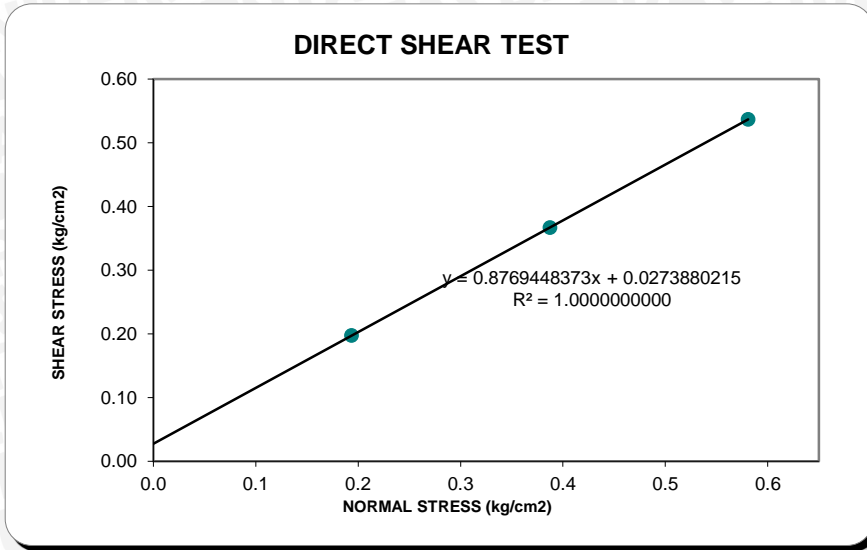
Lampiran 3. Analisis Uji Geser Langsung (*Direct Shear*)

Diameter	:	6.1	cm
Area	:	29.21	cm ²
Height	:	1.8	cm
Lever Ratio	:	14.14	
Volume Weight	:	1.531	gr/cm ³
Calibration	:	0.32	

NORMAL FORCE	P1 = 0.4 kg			P2 = 0.8 kg			P3 = 1.2 kg			Regangan Geser
NORMAL STRESS	s1 = 0.2 kg/cm ²			s2 = 0.4 kg/cm ²			s3 = 0.6 kg/cm ²			
STRAIN	DIAL READING	SHEAR FORCE	SHEAR STRESS	DIAL READING	SHEAR FORCE	SHEAR STRESS	DIAL READING	SHEAR FORCE	SHEAR 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										

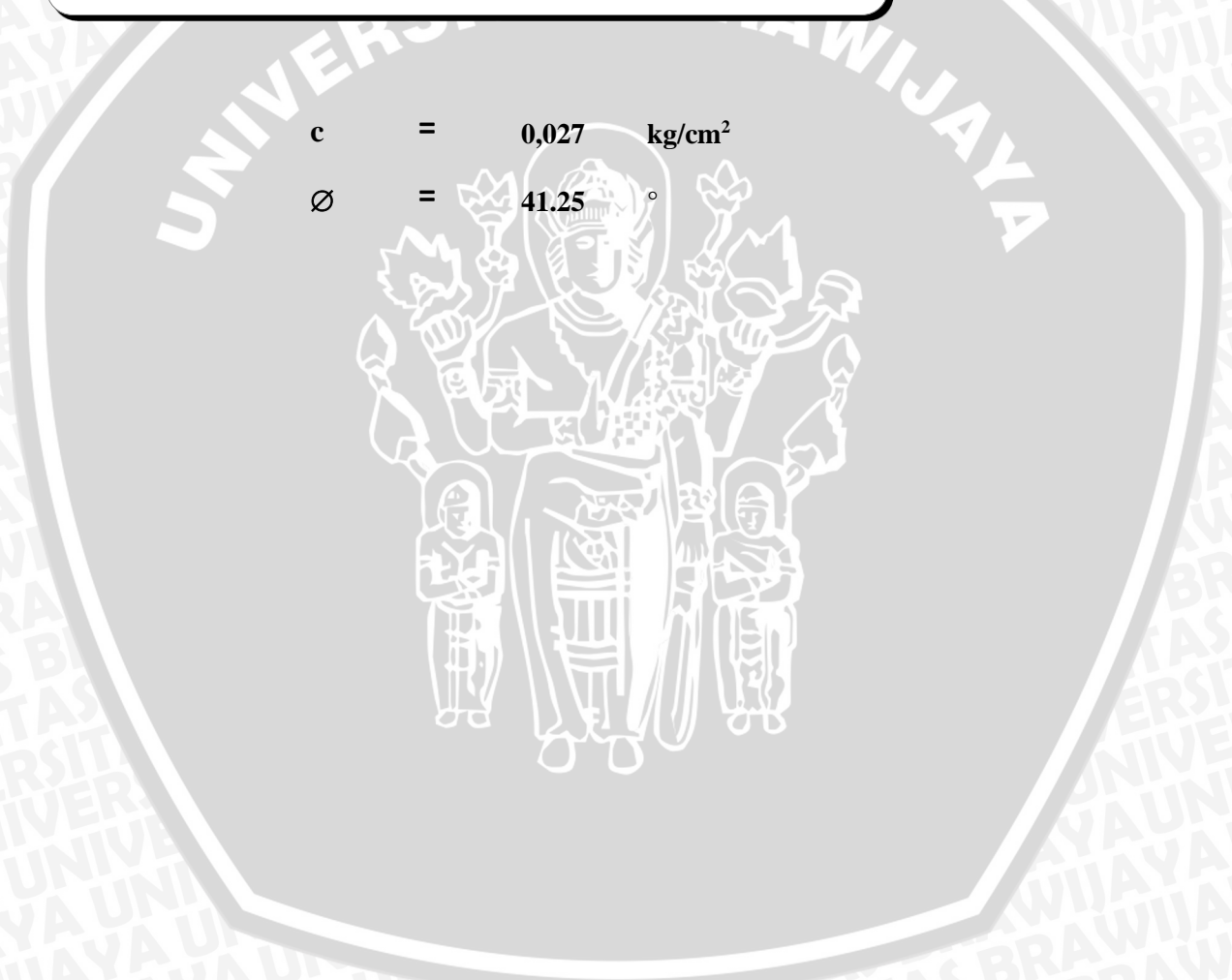
Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Geser





$c = 0,027 \text{ kg/cm}^2$

$\phi = 41.25^\circ$



Lampiran 4. Analisis Uji Pemadatan Standar (ASTM D-698-70 METODE B)

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

Kadar Air

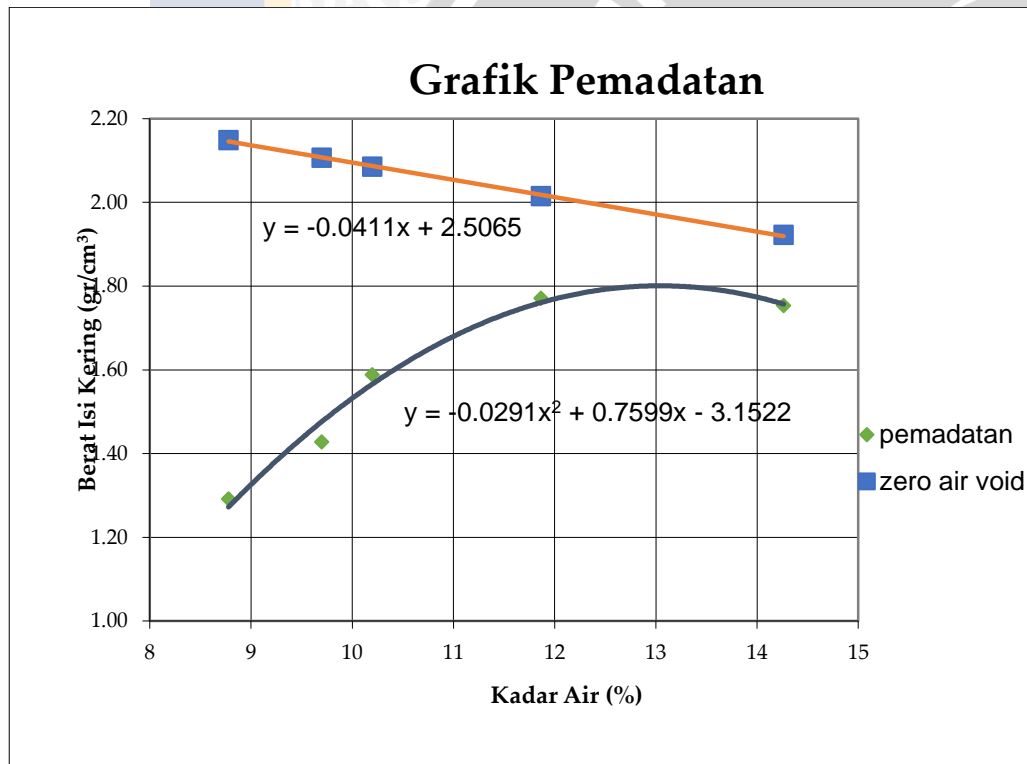
Penambahan Air	p1			p2			p3			p4			p5		
	atas	tengah	bawah	atas	tengah	bawah	atas	tengah	bawah	atas	tengah	bawah	atas	tengah	bawah
Berat Cawan	6.00	4.00	4.00	5.60	4.00	4.10	6.00	5.50	5.30	7.80	6.10	4.10	5.50	5.50	5.60
Berat Tanah Basah + Cawan	29.40	31.80	35.80	29.30	17.20	28.60	29.10	27.90	20.00	32.00	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		

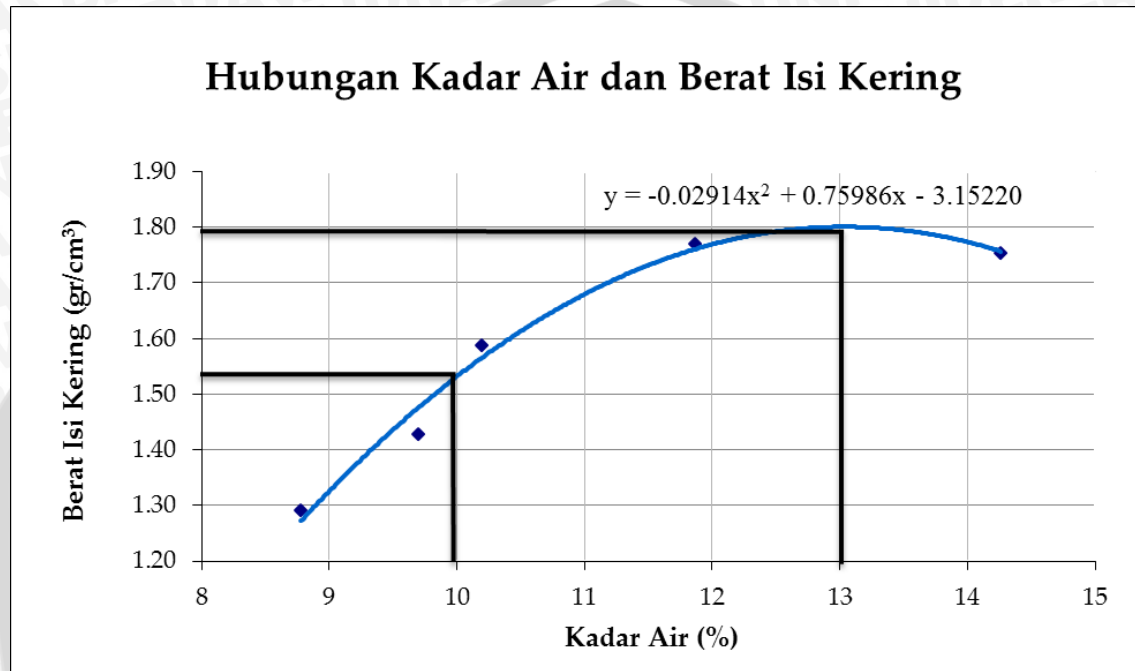
Density

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





OMC	13.038%
γ_d max	1.801 gr/cm ³
85% γ_d	1.531 gr/cm ³
WC 85%	9.99%

Lampiran 5. Pengujian Kadar Air dan Kepadatan Pasir

Tanpa perkuatan $B = 6 \text{ cm}$, $d/B = 0$

Lapisan		1			2			3			4			5			6			7		
Tinggi Ring	cm	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55
Diameter Ring	cm	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30
1. Berat Ring	gr	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02
2. Berat Ring + Tanah Basah	gr	37.14	35.27	37.02	36.64	36.67	36.42	36.14	36.37	36.12	36.34	36.37	35.82	36.24	35.97	35.42	35.94	35.87	36.02	35.94	36.27	36.12
3. Berat Tanah Basah	gr	18.90	17.20	19.00	18.40	18.60	18.40	17.90	18.30	18.10	18.10	18.30	17.80	18.00	17.90	17.40	17.70	17.80	18.00	17.70	18.20	18.10
4. Volume Tanah	cm ³	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60
5. γ_w	gr/cm ³	1.675	1.623	1.793	1.631	1.755	1.736	1.587	1.727	1.708	1.604	1.727	1.679	1.596	1.689	1.642	1.569	1.679	1.698	1.569	1.717	1.708
6. Berat Ring + Tanah Kering	gr	35.42	33.83	35.27	34.96	34.90	33.89	34.55	34.74	34.52	34.62	34.81	34.27	34.67	34.36	33.89	34.37	34.24	34.01	34.30	34.34	34.35
7. Berat Tanah Kering	gr	17.18	15.76	17.25	16.72	16.83	15.87	16.31	16.67	16.50	16.38	16.74	16.25	16.43	16.29	15.87	16.13	16.17	15.99	16.06	16.27	16.33
8. Berat Air	gr	1.72	1.44	1.75	1.68	1.77	2.53	1.59	1.63	1.60	1.72	1.56	1.55	1.57	1.61	1.53	1.57	1.63	2.01	1.64	1.93	1.77
9. Kadar Air	%	10.01	9.14	10.14	10.05	10.52	15.94	9.75	9.78	9.70	10.50	9.32	9.54	9.56	9.88	9.64	9.73	10.08	12.57	10.21	11.86	10.84
10. Kadar Air Rata-Rata	%	10.42																				
11. γ_d	gr/cm ³	1.523	1.487	1.628	1.482	1.588	1.497	1.446	1.573	1.557	1.452	1.579	1.533	1.456	1.537	1.497	1.430	1.526	1.509	1.424	1.535	1.541
12. γ_d rata-rata	gr	1.514																				

Tanpa perkuatan $B = 6 \text{ cm}$, $d/B = 0,5$

Lapisan		1			2			3			4			5			6			7		
Tinggi Ring	cm	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55
Diameter Ring	cm	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30
1. Berat Ring	gr	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02
2. Berat Ring + Tanah Basah	gr	36.34	36.57	36.12	36.24	36.67	36.82	35.84	35.87	36.42	36.14	36.27	36.22	36.44	35.67	36.62	37.14	36.17	35.82	35.44	36.37	35.72
3. Berat Tanah Basah	gr	18.10	18.50	18.10	18.00	18.60	18.80	17.60	17.80	18.40	17.90	18.20	18.20	18.20	17.60	18.60	18.90	18.10	17.80	17.20	18.30	17.70
4. Volume Tanah	cm ³	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60
5. γ_w	gr/cm ³	1.604	1.745	1.708	1.596	1.755	1.774	1.560	1.679	1.736	1.587	1.717	1.717	1.613	1.661	1.755	1.675	1.708	1.679	1.525	1.727	1.670
6. Berat Ring + Tanah Kering	gr	34.84	35.02	34.61	34.78	35.18	35.17	34.36	34.34	34.82	34.53	34.67	34.57	34.72	34.04	34.91	35.31	34.40	34.15	33.83	34.57	34.12
7. Berat Tanah Kering	gr	16.60	16.95	16.59	16.54	17.11	17.15	16.12	16.27	16.80	16.29	16.60	16.55	16.48	15.97	16.89	17.07	16.33	16.13	15.59	16.50	16.10
8. Berat Air	gr	1.50	1.55	1.51	1.46	1.49	1.65	1.48	1.53	1.60	1.61	1.60	1.65	1.72	1.63	1.71	1.83	1.77	1.67	1.61	1.80	1.60
9. Kadar Air	%	9.04	9.14	9.10	8.83	8.71	9.62	9.18	9.40	9.52	9.88	9.64	9.97	10.44	10.21	10.12	10.72	10.84	10.35	10.33	10.91	9.94
10. Kadar Air Rata-Rata	%	9.80																				
11. γ_d	gr/cm ³	1.471	1.599	1.565	1.466	1.614	1.618	1.429	1.535	1.585	1.444	1.566	1.561	1.461	1.507	1.594	1.513	1.541	1.522	1.382	1.557	1.519
12. γ_d rata-rata	gr	1.526																				

Tanpa perkuatan B = 6 cm, d/B = 1

Lapisan		1			2			3			4			5			6			7		
Tinggi Ring	cm	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55
Diameter Ring	cm	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30
1. Berat Ring	gr	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02
2. Berat Ring + Tanah Basah	gr	36.94	35.47	35.42	36.24	36.07	36.12	35.94	35.87	36.62	36.64	36.97	36.32	36.24	36.97	36.62	36.54	36.87	36.32	36.64	36.59	34.82
3. Berat Tanah Basah	gr	18.70	17.40	17.40	18.00	18.00	18.10	17.70	17.80	18.60	18.40	18.90	18.30	18.00	18.90	18.60	18.30	18.80	18.30	18.40	18.52	16.80
4. Volume Tanah	cm ³	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60
5. γ_w	gr/cm ³	1.658	1.642	1.642	1.596	1.698	1.708	1.569	1.679	1.755	1.631	1.783	1.727	1.596	1.783	1.755	1.622	1.774	1.727	1.631	1.747	1.585
6. Berat Ring + Tanah Kering	gr	35.29	33.91	33.88	34.67	34.48	34.57	34.35	34.39	34.95	35.08	35.19	34.59	34.54	35.36	34.99	34.99	35.11	34.73	34.92	34.85	33.38
7. Berat Tanah Kering	gr	17.05	15.84	15.86	16.43	16.41	16.55	16.11	16.32	16.93	16.84	17.12	16.57	16.30	17.29	16.97	16.75	17.04	16.71	16.68	16.78	15.36
8. Berat Air	gr	1.65	1.56	1.54	1.57	1.59	1.55	1.59	1.48	1.67	1.56	1.78	1.73	1.70	1.61	1.63	1.55	1.76	1.59	1.72	1.74	1.44
9. Kadar Air	%	9.68	9.85	9.71	9.56	9.69	9.37	9.87	9.07	9.86	9.26	10.40	10.44	10.43	9.31	9.61	9.25	10.33	9.52	10.31	10.37	9.38
10. Kadar Air Rata-Rata	%											9.77										
11. γ_d	gr/cm ³	1.511	1.494	1.496	1.456	1.548	1.561	1.428	1.540	1.597	1.493	1.615	1.563	1.445	1.631	1.601	1.485	1.608	1.577	1.479	1.583	1.449
12. γ_d rata-rata	gr											1.532										

Tanpa perkuatan B = 8 cm, d/B = 0

Lapisan		1			2			3			4			5			6			7		
Tinggi Ring	cm	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55
Diameter Ring	cm	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30
1. Berat Ring	gr	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02
2. Berat Ring + Tanah Basah	gr	37.74	36.60	37.12	35.50	36.36	35.82	35.42	35.90	35.58	36.21	35.97	35.76	35.55	36.00	35.00	35.25	36.16	35.14	35.84	35.27	35.72
3. Berat Tanah Basah	gr	19.50	18.53	19.10	17.26	18.29	17.80	17.18	17.83	17.56	17.97	17.90	17.74	17.31	17.93	16.98	17.01	18.09	17.12	17.60	17.20	17.70
4. Volume Tanah	cm ³	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60
5. γ_w	gr/cm ³	1.728	1.748	1.802	1.530	1.726	1.679	1.523	1.682	1.657	1.593	1.689	1.674	1.534	1.692	1.602	1.508	1.707	1.615	1.560	1.623	1.670
6. Berat Ring + Tanah Kering	gr	36.34	35.03	36.32	34.22	34.96	34.53	34.20	34.46	34.23	34.98	34.73	34.60	34.28	34.68	33.86	33.81	34.50	33.70	34.36	33.69	34.21
7. Berat Tanah Kering	gr	18.10	16.96	18.30	15.98	16.89	16.51	15.96	16.39	16.21	16.74	16.66	16.58	16.04	16.61	15.84	15.57	16.43	15.68	16.12	15.62	16.19
8. Berat Air	gr	1.40	1.57	0.80	1.28	1.40	1.29	1.22	1.44	1.35	1.23	1.24	1.16	1.27	1.32	1.14	1.44	1.66	1.44	1.48	1.58	1.51
9. Kadar Air	%	7.73	9.26	4.37	8.01	8.29	7.81	7.64	8.79	8.33	7.35	7.44	7.00	7.92	7.95	7.20	9.25	10.10	9.18	9.18	10.12	9.33
10. Kadar Air Rata-Rata	%											8.20										
11. γ_d	gr/cm ³	1.604	1.600	1.727	1.416	1.594	1.558	1.415	1.546	1.529	1.484	1.572	1.564	1.422	1.567	1.494	1.380	1.550	1.479	1.429	1.474	1.528
12. γ_d rata-rata	gr											1.521										

Tanpa perkuatan B = 8 cm, d/B = 0,5

Lapisan		1			2			3			4			5			6			7		
Tinggi Ring	cm	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55
Diameter Ring	cm	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30
1. Berat Ring	gr	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02
2. Berat Ring + Tanah Basah	gr	36.09	36.41	37.34	35.63	35.76	35.50	35.62	35.87	35.49	36.62	36.27	36.06	36.79	36.42	35.63	36.41	35.48	36.87	36.69	36.52	36.52
3. Berat Tanah Basah	gr	17.85	18.34	19.32	17.39	17.69	17.48	17.38	17.80	17.47	18.38	18.90	18.25	17.82	18.72	18.40	17.39	18.34	17.46	18.63	18.62	18.50
4. Volume Tanah	cm ³	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60
5. γ_w	gr/cm ³	1.582	1.730	1.823	1.541	1.669	1.649	1.541	1.679	1.648	1.629	1.783	1.722	1.580	1.766	1.736	1.541	1.730	1.647	1.651	1.757	1.745
6. Berat Ring + Tanah Kering	gr	34.35	34.26	35.47	34.05	34.30	33.95	34.09	34.44	33.99	34.97	35.30	34.58	34.38	35.06	34.69	33.94	34.70	33.90	34.96	34.92	34.64
7. Berat Tanah Kering	gr	16.11	16.19	17.45	15.81	16.23	15.93	15.85	16.37	15.97	16.73	17.23	16.56	16.14	16.99	16.67	15.70	16.63	15.88	16.72	16.85	16.62
8. Berat Air	gr	1.74	2.15	1.87	1.58	1.46	1.55	1.53	1.43	1.50	1.65	1.67	1.69	1.68	1.73	1.73	1.69	1.71	1.58	1.91	1.77	1.88
9. Kadar Air	%	10.80	13.28	10.72	9.99	9.00	9.73	9.65	8.74	9.39	9.86	9.69	10.21	10.41	10.18	10.38	10.76	10.28	9.95	11.42	10.50	11.31
10. Kadar Air Rata-Rata	%											10.30										
11. γ_d	gr/cm ³	1.428	1.528	1.646	1.401	1.531	1.503	1.405	1.545	1.507	1.483	1.626	1.562	1.431	1.603	1.573	1.392	1.569	1.498	1.482	1.590	1.568
12. γ_d rata-rata	gr											1.518										

Tanpa perkuatan B = 8 cm, d/B = 1

Lapisan		1			2			3			4			5			6			7		
Tinggi Ring	cm	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55
Diameter Ring	cm	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30
1. Berat Ring	gr	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02
2. Berat Ring + Tanah Basah	gr	36.64	36.67	37.12	36.24	36.07	36.82	36.64	37.17	36.62	36.34	36.57	35.82	35.84	36.17	36.22	36.64	36.67	37.02	36.54	36.47	35.42
3. Berat Tanah Basah	gr	18.40	18.60	19.10	18.00	18.00	18.80	18.40	19.10	18.60	18.10	18.50	17.80	17.60	18.10	18.20	18.40	18.60	19.00	18.30	18.40	17.40
4. Volume Tanah	cm ³	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60
5. γ_w	gr/cm ³	1.631	1.755	1.802	1.596	1.698	1.774	1.631	1.802	1.755	1.604	1.745	1.679	1.560	1.708	1.717	1.631	1.755	1.793	1.622	1.736	1.642
6. Berat Ring + Tanah Kering	gr	34.89	34.92	35.34	34.33	35.17	34.05	34.80	35.24	34.73	34.33	34.53	33.83	33.93	34.38	34.33	34.58	34.49	34.79	34.43	34.42	33.58
7. Berat Tanah Kering	gr	16.65	16.85	17.32	16.09	17.10	16.03	16.56	17.17	16.71	16.09	16.46	15.81	15.69	16.31	16.31	16.34	16.42	16.77	16.19	16.35	15.56
8. Berat Air	gr	1.75	1.75	1.78	1.91	0.90	2.77	1.84	1.93	1.89	2.01	2.04	1.99	1.91	1.79	1.89	2.06	2.18	2.23	2.11	2.05	1.84
9. Kadar Air	%	10.51	10.39	10.28	11.87	5.26	17.28	11.11	11.24	11.31	12.49	12.39	12.59	12.17	10.97	11.59	12.61	13.28	13.30	13.03	12.54	11.83
10. Kadar Air Rata-Rata	%											11.81										
11. γ_d	gr/cm ³	1.476	1.590	1.634	1.426	1.613	1.512	1.468	1.620	1.577	1.426	1.553	1.492	1.391	1.539	1.539	1.448	1.549	1.582	1.435	1.543	1.468
12. γ_d rata-rata	gr											1.518										

Tanpa perkuatan B = 10 cm, d/B = 0

Lapisan		1			2			3			4			5			6			7		
Tinggi Ring	cm	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55
Diameter Ring	cm	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30
1. Berat Ring	gr	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02
2. Berat Ring + Tanah Basah	gr	35.02	34.05	32.30	34.76	34.88	34.34	35.26	35.79	35.63	37.34	37.31	36.92	36.78	36.71	35.34	36.75	35.38	36.23	36.40	35.52	35.44
3. Berat Tanah Basah	gr	16.78	15.98	14.28	16.52	16.81	16.32	17.02	17.72	17.61	19.10	19.24	18.90	18.54	18.64	17.32	18.51	17.31	18.21	18.16	17.45	17.42
4. Volume Tanah	cm ³	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60
5. γ_w	gr/cm ³	1.487	1.508	1.347	1.464	1.586	1.540	1.509	1.672	1.661	1.693	1.815	1.783	1.643	1.759	1.634	1.641	1.633	1.718	1.610	1.646	1.644
6. Berat Ring + Tanah Kering	gr	33.74	32.80	31.21	33.61	33.67	33.19	34.22	34.73	34.52	36.09	36.08	35.79	35.52	35.39	34.06	35.44	33.98	34.76	34.73	33.96	33.81
7. Berat Tanah Kering	gr	15.50	14.73	13.19	15.37	15.60	15.17	15.98	16.66	16.50	17.85	18.01	17.77	17.28	17.32	16.04	17.20	15.91	16.74	16.49	15.89	15.79
8. Berat Air	gr	1.28	1.25	1.09	1.15	1.21	1.15	1.04	1.06	1.11	1.25	1.23	1.13	1.26	1.32	1.28	1.31	1.40	1.47	1.67	1.56	1.63
9. Kadar Air	%	8.26	8.49	8.26	7.48	7.76	7.58	6.51	6.36	6.73	7.00	6.83	6.36	7.29	7.62	7.98	7.62	8.80	8.78	10.13	9.82	10.32
10. Kadar Air Rata-Rata	%											7.90										
11. γ_d	gr/cm ³	1.374	1.390	1.244	1.362	1.472	1.431	1.416	1.572	1.557	1.582	1.699	1.677	1.532	1.634	1.513	1.525	1.501	1.579	1.462	1.499	1.490
12. γ_d rata-rata	gr											1.501										

Tanpa perkuatan B = 10 cm, d/B = 0,5

Lapisan		1			2			3			4			5			6			7		
Tinggi Ring	cm	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55
Diameter Ring	cm	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30
1. Berat Ring	gr	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02
2. Berat Ring + Tanah Basah	gr	36.94	36.57	36.22	36.44	35.77	35.72	36.34	35.87	37.12	36.34	36.67	36.32	36.24	36.97	36.42	36.64	36.57	36.72	36.24	36.17	35.32
3. Berat Tanah Basah	gr	18.70	18.50	18.20	18.20	17.70	17.70	18.10	17.80	19.10	18.10	18.60	18.30	18.00	18.90	18.40	18.40	18.50	18.70	18.00	18.10	17.30
4. Volume Tanah	cm ³	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60
5. γ_w	gr/cm ³	1.658	1.745	1.717	1.613	1.670	1.670	1.604	1.679	1.802	1.604	1.755	1.727	1.596	1.783	1.736	1.631	1.745	1.764	1.596	1.708	1.632
6. Berat Ring + Tanah Kering	gr	35.14	34.87	34.52	34.74	34.07	34.02	34.84	34.37	35.42	34.74	34.97	34.72	34.64	35.27	34.82	34.94	34.77	34.92	34.54	34.57	33.72
7. Berat Tanah Kering	gr	16.90	16.80	16.50	16.50	16.00	16.00	16.60	16.30	17.40	16.50	16.90	16.70	16.40	17.20	16.80	16.70	16.70	16.90	16.30	16.50	15.70
8. Berat Air	gr	1.80	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.50	1.50	1.70	1.60	1.70	1.60	1.60	1.70	1.60	1.70	1.80	1.80	1.70	1.60	1.60
9. Kadar Air	%	10.65	10.12	10.30	10.30	10.63	10.63	9.04	9.20	9.77	9.70	10.06	9.58	9.76	9.88	9.52	10.18	10.78	10.65	10.43	9.70	10.19
10. Kadar Air Rata-Rata	%											10.05										
11. γ_d	gr/cm ³		1.585	1.557	1.463	1.510	1.510	1.471	1.538	1.642	1.463	1.595	1.576	1.454	1.623	1.585	1.480	1.576	1.595	1.445	1.557	1.481
12. γ_d rata-rata	gr											1.535										

Tanpa perkuatan B = 10 cm, d/B = 1

Lapisan		1			2			3			4			5			6			7		
Tinggi Ring	cm	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55
Diameter Ring	cm	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30
1. Berat Ring	gr	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02
2. Berat Ring + Tanah Basah	gr	36.94	36.37	35.72	35.84	36.07	36.22	37.54	35.77	35.52	36.24	36.27	36.82	35.74	36.17	35.52	36.94	35.97	36.32	35.64	36.47	36.42
3. Berat Tanah Basah	gr	18.70	18.30	17.70	17.60	18.00	18.20	19.30	17.70	17.50	18.00	18.20	18.80	17.50	18.10	17.50	18.70	17.90	18.30	17.40	18.40	18.40
4. Volume Tanah	cm ³	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60
5. γ_w	gr/cm ³	1.658	1.727	1.670	1.560	1.698	1.717	1.711	1.670	1.651	1.596	1.717	1.774	1.551	1.708	1.651	1.658	1.689	1.727	1.542	1.736	1.736
6. Berat Ring + Tanah Kering	gr	35.07	34.41	34.01	34.14	34.27	34.32	35.73	34.08	33.88	34.38	34.49	34.74	33.76	34.31	33.68	34.93	34.09	34.29	33.73	34.60	34.51
7. Berat Tanah Kering	gr	16.83	16.34	15.99	15.90	16.20	16.30	17.49	16.01	15.86	16.14	16.42	16.72	15.52	16.24	15.66	16.69	16.02	16.27	15.49	16.53	16.49
8. Berat Air	gr	1.87	1.96	1.71	1.70	1.80	1.90	1.81	1.69	1.64	1.86	1.78	2.08	1.98	1.86	1.84	2.01	1.88	2.03	1.91	1.87	1.91
9. Kadar Air	%	11.11	12.00	10.69	10.69	11.11	11.66	10.35	10.56	10.34	11.52	10.84	12.44	12.76	11.45	11.75	12.04	11.74	12.48	12.33	11.31	11.58
10. Kadar Air Rata-Rata	%											11.46										
11. γ_d	gr/cm ³	1.492	1.542	1.509	1.409	1.528	1.538	1.550	1.511	1.496	1.431	1.549	1.578	1.376	1.532	1.478	1.479	1.511	1.535	1.373	1.560	1.556
12. γ_d rata-rata	gr											1.502										

Dengan perkuatan $B = 6 \text{ cm}$, $d/B = 0$, $n = 2$, $u/B = 0,5$

Lapisan		1			2			3			4			5			6			7		
Tinggi Ring	cm	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55
Diameter Ring	cm	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30
1. Berat Ring	gr	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02
2. Berat Ring + Tanah Basah	gr	37.24	35.37	35.82	35.84	36.77	36.52	36.74	36.27	36.62	35.94	36.77	36.72	36.24	36.07	36.02	36.34	36.17	36.62	36.34	36.57	36.22
3. Berat Tanah Basah	gr	19.00	17.30	17.80	17.60	18.70	18.50	18.50	18.20	18.60	17.70	18.70	18.70	18.00	18.00	18.00	18.10	18.10	18.60	18.10	18.50	18.20
4. Volume Tanah	cm ³	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60
5. γ_w	gr/cm ³	1.684	1.632	1.679	1.560	1.764	1.745	1.640	1.717	1.755	1.569	1.764	1.764	1.596	1.698	1.698	1.604	1.708	1.755	1.604	1.745	1.717
6. Berat Ring + Tanah Kering	gr	35.55	33.69	34.06	34.20	35.14	34.88	35.06	34.58	34.93	34.36	35.01	34.92	34.72	34.59	34.38	34.73	34.63	34.98	34.78	35.00	34.64
7. Berat Tanah Kering	gr	17.31	15.62	16.04	15.96	17.07	16.86	16.82	16.51	16.91	16.12	16.94	16.90	16.48	16.52	16.36	16.49	16.56	16.96	16.54	16.93	16.62
8. Berat Air	gr	1.69	1.68	1.76	1.64	1.63	1.64	1.68	1.69	1.69	1.58	1.76	1.80	1.52	1.48	1.64	1.61	1.54	1.64	1.56	1.57	1.58
9. Kadar Air	%	9.76	10.76	10.97	10.28	9.55	9.73	9.99	10.24	9.99	9.80	10.39	10.65	9.22	8.96	10.02	9.76	9.30	9.67	9.43	9.27	9.51
10. Kadar Air Rata-Rata	%											9.87										
11. γ_d	gr/cm ³	1.534	1.474	1.513	1.415	1.611	1.591	1.491	1.558	1.595	1.429	1.598	1.595	1.461	1.559	1.544	1.462	1.562	1.600	1.466	1.597	1.568
12. γ_d rata-rata	gr											1.534										

Dengan perkuatan $B = 6 \text{ cm}$, $d/B = 0,5$; $n = 2$, $u/B = 0,5$

Lapisan		1			2			3			4			5			6			7		
Tinggi Ring	cm	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55
Diameter Ring	cm	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30
1. Berat Ring	gr	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02
2. Berat Ring + Tanah Basah	gr	36.94	36.87	36.22	37.94	35.37	36.02	36.64	36.57	36.42	36.74	36.97	34.62	36.74	36.67	35.62	36.54	36.37	36.72	36.44	35.57	36.62
3. Berat Tanah Basah	gr	18.70	18.80	18.20	19.70	17.30	18.00	18.40	18.50	18.40	18.50	18.90	16.60	18.50	18.60	17.60	18.30	18.30	18.70	18.20	17.50	18.60
4. Volume Tanah	cm ³	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60
5. γ_w	gr/cm ³	1.658	1.774	1.717	1.746	1.632	1.698	1.631	1.745	1.736	1.640	1.783	1.566	1.640	1.755	1.661	1.622	1.727	1.764	1.613	1.651	1.755
6. Berat Ring + Tanah Kering	gr	35.22	35.15	34.60	35.82	33.66	34.22	34.87	34.82	34.52	34.89	35.05	33.05	34.94	34.79	33.89	34.67	34.52	34.87	34.68	33.87	34.82
7. Berat Tanah Kering	gr	16.98	17.08	16.58	17.58	15.59	16.20	16.63	16.75	16.50	16.65	16.98	15.03	16.70	16.72	15.87	16.43	16.45	16.85	16.44	15.80	16.80
8. Berat Air	gr	1.72	1.72	1.62	2.12	1.71	1.80	1.77	1.75	1.90	1.85	1.92	1.57	1.80	1.88	1.73	1.87	1.85	1.85	1.76	1.70	1.80
9. Kadar Air	%	10.13	10.07	9.77	12.06	10.97	11.11	10.64	10.45	11.52	11.11	11.31	10.45	10.78	11.24	10.90	11.38	11.25	10.98	10.71	10.76	10.71
10. Kadar Air Rata-Rata	%											10.87										
11. γ_d	gr/cm ³	1.505	1.611	1.564	1.558	1.471	1.528	1.474	1.580	1.557	1.476	1.602	1.418	1.480	1.578	1.497	1.456	1.552	1.590	1.457	1.491	1.585
12. γ_d rata-rata	gr											1.525										

Dengan perkuatan $B = 6$ cm, $d/B = 1$, $n = 2$, $u/B = 0,5$

Lapisan		1			2			3			4			5			6			7		
Tinggi Ring	cm	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55
Diameter Ring	cm	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30
1. Berat Ring	gr	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02
2. Berat Ring + Tanah Basah	gr	35.84	36.67	36.92	36.64	36.07	35.62	36.24	36.67	36.32	35.64	36.67	37.42	37.34	35.57	36.52	36.74	36.57	36.42	37.34	36.17	36.62
3. Berat Tanah Basah	gr	17.60	18.60	18.90	18.40	18.00	17.60	18.00	18.60	18.30	17.40	18.60	19.40	19.10	17.50	18.50	18.50	18.50	18.40	19.10	18.10	18.60
4. Volume Tanah	cm ³	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60
5. γ_w	gr/cm ³	1.560	1.755	1.783	1.631	1.698	1.661	1.596	1.755	1.727	1.542	1.755	1.830	1.693	1.651	1.745	1.640	1.745	1.736	1.693	1.708	1.755
6. Berat Ring + Tanah Kering	gr	34.21	34.97	35.16	34.85	34.27	33.91	34.53	34.82	34.57	33.99	34.89	35.70	35.60	33.84	34.71	35.01	34.79	34.63	35.56	34.48	34.91
7. Berat Tanah Kering	gr	15.97	16.90	17.14	16.61	16.20	15.89	16.29	16.75	16.55	15.75	16.82	17.68	17.36	15.77	16.69	16.77	16.72	16.61	17.32	16.41	16.89
8. Berat Air	gr	1.63	1.70	1.76	1.79	1.80	1.71	1.71	1.85	1.75	1.65	1.78	1.72	1.74	1.73	1.81	1.73	1.78	1.79	1.78	1.69	1.71
9. Kadar Air	%	10.21	10.06	10.27	10.78	11.11	10.76	10.50	11.04	10.57	10.48	10.58	9.73	10.02	10.97	10.84	10.32	10.65	10.78	10.28	10.30	10.12
10. Kadar Air Rata-Rata	%	10.49																				
11. γ_d	gr/cm ³	1.416	1.595	1.617	1.472	1.528	1.499	1.444	1.580	1.561	1.396	1.587	1.668	1.539	1.488	1.575	1.486	1.578	1.567	1.535	1.548	1.594
12. γ_d rata-rata	gr	1.537																				

Dengan perkuatan $B = 8$ cm, $d/B = 0$, $n = 2$, $u/B = 0,5$

Lapisan		1			2			3			4			5			6			7		
Tinggi Ring	cm	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55
Diameter Ring	cm	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30
1. Berat Ring	gr	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02
2. Berat Ring + Tanah Basah	gr	36.44	35.97	36.72	37.44	34.77	36.02	36.54	36.77	36.02	37.34	36.07	35.92	36.94	36.57	36.02	35.74	36.17	35.92	36.84	35.47	36.42
3. Berat Tanah Basah	gr	18.20	17.90	18.70	19.20	16.70	18.00	18.30	18.70	18.00	19.10	18.00	17.90	18.70	18.50	18.00	17.50	18.10	17.90	18.60	17.40	18.40
4. Volume Tanah	cm ³	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60
5. γ_w	gr/cm ³	1.613	1.689	1.764	1.702	1.576	1.698	1.622	1.764	1.698	1.693	1.698	1.689	1.658	1.745	1.698	1.551	1.708	1.689	1.649	1.642	1.736
6. Berat Ring + Tanah Kering	gr	35.13	34.62	35.16	35.79	33.62	34.61	34.94	35.43	34.62	34.89	34.58	34.54	35.59	35.20	34.74	34.51	34.93	34.73	35.62	34.30	35.18
7. Berat Tanah Kering	gr	16.89	16.55	17.14	17.55	15.55	16.59	16.70	17.36	16.60	16.65	16.51	16.52	17.35	17.13	16.72	16.27	16.86	16.71	17.38	16.23	17.16
8. Berat Air	gr	1.31	1.35	1.56	1.65	1.15	1.41	1.60	1.34	1.40	2.45	1.49	1.38	1.35	1.37	1.28	1.23	1.24	1.19	1.22	1.17	1.24
9. Kadar Air	%	7.76	8.16	9.10	9.40	7.40	8.50	9.58	7.72	8.43	14.71	9.02	8.35	7.78	8.00	7.66	7.56	7.35	7.12	7.02	7.21	7.23
10. Kadar Air Rata-Rata	%	8.34																				
11. γ_d	gr/cm ³	1.497	1.561	1.617	1.556	1.467	1.565	1.480	1.638	1.566	1.476	1.558	1.559	1.538	1.616	1.578	1.442	1.591	1.577	1.541	1.531	1.619
12. γ_d rata-rata	gr	1.551																				

Dengan perkuatan $B = 8 \text{ cm}$, $d/B = 0,5$; $n = 2$, $u/B = 0,5$

Lapisan		1			2			3			4			5			6			7		
Tinggi Ring	cm	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55
Diameter Ring	cm	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30
1. Berat Ring	gr	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02
2. Berat Ring + Tanah Basah	gr	36.44	36.17	35.92	35.74	35.87	36.12	36.94	36.07	36.72	35.84	37.87	35.62	36.14	37.07	35.82	36.44	36.37	36.72	36.44	36.07	36.72
3. Berat Tanah Basah	gr	18.20	18.10	17.90	17.50	17.80	18.10	18.70	18.00	18.70	17.60	19.80	17.60	17.90	19.00	17.80	18.20	18.30	18.70	18.20	18.00	18.70
4. Volume Tanah	cm ³	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60
5. γ_w	gr/cm ³	1.613	1.708	1.689	1.551	1.679	1.708	1.658	1.698	1.764	1.560	1.868	1.661	1.587	1.793	1.679	1.613	1.727	1.764	1.613	1.698	1.764
6. Berat Ring + Tanah Kering	gr	34.79	34.47	34.27	34.11	34.26	34.47	35.23	34.42	35.03	34.13	36.17	33.99	34.50	35.31	34.18	34.77	34.65	35.04	34.73	34.47	35.09
7. Berat Tanah Kering	gr	16.55	16.40	16.25	15.87	16.19	16.45	16.99	16.35	17.01	15.89	18.10	15.97	16.26	17.24	16.16	16.53	16.58	17.02	16.49	16.40	17.07
8. Berat Air	gr	1.65	1.70	1.65	1.63	1.61	1.65	1.71	1.65	1.69	1.71	1.70	1.63	1.64	1.76	1.64	1.67	1.72	1.68	1.71	1.60	1.63
9. Kadar Air	%	9.97	10.37	10.15	10.27	9.94	10.03	10.06	10.09	9.94	10.76	9.39	10.21	10.09	10.21	10.15	10.10	10.37	9.87	10.37	9.76	9.55
10. Kadar Air Rata-Rata	%												10.08									
11. γ_d	gr/cm ³	1.467	1.547	1.533	1.407	1.528	1.552	1.506	1.543	1.605	1.408	1.708	1.507	1.441	1.627	1.525	1.465	1.564	1.606	1.462	1.547	1.611
12. γ_d rata-rata	gr												1.531									

Dengan perkuatan $B = 8 \text{ cm}$, $d/B = 1$, $n = 2$, $u/B = 0,5$

Lapisan		1			2			3			4			5			6			7		
Tinggi Ring	cm	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55
Diameter Ring	cm	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30
1. Berat Ring	gr	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02
2. Berat Ring + Tanah Basah	gr	37.34	35.87	35.12	36.44	36.67	36.82	35.34	36.57	36.22	36.74	35.17	35.72	37.54	36.67	35.02	36.84	36.67	35.62	37.04	35.87	37.12
3. Berat Tanah Basah	gr	19.10	17.80	17.10	18.20	18.60	18.80	17.10	18.50	18.20	18.50	17.10	17.70	19.30	18.60	17.00	18.60	18.60	17.60	18.80	17.80	19.10
4. Volume Tanah	cm ³	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60
5. γ_w	gr/cm ³	1.693	1.679	1.613	1.613	1.755	1.774	1.516	1.745	1.717	1.640	1.613	1.670	1.711	1.755	1.604	1.649	1.755	1.661	1.666	1.679	1.802
6. Berat Ring + Tanah Kering	gr	35.49	34.11	33.47	34.67	36.45	33.24	34.75	34.82	33.48	35.22	33.54	34.00	35.76	35.06	33.54	35.24	34.99	34.02	35.22	34.27	34.41
7. Berat Tanah Kering	gr	17.25	16.04	15.45	16.43	18.38	15.22	16.51	16.75	15.46	16.98	15.47	15.98	17.52	16.99	15.52	17.00	16.92	16.00	16.98	16.20	16.39
8. Berat Air	gr	1.85	1.76	1.65	1.77	0.22	3.58	0.59	1.75	2.74	1.52	1.63	1.72	1.78	1.61	1.48	1.60	1.68	1.60	1.82	1.60	2.71
9. Kadar Air	%	10.72	10.97	10.68	10.77	1.20	23.52	3.57	10.45	17.72	8.95	10.54	10.76	10.16	9.48	9.54	9.41	9.93	10.00	10.72	9.88	16.53
10. Kadar Air Rata-Rata	%												10.74									
11. γ_d	gr/cm ³	1.529	1.513	1.458	1.456	1.734	1.436	1.463	1.580	1.459	1.505	1.460	1.508	1.553	1.603	1.464	1.507	1.596	1.510	1.505	1.528	1.546
12. γ_d rata-rata	gr												1.520									

Dengan perkuatan $B = 10 \text{ cm}$, $d/B = 0$, $n = 2$, $u/B = 0,5$

Lapisan		1			2			3			4			5			6			7		
Tinggi Ring	cm	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55
Diameter Ring	cm	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30
1. Berat Ring	gr	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02
2. Berat Ring + Tanah Basah	gr	36.74	36.17	35.92	36.64	37.07	36.02	35.24	38.57	35.22	35.74	36.27	36.72	36.04	35.97	36.42	36.64	36.47	36.32	37.44	36.07	36.12
3. Berat Tanah Basah	gr	18.50	18.10	17.90	18.40	19.00	18.00	17.00	20.50	17.20	17.50	18.20	18.70	17.80	17.90	18.40	18.40	18.40	18.30	19.20	18.00	18.10
4. Volume Tanah	cm ³	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60
5. γ_w	gr/cm ³	1.640	1.708	1.689	1.631	1.793	1.698	1.507	1.934	1.623	1.551	1.717	1.764	1.578	1.689	1.736	1.631	1.736	1.727	1.702	1.698	1.708
6. Berat Ring + Tanah Kering	gr	35.10	34.47	34.22	35.03	35.35	34.18	33.60	36.86	33.69	34.18	34.56	35.00	34.47	34.33	34.78	34.99	34.76	35.11	35.66	34.45	34.46
7. Berat Tanah Kering	gr	16.86	16.40	16.20	16.79	17.28	16.16	15.36	18.79	15.67	15.94	16.49	16.98	16.23	16.26	16.76	16.75	16.69	17.09	17.42	16.38	16.44
8. Berat Air	gr	1.64	1.70	1.70	1.61	1.72	1.84	1.64	1.71	1.53	1.56	1.71	1.72	1.57	1.64	1.64	1.65	1.71	1.21	1.78	1.62	1.66
9. Kadar Air	%	9.73	10.37	10.49	9.59	9.95	11.39	10.68	9.10	9.76	9.79	10.37	10.13	9.67	10.09	9.79	9.85	10.25	7.08	10.22	9.89	10.10
10. Kadar Air Rata-Rata	%											9.92										
11. γ_d	gr/cm ³	1.494	1.547	1.528	1.488	1.630	1.525	1.361	1.773	1.478	1.413	1.556	1.602	1.439	1.534	1.581	1.485	1.575	1.612	1.544	1.545	1.551
12. γ_d rata-rata	gr											1.536										

Dengan perkuatan $B = 10 \text{ cm}$, $d/B = 0,5$; $n = 2$, $u/B = 0,5$

Lapisan		1			2			3			4			5			6			7		
Tinggi Ring	cm	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55
Diameter Ring	cm	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30
1. Berat Ring	gr	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02
2. Berat Ring + Tanah Basah	gr	36.74	36.47	36.52	36.54	36.37	36.72	37.14	36.57	35.32	37.54	36.37	35.92	35.84	36.17	35.52	37.04	36.47	36.32	36.44	36.67	36.22
3. Berat Tanah Basah	gr	18.50	18.40	18.50	18.30	18.30	18.70	18.90	18.50	17.30	19.30	18.30	17.90	17.60	18.10	17.50	18.80	18.40	18.30	18.20	18.60	18.20
4. Volume Tanah	cm ³	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60
5. γ_w	gr/cm ³	1.640	1.736	1.745	1.622	1.727	1.764	1.675	1.745	1.632	1.711	1.727	1.689	1.560	1.708	1.651	1.666	1.736	1.727	1.613	1.755	1.717
6. Berat Ring + Tanah Kering	gr	34.94	34.66	34.68	34.82	34.61	34.98	35.36	34.89	33.74	35.63	34.84	34.27	34.31	34.60	33.88	35.34	34.82	34.72	34.82	35.08	34.67
7. Berat Tanah Kering	gr	16.70	16.59	16.66	16.58	16.54	16.96	17.12	16.82	15.72	17.39	16.77	16.25	16.07	16.53	15.86	17.10	16.75	16.70	16.58	17.01	16.65
8. Berat Air	gr	1.80	1.81	1.84	1.72	1.76	1.74	1.78	1.68	1.58	1.91	1.53	1.65	1.53	1.57	1.64	1.70	1.65	1.60	1.62	1.59	1.55
9. Kadar Air	%	10.78	10.91	11.04	10.37	10.64	10.26	10.40	9.99	10.05	10.98	9.12	10.15	9.52	9.50	10.34	9.94	9.85	9.58	9.77	9.35	9.31
10. Kadar Air Rata-Rata	%											10.09										
11. γ_d	gr/cm ³	1.480	1.565	1.572	1.470	1.561	1.600	1.518	1.587	1.483	1.541	1.582	1.533	1.424	1.560	1.496	1.516	1.580	1.576	1.470	1.605	1.571
12. γ_d rata-rata	gr											1.538										

Dengan kekuatan $B = 10 \text{ cm}$, $d/B = 1$, $n = 2$, $u/B = 0,5$

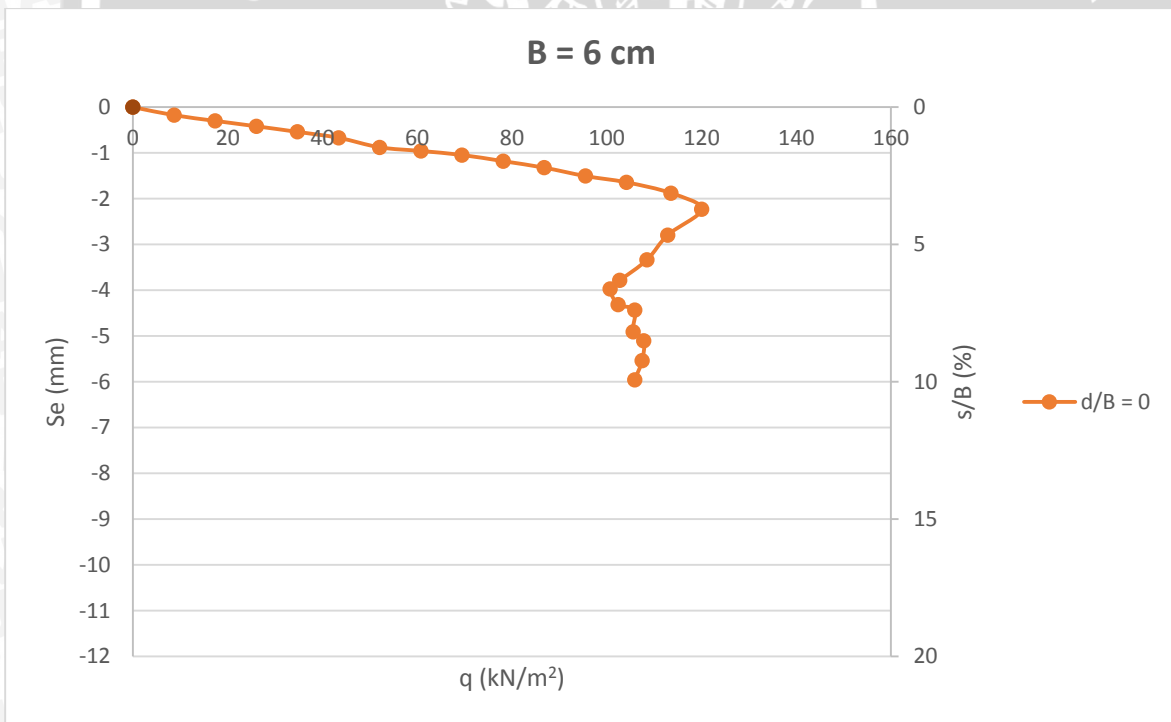
Lapisan		1			2			3			4			5			6			7		
Tinggi Ring	cm	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55	2.60	2.55	2.55
Diameter Ring	cm	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30	2.35	2.30	2.30
1. Berat Ring	gr	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02	18.24	18.07	18.02
2. Berat Ring + Tanah Basah	gr	36.54	36.77	36.12	36.64	36.77	36.62	36.34	36.27	36.32	36.24	36.17	35.52	36.64	35.87	35.52	36.44	35.87	36.52	36.54	36.27	36.12
3. Berat Tanah Basah	gr	18.30	18.70	18.10	18.40	18.70	18.60	18.10	18.20	18.30	18.00	18.10	17.50	18.40	17.80	17.50	18.20	17.80	18.50	18.30	18.20	18.10
4. Volume Tanah	cm ³	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60	11.28	10.60	10.60
5. γ_w	gr/cm ³	1.622	1.764	1.708	1.631	1.764	1.755	1.604	1.717	1.727	1.596	1.708	1.651	1.631	1.679	1.651	1.613	1.679	1.745	1.622	1.717	1.708
6. Berat Ring + Tanah Kering	gr	34.85	34.91	34.24	34.72	34.72	34.67	34.65	34.40	34.46	34.68	34.53	33.99	35.07	34.33	33.98	34.85	34.28	34.65	34.90	34.63	34.49
7. Berat Tanah Kering	gr	16.61	16.84	16.22	16.48	16.65	16.65	16.41	16.33	16.44	16.44	16.46	15.97	16.83	16.26	15.96	16.61	16.21	16.63	16.66	16.56	16.47
8. Berat Air	gr	1.69	1.86	1.88	1.92	2.05	1.95	1.69	1.87	1.86	1.56	1.64	1.53	1.57	1.54	1.54	1.59	1.59	1.87	1.64	1.64	1.63
9. Kadar Air	%	10.17	11.05	11.59	11.65	12.31	11.71	10.30	11.45	11.31	9.49	9.96	9.58	9.33	9.47	9.65	9.57	9.81	11.24	9.84	9.90	9.90
10. Kadar Air Rata-Rata	%	10.44																				
11. γ_d	gr/cm ³	1.472	1.589	1.530	1.461	1.571	1.571	1.455	1.541	1.551	1.457	1.553	1.507	1.492	1.534	1.506	1.472	1.529	1.569	1.477	1.562	1.554
12. γ_d rata-rata	gr	1.522																				

Lampiran 6. Rekapitulasi Data Daya Dukung dan Penurunan Berdasarkan Eksperimen

Tanpa Perkuatan

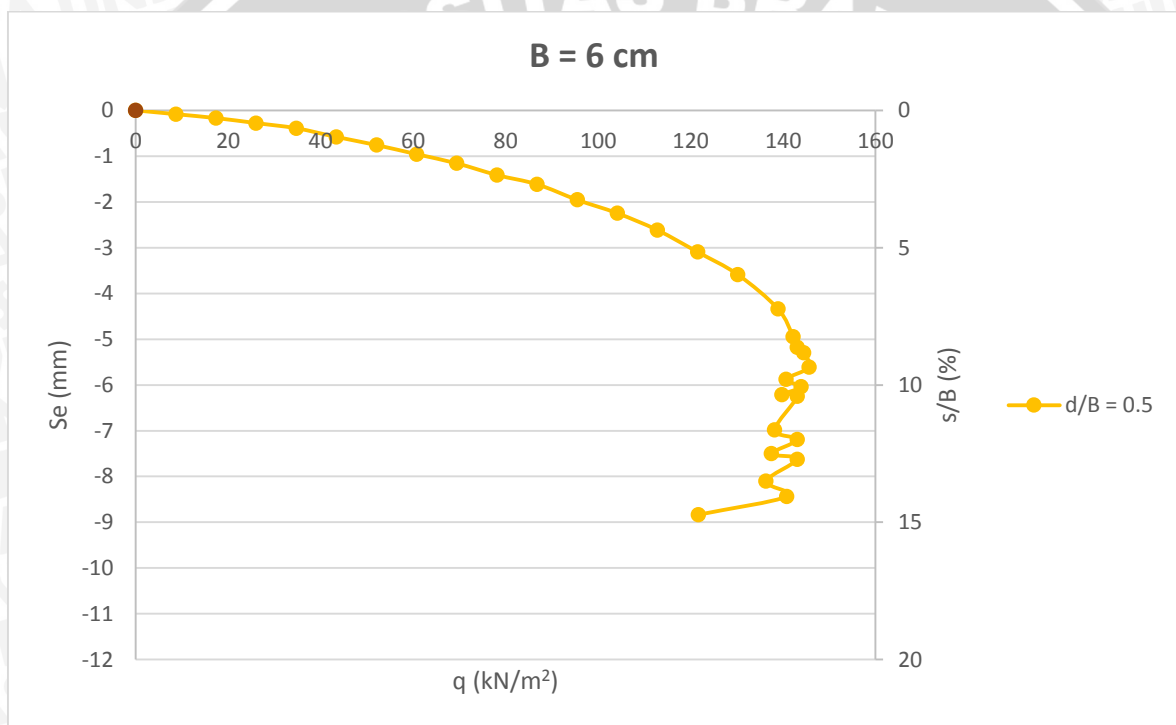
1. $B = 6 \text{ cm}$, $d/B = 0$

BEBAN (kg)	LVDT		LVDT Terkalibrasi		PENURUNAN (mm)			s/B (%)	q (kg/cm ²)	q (kN/m ²)
	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Rata-Rata			
0	-3048	-3255	-30.480	-16.275	0	0	0	0	0	0
50	-3015	-3251	-30.150	-16.255	0.330	0.020	0.175	0.292	0.087	8.681
100	-2995	-3241	-29.950	-16.205	0.530	0.070	0.300	0.500	0.174	17.361
150	-2980	-3224	-29.800	-16.120	0.680	0.155	0.417	0.696	0.260	26.042
200	-2965	-3205	-29.650	-16.025	0.830	0.250	0.540	0.900	0.347	34.722
250	-2953	-3177	-29.530	-15.885	0.950	0.390	0.670	1.117	0.434	43.403
300	-2937	-3126	-29.370	-15.630	1.110	0.645	0.877	1.463	0.521	52.083
350	-2926	-3116	-29.260	-15.580	1.220	0.695	0.957	1.596	0.608	60.764
400	-2918	-3097	-29.180	-15.485	1.300	0.790	1.045	1.742	0.694	69.444
450	-2904	-3071	-29.040	-15.355	1.440	0.920	1.180	1.967	0.781	78.125
500	-2889	-3044	-28.890	-15.220	1.590	1.055	1.323	2.204	0.868	86.806
550	-2871	-3007	-28.710	-15.035	1.770	1.240	1.505	2.508	0.955	95.486
600	-2854	-2986	-28.540	-14.930	1.940	1.345	1.643	2.738	1.042	104.167
654	-2829	-2942	-28.290	-14.710	2.190	1.565	1.878	3.129	1.135	113.542
692	-2786	-2886	-27.860	-14.430	2.620	1.845	2.233	3.721	1.201	120.056
650	-2715	-2803	-27.150	-14.015	3.330	2.260	2.795	4.658	1.128	112.847
625	-2645	-2727	-26.450	-13.635	4.030	2.640	3.335	5.558	1.085	108.507
592	-2577	-2683	-25.770	-13.415	4.710	2.860	3.785	6.308	1.028	102.778
580	-2552	-2658	-25.520	-13.290	4.960	2.985	3.973	6.621	1.007	100.694
590	-2498	-2630	-24.980	-13.150	5.500	3.125	4.313	7.188	1.024	102.431
610	-2480	-2619	-24.800	-13.095	5.680	3.180	4.430	7.383	1.059	105.903
608	-2404	-2579	-24.040	-12.895	6.440	3.380	4.910	8.183	1.056	105.556
621	-2374	-2561	-23.740	-12.805	6.740	3.470	5.105	8.508	1.078	107.813
619	-2308	-2520	-23.080	-12.600	7.400	3.675	5.538	9.229	1.075	107.465
610	-2242	-2484	-22.420	-12.420	8.060	3.855	5.958	9.929	1.059	105.903



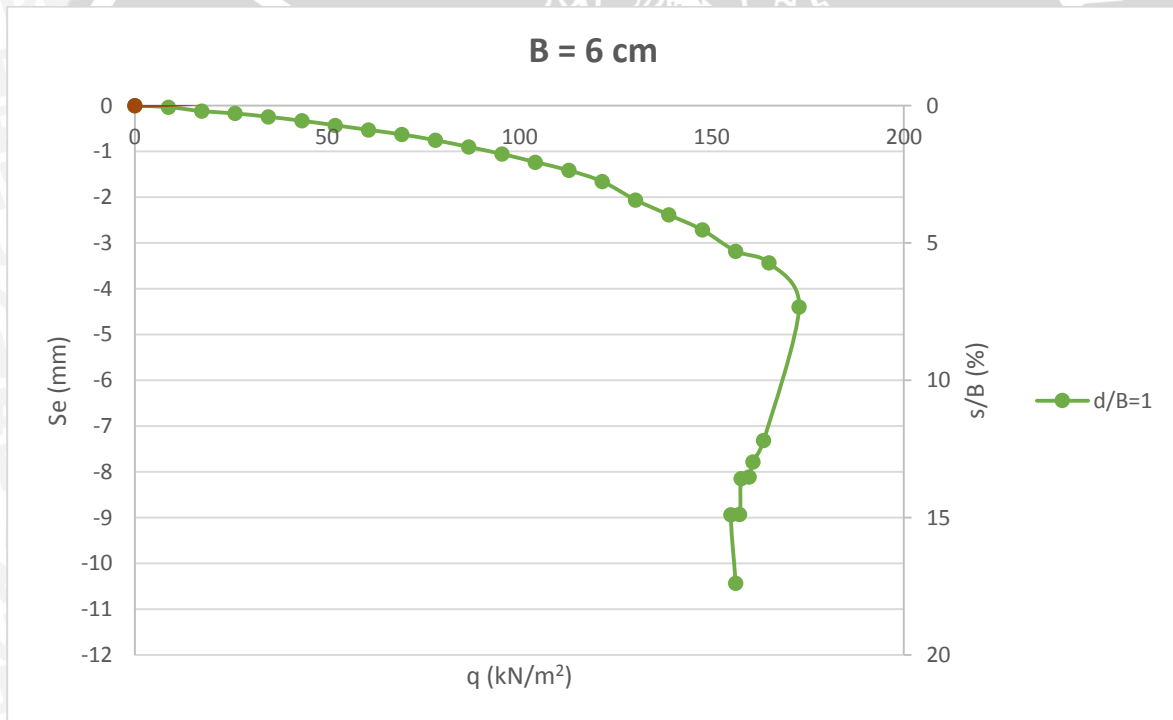
2. $B = 6 \text{ cm}$, $d/B = 0,5$

BEBAN (kg)	LVDT		LVDT Terkalibrasi		PENURUNAN (mm)			s/B (%)	q (kg/cm2)	q (kN/m2)
	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Rata-Rata			
0	-3048	-3255	-30.480	-16.275	0	0	0	0	0	0
50	-3015	-3251	-30.150	-16.255	0.330	0.020	0.175	0.292	0.087	8.681
100	-2995	-3241	-29.950	-16.205	0.530	0.070	0.300	0.500	0.174	17.361
150	-2980	-3224	-29.800	-16.120	0.680	0.155	0.417	0.696	0.260	26.042
200	-2965	-3205	-29.650	-16.025	0.830	0.250	0.540	0.900	0.347	34.722
250	-2953	-3177	-29.530	-15.885	0.950	0.390	0.670	1.117	0.434	43.403
300	-2937	-3126	-29.370	-15.630	1.110	0.645	0.877	1.463	0.521	52.083
350	-2926	-3116	-29.260	-15.580	1.220	0.695	0.957	1.596	0.608	60.764
400	-2918	-3097	-29.180	-15.485	1.300	0.790	1.045	1.742	0.694	69.444
450	-2904	-3071	-29.040	-15.355	1.440	0.920	1.180	1.967	0.781	78.125
500	-2889	-3044	-28.890	-15.220	1.590	1.055	1.323	2.204	0.868	86.806
550	-2871	-3007	-28.710	-15.035	1.770	1.240	1.505	2.508	0.955	95.486
600	-2854	-2986	-28.540	-14.930	1.940	1.345	1.643	2.738	1.042	104.167
654	-2829	-2942	-28.290	-14.710	2.190	1.565	1.878	3.129	1.135	113.542
692	-2786	-2886	-27.860	-14.430	2.620	1.845	2.233	3.721	1.201	120.056
650	-2715	-2803	-27.150	-14.015	3.330	2.260	2.795	4.658	1.128	112.847
625	-2645	-2727	-26.450	-13.635	4.030	2.640	3.335	5.558	1.085	108.507
592	-2577	-2683	-25.770	-13.415	4.710	2.860	3.785	6.308	1.028	102.778
580	-2552	-2658	-25.520	-13.290	4.960	2.985	3.973	6.621	1.007	100.694
590	-2498	-2630	-24.980	-13.150	5.500	3.125	4.313	7.188	1.024	102.431
610	-2480	-2619	-24.800	-13.095	5.680	3.180	4.430	7.383	1.059	105.903
608	-2404	-2579	-24.040	-12.895	6.440	3.380	4.910	8.183	1.056	105.556
621	-2374	-2561	-23.740	-12.805	6.740	3.470	5.105	8.508	1.078	107.813
619	-2308	-2520	-23.080	-12.600	7.400	3.675	5.538	9.229	1.075	107.465
610	-2242	-2484	-22.420	-12.420	8.060	3.855	5.958	9.929	1.059	105.903



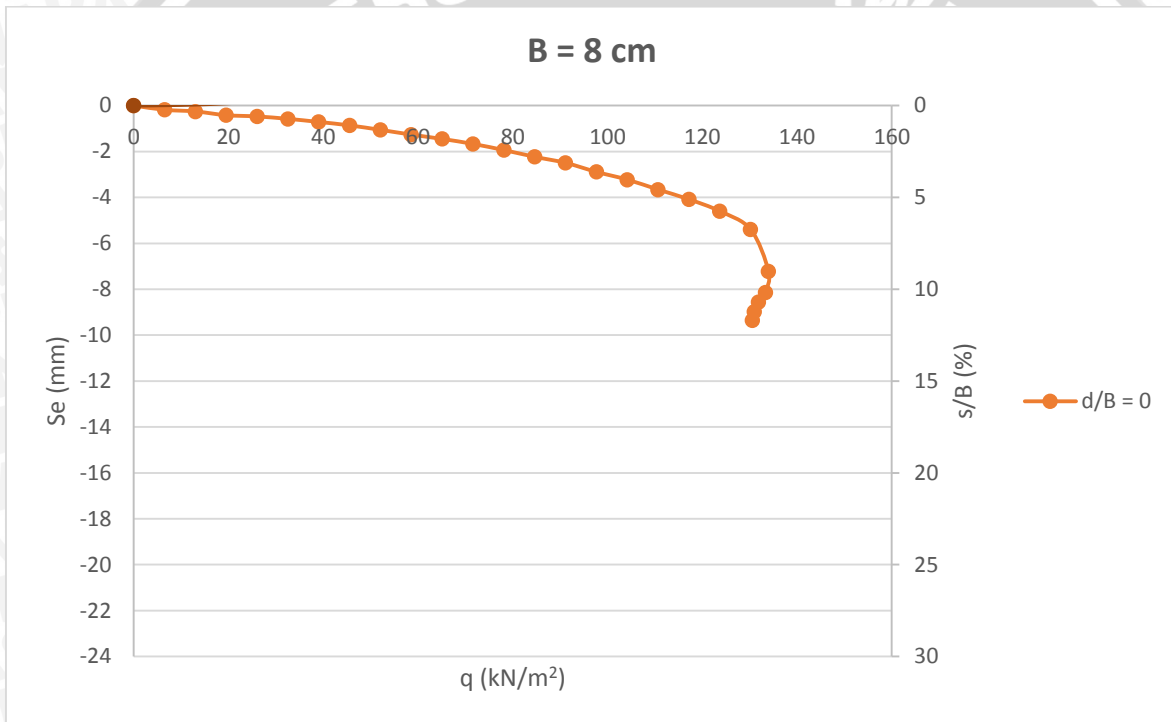
3. $B = 6 \text{ cm}$, $d/B = 1$

BEBAN (kg)	LVDT		LVDT Terkalibrasi		PENURUNAN (mm)			s/B (%)	q (kg/cm ²)	q (kN/m ²)
	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Rata-Rata			
0	-2777	-1651	-27.770	-8.255	0	0	0	0	0	0
50	-2775	-1643	-27.750	-8.215	0.020	0.040	0.030	0.050	0.087	8.681
100	-2769	-1620	-27.690	-8.100	0.080	0.155	0.118	0.196	0.174	17.361
150	-2762	-1614	-27.620	-8.070	0.150	0.185	0.168	0.279	0.260	26.042
200	-2754	-1600	-27.540	-8.000	0.230	0.255	0.243	0.404	0.347	34.722
250	-2746	-1582	-27.460	-7.910	0.310	0.345	0.328	0.546	0.434	43.403
300	-2736	-1562	-27.360	-7.810	0.410	0.445	0.428	0.713	0.521	52.083
350	-2727	-1540	-27.270	-7.700	0.500	0.555	0.528	0.879	0.608	60.764
400	-2718	-1518	-27.180	-7.590	0.590	0.665	0.628	1.046	0.694	69.444
450	-2707	-1490	-27.070	-7.450	0.700	0.805	0.753	1.254	0.781	78.125
500	-2695	-1455	-26.950	-7.275	0.820	0.980	0.900	1.500	0.868	86.806
550	-2682	-1419	-26.820	-7.095	0.950	1.160	1.055	1.758	0.955	95.486
600	-2666	-1380	-26.660	-6.900	1.110	1.355	1.233	2.054	1.042	104.167
650	-2650	-1340	-26.500	-6.700	1.270	1.555	1.413	2.354	1.128	112.847
700	-2630	-1283	-26.300	-6.415	1.470	1.840	1.655	2.758	1.215	121.528
750	-2597	-1188	-25.970	-5.940	1.800	2.315	2.058	3.429	1.302	130.208
800	-2571	-1109	-25.710	-5.545	2.060	2.710	2.385	3.975	1.389	138.889
850	-2545	-1030	-25.450	-5.150	2.320	3.105	2.713	4.521	1.476	147.569
900	-2506	-922	-25.060	-4.610	2.710	3.645	3.178	5.296	1.563	156.250
950	-2485	-861	-24.850	-4.305	2.920	3.950	3.435	5.725	1.649	164.931
995	-2413	-620	-24.130	-3.100	3.640	5.155	4.398	7.329	1.727	172.743
942	-2157	35	-21.570	0.175	6.200	8.430	7.315	12.192	1.635	163.542
926	-2109	126	-21.090	0.630	6.680	8.885	7.783	12.971	1.608	160.764
920	-2078	196	-20.780	0.980	6.990	9.235	8.113	13.521	1.597	159.722
908	-2077	207	-20.770	1.035	7.000	9.290	8.145	13.575	1.576	157.639
906	-2000	366	-20.000	1.830	7.770	10.085	8.928	14.879	1.573	157.292
893	-1999	368	-19.990	1.840	7.780	10.095	8.938	14.896	1.550	155.035
900	-1863	694	-18.630	3.470	9.140	11.725	10.433	17.388	1.563	156.250



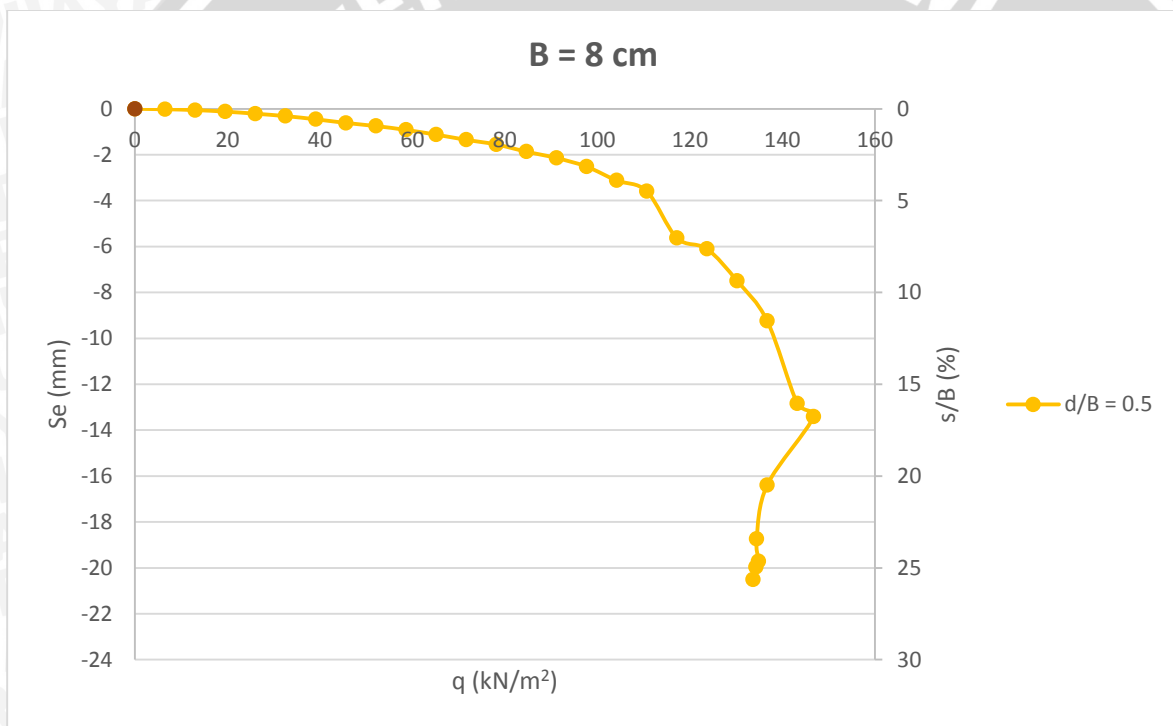
B = 8 cm, d/B = 0

BEBAN (kg)	LVDT		LVDT Terkalibrasi		PENURUNAN (mm)			s/B (%)	q (kg/cm ²)	q (kN/m ²)
	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Rata-Rata			
0	-3484	-2213	-34.840	-11.065	0	0	0	0	0	0
50	-3467	-2174	-34.670	-10.870	0.170	0.195	0.183	0.228	0.065	6.510
100	-3463	-2153	-34.630	-10.765	0.210	0.300	0.255	0.319	0.130	13.021
150	-3445	-2124	-34.450	-10.620	0.390	0.445	0.418	0.522	0.195	19.531
200	-3440	-2112	-34.400	-10.560	0.440	0.505	0.473	0.591	0.260	26.042
250	-3429	-2092	-34.290	-10.460	0.550	0.605	0.578	0.722	0.326	32.552
300	-3415	-2066	-34.150	-10.330	0.690	0.735	0.713	0.891	0.391	39.063
350	-3401	-2034	-34.010	-10.170	0.830	0.895	0.863	1.078	0.456	45.573
400	-3383	-1992	-33.830	-9.960	1.010	1.105	1.058	1.322	0.521	52.083
450	-3362	-1951	-33.620	-9.755	1.220	1.310	1.265	1.581	0.586	58.594
500	-3343	-1914	-33.430	-9.570	1.410	1.495	1.453	1.816	0.651	65.104
550	-3321	-1871	-33.210	-9.355	1.630	1.710	1.670	2.088	0.716	71.615
600	-3291	-1824	-32.910	-9.120	1.930	1.945	1.938	2.422	0.781	78.125
650	-3260	-1768	-32.600	-8.840	2.240	2.225	2.233	2.791	0.846	84.635
700	-3233	-1717	-32.330	-8.585	2.510	2.480	2.495	3.119	0.911	91.146
750	-3194	-1638	-31.940	-8.190	2.900	2.875	2.888	3.609	0.977	97.656
800	-3158	-1575	-31.580	-7.875	3.260	3.190	3.225	4.031	1.042	104.167
850	-3111	-1496	-31.110	-7.480	3.730	3.585	3.658	4.572	1.107	110.677
900	-3067	-1414	-30.670	-7.070	4.170	3.995	4.083	5.103	1.172	117.188
950	-3012	-1318	-30.120	-6.590	4.720	4.475	4.598	5.747	1.237	123.698
1000	-2922	-1180	-29.220	-5.900	5.620	5.165	5.393	6.741	1.302	130.208
1029	-2723	-848	-27.230	-4.240	7.610	6.825	7.218	9.022	1.340	133.984
1024	-2623	-678	-26.230	-3.390	8.610	7.675	8.143	10.178	1.333	133.333
1013	-2575	-607	-25.750	-3.035	9.090	8.030	8.560	10.700	1.319	131.901
1006	-2532	-527	-25.320	-2.635	9.520	8.430	8.975	11.219	1.310	130.990
1003	-2493	-456	-24.930	-2.280	9.910	8.785	9.348	11.684	1.306	130.599



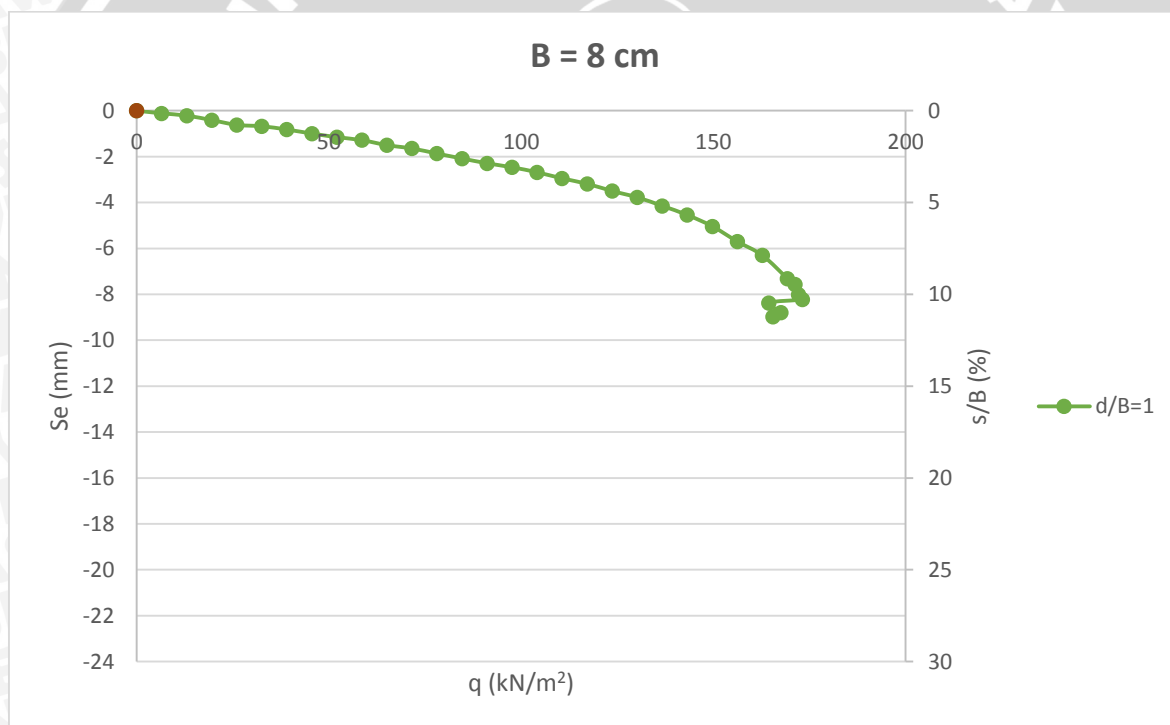
4. $B = 8 \text{ cm}$, $d/B = 0,5$

BEBAN (kg)	LVDT		LVDT Terkalibrasi		PENURUNAN (mm)			s/B (%)	q (kg/cm2)	q (kN/m2)
	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Rata-Rata			
0	-4979	-1006	-49.790	-5.030	0	0	0	0	0	0
50	-4977	-1002	-49.770	-5.010	0.020	0.020	0.020	0.025	0.065	6.510
100	-4977	-988	-49.770	-4.940	0.020	0.090	0.055	0.069	0.130	13.021
150	-4976	-963	-49.760	-4.815	0.030	0.215	0.123	0.153	0.195	19.531
200	-4971	-937	-49.710	-4.685	0.080	0.345	0.212	0.266	0.260	26.042
250	-4966	-905	-49.660	-4.525	0.130	0.505	0.317	0.397	0.326	32.552
300	-4958	-866	-49.580	-4.330	0.210	0.700	0.455	0.569	0.391	39.063
350	-4949	-820	-49.490	-4.100	0.300	0.930	0.615	0.769	0.456	45.573
400	-4941	-782	-49.410	-3.910	0.380	1.120	0.750	0.937	0.521	52.083
450	-4931	-735	-49.310	-3.675	0.480	1.355	0.917	1.147	0.586	58.594
500	-4917	-680	-49.170	-3.400	0.620	1.630	1.125	1.406	0.651	65.104
550	-4901	-622	-49.010	-3.110	0.780	1.920	1.350	1.688	0.716	71.615
600	-4885	-573	-48.850	-2.865	0.940	2.165	1.553	1.941	0.781	78.125
650	-4862	-494	-48.620	-2.470	1.170	2.560	1.865	2.331	0.846	84.635
700	-4840	-427	-48.400	-2.135	1.390	2.895	2.143	2.678	0.911	91.146
750	-4812	-333	-48.120	-1.665	1.670	3.365	2.518	3.147	0.977	97.656
800	-4765	-185	-47.650	-0.925	2.140	4.105	3.123	3.903	1.042	104.167
850	-4728	-71	-47.280	-0.355	2.510	4.675	3.593	4.491	1.107	110.677
900	-4530	345	-45.300	1.725	4.490	6.755	5.623	7.028	1.172	117.188
950	-4475	427	-44.750	2.135	5.040	7.165	6.103	7.628	1.237	123.698
1000	-4333	699	-43.330	3.495	6.460	8.525	7.493	9.366	1.302	130.208
1050	-4160	1050	-41.600	5.250	8.190	10.280	9.235	11.544	1.367	136.719
1100	-3803	1777	-38.030	8.885	11.760	13.915	12.838	16.047	1.432	143.229
1127	-3750	1899	-37.500	9.495	12.290	14.525	13.408	16.759	1.467	146.745
1050	-3420	2432	-34.200	12.160	15.590	17.190	16.390	20.488	1.367	136.719
1032.5	-3154	2836	-31.540	14.180	18.250	19.210	18.730	23.413	1.344	134.440
1035.5	-3051	3023	-30.510	15.115	19.280	20.145	19.713	24.641	1.348	134.831
1031.5	-3026	3072	-30.260	15.360	19.530	20.390	19.960	24.950	1.343	134.310
1026.5	-2968	3174	-29.680	15.870	20.110	20.900	20.505	25.631	1.337	133.659



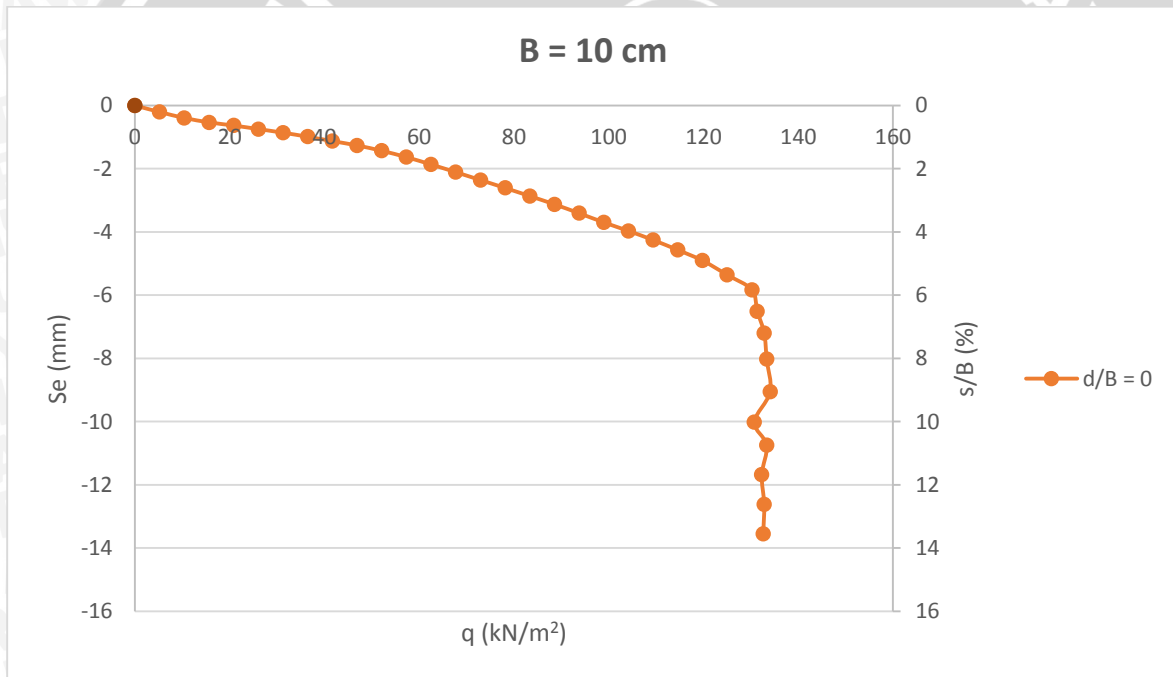
5. $B = 8 \text{ cm}$, $d/B = 1$

BEBAN (kg)	LVDT		LVDT Terkalibrasi		PENURUNAN (mm)			s/B (%)	q (kg/cm ²)	q (kN/m ²)
	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Rata-Rata			
0	-2597	-3760	-25.970	-18.800	0	0	0	0	0	0
50	-2585	-3738	-25.850	-18.690	0.120	0.110	0.115	0.144	0.065	6.510
100	-2577	-3714	-25.770	-18.570	0.200	0.230	0.215	0.269	0.130	13.021
150	-2550	-3690	-25.500	-18.450	0.470	0.350	0.410	0.513	0.195	19.531
200	-2525	-3657	-25.250	-18.285	0.720	0.515	0.618	0.772	0.260	26.042
250	-2523	-3637	-25.230	-18.185	0.740	0.615	0.678	0.847	0.326	32.552
300	-2509	-3608	-25.090	-18.040	0.880	0.760	0.820	1.025	0.391	39.063
350	-2490	-3576	-24.900	-17.880	1.070	0.920	0.995	1.244	0.456	45.573
400	-2475	-3543	-24.750	-17.715	1.220	1.085	1.153	1.441	0.521	52.083
450	-2466	-3509	-24.660	-17.545	1.310	1.255	1.283	1.603	0.586	58.594
500	-2440	-3474	-24.400	-17.370	1.570	1.430	1.500	1.875	0.651	65.104
550	-2428	-3440	-24.280	-17.200	1.690	1.600	1.645	2.056	0.716	71.615
600	-2401	-3405	-24.010	-17.025	1.960	1.775	1.868	2.334	0.781	78.125
650	-2375	-3371	-23.750	-16.855	2.220	1.945	2.083	2.603	0.846	84.635
700	-2352	-3334	-23.520	-16.670	2.450	2.130	2.290	2.863	0.911	91.146
750	-2337	-3294	-23.370	-16.470	2.600	2.330	2.465	3.081	0.977	97.656
800	-2314	-3253	-23.140	-16.265	2.830	2.535	2.683	3.353	1.042	104.167
850	-2282	-3210	-22.820	-16.050	3.150	2.750	2.950	3.688	1.107	110.677
900	-2255	-3170	-22.550	-15.850	3.420	2.950	3.185	3.981	1.172	117.188
950	-2217	-3120	-22.170	-15.600	3.800	3.200	3.500	4.375	1.237	123.698
1000	-2188	-3068	-21.880	-15.340	4.090	3.460	3.775	4.719	1.302	130.208
1050	-2142	-3011	-21.420	-15.055	4.550	3.745	4.148	5.184	1.367	136.719
1100	-2097	-2943	-20.970	-14.715	5.000	4.085	4.543	5.678	1.432	143.229
1150	-2040	-2859	-20.400	-14.295	5.570	4.505	5.038	6.297	1.497	149.740
1200	-1956	-2762	-19.560	-13.810	6.410	4.990	5.700	7.125	1.563	156.250
1250	-1879	-2675	-18.790	-13.375	7.180	5.425	6.303	7.878	1.628	162.760
1300	-1750	-2529	-17.500	-12.645	8.470	6.155	7.313	9.141	1.693	169.271
1315	-1716	-2494	-17.160	-12.470	8.810	6.330	7.570	9.463	1.712	171.224
1322	-1673	-2402	-16.730	-12.010	9.240	6.790	8.015	10.019	1.721	172.135
1330	-1650	-2366	-16.500	-11.830	9.470	6.970	8.220	10.275	1.732	173.177
1263	-1636	-2334	-16.360	-11.670	9.610	7.130	8.370	10.463	1.645	164.453
1287	-1600	-2234	-16.000	-11.170	9.970	7.630	8.800	11.000	1.676	167.578
1271	-1563	-2236	-15.630	-11.180	10.340	7.620	8.980	11.225	1.655	165.495



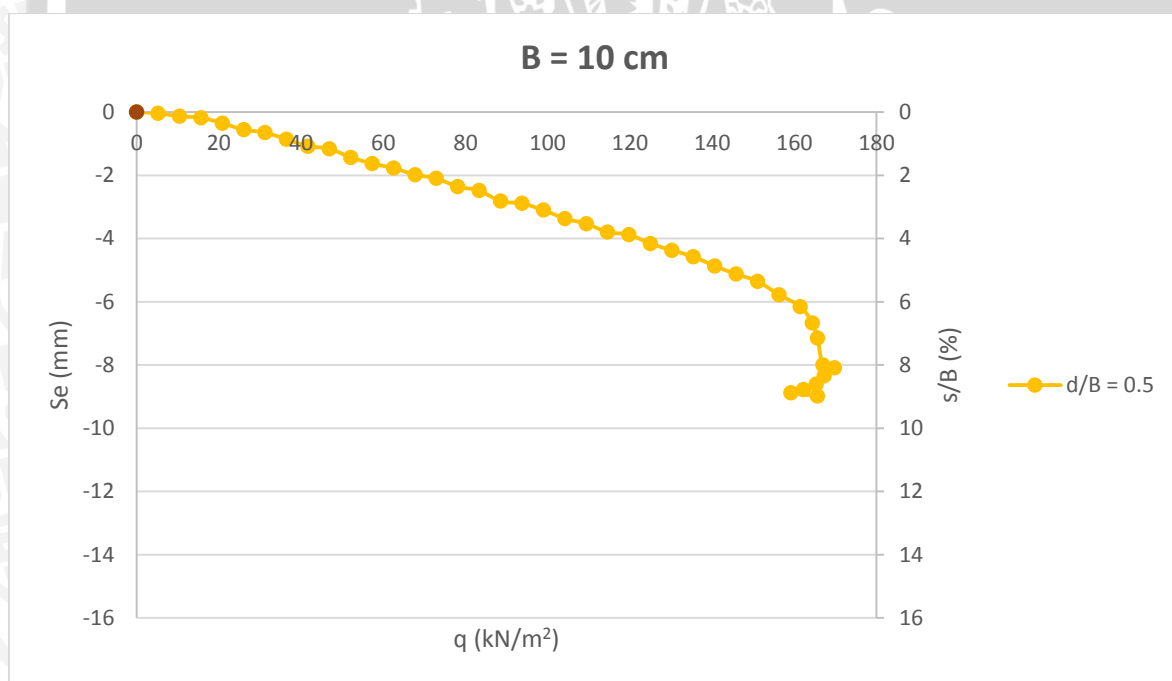
$B = 10 \text{ cm}$, $d/B = 0$

BEBAN (kg)	LVDT		LVDT Terkalibrasi		PENURUNAN (mm)			s/B (%)	q (kg/cm2)	q (kN/m2)
	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Rata-Rata			
0	-3544	-899	-35.440	-4.495	0	0	0	0	0	0
50	-3542	-821	-35.420	-4.105	0.020	0.390	0.205	0.205	0.052	5.208
100	-3542	-746	-35.420	-3.730	0.020	0.765	0.392	0.392	0.104	10.417
150	-3548	-678	-35.480	-3.390	-0.040	1.105	0.532	0.532	0.156	15.625
200	-3563	-608	-35.630	-3.040	-0.190	1.455	0.632	0.632	0.208	20.833
250	-3576	-537	-35.760	-2.685	-0.320	1.810	0.745	0.745	0.260	26.042
300	-3590	-463	-35.900	-2.315	-0.460	2.180	0.860	0.860	0.313	31.250
350	-3602	-388	-36.020	-1.940	-0.580	2.555	0.987	0.987	0.365	36.458
400	-3614	-309	-36.140	-1.545	-0.700	2.950	1.125	1.125	0.417	41.667
450	-3624	-234	-36.240	-1.170	-0.800	3.325	1.263	1.263	0.469	46.875
500	-3629	-156	-36.290	-0.780	-0.850	3.715	1.433	1.433	0.521	52.083
550	-3630	-74	-36.300	-0.370	-0.860	4.125	1.633	1.633	0.573	57.292
600	-3625	9	-36.250	0.045	-0.810	4.540	1.865	1.865	0.625	62.500
650	-3619	94	-36.190	0.470	-0.750	4.965	2.108	2.108	0.677	67.708
700	-3612	180	-36.120	0.900	-0.680	5.395	2.358	2.358	0.729	72.917
750	-3607	270	-36.070	1.350	-0.630	5.845	2.608	2.608	0.781	78.125
800	-3599	357	-35.990	1.785	-0.550	6.280	2.865	2.865	0.833	83.333
850	-3589	441	-35.890	2.205	-0.450	6.700	3.125	3.125	0.885	88.542
900	-3576	528	-35.760	2.640	-0.320	7.135	3.408	3.408	0.938	93.750
950	-3559	610	-35.590	3.050	-0.150	7.545	3.698	3.698	0.990	98.958
1000	-3547	694	-35.470	3.470	-0.030	7.965	3.968	3.968	1.042	104.167
1050	-3530	775	-35.300	3.875	0.140	8.370	4.255	4.255	1.094	109.375
1100	-3509	859	-35.090	4.295	0.350	8.790	4.570	4.570	1.146	114.583
1150	-3485	945	-34.850	4.725	0.590	9.220	4.905	4.905	1.198	119.792
1200	-3436	1028	-34.360	5.140	1.080	9.635	5.358	5.358	1.250	125.000
1250	-3384	1113	-33.840	5.565	1.600	10.060	5.830	5.830	1.302	130.208
1261	-3292	1200	-32.920	6.000	2.520	10.495	6.508	6.508	1.314	131.354
1275	-3197	1287	-31.970	6.435	3.470	10.930	7.200	7.200	1.328	132.813
1280	-3106	1434	-31.060	7.170	4.380	11.665	8.023	8.023	1.333	133.333
1287	-2958	1552	-29.580	7.760	5.860	12.255	9.058	9.058	1.341	134.063
1255	-2816	1651	-28.160	8.255	7.280	12.750	10.015	10.015	1.307	130.729
1280	-2710	1731	-27.100	8.655	8.340	13.150	10.745	10.745	1.333	133.333
1270	-2569	1823	-25.690	9.115	9.750	13.610	11.680	11.680	1.323	132.292
1275	-2428	1915	-24.280	9.575	11.160	14.070	12.615	12.615	1.328	132.813
1273	-2287	2007	-22.870	10.035	12.570	14.530	13.550	13.550	1.326	132.604



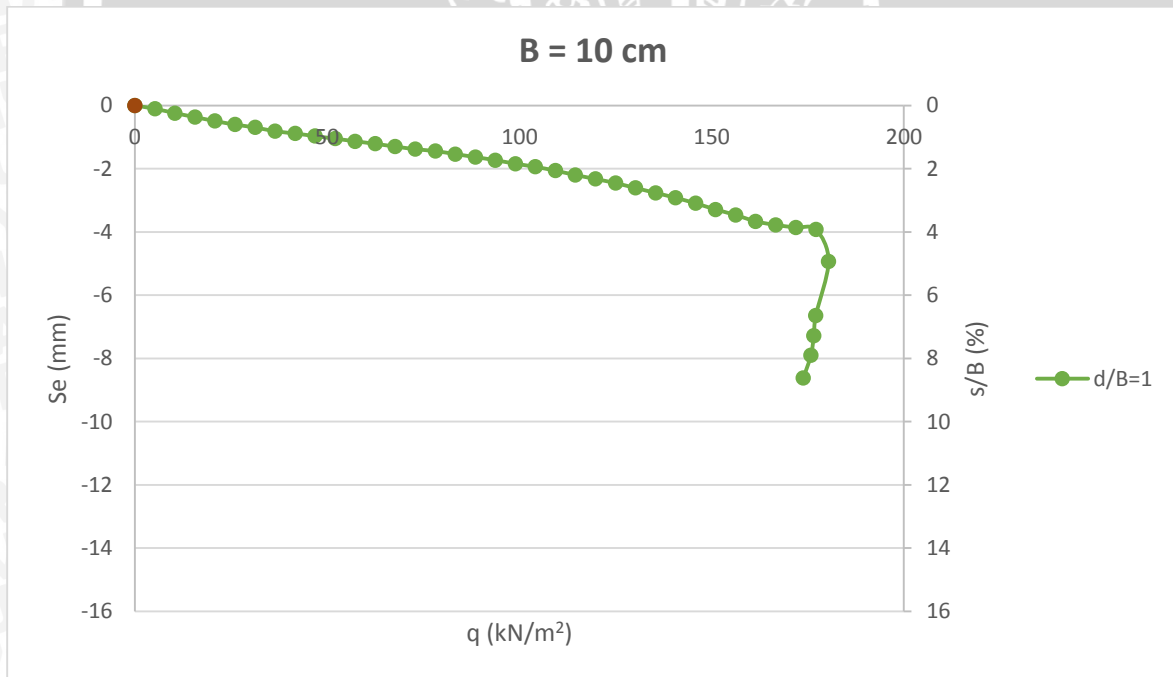
6. $B = 10 \text{ cm}$, $d/B = 0,5$

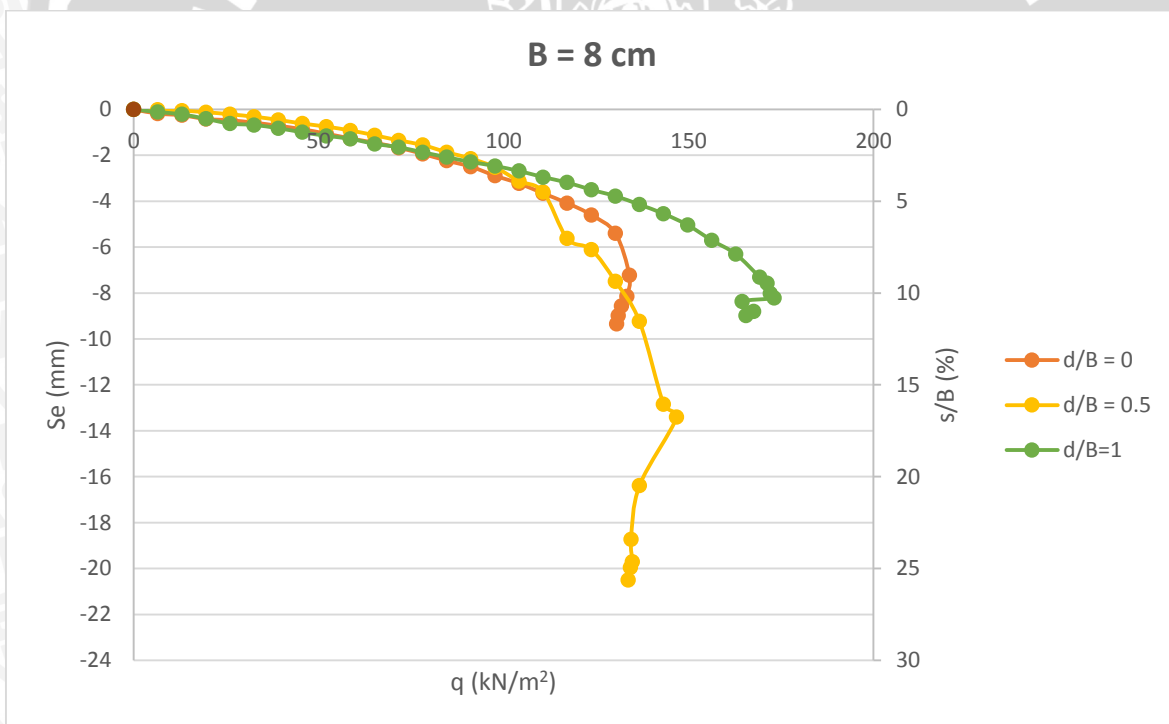
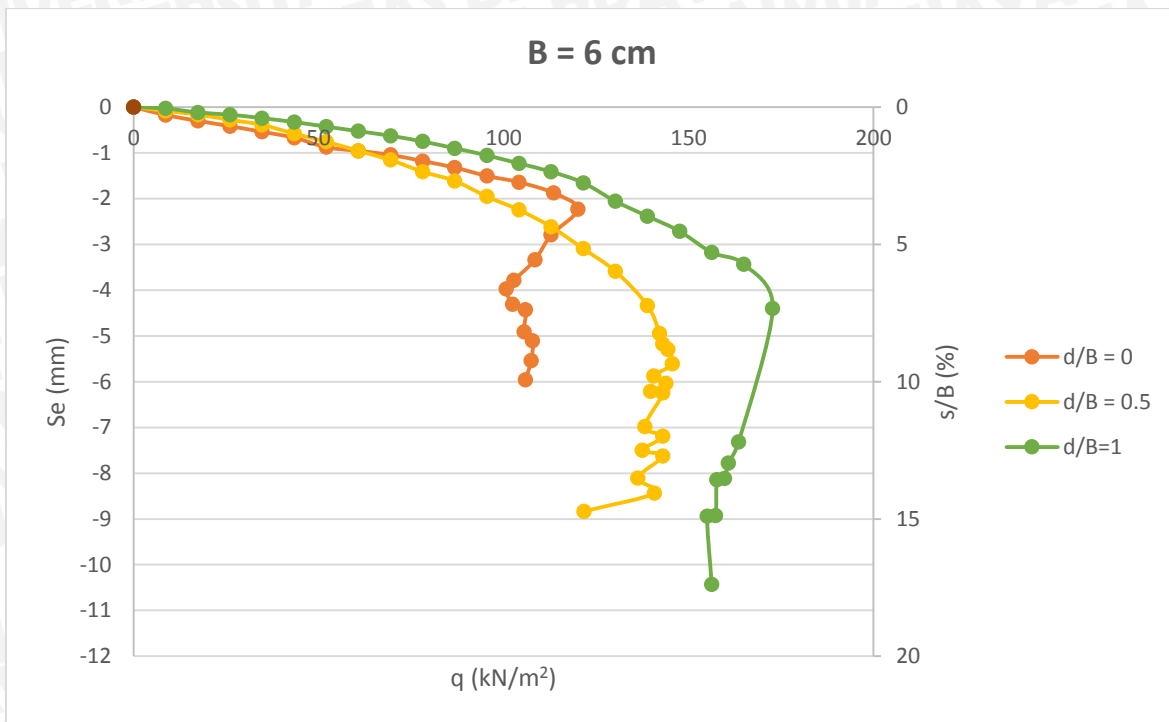
BEBAN (kg)	LVDT		LVDT Terkalibrasi		PENURUNAN (mm)			s/B (%)	q (kg/cm2)	q (kN/m2)
	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Rata-Rata			
0	-4326	-270	-43.260	-1.350	0	0	0	0	0	0
50	-4324	-258	-43.240	-1.290	0.020	0.060	0.040	0.040	0.052	5.208
100	-4312	-244	-43.120	-1.220	0.140	0.130	0.135	0.135	0.104	10.417
150	-4309	-232	-43.090	-1.160	0.170	0.190	0.180	0.180	0.156	15.625
200	-4287	-207	-42.870	-1.035	0.390	0.315	0.353	0.353	0.208	20.833
250	-4268	-164	-42.680	-0.820	0.580	0.530	0.555	0.555	0.260	26.042
300	-4259	-144	-42.590	-0.720	0.670	0.630	0.650	0.650	0.313	31.250
350	-4233	-111	-42.330	-0.555	0.930	0.795	0.863	0.863	0.365	36.458
400	-4207	-75	-42.070	-0.375	1.190	0.975	1.083	1.083	0.417	41.667
450	-4205	-48	-42.050	-0.240	1.210	1.110	1.160	1.160	0.469	46.875
500	-4168	-12	-41.680	-0.060	1.580	1.290	1.435	1.435	0.521	52.083
550	-4146	22	-41.460	0.110	1.800	1.460	1.630	1.630	0.573	57.292
600	-4134	55	-41.340	0.275	1.920	1.625	1.773	1.773	0.625	62.500
650	-4107	85	-41.070	0.425	2.190	1.775	1.983	1.983	0.677	67.708
700	-4101	120	-41.010	0.600	2.250	1.950	2.100	2.100	0.729	72.917
750	-4062	147	-40.620	0.735	2.640	2.085	2.363	2.363	0.781	78.125
800	-4057	186	-40.570	0.930	2.690	2.280	2.485	2.485	0.833	83.333
850	-4018	242	-40.180	1.210	3.080	2.560	2.820	2.820	0.885	88.542
900	-4014	262	-40.140	1.310	3.120	2.660	2.890	2.890	0.938	93.750
950	-3991	301	-39.910	1.505	3.350	2.855	3.103	3.103	0.990	98.958
1000	-3957	339	-39.570	1.695	3.690	3.045	3.368	3.368	1.042	104.167
1050	-3944	379	-39.440	1.895	3.820	3.245	3.533	3.533	1.094	109.375
1100	-3913	423	-39.130	2.115	4.130	3.465	3.798	3.798	1.146	114.583
1150	-3915	461	-39.150	2.305	4.110	3.655	3.883	3.883	1.198	119.792
1200	-3883	508	-38.830	2.540	4.430	3.890	4.160	4.160	1.250	125.000
1250	-3862	551	-38.620	2.755	4.640	4.105	4.373	4.373	1.302	130.208
1300	-3848	605	-38.480	3.025	4.780	4.375	4.578	4.578	1.354	135.417
1350	-3814	653	-38.140	3.265	5.120	4.615	4.868	4.868	1.406	140.625
1400	-3792	713	-37.920	3.565	5.340	4.915	5.128	5.128	1.458	145.833
1450	-3773	766	-37.730	3.830	5.530	5.180	5.355	5.355	1.510	151.042
1500	-3743	875	-37.430	4.375	5.830	5.725	5.778	5.778	1.563	156.250
1550	-3706	953	-37.060	4.765	6.200	6.115	6.158	6.158	1.615	161.458
1578	-3662	1072	-36.620	5.360	6.640	6.710	6.675	6.675	1.644	164.375
1590	-3624	1187	-36.240	5.935	7.020	7.285	7.153	7.153	1.656	165.625
1603	-3556	1390	-35.560	6.950	7.700	8.300	8.000	8.000	1.670	166.979
1630	-3548	1409	-35.480	7.045	7.780	8.395	8.088	8.088	1.698	169.792
1606	-3528	1472	-35.280	7.360	7.980	8.710	8.345	8.345	1.673	167.292
1587	-3511	1541	-35.110	7.705	8.150	9.055	8.603	8.603	1.653	165.313
1557	-3488	1564	-34.880	7.820	8.380	9.170	8.775	8.775	1.622	162.188
1528	-3482	1593	-34.820	7.965	8.440	9.315	8.878	8.878	1.592	159.167
1590	-3476	1622	-34.760	8.110	8.500	9.460	8.980	8.980	1.656	165.625

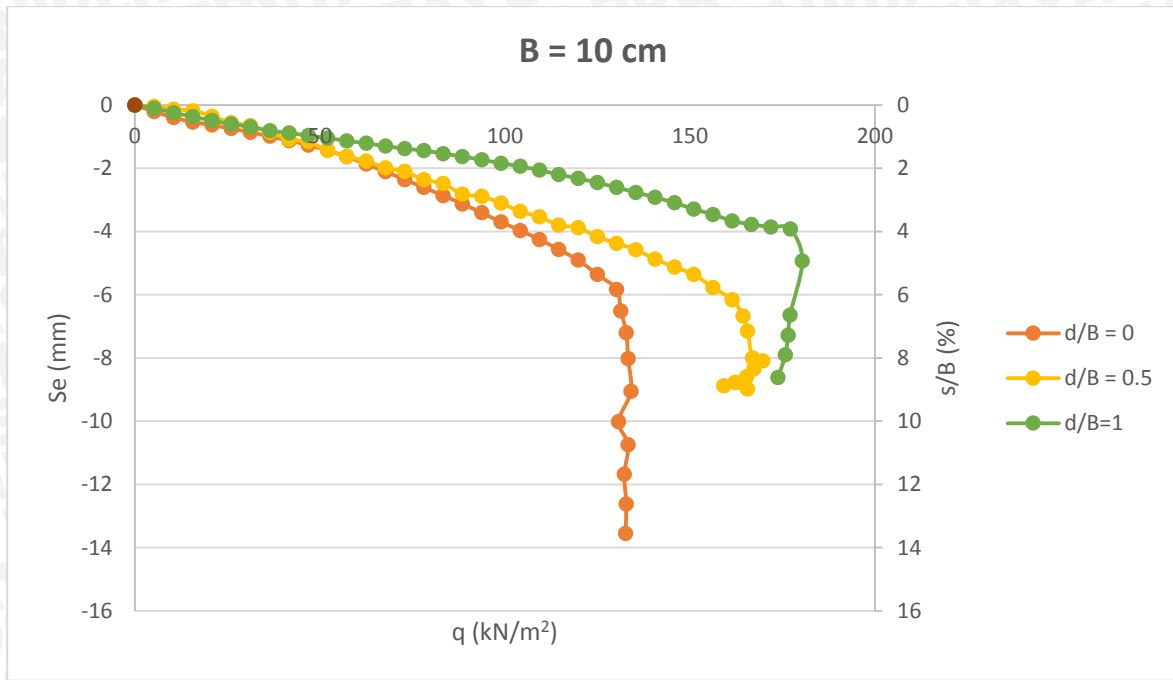


7. $B = 8 \text{ cm}$, $d/B = 1$

BEBAN (kg)	LVDT		LVDT Terkalibrasi		PENURUNAN (mm)			s/B (%)	q (kg/cm2)	q (kN/m2)
	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Rata-Rata			
0	-3907	-1852	-39.070	-9.260	0	0	0	0	0	0
50	-3899	-1827	-38.990	-9.135	0.080	0.125	0.102	0.102	0.052	5.208
100	-3888	-1794	-38.880	-8.970	0.190	0.290	0.240	0.240	0.104	10.417
150	-3879	-1762	-38.790	-8.810	0.280	0.450	0.365	0.365	0.156	15.625
200	-3869	-1732	-38.690	-8.660	0.380	0.600	0.490	0.490	0.208	20.833
250	-3859	-1707	-38.590	-8.535	0.480	0.725	0.602	0.602	0.260	26.042
300	-3851	-1687	-38.510	-8.435	0.560	0.825	0.693	0.693	0.313	31.250
350	-3840	-1661	-38.400	-8.305	0.670	0.955	0.813	0.813	0.365	36.458
400	-3834	-1645	-38.340	-8.225	0.730	1.035	0.882	0.882	0.417	41.667
450	-3827	-1625	-38.270	-8.125	0.800	1.135	0.967	0.967	0.469	46.875
500	-3820	-1607	-38.200	-8.055	0.870	1.225	1.048	1.048	0.521	52.083
550	-3813	-1588	-38.130	-7.940	0.940	1.320	1.130	1.130	0.573	57.292
600	-3806	-1570	-38.060	-7.850	1.010	1.410	1.210	1.210	0.625	62.500
650	-3799	-1549	-37.990	-7.745	1.080	1.515	1.298	1.298	0.677	67.708
700	-3792	-1530	-37.920	-7.650	1.150	1.610	1.380	1.380	0.729	72.917
750	-3785	-1520	-37.850	-7.600	1.220	1.660	1.440	1.440	0.781	78.125
800	-3777	-1498	-37.770	-7.490	1.300	1.770	1.535	1.535	0.833	83.333
850	-3769	-1476	-37.690	-7.380	1.380	1.880	1.630	1.630	0.885	88.542
900	-3760	-1455	-37.600	-7.275	1.470	1.985	1.728	1.728	0.938	93.750
950	-3750	-1430	-37.500	-7.150	1.570	2.110	1.840	1.840	0.990	98.958
1000	-3741	-1409	-37.410	-7.045	1.660	2.215	1.938	1.938	1.042	104.167
1050	-3730	-1382	-37.300	-6.910	1.770	2.350	2.060	2.060	1.094	109.375
1100	-3718	-1351	-37.180	-6.755	1.890	2.505	2.198	2.198	1.146	114.583
1150	-3706	-1325	-37.060	-6.625	2.010	2.635	2.323	2.323	1.198	119.792
1200	-3695	-1295	-36.950	-6.475	2.120	2.785	2.453	2.453	1.250	125.000
1250	-3681	-1261	-36.810	-6.305	2.260	2.955	2.608	2.608	1.302	130.208
1300	-3667	-1227	-36.670	-6.135	2.400	3.125	2.763	2.763	1.354	135.417
1350	-3653	-1193	-36.530	-5.965	2.540	3.295	2.918	2.918	1.406	140.625
1400	-3637	-1155	-36.370	-5.775	2.700	3.485	3.093	3.093	1.458	145.833
1450	-3619	-1113	-36.190	-5.565	2.880	3.695	3.288	3.288	1.510	151.042
1500	-3603	-1075	-36.030	-5.375	3.040	3.885	3.463	3.463	1.563	156.250
1550	-3585	-1031	-35.850	-5.155	3.220	4.105	3.663	3.663	1.615	161.458
1600	-3575	-1005	-35.750	-5.025	3.320	4.235	3.778	3.778	1.667	166.667
1650	-3568	-988	-35.680	-4.940	3.390	4.320	3.855	3.855	1.719	171.875
1701	-3562	-973	-35.620	-4.865	3.450	4.395	3.923	3.923	1.772	177.188
1732	-3472	-749	-34.720	-3.745	4.350	5.515	4.933	4.933	1.804	180.417
1700	-3319	-371	-33.190	-1.855	5.880	7.405	6.643	6.643	1.771	177.083
1695	-3263	-227	-32.630	-1.135	6.440	8.125	7.283	7.283	1.766	176.563
1688	-3211	-84	-32.110	-0.420	6.960	8.840	7.900	7.900	1.758	175.833
1669	-3146	72	-31.460	0.360	7.610	9.620	8.615	8.615	1.739	173.854



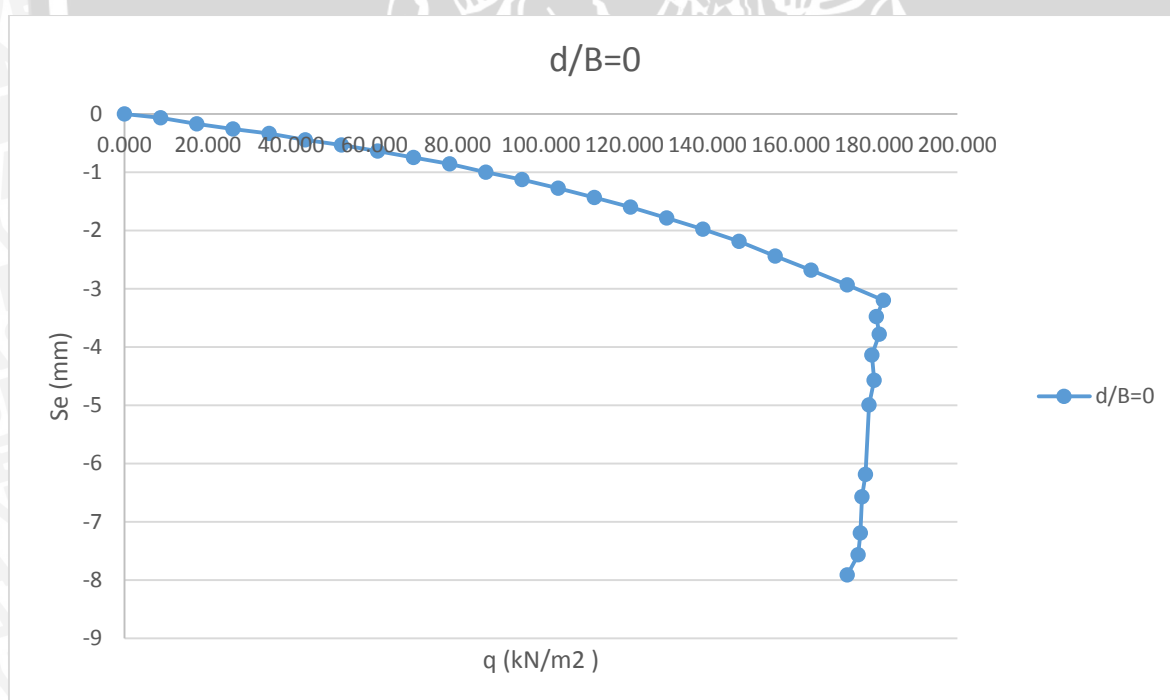




Dengan Perkuatan

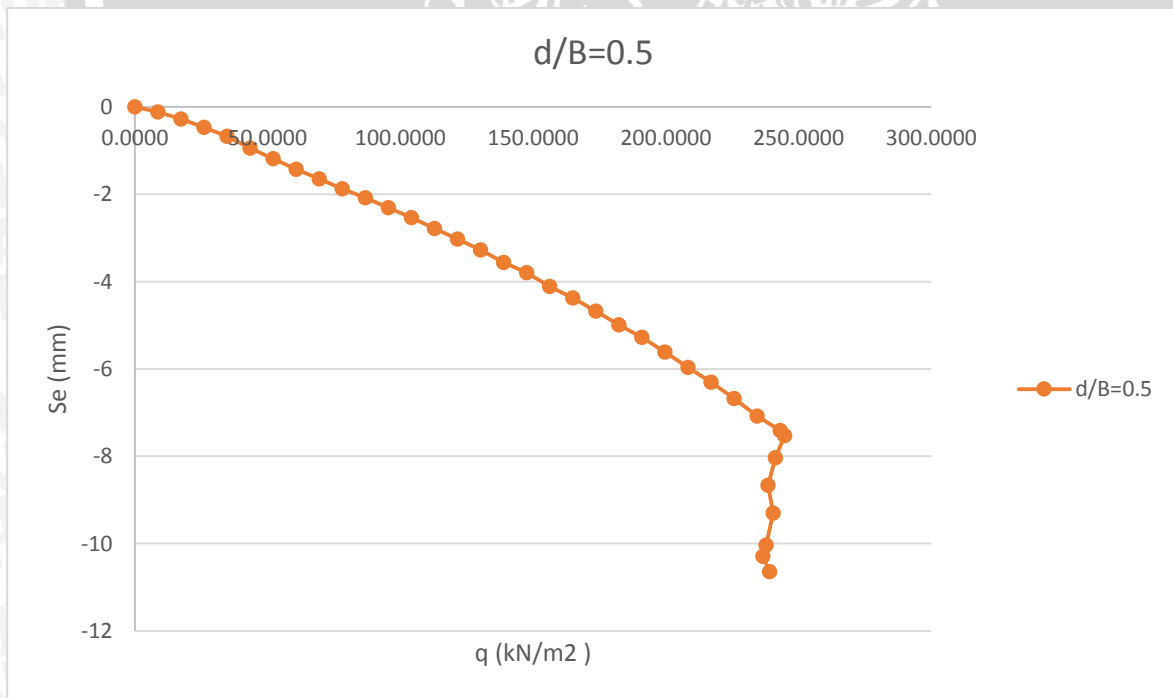
1. $B = 6 \text{ cm}$, $d/B = 0$, $n = 2$, $u/B = 0,5$

BEBAN (kg)	LVDT		LVDT Terkalibrasi		PENURUNAN (mm)			s/B (%)	q (kg/cm ²)	q (kN/m ²)
	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Rata-Rata			
0	-3008	-2856	-30.08	-14.28	0	0	0	0.000	0.000	0.000
50	-3001	-2843	-30.01	-14.215	0.07	0.065	0.0675	0.113	0.087	8.681
100	-2989	-2826	-29.89	-14.13	0.19	0.15	0.17	0.283	0.174	17.361
150	-2979	-2810	-29.79	-14.05	0.29	0.23	0.26	0.433	0.260	26.042
200	-2970	-2798	-29.7	-13.99	0.38	0.29	0.335	0.558	0.347	34.722
250	-2956	-2781	-29.56	-13.905	0.52	0.375	0.4475	0.746	0.434	43.403
300	-2946	-2767	-29.46	-13.835	0.62	0.445	0.5325	0.888	0.521	52.083
350	-2932	-2753	-29.32	-13.765	0.76	0.515	0.6375	1.063	0.608	60.764
400	-2919	-2735	-29.19	-13.675	0.89	0.605	0.7475	1.246	0.694	69.444
450	-2904	-2720	-29.04	-13.6	1.04	0.68	0.86	1.433	0.781	78.125
500	-2887	-2697	-28.87	-13.485	1.21	0.795	1.0025	1.671	0.868	86.806
550	-2872	-2677	-28.72	-13.385	1.36	0.895	1.1275	1.879	0.955	95.486
600	-2853	-2655	-28.53	-13.275	1.55	1.005	1.2775	2.129	1.042	104.167
650	-2833	-2631	-28.33	-13.155	1.75	1.125	1.4375	2.396	1.128	112.847
700	-2814	-2604	-28.14	-13.02	1.94	1.26	1.6	2.667	1.215	121.528
750	-2792	-2574	-27.92	-12.87	2.16	1.41	1.785	2.975	1.302	130.208
800	-2770	-2540	-27.7	-12.7	2.38	1.58	1.98	3.300	1.389	138.889
850	-2746	-2505	-27.46	-12.525	2.62	1.755	2.1875	3.646	1.476	147.569
900	-2716	-2463	-27.16	-12.315	2.92	1.965	2.4425	4.071	1.563	156.250
950	-2688	-2424	-26.88	-12.12	3.2	2.16	2.68	4.467	1.649	164.931
1000	-2659	-2381	-26.59	-11.905	3.49	2.375	2.9325	4.888	1.736	173.611
1050	-2627	-2338	-26.27	-11.69	3.81	2.59	3.2	5.333	1.823	182.292
1040	-2594	-2292	-25.94	-11.46	4.14	2.82	3.48	5.800	1.806	180.556
1044	-2559	-2241	-25.59	-11.205	4.49	3.075	3.7825	6.304	1.813	181.250
1034	-2516	-2185	-25.16	-10.925	4.92	3.355	4.1375	6.896	1.795	179.514
1037	-2465	-2112	-24.65	-10.56	5.43	3.72	4.575	7.625	1.800	180.035
1030	-2414	-2045	-24.14	-10.225	5.94	4.055	4.9975	8.329	1.788	178.819
1025	-2272	-1852	-22.72	-9.26	7.36	5.02	6.19	10.317	1.780	177.951
1020	-2226	-1790	-22.26	-8.95	7.82	5.33	6.575	10.958	1.771	177.083
1018	-2150	-1695	-21.5	-8.475	8.58	5.805	7.1925	11.988	1.767	176.736
1015	-2103	-1639	-21.03	-8.195	9.05	6.085	7.5675	12.613	1.762	176.215
1000	-2069	-1568	-20.69	-7.84	9.39	6.44	7.915	13.192	1.736	173.611



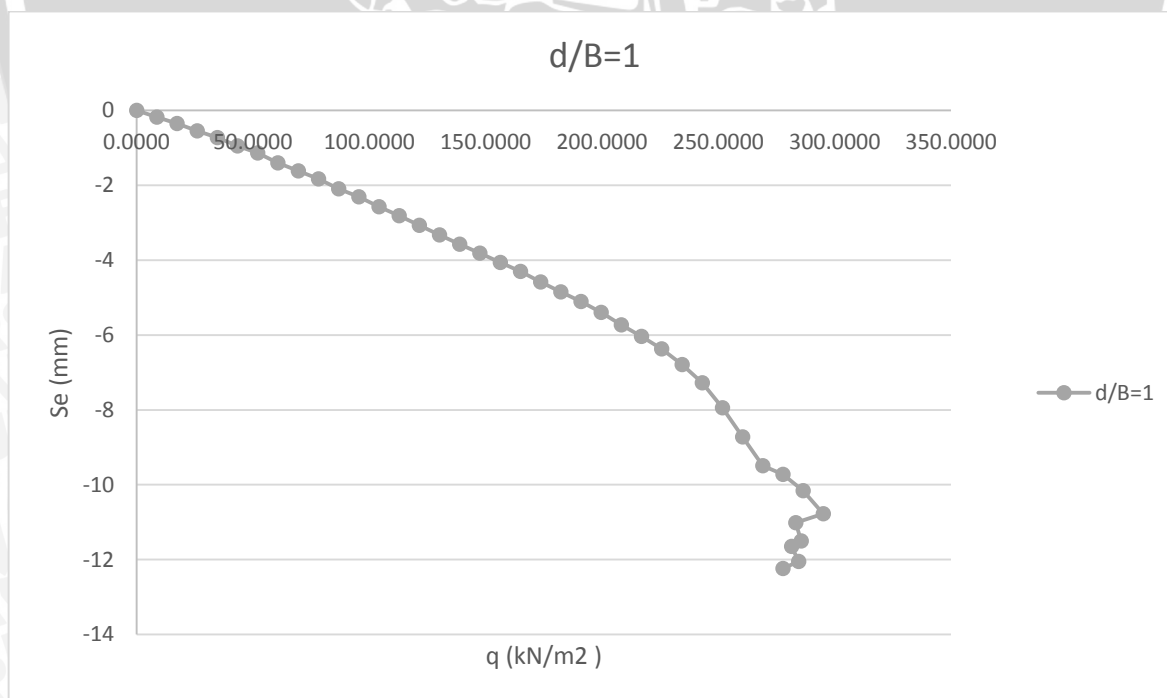
2. $B = 6 \text{ cm}$, $d/B = 0,5$; $n = 2$, $u/B = 0,5$

BEBAN (kg)	LVDT		LVDT Terkalibrasi		PENURUNAN (mm)			s/B (%)	q (kg/cm ²)	q (kN/m ²)
	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Rata-Rata			
0	-1734	-4211	-17.34	-21.055	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000
50	-1718	-4195	-17.18	-20.975	0.16	0.08	0.12	0.2000	0.0868	8.6806
100	-1698	-4173	-16.98	-20.865	0.36	0.19	0.275	0.4583	0.1736	17.3611
150	-1669	-4153	-16.69	-20.765	0.65	0.29	0.47	0.7833	0.2604	26.0417
200	-1637	-4136	-16.37	-20.68	0.97	0.375	0.6725	1.1208	0.3472	34.7222
250	-1592	-4118	-15.92	-20.59	1.42	0.465	0.9425	1.5708	0.4340	43.4028
300	-1552	-4099	-15.52	-20.495	1.82	0.56	1.19	1.9833	0.5208	52.0833
350	-1513	-4080	-15.13	-20.4	2.21	0.655	1.4325	2.3875	0.6076	60.7639
400	-1478	-4064	-14.78	-20.32	2.56	0.735	1.6475	2.7458	0.6944	69.4444
450	-1444	-4040	-14.44	-20.2	2.9	0.855	1.8775	3.1292	0.7813	78.1250
500	-1414	-4018	-14.14	-20.09	3.2	0.965	2.0825	3.4708	0.8681	86.8056
550	-1383	-3990	-13.83	-19.95	3.51	1.105	2.3075	3.8458	0.9549	95.4861
600	-1352	-3961	-13.52	-19.805	3.82	1.25	2.535	4.2250	1.0417	104.1667
650	-1319	-3927	-13.19	-19.635	4.15	1.42	2.785	4.6417	1.1285	112.8472
700	-1287	-3893	-12.87	-19.465	4.47	1.59	3.03	5.0500	1.2153	121.5278
750	-1256	-3855	-12.56	-19.275	4.78	1.78	3.28	5.4667	1.3021	130.2083
800	-1220	-3814	-12.2	-19.07	5.14	1.985	3.5625	5.9375	1.3889	138.8889
850	-1192	-3777	-11.92	-18.885	5.42	2.17	3.795	6.3250	1.4757	147.5694
900	-1151	-3732	-11.51	-18.66	5.83	2.395	4.1125	6.8542	1.5625	156.2500
950	-1119	-3692	-11.19	-18.46	6.15	2.595	4.3725	7.2875	1.6493	164.9306
1000	-1081	-3646	-10.81	-18.23	6.53	2.825	4.6775	7.7958	1.7361	173.6111
1050	-1041	-3601	-10.41	-18.005	6.93	3.05	4.99	8.3167	1.8229	182.2917
1100	-1005	-3559	-10.05	-17.795	7.29	3.26	5.275	8.7917	1.9097	190.9722
1150	-964	-3506	-9.64	-17.53	7.7	3.525	5.6125	9.3542	1.9965	199.6528
1200	-919	-3453	-9.19	-17.265	8.15	3.79	5.97	9.9500	2.0833	208.3333
1250	-878	-3402	-8.78	-17.01	8.56	4.045	6.3025	10.5042	2.1701	217.0139
1300	-828	-3351	-8.28	-16.755	9.06	4.3	6.68	11.1333	2.2569	225.6944
1350	-775	-3296	-7.75	-16.48	9.59	4.575	7.0825	11.8042	2.3438	234.3750
1400	-729	-3257	-7.29	-16.285	10.05	4.77	7.41	12.3500	2.4306	243.0556
1410	-716	-3237	-7.16	-16.185	10.18	4.87	7.525	12.5417	2.4479	244.7917
1390	-648	-3169	-6.48	-15.845	10.86	5.21	8.035	13.3917	2.4132	241.3194
1374	-562	-3088	-5.62	-15.44	11.72	5.615	8.6675	14.4458	2.3854	238.5417
1385	-478	-3002	-4.78	-15.01	12.56	6.045	9.3025	15.5042	2.4045	240.4514
1370	-384	-2898	-3.84	-14.49	13.5	6.565	10.0325	16.7208	2.3785	237.8472
1363	-351	-2861	-3.51	-14.305	13.83	6.75	10.29	17.1500	2.3663	236.6319
1377	-305	-2812	-3.05	-14.06	14.29	6.995	10.6425	17.7375	2.3906	239.0625



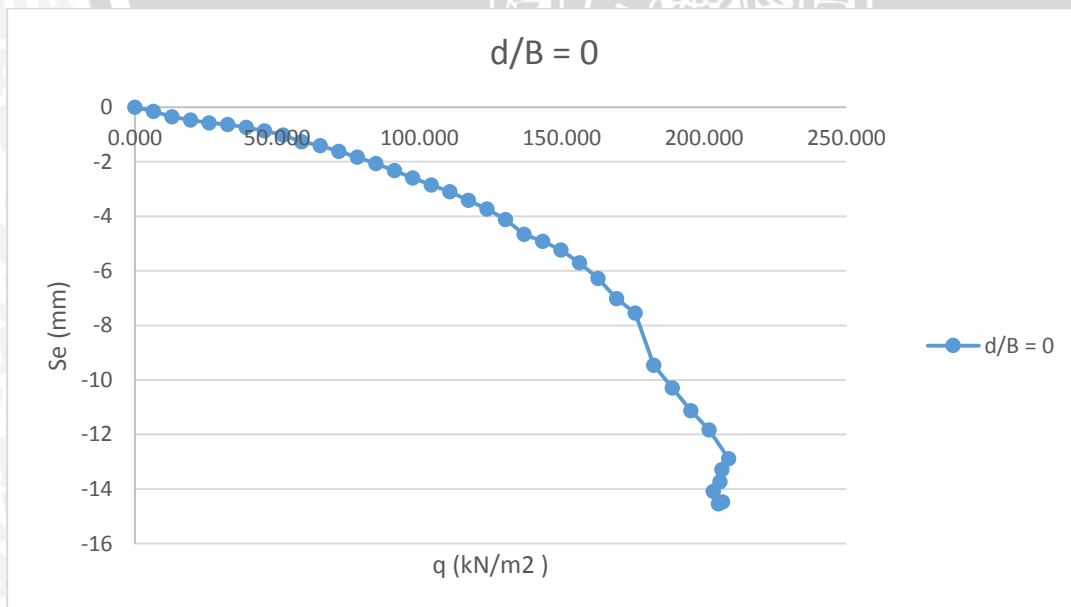
3. $B = 6 \text{ cm}$, $d/B = 1$, $n = 2$, $u/B = 0,5$

BEBAN (kg)	LVDT		LVDT Terkalibrasi		PENURUNAN (mm)			s/B (%)	q (kg/cm ²)	q (kN/m ²)
	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Rata-Rata			
0	-2161	-2773	-21.61	-13.865	0	0	0	0.0000	0.0000	0.0000
50	-2138	-2748	-21.38	-13.74	0.23	0.125	0.1775	0.2958	0.0868	8.6806
100	-2116	-2723	-21.16	-13.615	0.45	0.25	0.35	0.5833	0.1736	17.3611
150	-2091	-2695	-20.91	-13.475	0.7	0.39	0.545	0.9083	0.2604	26.0417
200	-2069	-2665	-20.69	-13.325	0.92	0.54	0.73	1.2167	0.3472	34.7222
250	-2044	-2627	-20.44	-13.135	1.17	0.73	0.95	1.5833	0.4340	43.4028
300	-2023	-2593	-20.23	-12.965	1.38	0.9	1.14	1.9000	0.5208	52.0833
350	-1994	-2548	-19.94	-12.74	1.67	1.125	1.3975	2.3292	0.6076	60.7639
400	-1970	-2508	-19.7	-12.54	1.91	1.325	1.6175	2.6958	0.6944	69.4444
450	-1947	-2468	-19.47	-12.34	2.14	1.525	1.8325	3.0542	0.7813	78.1250
500	-1918	-2421	-19.18	-12.105	2.43	1.76	2.095	3.4917	0.8681	86.8056
550	-1895	-2381	-18.95	-11.905	2.66	1.96	2.31	3.8500	0.9549	95.4861
600	-1866	-2333	-18.66	-11.665	2.95	2.2	2.575	4.2917	1.0417	104.1667
650	-1840	-2291	-18.4	-11.455	3.21	2.41	2.81	4.6833	1.1285	112.8472
700	-1811	-2247	-18.11	-11.235	3.5	2.63	3.065	5.1083	1.2153	121.5278
750	-1782	-2200	-17.82	-11	3.79	2.865	3.3275	5.5458	1.3021	130.2083
800	-1753	-2158	-17.53	-10.79	4.08	3.075	3.5775	5.9625	1.3889	138.8889
850	-1726	-2117	-17.26	-10.585	4.35	3.28	3.815	6.3583	1.4757	147.5694
900	-1698	-2076	-16.98	-10.38	4.63	3.485	4.0575	6.7625	1.5625	156.2500
950	-1669	-2036	-16.69	-10.18	4.92	3.685	4.3025	7.1708	1.6493	164.9306
1000	-1636	-1990	-16.36	-9.95	5.25	3.915	4.5825	7.6375	1.7361	173.6111
1050	-1605	-1947	-16.05	-9.735	5.56	4.13	4.845	8.0750	1.8229	182.2917
1100	-1575	-1904	-15.75	-9.52	5.86	4.345	5.1025	8.5042	1.9097	190.9722
1150	-1541	-1856	-15.41	-9.28	6.2	4.585	5.3925	8.9875	1.9965	199.6528
1200	-1501	-1803	-15.01	-9.015	6.6	4.85	5.725	9.5417	2.0833	208.3333
1250	-1464	-1752	-14.64	-8.76	6.97	5.105	6.0375	10.0625	2.1701	217.0139
1300	-1425	-1698	-14.25	-8.49	7.36	5.375	6.3675	10.6125	2.2569	225.6944
1350	-1375	-1629	-13.75	-8.145	7.86	5.72	6.79	11.3167	2.3438	234.3750
1400	-1315	-1554	-13.15	-7.77	8.46	6.095	7.2775	12.1292	2.4306	243.0556
1450	-1232	-1453	-12.32	-7.265	9.29	6.6	7.945	13.2417	2.5174	251.7361
1500	-1138	-1331	-11.38	-6.655	10.23	7.21	8.72	14.5333	2.6042	260.4167
1550	-1050	-1200	-10.5	-6	11.11	7.865	9.4875	15.8125	2.6910	269.0972
1600	-1024	-1158	-10.24	-5.79	11.37	8.075	9.7225	16.2042	2.7778	277.7778
1650	-975	-1081	-9.75	-5.405	11.86	8.46	10.16	16.9333	2.8646	286.4583
1700	-909	-967	-9.09	-4.835	12.52	9.03	10.775	17.9583	2.9514	295.1389
1632	-892	-904	-8.92	-4.52	12.69	9.345	11.0175	18.3625	2.8333	283.3333
1645	-843	-807	-8.43	-4.035	13.18	9.83	11.505	19.1750	2.8559	285.5903
1621	-817	-803	-8.17	-4.015	13.44	9.85	11.645	19.4083	2.8142	281.4236
1639	-740	-797	-7.4	-3.985	14.21	9.88	12.045	20.0750	2.8455	284.5486
1600	-706	-788	-7.06	-3.94	14.55	9.925	12.2375	20.3958	2.7778	277.7778



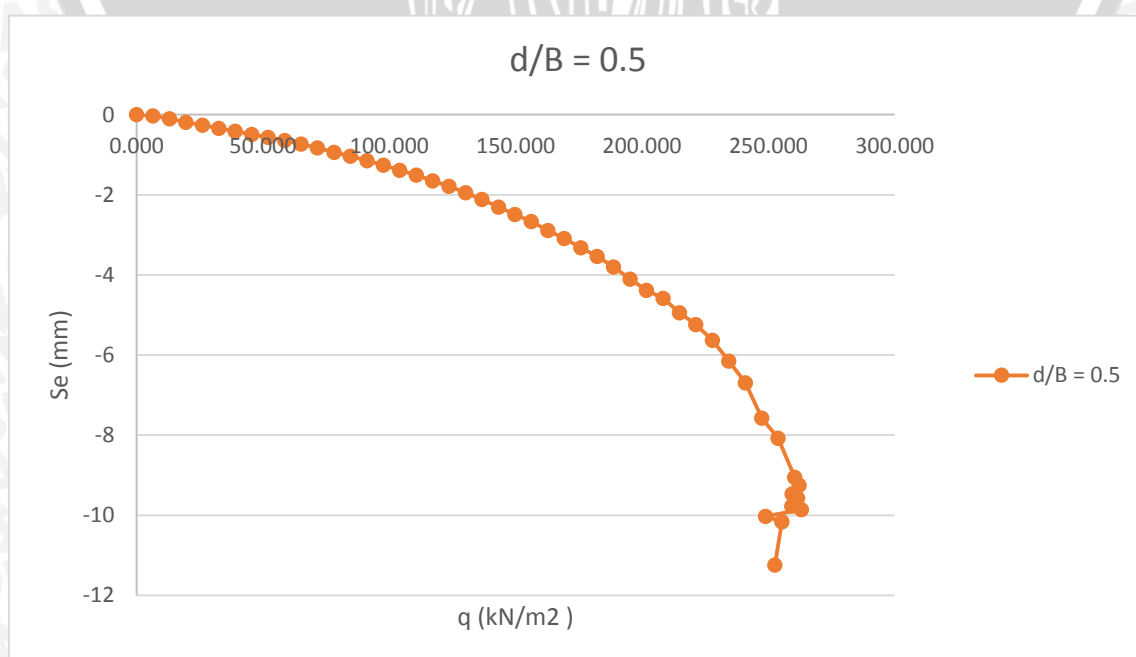
4. $B = 8 \text{ cm}$, $d/B = 0$, $n = 2$, $u/B = 0,5$

BEBAN (kg)	LVDT		LVDT Terkalibrasi		PENURUNAN (mm)			s/B (%)	q (kg/cm ²)	q (kN/m ²)
	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Rata-Rata			
0	-1963	-2797	-19.63	-13.985	0	0	0	0.000	0.000	0.000
50	-1950	-2763	-19.5	-13.815	0.13	0.17	0.15	0.187	0.065	6.510
100	-1934	-2713	-19.34	-13.565	0.29	0.42	0.355	0.444	0.130	13.021
150	-1924	-2688	-19.24	-13.44	0.39	0.545	0.4675	0.584	0.195	19.531
200	-1915	-2664	-19.15	-13.32	0.48	0.665	0.5725	0.716	0.260	26.042
250	-1908	-2656	-19.08	-13.28	0.55	0.705	0.6275	0.784	0.326	32.552
300	-1894	-2638	-18.94	-13.19	0.69	0.795	0.7425	0.928	0.391	39.063
350	-1877	-2622	-18.77	-13.11	0.86	0.875	0.8675	1.084	0.456	45.573
400	-1860	-2594	-18.6	-12.97	1.03	1.015	1.0225	1.278	0.521	52.083
450	-1838	-2541	-18.38	-12.705	1.25	1.28	1.265	1.581	0.586	58.594
500	-1816	-2526	-18.16	-12.63	1.47	1.355	1.4125	1.766	0.651	65.104
550	-1794	-2489	-17.94	-12.445	1.69	1.54	1.615	2.019	0.716	71.615
600	-1770	-2450	-17.7	-12.25	1.93	1.735	1.8325	2.291	0.781	78.125
650	-1744	-2409	-17.44	-12.045	2.19	1.94	2.065	2.581	0.846	84.635
700	-1716	-2362	-17.16	-11.81	2.47	2.175	2.3225	2.903	0.911	91.146
750	-1686	-2314	-16.86	-11.57	2.77	2.415	2.5925	3.241	0.977	97.656
800	-1657	-2267	-16.57	-11.335	3.06	2.65	2.855	3.569	1.042	104.167
850	-1631	-2224	-16.31	-11.12	3.32	2.865	3.0925	3.866	1.107	110.677
900	-1595	-2168	-15.95	-10.84	3.68	3.145	3.4125	4.266	1.172	117.188
950	-1560	-2108	-15.6	-10.54	4.03	3.445	3.7375	4.672	1.237	123.698
1000	-1518	-2037	-15.18	-10.185	4.45	3.8	4.125	5.156	1.302	130.208
1050	-1461	-1936	-14.61	-9.68	5.02	4.305	4.6625	5.828	1.367	136.719
1100	-1431	-1894	-14.31	-9.47	5.32	4.515	4.9175	6.147	1.432	143.229
1150	-1396	-1839	-13.96	-9.195	5.67	4.79	5.23	6.538	1.497	149.740
1200	-1345	-1750	-13.45	-8.75	6.18	5.235	5.7075	7.134	1.563	156.250
1250	-1279	-1653	-12.79	-8.265	6.84	5.72	6.28	7.850	1.628	162.760
1300	-1197	-1520	-11.97	-7.6	7.66	6.385	7.0225	8.778	1.693	169.271
1350	-1137	-1431	-11.37	-7.155	8.26	6.83	7.545	9.431	1.758	175.781
1400	-932	-1076	-9.32	-5.38	10.31	8.605	9.4575	11.822	1.823	182.292
1450	-842	-920	-8.42	-4.6	11.21	9.385	10.2975	12.872	1.888	188.802
1500	-762	-750	-7.62	-3.75	12.01	10.235	11.1225	13.903	1.953	195.313
1550	-688	-613	-6.88	-3.065	12.75	10.92	11.835	14.794	2.018	201.823
1602	-580	-408	-5.8	-2.04	13.83	11.945	12.8875	16.109	2.086	208.594
1584	-540	-327	-5.4	-1.635	14.23	12.35	13.29	16.613	2.063	206.250
1579	-504	-222	-5.04	-1.11	14.59	12.875	13.7325	17.166	2.056	205.599
1561	-470	-147	-4.7	-0.735	14.93	13.25	14.09	17.613	2.033	203.255
1586	-436	-64	-4.36	-0.32	15.27	13.665	14.4675	18.084	2.065	206.510
1575	-423	-61	-4.23	-0.305	15.4	13.68	14.54	18.175	2.051	205.078



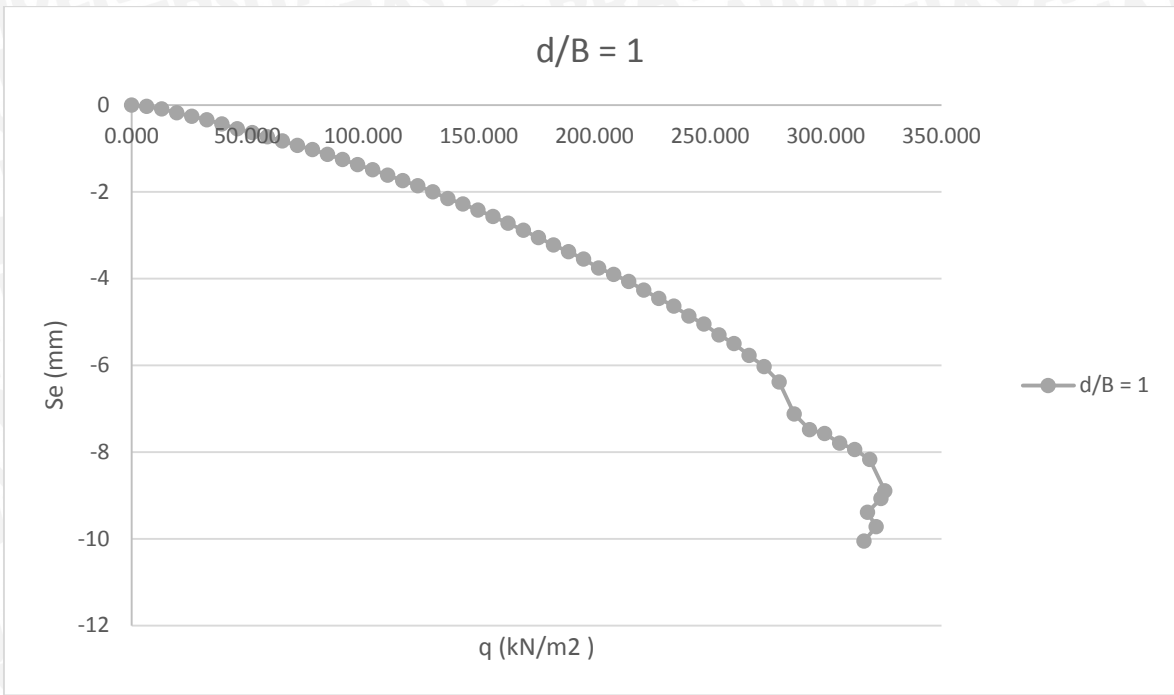
5. $B = 8 \text{ cm}$, $d/B = 0,5$, $n = 2$, $u/B = 0,5$

BEBAN (kg)	LVDT		LVDT Terkalibrasi		PENURUNAN (mm)			s/B (%)	q (kg/cm ²)	q (kN/m ²)
	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Rata-Rata			
0	-2036	-2480	-20.36	-12.4	0	0	0	0.000	0.000	0.000
50	-2032	-2475	-20.32	-12.375	0.04	0.025	0.0325	0.041	0.065	6.510
100	-2027	-2458	-20.27	-12.29	0.09	0.11	0.1	0.125	0.130	13.021
150	-2017	-2441	-20.17	-12.205	0.19	0.195	0.1925	0.241	0.195	19.531
200	-2010	-2428	-20.1	-12.14	0.26	0.26	0.26	0.325	0.260	26.042
250	-2002	-2413	-20.02	-12.065	0.34	0.335	0.3375	0.422	0.326	32.552
300	-1995	-2397	-19.95	-11.985	0.41	0.415	0.4125	0.516	0.391	39.063
350	-1987	-2382	-19.87	-11.91	0.49	0.49	0.49	0.612	0.456	45.573
400	-1979	-2367	-19.79	-11.835	0.57	0.565	0.5675	0.709	0.521	52.083
450	-1971	-2353	-19.71	-11.765	0.65	0.635	0.6425	0.803	0.586	58.594
500	-1961	-2336	-19.61	-11.68	0.75	0.72	0.735	0.919	0.651	65.104
550	-1951	-2319	-19.51	-11.595	0.85	0.805	0.8275	1.034	0.716	71.615
600	-1939	-2298	-19.39	-11.49	0.97	0.91	0.94	1.175	0.781	78.125
650	-1928	-2281	-19.28	-11.405	1.08	0.995	1.0375	1.297	0.846	84.635
700	-1916	-2260	-19.16	-11.3	1.2	1.1	1.15	1.438	0.911	91.146
750	-1904	-2239	-19.04	-11.195	1.32	1.205	1.2625	1.578	0.977	97.656
800	-1891	-2216	-18.91	-11.08	1.45	1.32	1.385	1.731	1.042	104.167
850	-1878	-2194	-18.78	-10.97	1.58	1.43	1.505	1.881	1.107	110.677
900	-1862	-2167	-18.62	-10.835	1.74	1.565	1.6525	2.066	1.172	117.188
950	-1847	-2143	-18.47	-10.715	1.89	1.685	1.7875	2.234	1.237	123.698
1000	-1829	-2115	-18.29	-10.575	2.07	1.825	1.9475	2.434	1.302	130.208
1050	-1811	-2084	-18.11	-10.42	2.25	1.98	2.115	2.644	1.367	136.719
1100	-1789	-2051	-17.89	-10.255	2.47	2.145	2.3075	2.884	1.432	143.229
1150	-1769	-2019	-17.69	-10.095	2.67	2.305	2.4875	3.109	1.497	149.740
1200	-1749	-1987	-17.49	-9.935	2.87	2.465	2.6675	3.334	1.563	156.250
1250	-1723	-1949	-17.23	-9.745	3.13	2.655	2.8925	3.616	1.628	162.760
1300	-1701	-1914	-17.01	-9.57	3.35	2.83	3.09	3.863	1.693	169.271
1350	-1675	-1875	-16.75	-9.375	3.61	3.025	3.3175	4.147	1.758	175.781
1400	-1650	-1837	-16.5	-9.185	3.86	3.215	3.5375	4.422	1.823	182.292
1450	-1620	-1793	-16.2	-8.965	4.16	3.435	3.7975	4.747	1.888	188.802
1500	-1585	-1739	-15.85	-8.695	4.51	3.705	4.1075	5.134	1.953	195.313
1550	-1553	-1693	-15.53	-8.465	4.83	3.935	4.3825	5.478	2.018	201.823
1600	-1530	-1657	-15.3	-8.285	5.06	4.115	4.5875	5.734	2.083	208.333
1650	-1490	-1595	-14.9	-7.975	5.46	4.425	4.9425	6.178	2.148	214.844
1700	-1456	-1544	-14.56	-7.72	5.8	4.68	5.24	6.550	2.214	221.354
1750	-1411	-1477	-14.11	-7.385	6.25	5.015	5.6325	7.041	2.279	227.865
1800	-1350	-1392	-13.5	-6.96	6.86	5.44	6.15	7.688	2.344	234.375
1850	-1285	-1305	-12.85	-6.525	7.51	5.875	6.6925	8.366	2.409	240.885
1900	-1186	-1152	-11.86	-5.76	8.5	6.64	7.57	9.463	2.474	247.396
1950	-1107	-1107	-11.07	-5.535	9.29	6.865	8.0775	10.097	2.539	253.906
2000	-977	-977	-9.77	-4.885	10.59	7.515	9.0525	11.316	2.604	260.417
2014	-951	-951	-9.51	-4.755	10.85	7.645	9.2475	11.559	2.622	262.240
1993	-922	-922	-9.22	-4.61	11.14	7.79	9.465	11.831	2.595	259.505
2009	-908	-908	-9.08	-4.54	11.28	7.86	9.57	11.963	2.616	261.589
1992	-881	-881	-8.81	-4.405	11.55	7.995	9.7725	12.216	2.594	259.375
2021	-870	-870	-8.7	-4.35	11.66	8.05	9.855	12.319	2.632	263.151
1912	-847	-847	-8.47	-4.235	11.89	8.165	10.0275	12.534	2.490	248.958
1961	-829	-829	-8.29	-4.145	12.07	8.255	10.1625	12.703	2.553	255.339
1940	-803	-450	-8.03	-2.25	12.33	10.15	11.24	14.050	2.526	252.604



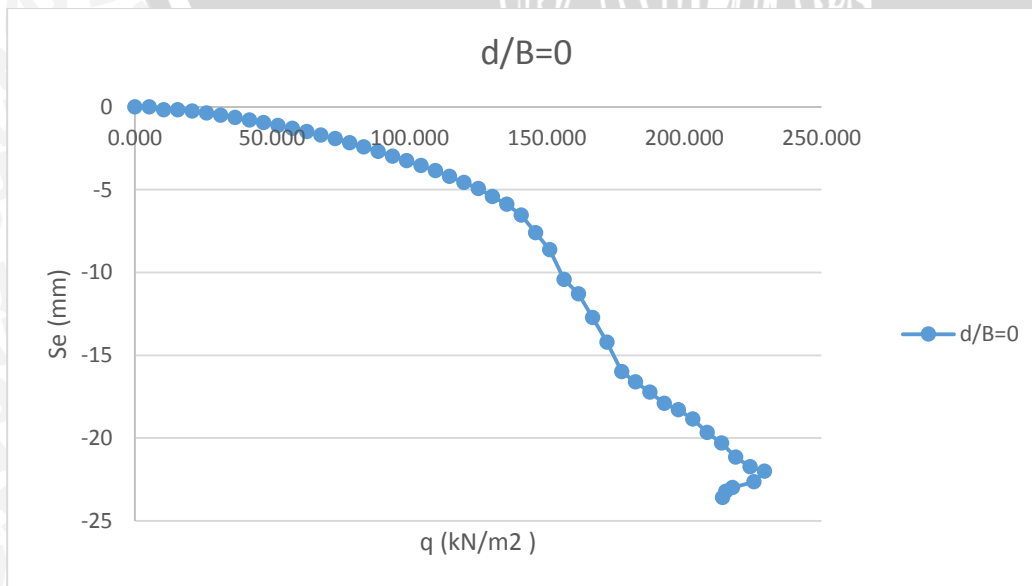
6. $B = 8 \text{ cm}$, $d/B = 1$, $n = 2$, $u/B = 0,5$

BEBAN (kg)	LVDT		LVDT Terkalibrasi		PENURUNAN (mm)			s/B (%)	q (kg/cm ²)	q (kN/m ²)
	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Rata-Rata			
0	-2703	-2913	-27.03	-14.565	0	0	0	0.000	0.000	0.000
50	-2701	-2904	-27.01	-14.52	0.02	0.045	0.0325	0.041	0.065	6.510
100	-2698	-2888	-26.98	-14.44	0.05	0.125	0.0875	0.109	0.130	13.021
150	-2693	-2863	-26.93	-14.315	0.1	0.25	0.175	0.219	0.195	19.531
200	-2686	-2843	-26.86	-14.215	0.17	0.35	0.26	0.325	0.260	26.042
250	-2679	-2825	-26.79	-14.125	0.24	0.44	0.34	0.425	0.326	32.552
300	-2671	-2803	-26.71	-14.015	0.32	0.55	0.435	0.544	0.391	39.063
350	-2663	-2775	-26.63	-13.875	0.4	0.69	0.545	0.681	0.456	45.573
400	-2657	-2750	-26.57	-13.75	0.46	0.815	0.6375	0.797	0.521	52.083
450	-2648	-2730	-26.48	-13.65	0.55	0.915	0.7325	0.916	0.586	58.594
500	-2640	-2707	-26.4	-13.535	0.63	1.03	0.83	1.038	0.651	65.104
550	-2632	-2683	-26.32	-13.415	0.71	1.15	0.93	1.163	0.716	71.615
600	-2623	-2661	-26.23	-13.305	0.8	1.26	1.03	1.288	0.781	78.125
650	-2614	-2636	-26.14	-13.18	0.89	1.385	1.1375	1.422	0.846	84.635
700	-2604	-2609	-26.04	-13.045	0.99	1.52	1.255	1.569	0.911	91.146
750	-2594	-2583	-25.94	-12.915	1.09	1.65	1.37	1.713	0.977	97.656
800	-2584	-2554	-25.84	-12.77	1.19	1.795	1.4925	1.866	1.042	104.167
850	-2573	-2526	-25.73	-12.63	1.3	1.935	1.6175	2.022	1.107	110.677
900	-2564	-2495	-25.64	-12.475	1.39	2.09	1.74	2.175	1.172	117.188
950	-2554	-2466	-25.54	-12.33	1.49	2.235	1.8625	2.328	1.237	123.698
1000	-2541	-2438	-25.41	-12.19	1.62	2.375	1.9975	2.497	1.302	130.208
1050	-2526	-2406	-25.26	-12.03	1.77	2.535	2.1525	2.691	1.367	136.719
1100	-2513	-2380	-25.13	-11.9	1.9	2.665	2.2825	2.853	1.432	143.229
1150	-2500	-2351	-25	-11.755	2.03	2.81	2.42	3.025	1.497	149.740
1200	-2485	-2320	-24.85	-11.6	2.18	2.965	2.5725	3.216	1.563	156.250
1250	-2470	-2289	-24.7	-11.445	2.33	3.12	2.725	3.406	1.628	162.760
1300	-2453	-2257	-24.53	-11.285	2.5	3.28	2.89	3.613	1.693	169.271
1350	-2437	-2223	-24.37	-11.115	2.66	3.45	3.055	3.819	1.758	175.781
1400	-2420	-2189	-24.2	-10.945	2.83	3.62	3.225	4.031	1.823	182.292
1450	-2405	-2157	-24.05	-10.785	2.98	3.78	3.38	4.225	1.888	188.802
1500	-2389	-2122	-23.89	-10.61	3.14	3.955	3.5475	4.434	1.953	195.313
1550	-2367	-2083	-23.67	-10.415	3.36	4.15	3.755	4.694	2.018	201.823
1600	-2354	-2049	-23.54	-10.245	3.49	4.32	3.905	4.881	2.083	208.333
1650	-2336	-2019	-23.36	-10.095	3.67	4.47	4.07	5.088	2.148	214.844
1700	-2317	-1977	-23.17	-9.885	3.86	4.68	4.27	5.338	2.214	221.354
1750	-2298	-1940	-22.98	-9.7	4.05	4.865	4.4575	5.572	2.279	227.865
1800	-2281	-1904	-22.81	-9.52	4.22	5.045	4.6325	5.791	2.344	234.375
1850	-2258	-1858	-22.58	-9.29	4.45	5.275	4.8625	6.078	2.409	240.885
1900	-2239	-1820	-22.39	-9.1	4.64	5.465	5.0525	6.316	2.474	247.396
1950	-2215	-1770	-22.15	-8.85	4.88	5.715	5.2975	6.622	2.539	253.906
2000	-2195	-1729	-21.95	-8.645	5.08	5.92	5.5	6.875	2.604	260.417
2050	-2168	-1675	-21.68	-8.375	5.35	6.19	5.77	7.213	2.669	266.927
2100	-2143	-1622	-21.43	-8.11	5.6	6.455	6.0275	7.534	2.734	273.438
2150	-2108	-1548	-21.08	-7.74	5.95	6.825	6.3875	7.984	2.799	279.948
2200	-2038	-1394	-20.38	-6.97	6.65	7.595	7.1225	8.903	2.865	286.458
2250	-2005	-1316	-20.05	-6.58	6.98	7.985	7.4825	9.353	2.930	292.969
2300	-1996	-1298	-19.96	-6.49	7.07	8.075	7.5725	9.466	2.995	299.479
2350	-1977	-1248	-19.77	-6.24	7.26	8.325	7.7925	9.741	3.060	305.990
2400	-1959	-1224	-19.59	-6.12	7.44	8.445	7.9425	9.928	3.125	312.500
2450	-1942	-1167	-19.42	-5.835	7.61	8.73	8.17	10.213	3.190	319.010
2500	-1875	-1012	-18.75	-5.06	8.28	9.505	8.8925	11.116	3.255	325.521
2487	-1858	-975	-18.58	-4.875	8.45	9.69	9.07	11.338	3.238	323.828
2443	-1833.2	-897.8	-18.332	-4.489	8.698	10.076	9.387	11.734	3.181	318.099
2471	-1804.257143	-822	-18.04257143	-4.11	8.987428571	10.455	9.721214286	12.152	3.217	321.745
2431	-1775.314286	-746.2	-17.75314286	-3.731	9.276857143	10.834	10.05542857	12.569	3.165	316.536



7. $B = 10 \text{ cm}$, $d/B = 0$, $n = 2$, $u/B = 0,5$

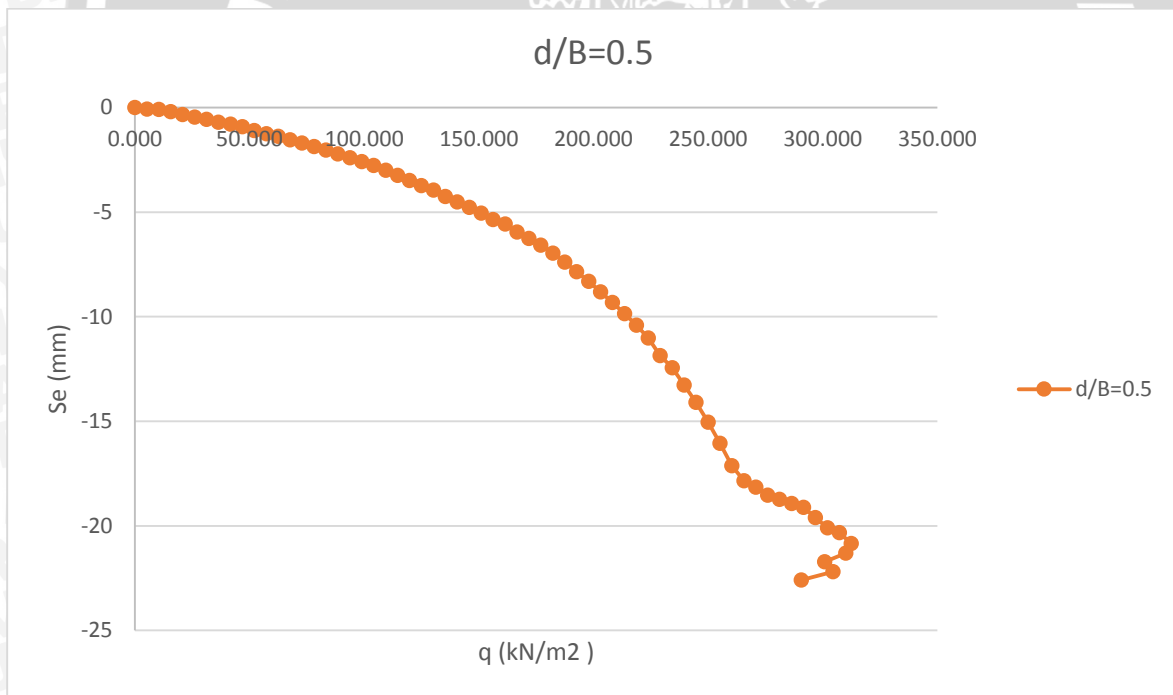
BEBAN (kg)	LVDT		LVDT Terkalibrasi		PENURUNAN (mm)			s/B (%)	q (kg/cm ²)	q (kN/m ²)
	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Rata-Rata			
0	-3558	-2730	-35.58	-13.65	0	0	0	0.000	0.000	0.000
50	-3558	-2723	-35.58	-13.615	0	0.035	0.0175	0.018	0.052	5.208
100	-3556	-2660	-35.56	-13.3	0.02	0.35	0.185	0.185	0.104	10.417
150	-3557	-2658	-35.57	-13.29	0.01	0.36	0.185	0.185	0.156	15.625
200	-3548	-2648	-35.48	-13.24	0.1	0.41	0.255	0.255	0.208	20.833
250	-3535	-2625	-35.35	-13.125	0.23	0.525	0.3775	0.377	0.260	26.042
300	-3523	-2595	-35.23	-12.975	0.35	0.675	0.5125	0.512	0.313	31.250
350	-3508	-2575	-35.08	-12.875	0.5	0.775	0.6375	0.638	0.365	36.458
400	-3491	-2547	-34.91	-12.735	0.67	0.915	0.7925	0.792	0.417	41.667
450	-3474	-2519	-34.74	-12.595	0.84	1.055	0.9475	0.947	0.469	46.875
500	-3453	-2488	-34.53	-12.44	1.05	1.21	1.13	1.130	0.521	52.083
550	-3434	-2456	-34.34	-12.28	1.24	1.37	1.305	1.305	0.573	57.292
600	-3412	-2420	-34.12	-12.1	1.46	1.55	1.505	1.505	0.625	62.500
650	-3391	-2384	-33.91	-11.92	1.67	1.73	1.7	1.700	0.677	67.708
700	-3367	-2343	-33.67	-11.715	1.91	1.935	1.9225	1.923	0.729	72.917
750	-3339	-2297	-33.39	-11.485	2.19	2.165	2.1775	2.178	0.781	78.125
800	-3311	-2252	-33.11	-11.26	2.47	2.39	2.43	2.430	0.833	83.333
850	-3280	-2209	-32.8	-11.045	2.78	2.605	2.6925	2.693	0.885	88.542
900	-3246	-2159	-32.46	-10.795	3.12	2.855	2.9875	2.988	0.938	93.750
950	-3216	-2112	-32.16	-10.56	3.42	3.09	3.255	3.255	0.990	98.958
1000	-3181	-2063	-31.81	-10.315	3.77	3.335	3.5525	3.553	1.042	104.167
1050	-3146	-2009	-31.46	-10.045	4.12	3.605	3.8625	3.863	1.094	109.375
1100	-3107	-1949	-31.07	-9.745	4.51	3.905	4.2075	4.208	1.146	114.583
1150	-3064	-1891	-30.64	-9.455	4.94	4.195	4.5675	4.568	1.198	119.792
1200	-3022	-1827	-30.22	-9.135	5.36	4.515	4.9375	4.938	1.250	125.000
1250	-2967	-1747	-29.67	-8.735	5.91	4.915	5.4125	5.413	1.302	130.208
1300	-2912	-1670	-29.12	-8.35	6.46	5.3	5.88	5.880	1.354	135.417
1350	-2839	-1554	-28.39	-7.77	7.19	5.88	6.535	6.535	1.406	140.625
1400	-2715	-1374	-27.15	-6.87	8.43	6.78	7.605	7.605	1.458	145.833
1450	-2599	-1199	-25.99	-5.995	9.59	7.655	8.6225	8.623	1.510	151.042
1500	-2428	-818	-24.28	-4.09	11.3	9.56	10.43	10.430	1.563	156.250
1550	-2309	-711	-23.09	-3.555	12.49	10.095	11.2925	11.293	1.615	161.458
1600	-2161	-436	-21.61	-2.18	13.97	11.47	12.72	12.720	1.667	166.667
1650	-2009	-144	-20.09	-0.72	15.49	12.93	14.21	14.210	1.719	171.875
1702	-1827	206	-18.27	1.03	17.31	14.68	15.995	15.995	1.773	177.292
1750	-1806	408	-18.06	2.04	17.52	15.69	16.605	16.605	1.823	182.292
1800	-1778	600	-17.78	3	17.8	16.65	17.225	17.225	1.875	187.500
1850	-1733	780	-17.33	3.9	18.25	17.55	17.9	17.900	1.927	192.708
1900	-1690	850	-16.9	4.25	18.68	17.9	18.29	18.290	1.979	197.917
1950	-1654	1000	-16.54	5	19.04	18.65	18.845	18.845	2.031	203.125
2000	-1619	1256	-16.19	6.28	19.39	19.93	19.66	19.660	2.083	208.333
2050	-1578	1433	-15.78	7.165	19.8	20.815	20.3075	20.308	2.135	213.542
2100	-1531	1677	-15.31	8.385	20.27	22.035	21.1525	21.153	2.188	218.750
2150	-1478	1803	-14.78	9.015	20.8	22.665	21.7325	21.733	2.240	223.958
2200	-1422	1803	-14.22	9.015	21.36	22.665	22.0125	22.013	2.292	229.167
2163	-1400	2012	-14	10.06	21.58	23.71	22.645	22.645	2.253	225.313
2089	-1390	2132	-13.9	10.66	21.68	24.31	22.995	22.995	2.176	217.604
2065	-1383	2211	-13.83	11.055	21.75	24.705	23.2275	23.228	2.151	215.104
2054	-1377	2343	-13.77	11.715	21.81	25.365	23.5875	23.588	2.140	213.958



8. $B = 10 \text{ cm}$, $d/B = 0,5$, $n = 2$, $u/B = 0,5$

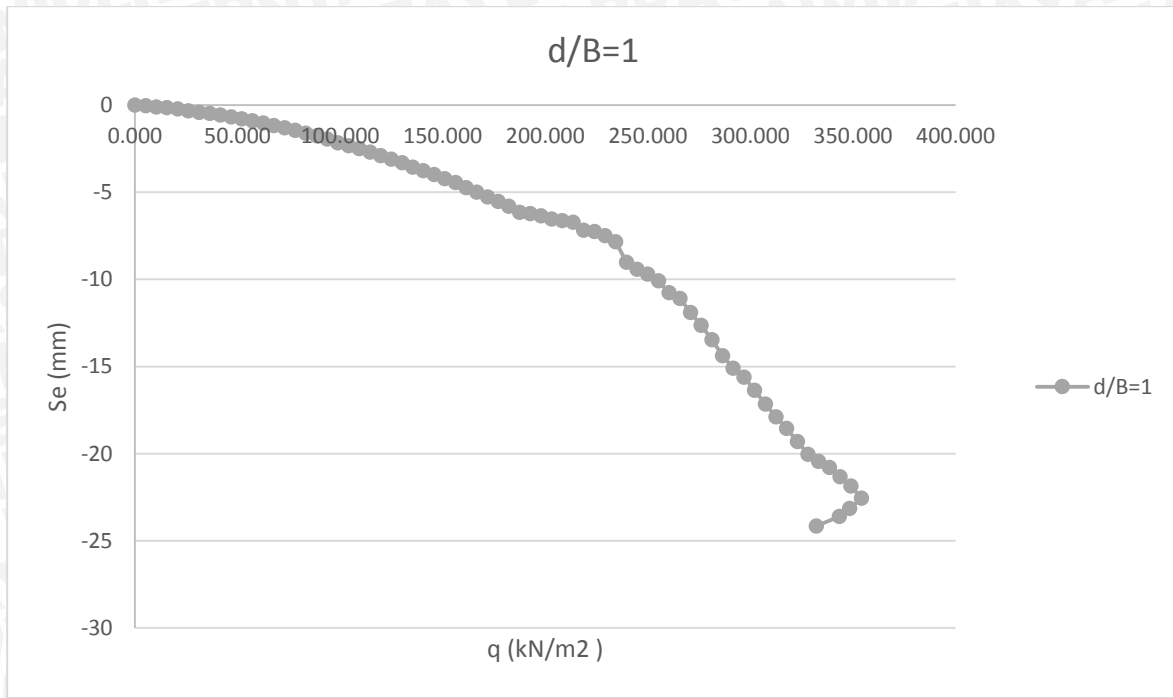
BEBAN (kg)	LVDT		LVDT Terkalibrasi		PENURUNAN (mm)			s/B (%)	q (kg/cm ²)	q (kN/m ²)
	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Rata-Rata			
0	-2792	-2636	-27.92	-13.18	0	0	0	0.000	0.000	0.000
50	-2790	-2611	-27.9	-13.055	0.02	0.125	0.0725	0.072	0.052	5.208
100	-2787	-2611	-27.87	-13.055	0.05	0.125	0.0875	0.088	0.104	10.417
150	-2780	-2582	-27.8	-12.91	0.12	0.27	0.195	0.195	0.156	15.625
200	-2774	-2534	-27.74	-12.67	0.18	0.51	0.345	0.345	0.208	20.833
250	-2766	-2501	-27.66	-12.505	0.26	0.675	0.4675	0.468	0.260	26.042
300	-2760	-2471	-27.6	-12.355	0.32	0.825	0.5725	0.573	0.313	31.250
350	-2751	-2438	-27.51	-12.19	0.41	0.99	0.7	0.700	0.365	36.458
400	-2745	-2408	-27.45	-12.04	0.47	1.14	0.805	0.805	0.417	41.667
450	-2737	-2376	-27.37	-11.88	0.55	1.3	0.925	0.925	0.469	46.875
500	-2719	-2341	-27.19	-11.705	0.73	1.475	1.1025	1.103	0.521	52.083
550	-2709	-2302	-27.09	-11.51	0.83	1.67	1.25	1.250	0.573	57.292
600	-2698	-2272	-26.98	-11.36	0.94	1.82	1.38	1.380	0.625	62.500
650	-2681	-2237	-26.81	-11.185	1.11	1.995	1.5525	1.553	0.677	67.708
700	-2668	-2202	-26.68	-11.01	1.24	2.17	1.705	1.705	0.729	72.917
750	-2656	-2163	-26.56	-10.815	1.36	2.365	1.8625	1.863	0.781	78.125
800	-2641	-2121	-26.41	-10.605	1.51	2.575	2.0425	2.043	0.833	83.333
850	-2626	-2081	-26.26	-10.405	1.66	2.775	2.2175	2.218	0.885	88.542
900	-2611	-2039	-26.11	-10.195	1.81	2.985	2.3975	2.398	0.938	93.750
950	-2595	-1994	-25.95	-9.97	1.97	3.21	2.59	2.590	0.990	98.958
1000	-2577	-1954	-25.77	-9.77	2.15	3.41	2.78	2.780	1.042	104.167
1050	-2557	-1904	-25.57	-9.52	2.35	3.66	3.005	3.005	1.094	109.375
1100	-2536	-1847	-25.36	-9.235	2.56	3.945	3.2525	3.253	1.146	114.583
1150	-2514	-1797	-25.14	-8.985	2.78	4.195	3.4875	3.488	1.198	119.792
1200	-2490	-1743	-24.9	-8.715	3.02	4.465	3.7425	3.743	1.250	125.000
1250	-2469	-1703	-24.69	-8.515	3.23	4.665	3.9475	3.948	1.302	130.208
1300	-2446	-1623	-24.46	-8.115	3.46	5.065	4.2625	4.263	1.354	135.417
1350	-2421	-1573	-24.21	-7.865	3.71	5.315	4.5125	4.513	1.406	140.625
1400	-2399	-1509	-23.99	-7.545	3.93	5.635	4.7825	4.783	1.458	145.833
1450	-2372	-1454	-23.72	-7.27	4.2	5.91	5.055	5.055	1.510	151.042
1500	-2347	-1381	-23.47	-6.905	4.45	6.275	5.3625	5.363	1.563	156.250
1550	-2324	-1340	-23.24	-6.7	4.68	6.48	5.58	5.580	1.615	161.458
1600	-2294	-1252	-22.94	-6.26	4.98	6.92	5.95	5.950	1.667	166.667
1650	-2265	-1184	-22.65	-5.92	5.27	7.26	6.265	6.265	1.719	171.875
1700	-2235	-1118	-22.35	-5.59	5.57	7.59	6.58	6.580	1.771	177.083
1750	-2205	-1022	-22.05	-5.11	5.87	8.07	6.97	6.970	1.823	182.292
1800	-2169	-923	-21.69	-4.615	6.23	8.565	7.3975	7.398	1.875	187.500
1850	-2131	-819	-21.31	-4.095	6.61	9.085	7.8475	7.848	1.927	192.708
1900	-2091	-715	-20.91	-3.575	7.01	9.605	8.3075	8.308	1.979	197.917
1950	-2041	-610	-20.41	-3.05	7.51	10.13	8.82	8.820	2.031	203.125
2000	-1992	-505	-19.92	-2.525	8	10.655	9.3275	9.328	2.083	208.333
2050	-1941	-397	-19.41	-1.985	8.51	11.195	9.8525	9.853	2.135	213.542
2100	-1884	-288	-18.84	-1.44	9.08	11.74	10.41	10.410	2.188	218.750
2150	-1824	-163	-18.24	-0.815	9.68	12.365	11.0225	11.023	2.240	223.958
2200	-1734	-5	-17.34	-0.025	10.58	13.155	11.8675	11.868	2.292	229.167
2250	-1680	121	-16.8	0.605	11.12	13.785	12.4525	12.453	2.344	234.375
2300	-1596	282	-15.96	1.41	11.96	14.59	13.275	13.275	2.396	239.583
2350	-1514	447	-15.14	2.235	12.78	15.415	14.0975	14.098	2.448	244.792
2400	-1421	638	-14.21	3.19	13.71	16.37	15.04	15.040	2.500	250.000
2450	-1324	852	-13.24	4.26	14.68	17.44	16.06	16.060	2.552	255.208
2500	-1222	1078	-12.22	5.39	15.7	18.57	17.135	17.135	2.604	260.417
2550	-1168	1253	-11.68	6.265	16.24	19.445	17.8425	17.843	2.656	265.625
2600	-1147	1335	-11.47	6.675	16.45	19.855	18.1525	18.153	2.708	270.833
2650	-1119	1433	-11.19	7.165	16.73	20.345	18.5375	18.538	2.760	276.042
2700	-1114	1501	-11.14	7.505	16.78	20.685	18.7325	18.733	2.813	281.250
2750	-1098	1551	-10.98	7.755	16.94	20.935	18.9375	18.938	2.865	286.458
2800	-1070	1565	-10.7	7.825	17.22	21.005	19.1125	19.113	2.917	291.667
2850	-1022	1668	-10.22	8.34	17.7	21.52	19.61	19.610	2.969	296.875
2900	-974	1769	-9.74	8.845	18.18	22.025	20.1025	20.103	3.021	302.083
2950	-948	1810	-9.48	9.05	18.44	22.23	20.335	20.335	3.073	307.292
3000	-890	1900	-8.9	9.5	19.02	22.68	20.85	20.850	3.125	312.500
2977	-845	1994	-8.45	9.97	19.47	23.15	21.31	21.310	3.101	310.104
2888	-812	2091	-8.12	10.455	19.8	23.635	21.7175	21.718	3.008	300.833
2923	-766	2188	-7.66	10.94	20.26	24.12	22.19	22.190	3.045	304.479
2790	-717	2252	-7.17	11.26	20.75	24.44	22.595	22.595	2.906	290.625

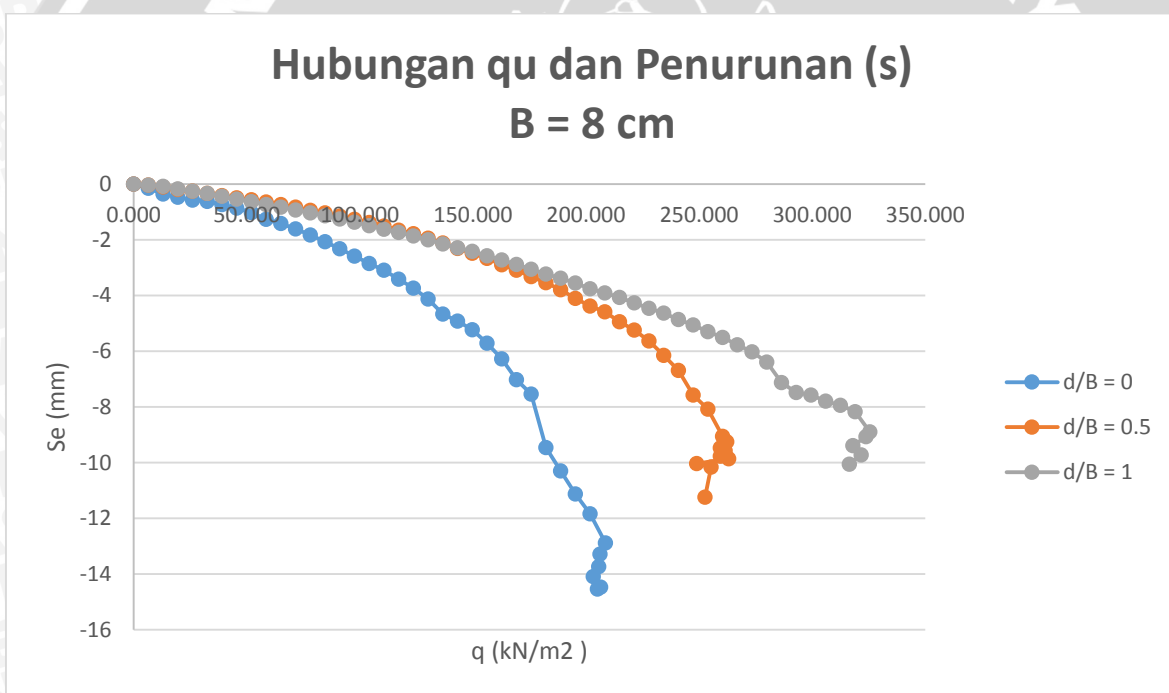
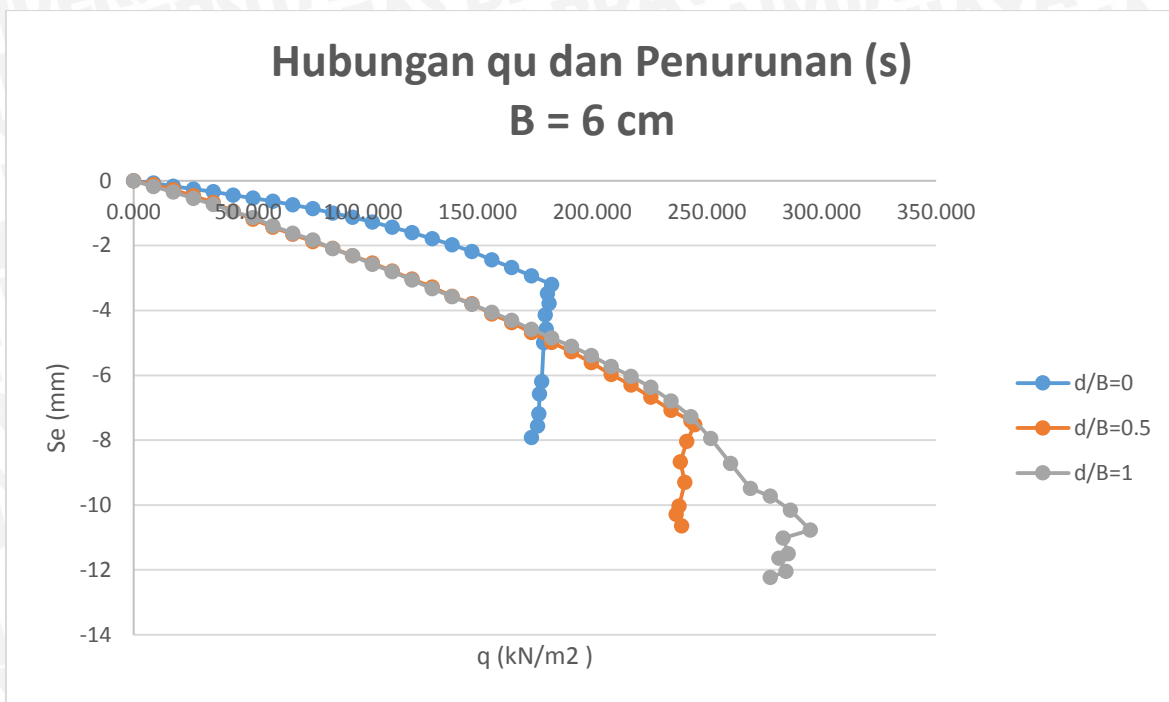
3050	-3948	-2331	-39,480	-11,655	1,920	2,055	1,988	1,988	3,177	317,708
3100	-3941	-2316	-39,410	-11,580	1,990	2,130	2,060	2,060	3,229	322,917
3150	-3937	-2311	-39,370	-11,555	2,030	2,155	2,093	2,093	3,281	328,125
3200	-3932	-2296	-39,320	-11,480	2,080	2,230	2,155	2,155	3,333	333,333
3250	-3928	-2278	-39,280	-11,390	2,120	2,320	2,220	2,220	3,385	338,542
3300	-3922	-2270	-39,220	-11,350	2,180	2,360	2,270	2,270	3,438	343,750
3350	-3916	-2260	-39,160	-11,300	2,240	2,410	2,325	2,325	3,490	348,958
3400	-3912	-2249	-39,120	-11,245	2,280	2,465	2,373	2,373	3,542	354,167
3450	-3908	-2233	-39,080	-11,165	2,320	2,545	2,433	2,433	3,594	359,375
3500	-3896	-2213	-38,960	-11,065	2,440	2,645	2,543	2,543	3,646	364,583
3550	-3883	-2188	-38,830	-10,940	2,570	2,770	2,670	2,670	3,698	369,792
3600	-3868	-2158	-38,680	-10,790	2,720	2,920	2,820	2,820	3,750	375,000
3650	-3856	-2126	-38,560	-10,630	2,840	3,080	2,960	2,960	3,802	380,208
3700	-3841	-2091	-38,410	-10,455	2,990	3,255	3,123	3,123	3,854	385,417
3750	-3826	-2047	-38,260	-10,235	3,140	3,475	3,308	3,308	3,906	390,625
3800	-3807	-2007	-38,070	-10,035	3,330	3,675	3,503	3,503	3,958	395,833
3850	-3790	-1962	-37,900	-9,810	3,500	3,900	3,700	3,700	4,010	401,042
3900	-3775	-1911	-37,750	-9,555	3,650	4,155	3,903	3,903	4,063	406,250
3950	-3757	-1863	-37,570	-9,315	3,830	4,395	4,113	4,113	4,115	411,458
4000	-3741	-1817	-37,410	-9,085	3,990	4,625	4,308	4,308	4,167	416,667
4050	-3720	-1767	-37,200	-8,835	4,200	4,875	4,538	4,538	4,219	421,875
4100	-3698	-1722	-36,980	-8,610	4,420	5,100	4,760	4,760	4,271	427,083
4120	-3656	-1662	-36,560	-8,310	4,840	5,400	5,120	5,120	4,292	429,167
4092	-3611	-1595	-36,110	-7,975	5,290	5,735	5,513	5,513	4,263	426,250
4083	-3578	-1541	-35,780	-7,705	5,620	6,005	5,813	5,813	4,253	425,313
4062	-3557	-1500	-35,570	-7,500	5,830	6,210	6,020	6,020	4,231	423,125
4054	-3524	-1465	-35,240	-7,325	6,160	6,385	6,273	6,273	4,223	422,292
4067	-3494	-1436	-34,940	-7,180	6,460	6,530	6,495	6,495	4,236	423,646
4065	-3465	-1404	-34,650	-7,020	6,750	6,690	6,720	6,720	4,234	423,438
4055	-3437	-1374	-34,370	-6,870	7,030	6,840	6,935	6,935	4,224	422,396



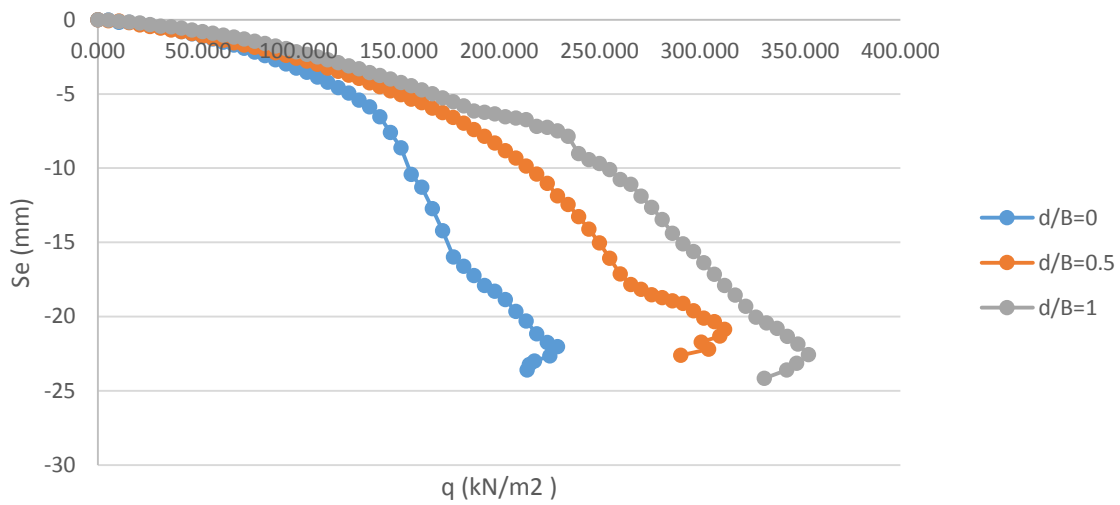
9. $B = 10 \text{ cm}$, $d/B = 1$, $n = 2$, $u/B = 0,5$

	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Pembacaan 1	Pembacaan 2	Rata-Rata			
0	-3800	-2222	-38	-11.11	0	0	0	0.000	0.000	0.000
50	-3797	-2214	-37.97	-11.07	0.03	0.04	0.035	0.035	0.052	5.208
100	-3789	-2201	-37.89	-11.005	0.11	0.105	0.1075	0.107	0.104	10.417
150	-3783	-2193	-37.83	-10.965	0.17	0.145	0.1575	0.158	0.156	15.625
200	-3774	-2182	-37.74	-10.91	0.26	0.2	0.23	0.230	0.208	20.833
250	-3762	-2167	-37.62	-10.835	0.38	0.275	0.3275	0.328	0.260	26.042
300	-3749	-2152	-37.49	-10.76	0.51	0.35	0.43	0.430	0.313	31.250
350	-3742	-2144	-37.42	-10.72	0.58	0.39	0.485	0.485	0.365	36.458
400	-3730	-2132	-37.3	-10.66	0.7	0.45	0.575	0.575	0.417	41.667
450	-3716	-2116	-37.16	-10.58	0.84	0.53	0.685	0.685	0.469	46.875
500	-3702	-2101	-37.02	-10.505	0.98	0.605	0.7925	0.792	0.521	52.083
550	-3687	-2086	-36.87	-10.43	1.13	0.68	0.905	0.905	0.573	57.292
600	-3671	-2068	-36.71	-10.34	1.29	0.77	1.03	1.030	0.625	62.500
650	-3654	-2042	-36.54	-10.21	1.46	0.9	1.18	1.180	0.677	67.708
700	-3635	-2030	-36.35	-10.15	1.65	0.96	1.305	1.305	0.729	72.917
750	-3616	-2008	-36.16	-10.04	1.84	1.07	1.455	1.455	0.781	78.125
800	-3595	-1988	-35.95	-9.94	2.05	1.17	1.61	1.610	0.833	83.333
850	-3574	-1965	-35.74	-9.825	2.26	1.285	1.7725	1.773	0.885	88.542
900	-3551	-1939	-35.51	-9.695	2.49	1.415	1.9525	1.953	0.938	93.750
950	-3521	-1912	-35.21	-9.56	2.79	1.55	2.17	2.170	0.990	98.958
1000	-3499	-1891	-34.99	-9.455	3.01	1.655	2.3325	2.333	1.042	104.167
1050	-3477	-1868	-34.77	-9.34	3.23	1.77	2.5	2.500	1.094	109.375
1100	-3450	-1838	-34.5	-9.19	3.5	1.92	2.71	2.710	1.146	114.583
1150	-3423	-1814	-34.23	-9.07	3.77	2.04	2.905	2.905	1.198	119.792
1200	-3395	-1789	-33.95	-8.945	4.05	2.165	3.1075	3.108	1.250	125.000
1250	-3369	-1758	-33.69	-8.79	4.31	2.32	3.315	3.315	1.302	130.208
1300	-3338	-1723	-33.38	-8.615	4.62	2.495	3.5575	3.558	1.354	135.417
1350	-3310	-1698	-33.1	-8.49	4.9	2.62	3.76	3.760	1.406	140.625
1400	-3282	-1664	-32.82	-8.32	5.18	2.79	3.985	3.985	1.458	145.833
1450	-3248	-1632	-32.48	-8.16	5.52	2.95	4.235	4.235	1.510	151.042
1500	-3221	-1601	-32.21	-8.005	5.79	3.105	4.4475	4.448	1.563	156.250
1550	-3183	-1562	-31.83	-7.81	6.17	3.3	4.735	4.735	1.615	161.458
1600	-3149	-1526	-31.49	-7.63	6.51	3.48	4.995	4.995	1.667	166.667
1650	-3114	-1485	-31.14	-7.425	6.86	3.685	5.2725	5.273	1.719	171.875
1700	-3079	-1450	-30.79	-7.25	7.21	3.86	5.535	5.535	1.771	177.083
1750	-3043	-1411	-30.43	-7.055	7.57	4.055	5.8125	5.813	1.823	182.292
1800	-3001	-1360	-30.01	-6.8	7.99	4.31	6.15	6.150	1.875	187.500
1850	-3002	-1326	-30.02	-6.63	7.98	4.48	6.23	6.230	1.927	192.708
1900	-3000	-1280	-30	-6.4	8	4.71	6.355	6.355	1.979	197.917
1950	-2996	-1217	-29.96	-6.085	8.04	5.025	6.5325	6.533	2.031	203.125
2000	-3003	-1162	-30.03	-5.81	7.97	5.3	6.635	6.635	2.083	208.333
2050	-3012	-1106	-30.12	-5.53	7.88	5.58	6.73	6.730	2.135	213.542
2100	-2971	-1007	-29.71	-5.035	8.29	6.075	7.1825	7.183	2.188	218.750
2150	-2984	-954	-29.84	-4.77	8.16	6.34	7.25	7.250	2.240	223.958
2200	-2976	-874	-29.76	-4.37	8.24	6.74	7.49	7.490	2.292	229.167
2250	-2955	-774	-29.55	-3.87	8.45	7.24	7.845	7.845	2.344	234.375
2300	-2844	-527	-28.44	-2.635	9.56	8.475	9.0175	9.018	2.396	239.583
2350	-2824	-404	-28.24	-2.02	9.76	9.09	9.425	9.425	2.448	244.792
2400	-2820	-304	-28.2	-1.52	9.8	9.59	9.695	9.695	2.500	250.000
2450	-2803	-180	-28.03	-0.9	9.97	10.21	10.09	10.090	2.552	255.208
2500	-2782	47	-27.82	0.235	10.18	11.345	10.7625	10.763	2.604	260.417
2550	-2749	116	-27.49	0.58	10.51	11.69	11.1	11.100	2.656	265.625
2600	-2674	285	-26.74	1.425	11.26	12.535	11.8975	11.898	2.708	270.833
2650	-2585	404	-25.85	2.02	12.15	13.13	12.64	12.640	2.760	276.042
2700	-2470	503	-24.7	2.515	13.3	13.625	13.4625	13.463	2.813	281.250
2750	-2390	710	-23.9	3.55	14.1	14.66	14.38	14.380	2.865	286.458
2800	-2333	887	-23.33	4.435	14.67	15.545	15.1075	15.108	2.917	291.667
2850	-2289	1003	-22.89	5.015	15.11	16.125	15.6175	15.618	2.969	296.875
2900	-2236	1198	-22.36	5.99	15.64	17.1	16.37	16.370	3.021	302.083
2950	-2175	1388	-21.75	6.94	16.25	18.05	17.15	17.150	3.073	307.292
3000	-2120	1578	-21.2	7.89	16.8	19	17.9	17.900	3.125	312.500
3050	-2086	1768	-20.86	8.84	17.14	19.95	18.545	18.545	3.177	317.708
3100	-2029	1958	-20.29	9.79	17.71	20.9	19.305	19.305	3.229	322.917
3150	-1977	2148	-19.77	10.74	18.23	21.85	20.04	20.040	3.281	328.125
3200	-1924	2200	-19.24	11	18.76	22.11	20.435	20.435	3.333	333.333
3250	-1893	2282	-18.93	11.41	19.07	22.52	20.795	20.795	3.385	338.542
3300	-1843	2394	-18.43	11.97	19.57	23.08	21.325	21.325	3.438	343.750
3350	-1766	2450	-17.66	12.25	20.34	23.36	21.85	21.850	3.490	348.958
3400	-1700	2600	-17	13	21	24.11	22.555	22.555	3.542	354.167
3344	-1648	2732	-16.48	13.66	21.52	24.77	23.145	23.145	3.483	348.333
3297	-1606	2832	-16.06	14.16	21.94	25.27	23.605	23.605	3.434	343.438
3189	-1558	2954	-15.58	14.77	22.42	25.88	24.15	24.150	3.322	332.188

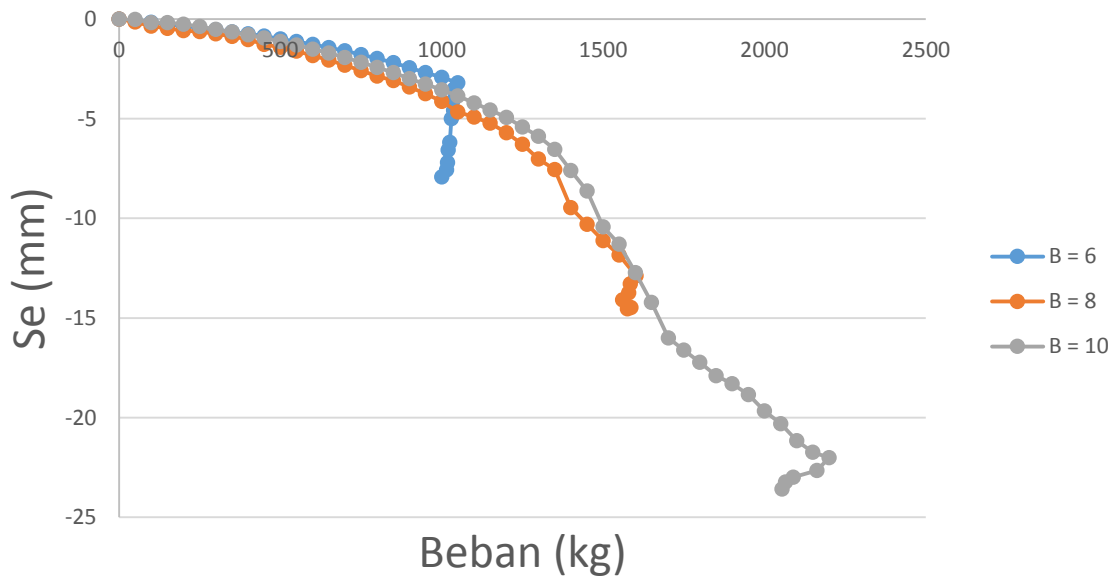


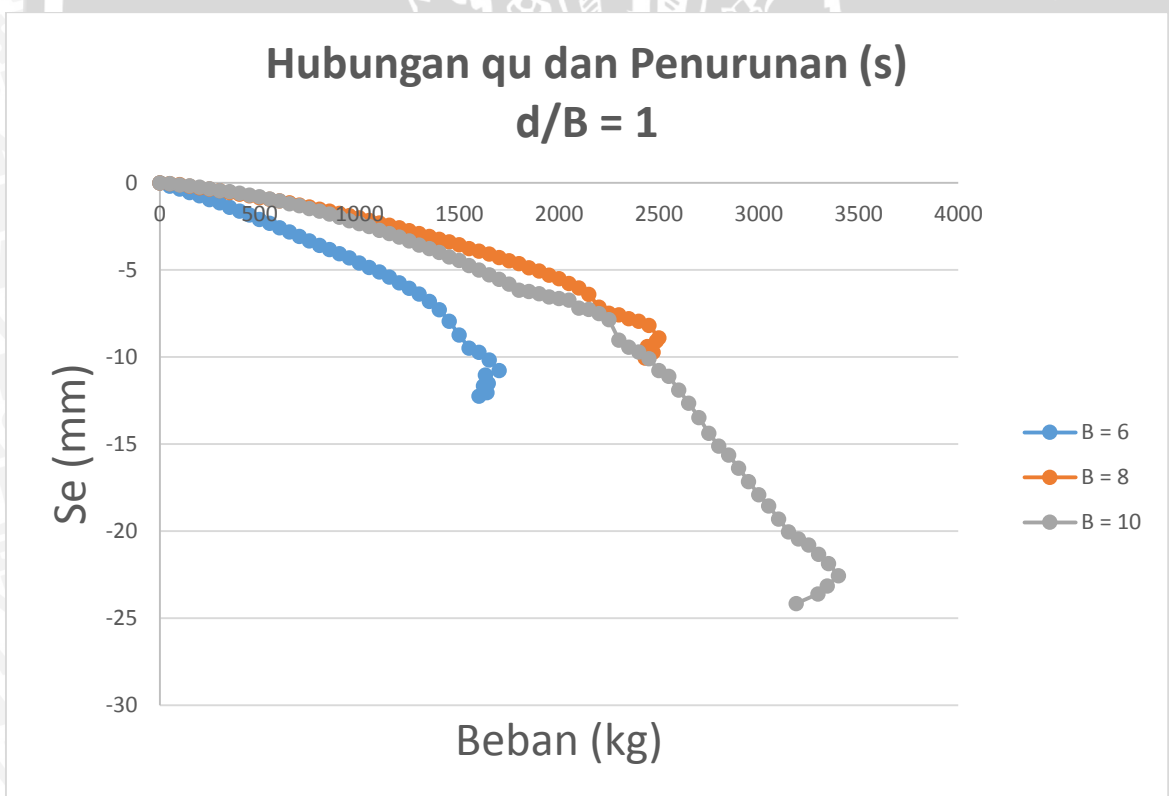
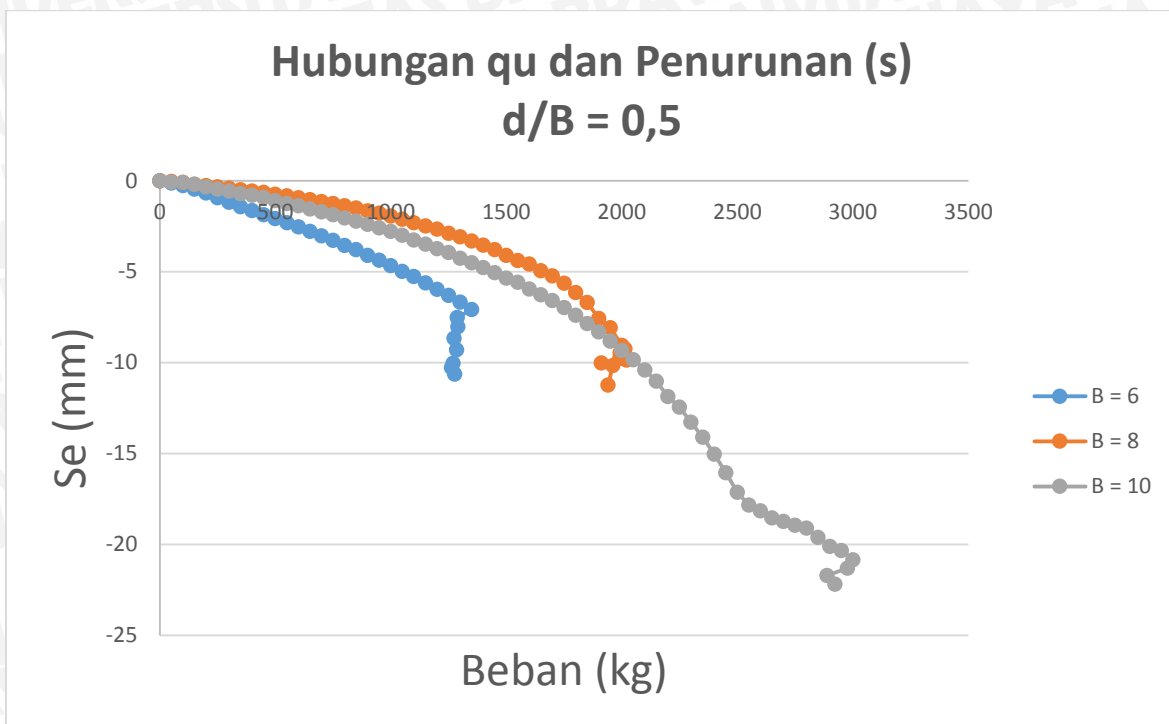


Hubungan q_u dan Penurunan (s) B = 10 cm



Hubungan q_u dan Penurunan (s) $d/B = 0$





Lampiran 7. Perhitungan Daya Dukung Tanah Pasir Tanpa Perkuatan dengan Metode Analitik

A. Metode Meyerhoff

$$\gamma = 16,48 \text{ kN/m}^3$$

$$c = 0,027$$

$$\phi = 41,25^\circ$$

$$L = \sim$$

- **B = 6 cm, d/B = 0**

$$B = \text{lebar pondasi (B = 6 cm = 0,06 m)}$$

$$d = \text{jarak kedalaman pondasi (d = 0 cm)}$$

$$N_q = e^{(\pi \tan \phi)} \tan^2 (45 + \phi/2) = e^{(\pi \tan 41,25)} \tan^2 (45 + 41,25/2) = 76,67$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi = (76,67 - 1) \cot 41,25 = 86,28$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan (1,4 \phi) = (76,67 - 1) \tan (1,4 \cdot 41,25) = 119,93$$

$$K_p = \tan^2 (45 + \phi/2) = \tan^2 (45 + 41,25/2) = 4,87$$

$$f_{cs} = 1 + 0,2 K_p B/L = 1 + 0,2 \cdot 4,87 \cdot 0,06/\sim = 1$$

$$f_{qs} = 1 + 0,1 K_p B/L = 1 + 0,1 \cdot 4,87 \cdot 0,06/\sim = 1$$

$$f_{\gamma s} = 1 + 0,1 K_p B/L = 1 + 0,1 \cdot 4,87 \cdot 0,06/\sim = 1$$

$$f_{cd} = 1 + 0,2 \sqrt{K_p} (D/B) = 1 + 0,2 \sqrt{K_p} (0/0,06) = 1$$

$$f_{qd} = 1 + 0,1 \sqrt{K_p} (D/B) = 1 + 0,1 \sqrt{K_p} (0/0,06) = 1$$

$$f_{\gamma d} = 1 + 0,1 \sqrt{K_p} (D/B) = 1 + 0,1 \sqrt{K_p} (0/0,06) = 1$$

$$f_{ci}, f_{qi}, f_{\gamma i} = 1$$

$$q_u = c \cdot N_c \cdot f_{cs} \cdot f_{cd} \cdot f_{ci} + q \cdot N_q \cdot f_{qs} \cdot f_{qd} \cdot f_{qi} \cdot f_{q\delta} \cdot f_{q\beta} + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot f_{\gamma s} \cdot f_{\gamma d} \cdot f_{\gamma i}$$

$$= 0,027 \cdot 86,28 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 + 16,48 \cdot 0 \cdot 76,67 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 + 0,5 \cdot 0,06 \cdot 119,93 \cdot$$

$$1 \cdot 1 \cdot 1$$

$$= 61,624 \text{ kN/m}^3$$

- **B = 6 cm, d/B = 0,5**

$$B = \text{lebar pondasi (B = 6 cm = 0,06 m)}$$

$$d = \text{jarak kedalaman pondasi (d = 3 cm = 0,03 m)}$$

$$N_q = e^{(\pi \tan \phi)} \tan^2 (45 + \phi/2) = e^{(\pi \tan 41,25)} \tan^2 (45 + 41,25/2) = 76,67$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi = (76,67 - 1) \cot 41,25 = 86,28$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan (1,4 \phi) = (76,67 - 1) \tan (1,4 \cdot 41,25) = 119,93$$

$$K_p = \tan^2 (45 + \phi/2) = \tan^2 (45 + 41,25/2) = 4,87$$

$$f_{cs} = 1 + 0,2 K_p B/L = 1 + 0,2 \cdot 4,87 \cdot 0,06/\sim = 1$$

$$f_{qs} = 1 + 0,1 K_p B/L = 1 + 0,1 \cdot 4,87 \cdot 0,06/\sim = 1$$

$$f_{\gamma s} = 1 + 0,1 K_p B/L = 1 + 0,1 \cdot 4,87 \cdot 0,06/\sim = 1$$

$$f_{cd} = 1 + 0,2 \sqrt{K_p} (D/B) = 1 + 0,2 \sqrt{K_p} (0,03/0,06) = 1,22$$

$$f_{qd} = 1 + 0,1 \sqrt{K_p} (D/B) = 1 + 0,1 \sqrt{K_p} (0,03/0,06) = 1,11$$

$$f_{\gamma d} = 1 + 0,1 \sqrt{K_p} (D/B) = 1 + 0,1 \sqrt{K_p} (0,03/0,06) = 1,11$$

$$f_{ci}, f_{qi}, f_{\gamma i} = 1$$

$$Q_u = c \cdot N_c \cdot f_{cs} \cdot f_{cd} \cdot f_{ci} + q \cdot N_q \cdot f_{qs} \cdot f_{qd} \cdot f_{qi} \cdot f_{q\delta} \cdot f_{q\beta} + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot f_{\gamma s} \cdot f_{\gamma d} \cdot f_{\gamma i}$$

$$= 0,027 \cdot 86,28 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 + 16,48 \cdot 0,03 \cdot 76,67 \cdot 1,22 \cdot 1,11 \cdot 1,11 + 0,5 \cdot 0,06 \cdot 119,93 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1$$

$$= 110,77 \text{ kN/m}^3$$

- **B = 6 cm, d/B = 1**

$$B = \text{lebar pondasi (B = 6 cm = 0,06 m)}$$

$$d = \text{jarak kedalaman pondasi (d = 6 cm = 0,06 m)}$$

$$N_q = e^{(\pi \tan \phi)} \tan^2 (45 + \phi/2) = e^{(\pi \tan 41,25)} \tan^2 (45 + 41,25/2) = 76,67$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi = (76,67 - 1) \cot 41,25 = 86,28$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan (1,4 \phi) = (76,67 - 1) \tan (1,4 \cdot 41,25) = 119,93$$

$$K_p = \tan^2 (45 + \phi/2) = \tan^2 (45 + 41,25/2) = 4,87$$

$$f_{cs} = 1 + 0,2 K_p B/L = 1 + 0,2 \cdot 4,87 \cdot 0,06/\sim = 1$$

$$f_{qs} = 1 + 0,1 K_p B/L = 1 + 0,1 \cdot 4,87 \cdot 0,06/\sim = 1$$

$$f_{\gamma s} = 1 + 0,1 K_p B/L = 1 + 0,1 \cdot 4,87 \cdot 0,06/\sim = 1$$

$$f_{cd} = 1 + 0,2 \sqrt{Kp} (D/B) = 1 + 0,2 \sqrt{Kp} (0,06/0,06) = 1,44$$

$$f_{qd} = 1 + 0,1 \sqrt{Kp} (D/B) = 1 + 0,1 \sqrt{Kp} (0,06/0,06) = 1,22$$

$$f_{yd} = 1 + 0,1 \sqrt{Kp} (D/B) = 1 + 0,1 \sqrt{Kp} (0,06/0,06) = 1,22$$

$$f_{ci}, f_{qi}, f_{yi} = 1$$

$$q_u = c \cdot N_c \cdot f_{cs} \cdot f_{cd} \cdot f_{ci} + q \cdot N_q \cdot f_{qs} \cdot f_{qd} \cdot f_{qi} \cdot f_{q\delta} \cdot f_{q\beta} + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot f_{ys} \cdot f_{yd} \cdot f_{yi}$$

$$= 0,027 \cdot 86,28 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 + 16,48 \cdot 0,03 \cdot 76,67 \cdot 1,44 \cdot 1,22 \cdot 1,22 + 0,5 \cdot 0,06 \cdot 119,93 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1$$

$$= 168,283 \text{ kN/m}^3$$

- **B = 8 cm, d/B = 0**

$$B = \text{lebar pondasi (B = 8 cm = 0,08 m)}$$

$$d = \text{jarak kedalaman pondasi (d = 0 cm)}$$

$$N_q = e^{(\pi \tan \phi)} \tan^2 (45 + \phi/2) = e^{(\pi \tan 41,25)} \tan^2 (45 + 41,25/2) = 76,67$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi = (76,67 - 1) \cot 41,25 = 86,28$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan (1,4 \phi) = (76,67 - 1) \tan (1,4 \cdot 41,25) = 119,93$$

$$K_p = \tan^2 (45 + \phi/2) = \tan^2 (45 + 41,25/2) = 4,87$$

$$f_{cs} = 1 + 0,2 K_p B/L = 1 + 0,2 \cdot 4,87 \cdot 0,08/\sim = 1$$

$$f_{qs} = 1 + 0,1 K_p B/L = 1 + 0,1 \cdot 4,87 \cdot 0,08/\sim = 1$$

$$f_{ys} = 1 + 0,1 K_p B/L = 1 + 0,1 \cdot 4,87 \cdot 0,08/\sim = 1$$

$$f_{cd} = 1 + 0,2 \sqrt{Kp} (D/B) = 1 + 0,2 \sqrt{4,87} (0/0,08) = 1$$

$$f_{qd} = 1 + 0,1 \sqrt{Kp} (D/B) = 1 + 0,1 \sqrt{4,87} (0/0,08) = 1$$

$$f_{yd} = 1 + 0,1 \sqrt{Kp} (D/B) = 1 + 0,1 \sqrt{4,87} (0/0,08) = 1$$

$$f_{ci}, f_{qi}, f_{yi} = 1$$

$$q_u = c \cdot N_c \cdot f_{cs} \cdot f_{cd} \cdot f_{ci} + q \cdot N_q \cdot f_{qs} \cdot f_{qd} \cdot f_{qi} \cdot f_{q\delta} \cdot f_{q\beta} + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot f_{ys} \cdot f_{yd} \cdot f_{yi}$$

$$= 0,027 \cdot 86,28 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 + 16,48 \cdot 0 \cdot 76,67 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 + 0,5 \cdot 0,08 \cdot 119,93 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1$$

$$= 81,38 \text{ kN/m}^3$$

- **B = 8 cm, d/B = 0,5**

$$B = \text{lebar pondasi (B = 8 cm = 0,08 m)}$$

$$d = \text{jarak kedalaman pondasi (d = 4 cm = 0,04 m)}$$

$$N_q = e^{(\pi \tan \phi)} \tan^2 (45 + \phi/2) = e^{(\pi \tan 41,25)} \tan^2 (45 + 41,25/2) = 76,67$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi = (76,67 - 1) \cot 41,25 = 86,28$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan (1,4 \phi) = (76,67 - 1) \tan (1,4 \cdot 41,25) = 119,93$$

$$K_p = \tan^2 (45 + \phi/2) = \tan^2 (45 + 41,25/2) = 4,87$$

$$f_{cs} = 1 + 0,2 K_p B/L = 1 + 0,2 \cdot 4,87 \cdot 0,06/\sim = 1$$

$$f_{qs} = 1 + 0,1 K_p B/L = 1 + 0,1 \cdot 4,87 \cdot 0,06/\sim = 1$$

$$f_{\gamma s} = 1 + 0,1 K_p B/L = 1 + 0,1 \cdot 4,87 \cdot 0,06/\sim = 1$$

$$f_{cd} = 1 + 0,2 \sqrt{K_p} (D/B) = 1 + 0,2 \sqrt{K_p} (0,06/0,06) = 1,221$$

$$f_{qd} = 1 + 0,1 \sqrt{K_p} (D/B) = 1 + 0,1 \sqrt{K_p} (0,06/0,06) = 1,110$$

$$f_{\gamma d} = 1 + 0,1 \sqrt{K_p} (D/B) = 1 + 0,1 \sqrt{K_p} (0,06/0,06) = 1,110$$

$$f_{ci}, f_{qi}, f_{\gamma i} = 1$$

$$\begin{aligned} q_u &= c \cdot N_c \cdot f_{cs} \cdot f_{cd} \cdot f_{ci} + q \cdot N_q \cdot f_{qs} \cdot f_{qd} \cdot f_{qi} \cdot f_{q\phi} \cdot f_{q\beta} + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot f_{\gamma s} \cdot f_{\gamma d} \cdot f_{\gamma i} \\ &= 0,027 \cdot 86,28 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 + 16,48 \cdot 0,03 \cdot 76,67 \cdot 1,221 \cdot 1,110 \cdot 1,110 + 0,5 \cdot \\ &\quad 0,08 \cdot 119,93 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \\ &= 146,746 \text{ kN/m}^3 \end{aligned}$$

- **B = 8 cm, d/B = 1**

$$B = \text{lebar pondasi (B = 8 cm = 0,08 m)}$$

$$d = \text{jarak kedalaman pondasi (d = 8 cm = 0,08 m)}$$

$$N_q = e^{(\pi \tan \phi)} \tan^2 (45 + \phi/2) = e^{(\pi \tan 41,25)} \tan^2 (45 + 41,25/2) = 76,67$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi = (76,67 - 1) \cot 41,25 = 86,28$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan (1,4 \phi) = (76,67 - 1) \tan (1,4 \cdot 41,25) = 119,93$$

$$K_p = \tan^2 (45 + \phi/2) = \tan^2 (45 + 41,25/2) = 4,87$$

$$f_{cs} = 1 + 0,2 K_p B/L = 1 + 0,2 \cdot 4,87 \cdot 0,06/\sim = 1$$

$$f_{qs} = 1 + 0,1 K_p B/L = 1 + 0,1 \cdot 4,87 \cdot 0,06/\sim = 1$$

$$f_{\gamma s} = 1 + 0,1 K_p B/L = 1 + 0,1 \cdot 4,87 \cdot 0,06/\sim = 1$$

$$f_{cd} = 1 + 0,2 \sqrt{K_p} (D/B) = 1 + 0,2 \sqrt{K_p} (0,06/0,06) = 1,44$$

$$f_{qd} = 1 + 0,1 \sqrt{K_p} (D/B) = 1 + 0,1 \sqrt{K_p} (0,06/0,06) = 1,22$$

$$f_{\gamma d} = 1 + 0,1 \sqrt{Kp} (D/B) = 1 + 0,1 \sqrt{Kp} (0,06/0,06) = 1,22$$

$$f_{ci}, f_{qi}, f_{\gamma i} = 1$$

$$\begin{aligned} q_u &= c \cdot N_c \cdot f_{cs} \cdot f_{cd} \cdot f_{ci} + q \cdot N_q \cdot f_{qs} \cdot f_{qd} \cdot f_{qi} \cdot f_{q\delta} \cdot f_{q\beta} + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot f_{\gamma s} \cdot f_{\gamma d} \cdot f_{\gamma i} \\ &= 0,027 \cdot 86,28 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 + 16,48 \cdot 0,03 \cdot 76,67 \cdot 1,44 \cdot 1,22 \cdot 1,22 + 0,5 \cdot \\ &\quad 0,08 \cdot 119,93 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \\ &= 223,258 \text{ kN/m}^3 \end{aligned}$$

• **B = 10 cm, d/B = 0**

$$B = \text{lebar pondasi (B = 10 cm = 0,1 m)}$$

$$d = \text{jarak kedalaman pondasi (d = 10 cm = 0,1 m)}$$

$$N_q = e^{(\pi \tan \phi)} \tan^2 (45 + \phi/2) = e^{(\pi \tan 41,25)} \tan^2 (45 + 41,25/2) = 76,67$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi = (76,67 - 1) \cot 41,25 = 86,28$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan (1,4 \phi) = (76,67 - 1) \tan (1,4 \cdot 41,25) = 119,93$$

$$K_p = \tan^2 (45 + \phi/2) = \tan^2 (45 + 41,25/2) = 4,87$$

$$f_{cs} = 1 + 0,2 K_p B/L = 1 + 0,2 \cdot 4,87 \cdot 0,06/\sim = 1$$

$$f_{qs} = 1 + 0,1 K_p B/L = 1 + 0,1 \cdot 4,87 \cdot 0,06/\sim = 1$$

$$f_{\gamma s} = 1 + 0,1 K_p B/L = 1 + 0,1 \cdot 4,87 \cdot 0,06/\sim = 1$$

$$f_{cd} = 1 + 0,2 \sqrt{Kp} (D/B) = 1 + 0,2 \sqrt{Kp} (0,06/0,06) = 1$$

$$f_{qd} = 1 + 0,1 \sqrt{Kp} (D/B) = 1 + 0,1 \sqrt{Kp} (0,06/0,06) = 1$$

$$f_{\gamma d} = 1 + 0,1 \sqrt{Kp} (D/B) = 1 + 0,1 \sqrt{Kp} (0,06/0,06) = 1$$

$$f_{ci}, f_{qi}, f_{\gamma i} = 1$$

$$\begin{aligned} q_u &= c \cdot N_c \cdot f_{cs} \cdot f_{cd} \cdot f_{ci} + q \cdot N_q \cdot f_{qs} \cdot f_{qd} \cdot f_{qi} \cdot f_{q\delta} \cdot f_{q\beta} + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot f_{\gamma s} \cdot f_{\gamma d} \cdot f_{\gamma i} \\ &= 0,027 \cdot 86,28 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 + 16,48 \cdot 0,03 \cdot 76,67 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 + 0,5 \cdot 0,08 \cdot 119,93 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \\ &= 101,153 \text{ kN/m}^3 \end{aligned}$$

• **B = 10 cm, d/B = 0,5**

$$B = \text{lebar pondasi (B = 10 cm = 0,1 m)}$$

$$d = \text{jarak kedalaman pondasi (d = 5 cm)}$$

$$N_q = e^{(\pi \tan \phi)} \tan^2 (45 + \phi/2) = e^{(\pi \tan 41,25)} \tan^2 (45 + 41,25/2) = 76,67$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi = (76,67 - 1) \cot 41,25 = 86,28$$

$$N_{\gamma} = (N_q - 1) \tan (1,4 \phi) = (76,67 - 1) \tan (1,4 \cdot 41,25) = 119,93$$

$$K_p = \tan^2 (45 + \phi/2) = \tan^2 (45 + 41,25/2) = 4,87$$

$$f_{cs} = 1 + 0,2 K_p B/L = 1 + 0,2 \cdot 4,87 \cdot 0,1/\sim = 1$$

$$f_{qs} = 1 + 0,1 K_p B/L = 1 + 0,1 \cdot 4,87 \cdot 0,1/\sim = 1$$

$$f_{ys} = 1 + 0,1 K_p B/L = 1 + 0,1 \cdot 4,87 \cdot 0,1/\sim = 1$$

$$f_{cd} = 1 + 0,2 \sqrt{K_p} (D/B) = 1 + 0,2 \sqrt{4,87} (0,05/0,1) = 1,221$$

$$f_{qd} = 1 + 0,1 \sqrt{K_p} (D/B) = 1 + 0,1 \sqrt{4,87} (0,5/0,1) = 1,11$$

$$f_{\gamma d} = 1 + 0,1 \sqrt{K_p} (D/B) = 1 + 0,1 \sqrt{4,87} (0,5/0,1) = 1,11$$

$$f_{ci}, f_{qi}, f_{\gamma i} = 1$$

$$\begin{aligned} q_u &= c \cdot N_c \cdot f_{cs} \cdot f_{cd} \cdot f_{ci} + q \cdot N_q \cdot f_{qs} \cdot f_{qd} \cdot f_{qi} + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot f_{ys} \cdot f_{\gamma d} \cdot f_{\gamma i} \\ &= 0,027 \cdot 86,28 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 + 16,48 \cdot 0,05 \cdot 76,67 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 + 0,5 \cdot 0,06 \cdot 119,93 \\ &\quad \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \\ &= 182,721 \text{ kN/m}^3 \end{aligned}$$

- **B = 10 cm, d/B = 1**

$$B = \text{lebar pondasi (B = 10 cm = 0,1 m)}$$

$$d = \text{jarak kedalaman pondasi (d = 10 cm = 0,1 m)}$$

$$N_q = e^{(\pi \tan \phi)} \tan^2 (45 + \phi/2) = e^{(\pi \tan 41,25)} \tan^2 (45 + 41,25/2) = 76,67$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi = (76,67 - 1) \cot 41,25 = 86,28$$

$$N_{\gamma} = (N_q - 1) \tan (1,4 \phi) = (76,67 - 1) \tan (1,4 \cdot 41,25) = 119,93$$

$$K_p = \tan^2 (45 + \phi/2) = \tan^2 (45 + 41,25/2) = 4,87$$

$$f_{cs} = 1 + 0,2 K_p B/L = 1 + 0,2 \cdot 4,87 \cdot 0,1/\sim = 1$$

$$f_{qs} = 1 + 0,1 K_p B/L = 1 + 0,1 \cdot 4,87 \cdot 0,1/\sim = 1$$

$$f_{ys} = 1 + 0,1 K_p B/L = 1 + 0,1 \cdot 4,87 \cdot 0,1/\sim = 1$$

$$f_{cd} = 1 + 0,2 \sqrt{K_p} (D/B) = 1 + 0,2 \sqrt{4,87} (0,1/0,1) = 1,44$$

$$f_{qd} = 1 + 0,1 \sqrt{K_p} (D/B) = 1 + 0,1 \sqrt{4,87} (0,1/0,1) = 1,22$$

$$f_{\gamma d} = 1 + 0,1 \sqrt{K_p} (D/B) = 1 + 0,1 \sqrt{4,87} (0,1/0,1) = 1,22$$

$$f_{ci}, f_{qi}, f_{\gamma i} = 1$$

$$q_u = c \cdot N_c \cdot f_{cs} \cdot f_{cd} \cdot f_{ci} + q \cdot N_q \cdot f_{qs} \cdot f_{qd} \cdot f_{qi} \cdot f_{q\delta} \cdot f_{q\beta} + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot f_{ys} \cdot f_{\gamma d} \cdot f_{\gamma i}$$

$$\cdot f_{\gamma i}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,027 \cdot 86,28 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 + 16,48 \cdot 0,03 \cdot 76,67 \cdot 1,44 \cdot 1,22 \cdot 1,22 + 0,5 \cdot 0,1 \\
 &\quad \cdot 119,93 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \\
 &= 278,233 \text{ kN/m}^3
 \end{aligned}$$

2. Metode Hansen

$$\gamma = 16,48 \text{ kN/m}^3$$

$$C = 0,027$$

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

• B = 6, d/B = 0

$$B = \text{lebar pondasi (} B = 6 \text{ cm} = 0,06 \text{ m)}$$

$$d = \text{jarak kedalaman pondasi (} d = 0 \text{ cm)}$$

$$N_q = e^{(\pi \tan \phi)} \tan^2 (45 + \phi/2) = e^{(\pi \tan 41,25)} \tan^2 (45 + 41,25/2) = 76,67$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi = (76,67 - 1) \cot 41,25 = 86,28$$

$$N_\gamma = 1,5 (N_q - 1) \tan \phi = 1,5 (76,67 - 1) \tan 41,25 = 99,54$$

$$f_{cs} = 1 + (B/L)(N_q / N_c) = 1 + (0,06/\sim)(76,67/86,28) = 1$$

$$f_{qs} = 1 + (B/L) \tan \phi = 1 + (0,06/\sim) \tan 41,25 = 1$$

$$f_{\gamma s} = 1 - 0,4 (B/L) = 1 - 0,4 (0,06/\sim) = 1$$

$$f_{cd} = 1 + 0,4 (D/B) = 1 + 0,4 (0/0,06) = 1$$

$$\begin{aligned}
 f_{qd} &= 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 (D/B) \\
 &= 1 + 2 \tan 41,25 (1 - \sin 41,25)^2 (0/0,06) = 1
 \end{aligned}$$

$$f_{\gamma d}, f_{ci}, f_{qi}, f_{\gamma i}, f_{c\delta}, f_{q\delta}, f_{\gamma\delta}, f_{c\beta}, f_{q\beta}, f_{\gamma\beta} = 1$$

$$\begin{aligned}
 q_u &= c \cdot N_c \cdot f_{cs} \cdot f_{cd} \cdot f_{ci} \cdot f_{c\delta} \cdot f_{c\beta} + q \times N_q \cdot f_{qs} \cdot f_{qd} \cdot f_{qi} \cdot f_{q\delta} \cdot f_{q\beta} \\
 &\quad + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot f_{\gamma s} \cdot f_{\gamma d} \cdot f_{\gamma i} \cdot f_{\gamma\delta} \cdot f_{\gamma\beta} \\
 &= 0,027 \cdot 86,28 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 + 0 + 0,5 \times 16,48 \cdot 6 \cdot 99,54 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \\
 &= 51,54 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

1. B = 6, d/B = 0,5

$$B = \text{lebar pondasi (} B = 6 \text{ cm} = 0,06 \text{ m)}$$

$$d = \text{jarak kedalaman pondasi (} d = 3 \text{ cm} = 0,03 \text{ m)}$$

$$N_q = e^{(\pi \tan \phi)} \tan^2 (45 + \phi/2) = e^{(\pi \tan 41,25)} \tan^2 (45 + 41,25/2) = 76,67$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi = (76,67 - 1) \cot 41,25 = 86,28$$

$$N_\gamma = 1,5 (N_q - 1) \tan \phi = 1,5 (N_q - 1) \tan \phi = 1,5 (76,67 - 1) \tan 41,25 = 99,54$$

$$f_{cs} = 1 + (B/L)(N_q / N_c) = 1 + (0,06/\sim)(76,67/86,28) = 1$$

$$f_{qs} = 1 + (B/L) \tan \phi = 1 + (0,06/\sim) \tan 41,25 = 1$$

$$f_{\gamma s} = 1 - 0,4 (B/L) = 1 - 0,4 (0,06/\sim) = 1$$

$$f_{cd} = 1 + 0,4 (D/B) = 1 + 0,4 (0,03/0,06) = 1,2$$

$$f_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 (D/B) \\ = 1 + 2 \tan 41,25 (1 - \sin 41,25)^2 (0,03/0,06) = 1,101$$

$$f_{\gamma d}, f_{ci}, f_{qi}, f_{\gamma i}, f_{c\delta}, f_{q\delta}, f_{\gamma\delta}, f_{c\beta}, f_{q\beta}, f_{\gamma\beta} = 1$$

$$q_u = c \cdot N_c \cdot f_{cs} \cdot f_{cd} \cdot f_{ci} \cdot f_{c\delta} \cdot f_{c\beta} + q \times N_q \cdot f_{qs} \cdot f_{qd} \cdot f_{qi} \cdot f_{q\delta} \cdot f_{q\beta} \\ + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot f_{\gamma s} \cdot f_{\gamma d} \cdot f_{\gamma i} \cdot f_{\gamma\delta} \cdot f_{\gamma\beta} \\ = 0,027 \cdot 86,28 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 + 0,03 \cdot 76,67 \cdot 1 \cdot 1,101 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 + 0,5 \times 16,48 \cdot 99,54 \\ \cdot 6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \\ = 93,773 \text{ kN/m}^2$$

2. B = 6, d/B = 1

$$B = \text{lebar pondasi (B = 6 cm = 0,06 m)}$$

$$d = \text{jarak kedalaman pondasi (d = 6 cm = 0,06 m)}$$

$$N_q = e^{(\pi \tan \phi)} \tan^2 (45 + \phi/2) = e^{(\pi \tan 41,25)} \tan^2 (45 + 41,25/2) = 76,67$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi = (76,67 - 1) \cot 41,25 = 86,28$$

$$N_\gamma = 1,5 (N_q - 1) \tan \phi = 1,5 (N_q - 1) \tan \phi = 1,5 (76,67 - 1) \tan 41,25 = 99,54$$

$$f_{cs} = 1 + (B/L)(N_q / N_c) = 1 + (0,06/\sim)(76,67/86,28) = 1$$

$$f_{qs} = 1 + (B/L) \tan \phi = 1 + (0,06/\sim) \tan 41,25 = 1$$

$$f_{\gamma s} = 1 - 0,4 (B/L) = 1 - 0,4 (0,06/\sim) = 1$$

$$f_{cd} = 1 + 0,4 (D/B) = 1 + 0,4 (0,06/0,06) = 1,4$$

$$f_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 (D/B) \\ = 1 + 2 \tan 41,25 (1 - \sin 41,25)^2 (0,06/0,06) = 1,203$$

$$f_{\gamma d}, f_{ci}, f_{qi}, f_{\gamma i}, f_{c\delta}, f_{q\delta}, f_{\gamma\delta}, f_{c\beta}, f_{q\beta}, f_{\gamma\beta} = 1$$

$$q_u = c \cdot N_c \cdot f_{cs} \cdot f_{cd} \cdot f_{ci} \cdot f_{c\delta} \cdot f_{c\beta} + q \times N_q \cdot f_{qs} \cdot f_{qd} \cdot f_{qi} \cdot f_{q\delta} \cdot f_{q\beta} \\ + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot f_{\gamma s} \cdot f_{\gamma d} \cdot f_{\gamma i} \cdot f_{\gamma\delta} \cdot f_{\gamma\beta}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,027 \cdot 86,28 \cdot 1,1,4,1,1,1 + 16,48 \cdot 0,06 \cdot 76,67 \cdot 1,1,203,1,1,1 + 0,5 \times \\
 &16,48 \cdot \\
 &99,54 \cdot 6,1,1,1,1,1 \\
 &= 143,708 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

3. B = 8, d/B = 0

B = lebar pondasi (B = 8 cm = 0,08 m)

d = jarak kedalaman pondasi (d = 0 cm)

$$N_q = e^{(\pi \tan \phi)} \tan^2 (45 + \phi/2) = e^{(\pi \tan 41,25)} \tan^2 (45 + 41,25/2) = 76,67$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi = (76,67 - 1) \cot 41,25 = 86,28$$

$$N_\gamma = 1,5 (N_q - 1) \tan \phi = 1,5 (N_q - 1) \tan \phi = 1,5 (76,67 - 1) \tan 41,25 = 99,54$$

$$f_{cs} = 1 + (B/L)(N_q / N_c) = 1 + (0,08/\sim)(76,67/86,28) = 1$$

$$f_{qs} = 1 + (B/L)\tan \phi = 1 + (0,08/\sim)\tan 41,25 = 1$$

$$f_{\gamma s} = 1 - 0,4 (B/L) = 1 - 0,4 (0,08/\sim) = 1$$

$$f_{cd} = 1 + 0,4 (D/B) = 1 + 0,4 (0/0,08) = 1$$

$$\begin{aligned}
 f_{qd} &= 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 (D/B) \\
 &= 1 + 2 \tan 41,25 (1 - \sin 41,25)^2 (0/0,08) = 1
 \end{aligned}$$

$$f_{\gamma d}, f_{ci}, f_{qi}, f_{\gamma i}, f_{c\delta}, f_{q\delta}, f_{\gamma\delta}, f_{c\beta}, f_{q\beta}, f_{\gamma\beta} = 1$$

$$\begin{aligned}
 q_u &= c \cdot N_c \cdot f_{cs} \cdot f_{cd} \cdot f_{ci} \cdot f_{c\delta} \cdot f_{c\beta} + q \times N_q \cdot f_{qs} \cdot f_{qd} \cdot f_{qi} \cdot f_{q\delta} \cdot f_{q\beta} \\
 &\quad + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot f_{\gamma s} \cdot f_{\gamma d} \cdot f_{\gamma i} \cdot f_{\gamma\delta} \cdot f_{\gamma\beta} \\
 &= 0,027 \cdot 86,28 \cdot 1,1,1,1,1,1 + 0 + 0,5 \times 16,48 \cdot 99,54 \cdot 8,1,1,1,1,1 \\
 &= 67,94 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

4. B = 8, d/B = 0,5

$$B = \text{lebarpondasi}(B = 8 \text{ cm} = 0,08 \text{ m})$$

$$d = \text{jarakkedalaman pondasi}(d = 4 \text{ cm})$$

$$N_q = e^{(\pi \tan \phi)} \tan^2(45 + \phi/2) = e^{(\pi \tan 41,25)} \tan^2(45 + 41,25/2) = 76,67$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi = (76,67 - 1) \cot 41,25 = 86,28$$

$$N_\gamma = 1,5 (N_q - 1) \tan \phi = 1,5 (N_q - 1) \tan \phi = 1,5 (76,67 - 1) \tan 41,25 = 99,54$$

$$f_{cs} = 1 + (B/L)(N_q / N_c) = 1 + (0,08/\sim)(76,67/86,28) = 1$$

$$f_{qs} = 1 + (B/L) \tan \phi = 1 + (0,08/\sim) \tan 41,25 = 1$$

$$f_{\gamma s} = 1 - 0,4 (B/L) = 1 - 0,4 (0,08/\sim) = 1$$

$$f_{cd} = 1 + 0,4 (D/B) = 1 + 0,4 (0,04/0,08) = 1,200$$

$$f_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 (D/B)$$

$$= 1 + 2 \tan 41,25 (1 - \sin 41,25)^2 (0,04/0,08) = 1,102$$

$$f_{\gamma d} = 1$$

$$f_{ci}, f_{qi}, f_{\gamma i} = 1$$

$$q_u = c \cdot N_c \cdot f_{cs} \cdot f_{cd} \cdot f_{ci} \cdot f_{c\delta} \cdot f_{c\beta} + q \times N_q \cdot f_{qs} \cdot f_{qd} \cdot f_{qi} \cdot f_{q\delta} \cdot f_{q\beta}$$

$$+ 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot f_{\gamma s} \cdot f_{\gamma d} \cdot f_{\gamma i} \cdot f_{\gamma \delta} \cdot f_{\gamma \beta}$$

$$= 0,027 \cdot 86,28 \cdot 1 \cdot 1,200 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 + 16,48 \cdot 0,04 \cdot 76,67 \cdot 1 \cdot 1,102 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 + 0,5 \times 16,48$$

$$\cdot 0,08 \cdot 76,67 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1$$

$$= 124,099 \text{ kN/m}^2$$

5. B = 8, d/B = 1

$$B = \text{lebarpondasi}(B = 8 \text{ cm} = 0,08 \text{ m})$$

$$d = \text{jarakkedalaman pondasi}(d = 8 \text{ cm})$$

$$N_q = e^{(\pi \tan \phi)} \tan^2(45 + \phi/2) = e^{(\pi \tan 41,25)} \tan^2(45 + 41,25/2) = 76,67$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi = (76,67 - 1) \cot 41,25 = 86,28$$

$$N_\gamma = 1,5 (N_q - 1) \tan \phi = 1,5 (N_q - 1) \tan \phi = 1,5 (76,67 - 1) \tan 41,25 = 99,54$$

$$f_{cs} = 1 + (B/L)(N_q / N_c) = 1 + (0,006/\sim)(76,67/86,28) = 1$$

$$f_{qs} = 1 + (B/L) \tan \phi = 1 + (0,08/\sim) \tan 41,25 = 1$$

$$f_{\gamma s} = 1 - 0,4 (B/L) = 1 - 0,4 (0,08/\sim) = 1$$

$$f_{cd} = 1 + 0,4 (D/B) = 1 + 0,4 (0,08/0,08) = 1,400$$

$$f_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 (D/B)$$

$$= 1 + 2 \tan 41,25 (1 - \sin 41,25)^2 (0,08/0,08) = 1,204$$

$$f_{\gamma d} = 1$$

$$f_{ci}, f_{qi}, f_{\gamma i} = 1$$

$$\begin{aligned} q_u &= c \cdot N_c \cdot f_{cs} \cdot f_{cd} \cdot f_{ci} \cdot f_{c\delta} \cdot f_{c\beta} + q \times N_q \cdot f_{qs} \cdot f_{qd} \cdot f_{qi} \cdot f_{q\delta} \cdot f_{q\beta} \\ &\quad + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot f_{\gamma s} \cdot f_{\gamma d} \cdot f_{\gamma i} \cdot f_{\gamma \delta} \cdot f_{\gamma \beta} \\ &= 0,027 \cdot 86,28 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 400 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 + 16,48 \cdot 0,04 \cdot 76,67 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 204 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 + 0,5 \times 16,48 \\ &\quad \cdot 0,08 \cdot 76,67 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \\ &= 214,722 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

6. B = 10, d/B = 0

$$B = \text{lebar pondasi (B = 10 cm = 0,10 m)}$$

$$d = \text{jarak kedalaman pondasi (d = 0 cm)}$$

$$N_q = e^{(\pi \tan \phi)} \tan^2(45 + \phi/2) = e^{(\pi \tan 41,25)} \tan^2(45 + 41,25/2) = 76,67$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi = (76,67 - 1) \cot 41,25 = 86,28$$

$$N_\gamma = 1,5 (N_q - 1) \tan \phi = 1,5 (N_q - 1) \tan \phi = 1,5 (76,67 - 1) \tan 41,25 = 99,54$$

$$f_{cs} = 1 + (B/L)(N_q / N_c) = 1 + (0,1/\sim)(76,67/86,28) = 1$$

$$f_{qs} = 1 + (B/L) \tan \phi = 1 + (0,1/\sim) \tan 41,25 = 1$$

$$f_{\gamma s} = 1 - 0,4 (B/L) = 1 - 0,4 (0,1/\sim) = 1$$

$$f_{cd} = 1 + 0,4 (D/B) = 1 + 0,4 (0/0,1) = 1$$

$$\begin{aligned} f_{qd} &= 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 (D/B) \\ &= 1 + 2 \tan 41,25 (1 - \sin 41,25)^2 (0/0,1) = 1 \end{aligned}$$

$$f_{\gamma d} = 1$$

$$f_{ci}, f_{qi}, f_{\gamma i} = 1$$

$$\begin{aligned} q_u &= c \cdot N_c \cdot f_{cs} \cdot f_{cd} \cdot f_{ci} \cdot f_{c\delta} \cdot f_{c\beta} + q \times N_q \cdot f_{qs} \cdot f_{qd} \cdot f_{qi} \cdot f_{q\delta} \cdot f_{q\beta} \\ &\quad + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot f_{\gamma s} \cdot f_{\gamma d} \cdot f_{\gamma i} \cdot f_{\gamma \delta} \cdot f_{\gamma \beta} \\ &= 0,027 \cdot 86,28 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 + 0 + 0,5 \times 16,48 \cdot 0,1 \cdot 76,67 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \\ &= 101,153 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

7. B = 6, d/B = 0,5

$$B = \text{lebar pondasi (B = 10 cm = 0,1 m)}$$

$$d = \text{jarak kedalaman pondasi (d = 5 cm)}$$

$$N_q = e^{(\pi \tan \phi)} \tan^2(45 + \phi/2) = e^{(\pi \tan 41,25)} \tan^2(45 + 41,25/2) = 76,67$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi = (76,67 - 1) \cot 41,25 = 86,28$$

$$N_\gamma = 1,5 (N_q - 1) \tan \phi = 1,5 (N_q - 1) \tan \phi = 1,5 (76,67 - 1) \tan 41,25 = 99,54$$

$$f_{cs} = 1 + (B/L)(N_q / N_c) = 1 + (0,1/\sim)(76,67/86,28) = 1$$

$$f_{qs} = 1 + (B/L)\tan\phi = 1 + (0,1/\sim)\tan 41,25 = 1$$

$$f_{\gamma s} = 1 - 0,4 (B/L) = 1 - 0,4 (0,1/\sim) = 1$$

$$f_{cd} = 1 + 0,4 (D/B) = 1 + 0,4 (0,5/0,1) = 1,20$$

$$f_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 (D/B) \\ = 1 + 2 \tan 41,25 (1 - \sin 41,25)^2 (0,5/0,1) = 1,102$$

$$f_{\gamma d}, f_{ci}, f_{qi}, f_{\gamma i}, f_{c\delta}, f_{q\delta}, f_{\gamma\delta}, f_{c\beta}, f_{q\beta}, f_{\gamma\beta} = 1$$

$$q_u = c \cdot N_c \cdot f_{cs} \cdot f_{cd} \cdot f_{ci} \cdot f_{c\delta} \cdot f_{c\beta} + q \cdot N_q \cdot f_{qs} \cdot f_{qd} \cdot f_{qi} \cdot f_{q\delta} \cdot f_{q\beta} \\ + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot f_{\gamma s} \cdot f_{\gamma d} \cdot f_{\gamma i} \cdot f_{\gamma\delta} \cdot f_{\gamma\beta} \\ = 0,027 \cdot 86,28 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 + 16,48 \cdot 76,67 \cdot 1 \cdot 1,102 \cdot 1 + 0,5 \cdot 16,48 \cdot 10 \cdot \\ 99,54 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \\ = 154,425 \text{ kN/m}^2$$

8. B = 10, d/B = 1

$$B = \text{lebar pondasi (B = 10 cm = 0,1 m)}$$

$$d = \text{jarak kedalaman pondasi (d = cm)}$$

$$N_q = e^{(\pi \tan\phi)} \tan^2 (45 + \phi/2) = e^{(\pi \tan 41,25)} \tan^2 (45 + 41,25/2) = 76,67$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot\phi = (76,67 - 1) \cot 41,25 = 86,28$$

$$N_\gamma = 1,5 (N_q - 1) \tan\phi = 1,5 (N_q - 1) \tan\phi = 1,5 (76,67 - 1) \tan 41,25 = 99,54$$

$$f_{cs} = 1 + (B/L)(N_q / N_c) = 1 + (0,1/\sim)(76,67/86,28) = 1$$

$$f_{qs} = 1 + (B/L)\tan\phi = 1 + (0,1/\sim)\tan 41,25 = 1$$

$$f_{\gamma s} = 1 - 0,4 (B/L) = 1 - 0,4 (0,1/\sim) = 1$$

$$f_{cd} = 1 + 0,4 (D/B) = 1 + 0,4 (0/0,1) = 1$$

$$f_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 (D/B) \\ = 1 + 2 \tan 41,25 (1 - \sin 41,25)^2 (0/0,1) = 1$$

$$f_{\gamma d}, f_{ci}, f_{qi}, f_{\gamma i}, f_{c\delta}, f_{q\delta}, f_{\gamma\delta}, f_{c\beta}, f_{q\beta}, f_{\gamma\beta} = 1$$

$$q_u = c \cdot N_c \cdot f_{cs} \cdot f_{cd} \cdot f_{ci} \cdot f_{c\delta} \cdot f_{c\beta} + q \cdot N_q \cdot f_{qs} \cdot f_{qd} \cdot f_{qi} \cdot f_{q\delta} \cdot f_{q\beta} \\ + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot f_{\gamma s} \cdot f_{\gamma d} \cdot f_{\gamma i} \cdot f_{\gamma\delta} \cdot f_{\gamma\beta} \\ = 0,027 \cdot 86,28 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 + 0 + 0,5 \cdot 16,48 \cdot 10 \cdot 99,54 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \\ = 237,356 \text{ kN/m}^2$$

3. Metode Hansen Vesic

$$\gamma = 16,48 \text{ kN/m}^3$$

$$C = 0.027$$

$$\phi = \text{sudut geser dalam tanah} = 41.25^\circ$$

1. B = 6, d/B = 0

$$B = \text{lebar pondasi} = 6 \text{ cm}$$

$$Nq = e^{\pi \tan \phi} \cdot \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) = e^{\pi \tan 41.25} \cdot \tan^2 \left(45 + \frac{41.25}{2} \right) = 76,671$$

$$Nc = (Nq - 1) \cot \phi = (76,671 - 1) \cdot \cot 41,25 = 86,286$$

$$N\gamma = 2 (Nq + 1) \tan \phi = 2 (76,671 + 1) \cdot \tan 41,25 = 136,231$$

$$F_{sc} = 1 + (B/L)(Nq/Nc) = 1 + 0(76,671/86,286) = 1$$

$$F_{sq} = 1 + (B/L) \tan \phi = 1 + 0(\tan 41,25) = 1$$

$$F_{s\gamma} = 1 - 0,4(B/L) = 1 - 0,4(0) = 1$$

$$F_{dc} = 1 + 0,4(d/B) = 1 + 0,4(0) = 1$$

$$F_{dq} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 (d/B) = 1 + 2 \tan 41,25 (1 - \sin 41,25)^2 (0) = 1$$

$$F_{d\gamma} = 1$$

$$F_{ic} = 1$$

$$F_{iq} = 1$$

$$F_{i\gamma} = 1$$

$$\begin{aligned} qu &= (c \times Nc \times F_{sc} \times F_{dc} \times F_{ic}) + (d \times \gamma \times Nq \times F_{sq} \times F_{dq} \times F_{iq}) + (\gamma \times (B/2) \times \\ &\quad N\gamma \times F_{s\gamma} \times F_{d\gamma} \times F_{i\gamma}) \\ &= (0,027 \times 86,286 \times 1 \times 1 \times 1) + (0 \times 16,48 \times 76,671 \times 1 \times 1 \times 1) + (16,48 \times \\ &\quad (0,06/2) \times 136,231 \times 1 \times 1 \times 1) \\ &= 69,682 \text{ kN/m}^3 \end{aligned}$$

2. **B = 6, d/B = 0,5**

$$B = \text{lebar pondasi} = 6 \text{ cm}$$

$$Nq = e^{\pi \tan \phi} \cdot \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) = e^{\pi \tan 41,25} \cdot \tan^2 \left(45 + \frac{41,25}{2} \right) = 76,671$$

$$Nc = (Nq - 1) \cot \phi = (76,671 - 1) \cdot \cot 41,25 = 86,286$$

$$N\gamma = 2 (Nq + 1) \tan \phi = 2 (76,671 + 1) \cdot \tan 41,25 = 136,231$$

$$Fs_c = 1 + (B/L)(Nq/Nc) = 1 + 0(76,671/86,286) = 1$$

$$Fs_q = 1 + (B/L) \tan \phi = 1 + 0(\tan 41,25) = 1$$

$$Fs_\gamma = 1 - 0,4(B/L) = 1 - 0,4(0) = 1$$

$$Fd_c = 1 + 0,4(d/B) = 1 + 0,4(0,03/0,06) = 1,200$$

$$Fd_q = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 (d/B) = 1 + 2 \tan 41,25 (1 - \sin 41,25)^2 (0,03/0,06) = 1,102$$

$$Fd_\gamma = 1$$

$$Fi_c = 1$$

$$Fi_q = 1$$

$$Fi_\gamma = 1$$

$$\begin{aligned} qu &= (c \times Nc \times Fs_c \times Fd_c \times Fi_c) + (d \times \gamma \times Nq \times Fs_q \times Fd_q \times Fi_q) + (\gamma \times (B/2) \times \\ &\quad N\gamma \times Fs_\gamma \times Fd_\gamma \times Fi_\gamma) \\ &= (0,027 \times 86,286 \times 1 \times 1,200 \times 1) + (0,03 \times 16,48 \times 76,671 \times 1 \times 1,102 \times 1) \\ &\quad + (16,48 \times (0,06/2) \times 136,231 \times 1 \times 1 \times 1) \\ &= 111,912 \text{ kN/m}^3 \end{aligned}$$

3. $B = 6, d/B = 1$

$$B = \text{lebar pondasi} = 6 \text{ cm}$$

$$Nq = e^{\pi \tan \phi} \cdot \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) = e^{\pi \tan 41,25} \cdot \tan^2 \left(45 + \frac{41,25}{2} \right) = 76,671$$

$$Nc = (Nq - 1) \cot \phi = (76,671 - 1) \cdot \cot 41,25 = 86,286$$

$$N\gamma = 2(Nq + 1) \tan \phi = 2(76,671 + 1) \cdot \tan 41,25 = 136,231$$

$$F_{Sc} = 1 + (B/L)(Nq/Nc) = 1 + 0(76,671/86,286) = 1$$

$$F_{Sq} = 1 + (B/L) \tan \phi = 1 + 0(\tan 41,25) = 1$$

$$F_{S\gamma} = 1 - 0,4(B/L) = 1 - 0,4(0) = 1$$

$$F_{dc} = 1 + 0,4(d/B) = 1 + 0,4(0,06/0,06) = 1,400$$

$$F_{dq} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 (d/B) = 1 + 2 \tan 41,25 (1 - \sin 41,25)^2 (0,06/0,06) = 1,204$$

$$F_{d\gamma} = 1$$

$$F_{ic} = 1$$

$$F_{iq} = 1$$

$$F_{i\gamma} = 1$$

$$\begin{aligned} qu &= (c \times Nc \times F_{Sc} \times F_{dc} \times F_{ic}) + (d \times \gamma \times Nq \times F_{Sq} \times F_{dq} \times F_{iq}) + (\gamma \times (B/2) \times \\ &\quad N\gamma \times F_{S\gamma} \times F_{d\gamma} \times F_{i\gamma}) \\ &= (0,027 \times 86,286 \times 1 \times 1,400 \times 1) + (0,06 \times 16,48 \times 76,671 \times 1 \times 1,204 \times 1) \\ &\quad + (16,48 \times (0,06/2) \times 136,231 \times 1 \times 1 \times 1) \\ &= 161,857 \text{ kN/m}^3 \end{aligned}$$

4. $B = 8, d/B = 0$

$$B = \text{lebar pondasi} = 8 \text{ cm}$$

$$Nq = e^{\pi \tan \phi} \cdot \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) = e^{\pi \tan 41,25} \cdot \tan^2 \left(45 + \frac{41,25}{2} \right) = 76,671$$

$$Nc = (Nq - 1) \cot \phi = (76,671 - 1) \cdot \cot 41,25 = 86,286$$

$$N\gamma = 2(Nq + 1) \tan \phi = 2(76,671 + 1) \cdot \tan 41,25 = 136,231$$

$$Fs_c = 1 + (B/L)(Nq/Nc) = 1 + 0(76,671/86,286) = 1$$

$$Fs_q = 1 + (B/L) \tan \phi = 1 + 0(\tan 41,25) = 1$$

$$Fs_\gamma = 1 - 0,4(B/L) = 1 - 0,4(0) = 1$$

$$Fd_c = 1 + 0,4(d/B) = 1 + 0,4(0) = 1$$

$$Fd_q = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 (d/B) = 1 + 2 \tan 41,25 (1 - \sin 41,25)^2 (0) = 1$$

$$Fd_\gamma = 1$$

$$Fi_c = 1$$

$$Fi_q = 1$$

$$Fi_\gamma = 1$$

$$\begin{aligned} qu &= (c \times Nc \times Fs_c \times Fd_c \times Fi_c) + (d \times \gamma \times Nq \times Fs_q \times Fd_q \times Fi_q) + (\gamma \times (B/2) \times \\ &\quad N\gamma \times Fs_\gamma \times Fd_\gamma \times Fi_\gamma) \\ &= (0,027 \times 86,286 \times 1 \times 1 \times 1) + (0 \times 16,48 \times 76,671 \times 1 \times 1 \times 1) + (16,48 \times \\ &\quad (0,08/2) \times 136,231 \times 1 \times 1 \times 1) \\ &= 92,133 \text{ kN/m}^3 \end{aligned}$$

9. B = 8; d/B = 0,5

$$B = \text{lebar pondasi (B = 8 cm = 0,08 m)}$$

$$d = \text{jarak kedalaman pondasi (d = 4 cm = 0,04 m)}$$

$$N_q = e^{(\pi \tan \phi)} \tan^2 (45 + \phi/2) = e^{(\pi \tan 41,25)} \tan^2 (45 + 41,25/2) = 76,67$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi = (76,67 - 1) \cot 41,25 = 86,28$$

$$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \phi = 2 (N_q + 1) \tan \phi = 2 (76,67 + 1) \tan 41,25 = 136,231$$

$$f_{cs} = 1 + (B/L)(N_q / N_c) = 1 + (0,06/)(76,67/86,28) = 1$$

$$f_{qs} = 1 + (B/L) \tan \phi = 1 + (0,08/\sim) \tan 41,25 = 1$$

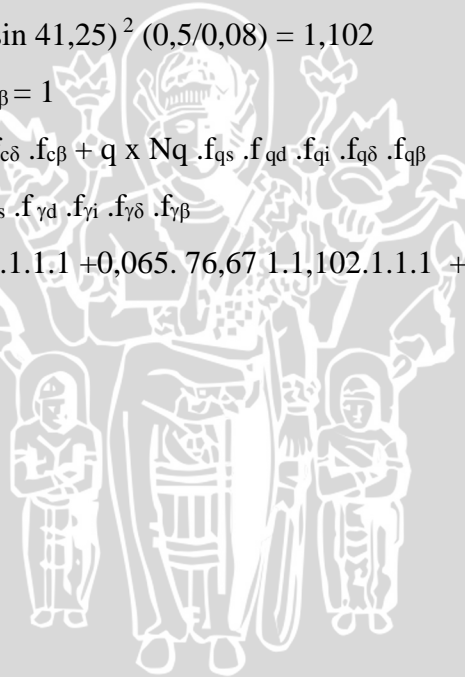
$$f_{\gamma s} = 1 - 0,4 (B/L) = 1 - 0,4 (0,08/\sim) = 1$$

$$f_{cd} = 1 + 0,4 (D/B) = 1 + 0,4 (0,5/0,08) = 1,2$$

$$f_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 (D/B) \\ = 1 + 2 \tan 41,25 (1 - \sin 41,25)^2 (0,5/0,08) = 1,102$$

$$f_{\gamma d}, f_{ci}, f_{qi}, f_{\gamma i}, f_{c\delta}, f_{q\delta}, f_{\gamma\delta}, f_{c\beta}, f_{q\beta}, f_{\gamma\beta} = 1$$

$$q_u = c \cdot N_c \cdot f_{cs} \cdot f_{cd} \cdot f_{ci} \cdot f_{c\delta} \cdot f_{c\beta} + q \times N_q \cdot f_{qs} \cdot f_{qd} \cdot f_{qi} \cdot f_{q\delta} \cdot f_{q\beta} \\ + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot f_{\gamma s} \cdot f_{\gamma d} \cdot f_{\gamma i} \cdot f_{\gamma\delta} \cdot f_{\gamma\beta} \\ = 0,027 \cdot 86,28 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 + 0,065 \cdot 76,67 \cdot 1 \cdot 1,102 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 + 0,5 \times 16,48 \cdot 8 \cdot \\ 136,231 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \\ = 148,284 \text{ kN/m}^2$$



10. B = 8; d/B = 1

$$B = \text{lebar pondasi (B = 8 cm = 0,08 m)}$$

$$d = \text{jarak kedalaman pondasi (d = 8 cm = 0,08 m)}$$

$$N_q = e^{(\pi \tan \phi)} \tan^2 (45 + \phi/2) = e^{(\pi \tan 41,25)} \tan^2 (45 + 41,25/2) = 76,67$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi = (76,67 - 1) \cot 41,25 = 86,28$$

$$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \phi = 2 (N_q + 1) \tan \phi = 2 (76,67 + 1) \tan 41,25 = 136,231$$

$$f_{cs} = 1 + (B/L)(N_q / N_c) = 1 + (0,06/)(76,67/86,28) = 1$$

$$f_{qs} = 1 + (B/L) \tan \phi = 1 + (0,08/\sim) \tan 41,25 = 1$$

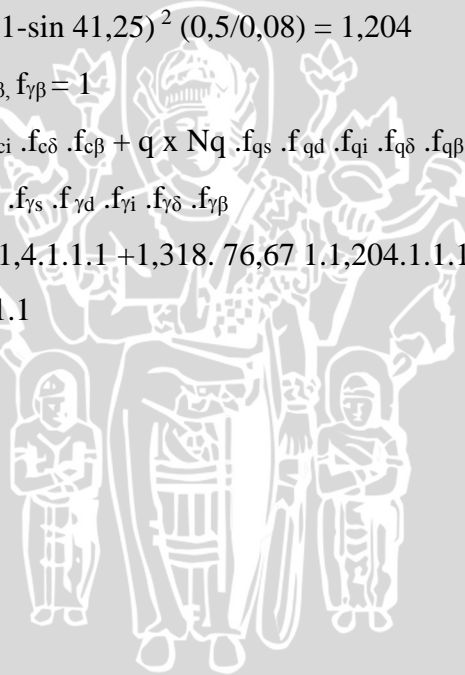
$$f_{\gamma s} = 1 - 0,4 (B/L) = 1 - 0,4 (0,08/\sim) = 1$$

$$f_{cd} = 1 + 0,4 (D/B) = 1 + 0,4 (0,5/0,08) = 1,4$$

$$f_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 (D/B) \\ = 1 + 2 \tan 41,25 (1 - \sin 41,25)^2 (0,5/0,08) = 1,204$$

$$f_{\gamma d}, f_{ci}, f_{qi}, f_{\gamma i}, f_{c\delta}, f_{q\delta}, f_{\gamma\delta}, f_{c\beta}, f_{q\beta}, f_{\gamma\beta} = 1$$

$$Q_u = c \cdot N_c \cdot f_{cs} \cdot f_{cd} \cdot f_{ci} \cdot f_{c\delta} \cdot f_{c\beta} + q \times N_q \cdot f_{qs} \cdot f_{qd} \cdot f_{qi} \cdot f_{q\delta} \cdot f_{q\beta} \\ + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot f_{\gamma s} \cdot f_{\gamma d} \cdot f_{\gamma i} \cdot f_{\gamma\delta} \cdot f_{\gamma\beta} \\ = 0,027 \cdot 86,28 \cdot 1 \cdot 1,4 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 + 1,318 \cdot 76,67 \cdot 1 \cdot 1,204 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 + 0,5 \times 16,48 \cdot 8 \cdot \\ 136,231 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \\ = 214,722 \text{ kN/m}^2$$



11. $B = 10$, $d/B = 0$

B = lebar pondasi ($B = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$)

d = jarak kedalaman pondasi ($d = 0 \text{ cm} = 0,00 \text{ m}$)

$$N_q = e^{(\pi \tan \phi)} \tan^2 (45 + \phi/2) = e^{(\pi \tan 41,25)} \tan^2 (45 + 41,25/2) = 76,67$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi = (76,67 - 1) \cot 41,25 = 86,28$$

$$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \phi = 2 (N_q + 1) \tan \phi = 2 (76,67 + 1) \tan 41,25 = 136,231$$

$$f_{cs} = 1 + (B/L)(N_q / N_c) = 1 + (0,06)/(76,67/86,28) = 1$$

$$f_{qs} = 1 + (B/L)\tan \phi = 1 + (0,08/\sim)\tan 41,25 = 1$$

$$f_{\gamma s} = 1 - 0,4 (B/L) = 1 - 0,4 (0,08/\sim) = 1$$

$$f_{cd} = 1 + 0,4 (D/B) = 1 + 0,4 (0,5/0,08) = 1$$

$$f_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 (D/B)$$

$$= 1 + 2 \tan 41,25 (1 - \sin 41,25)^2 (0,5/0,08) = 1$$

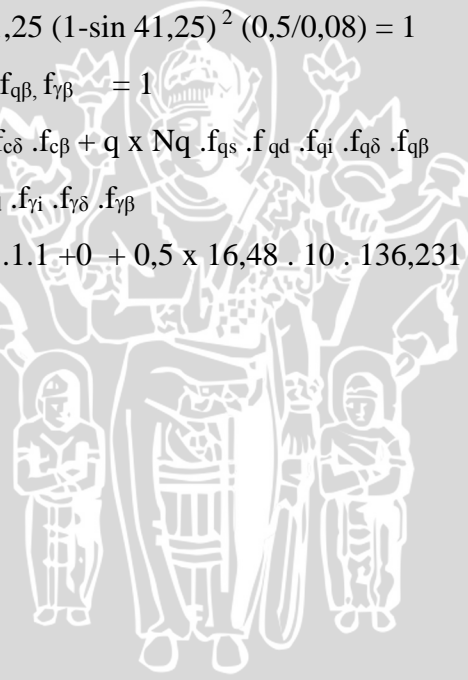
$$f_{\gamma d}, f_{c i}, f_{q i}, f_{\gamma i}, f_{c \delta}, f_{q \delta}, f_{\gamma \delta}, f_{c \beta}, f_{q \beta}, f_{\gamma \beta} = 1$$

$$q_u = c \cdot N_c \cdot f_{cs} \cdot f_{cd} \cdot f_{ci} \cdot f_{c\delta} \cdot f_{c\beta} + q \cdot N_q \cdot f_{qs} \cdot f_{qd} \cdot f_{qi} \cdot f_{q\delta} \cdot f_{q\beta}$$

$$+ 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot f_{\gamma s} \cdot f_{\gamma d} \cdot f_{\gamma i} \cdot f_{\gamma \delta} \cdot f_{\gamma \beta}$$

$$= 0,027 \cdot 86,28 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 + 0 + 0,5 \cdot 16,48 \cdot 10 \cdot 136,231 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1$$

$$= 114,584 \text{ kN/m}^2$$



12. B = 10, d/B = 0,5

$$B = \text{lebar pondasi} = 10 \text{ cm}$$

$$Nq = e^{\pi \tan \phi} \cdot \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) = e^{\pi \tan 41,25} \cdot \tan^2 \left(45 + \frac{41,25}{2} \right) = 76,671$$

$$Nc = (Nq - 1) \cot \phi = (76,671 - 1) \cdot \cot 41,25 = 86,286$$

$$N\gamma = 2 (Nq + 1) \tan \phi = 2 (76,671 + 1) \cdot \tan 41,25 = 136,231$$

$$Fs_c = 1 + (B/L)(Nq/Nc) = 1 + 0 (76,671/86,286) = 1$$

$$Fs_q = 1 + (B/L) \tan \phi = 1 + 0 (\tan 41,25) = 1$$

$$Fs_\gamma = 1 - 0,4(B/L) = 1 - 0,4(0) = 1$$

$$Fd_c = 1 + 0,4(d/B) = 1 + 0,4(0,05/0,1) = 1,20$$

$$Fd_q = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 (d/B) = 1 +$$

$$2 \tan 41,25 (1 - \sin 41,25)^2 (0,05/0,1) = 1,102$$

$$Fd_\gamma = 1$$

$$Fi_c = 1$$

$$Fi_q = 1$$

$$Fi_\gamma = 1$$

$$qu = (c \times Nc \times Fs_c \times Fd_c \times Fi_c) + (d \times \gamma \times Nq \times Fs_q \times Fd_q \times Fi_q) + (\gamma \times (B/2) \times N\gamma \times Fs_\gamma \times Fd_\gamma \times Fi_\gamma)$$

$$= (0,027 \times 86,286 \times 1 \times 1 \times 1) + (0,05 \times 16,48 \times 76,671 \times 1 \times 1 \times 1) + (16,48 \times (0,1/2) \times 136,231 \times 1 \times 1 \times 1)$$

$$= 184,656 \text{ kN/m}^3$$

- **B = 10 cm, d/B = 1**

$$B = \text{lebar pondasi (B = 10 cm = 0,1 m)}$$

$$d = \text{jarak kedalaman pondasi (d = 10 cm = 0,1 m)}$$

$$N_q = e^{(\pi \tan \phi)} \tan^2 (45 + \phi/2) = e^{(\pi \tan 41,25)} \tan^2 (45 + 41,25/2) = 76,67$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi = (76,67 - 1) \cot 41,25 = 86,28$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan (1,4 \phi) = (76,67 - 1) \tan (1,4 \cdot 41,25) = 119,93$$

$$K_p = \tan^2 (45 + \phi/2) = \tan^2 (45 + 41,25/2) = 4,87$$

$$f_{cs} = 1 + 0,2 K_p B/L = 1 + 0,2 \cdot 4,87 \cdot 0,1/\sim = 1$$

$$f_{qs} = 1 + 0,1 K_p B/L = 1 + 0,1 \cdot 4,87 \cdot 0,1/\sim = 1$$

$$f_{\gamma s} = 1 + 0,1 K_p B/L = 1 + 0,1 \cdot 4,87 \cdot 0,1/\sim = 1$$

$$f_{cd} = 1 + 0,2 \sqrt{K_p} (D/B) = 1 + 0,2 \sqrt{K_p} (0,1/0,1) = 1,44$$

$$f_{qd} = 1 + 0,1 \sqrt{K_p} (D/B) = 1 + 0,1 \sqrt{K_p} (0,1/0,1) = 1,22$$

$$f_{\gamma d} = 1 + 0,1 \sqrt{K_p} (D/B) = 1 + 0,1 \sqrt{K_p} (0,1/0,1) = 1,22$$

$$f_{ci}, f_{qi}, f_{\gamma i} = 1$$

$$\begin{aligned} q_u &= c \cdot N_c \cdot f_{cs} \cdot f_{cd} \cdot f_{ci} + q \cdot N_q \cdot f_{qs} \cdot f_{qd} \cdot f_{qi} \cdot f_{q\delta} \cdot f_{q\beta} + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot f_{\gamma s} \cdot f_{\gamma d} \\ &\cdot f_{\gamma i} \\ &= 0,027 \cdot 86,28 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 + 16,48 \cdot 0,03 \cdot 76,67 \cdot 1,44 \cdot 1,22 \cdot 1,22 + 0,5 \cdot 0,1 \\ &\quad \cdot 119,93 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \\ &= 278,233 \text{ kN/m}^3 \end{aligned}$$

Lampiran 8. Dokumentasi Penelitian





