

SKRIPSI

**PERBAIKAN TANAH DENGAN METODE
PRELOADING KOMBINASI VERTIKAL DRAIN UNTUK
MENGATASI PENURUNAN TANAH
(STUDI KASUS PROYEK PEMBANGUNAN PKS CBI INDUSTRIAL
AREA DI PANGKALAN BUN KALIMANTAN TENGAH)**

Disusun Oleh:

EKO PURNOMO

12 21 910

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2014

ENGLISH LITERATURE INVESTIGATION
SPECIALS AND GENERAL BY THE DIRECTOR
LITERATURE AND ARTS COMMISSION

17 11 61
1961
1961

THE DIRECTOR OF THE COMMISSION FOR ENGLISH LITERATURE
AND ARTS INVESTIGATION
LONDON

1961

**LEMBAR PERSETUJUAN
SKRIPSI**

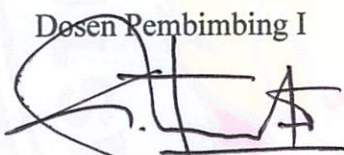
**PERBAIKAN TANAH DENGAN METODE PRELOADING KOMBINASI
VERTIKAL DRAIN UNTUK MENGATASI PENURUNAN TANAH
(Studi Kasus Proyek Pembangunan PKS CBI Industrial Area di Pangkalan
Bun Kalimantan Tengah)**

Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Sipil S-1
Institut Teknologi Nasional Malang

Disusun Oleh :
EKO PURNOMO
12.21.910

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



Ir. Eding Iskak Imananto, MT

Dosen Pembimbing II



Ir. Munasih, MT

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil S-1



Ir. A. Agus Santosa, MT

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2014

**LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI**

**PERBAIKAN TANAH DENGAN METODE PRELOADING KOMBINASI
VERTIKAL DRAIN UNTUK MENGATASI PENURUNAN TANAH
(Studi Kasus Proyek Pembangunan PKS CBI Industrial Area di Pangkalan
Bun Kalimantan Tengah)**

Dipertahankan Dihadapan Majelis Penguji Sidang Skripsi Jenjang
Strata Satu (S-1)

Pada Hari : Jum'at, Tanggal : 22 Agustus 2014

Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

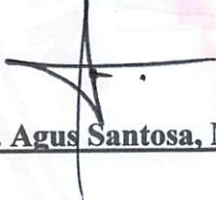
Disusun Oleh :

Eko Purnomo

12.21.910

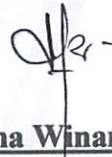
Disahkan Oleh :

Ketua



Ir. A. Agus Santosa, MT

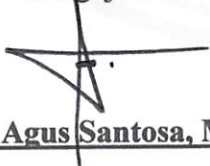
Sekretaris



Lila Ayu Ratna Winanda, ST., MT

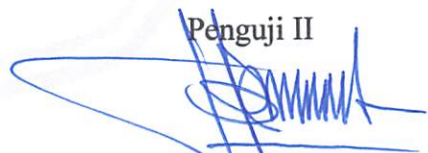
Anggota Penguji:

Penguji I



Ir. A. Agus Santosa, MT

Penguji II



Ir. Bambang Wedyantadji, MT

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2014

LEMBAR PENGANTAR

SIKAPSI

PERBAIKAN TATAH DENGAN METODE BELOADING KOMBINASI
VEKTORIAL GRAIN UNTUK MENGOPTIMALKAN PERFORMAN TATAH
(Studi Kasus Proyek Pembangunan RKS (RRI) Industri di Area di Lapangan
Dan Kalimantan Tengah)

Dijerika dan akan diterbitkan di bulan Mei oleh Penguji Sidang Skripsi Terjangung
Siswa (No. 2-1)

Pada Hari : tanggal : 22 Agustus 2014

Dan Diberikan oleh Mahasiswa Sidang Skripsi Terjangung
Nama : dan nomor : dan nomor : dan nomor : dan nomor :

Ditanda : dan :

Dia Penerima

12.20.010

Diberikan oleh :

Sekretaris



Dr. Agus Santosa, M.T.

Penguji



Dr. Agus Santosa, M.T.

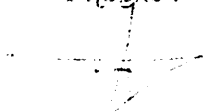
Anggota Penguji

Penguji



Dr. Bambang Widyaningrum, M.T.

Penguji I



Dr. Agus Santosa, M.T.

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Telp. (0341) 551431 Malang**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : **Eko Purnomo**
NIM : **12 . 21 . 910**
Jurusan/Program Studi : **Teknik Sipil S-1**
Fakultas : **Teknik Sipil dan Perencanaan**

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya dengan judul :

**“PERBAIKAN TANAH DENGAN METODE PRELOADING KOMBINASI
VERTIKAL DRAIN UNTUK MENGATASI PENURUNAN TANAH
(Studi Kasus Proyek Pembangunan PKS CBI Industrial Area di Pangkalan
Bun Kalimantan Tengah)”**

Adalah benar-benar hasil karya sendiri serta tidak mengutip atau menduplikat sebagian atau seluruhnya dari hasil karya orang lain, kecuali disebutkan dari sumber aslinya.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil menduplikat atau mengambil karya tulis dan pemikiran orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, Agustus 2014

Yang Membuat Pernyataan

METERAI
TEMPEL
PAJAK MENANGGUNG BANGSA
TGL. 20
A29D5AAF589632209
ENAM RIBU RUPIAH
6000  Eko Purnomo

**“PERBAIKAN TANAH DENGAN METODE PRELOADING KOMBINASI
VERTIKAL DRAIN UNTUK MENGATASI PENURUNAN TANAH
(Studi Kasus Proyek Pembangunan PKS CBI Industrial Area di Pangkalan
Bun Kalimantan Tengah)”**
Oleh : Eko Purnomo (12.21.910)
Pembimbing : Ir. Eding Iskak Imananto, MT; Ir. Munasih, MT

ABSTRAKSI

Industri perkebunan kelapa sawit yang sedang berkembang pesat berimplikasi pada kebutuhan pembangunan pabrik pengolahan kelapa sawit untuk menekan biaya produksi. PT. Citra Borneo Indah yang berlokasi di Pangkalan Bun, Kalimantan Tengah adalah salah satu perusahaan kelapa sawit dan akan membangun pabrik pengolahan kelapa sawit. Kondisi tanah pada daerah tersebut yang berupa lapisan gambut dan tanah lempung lunak yang jenuh air menjadi kendala dalam pembangunan pabrik, karena dapat menimbulkan penurunan konsolidasi yang besar dan waktu yang cenderung lama.

Metode preloading dengan kombinasi *pre-fabricated vertical drains* (PVD) merupakan salah metode yang digunakan untuk mempercepat proses konsolidasi. Caranya adalah memberikan beban berupa timbunan pada tanah lempung yang sebelumnya telah diberi sistem drainase vertikal berupa PVD.

Hasil analisa perhitungan pada area perkebunan tersebut dengan menggunakan metode preloading dan kombinasi *pre-fabricated vertical drains* (PVD) menyimpulkan bahwa waktu penurunan dapat dipercepat. Dengan penurunan tanah yang terjadi 29,437 meter pada derajat konsolidasi 90% dan beban timbunan setinggi 11,5 meter serta digunakan pola segitiga pada pemasangan PVD dengan jarak 0,8 meter, menunjukkan waktu penurunan lebih cepat 6961,08% dari pada preloading tanpa PVD.

Kata Kunci : Konsolidasi, Penurunan, Preloading, Vertikal Drain.

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan Rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi dengan judul **“Perbaikan Tanah Dengan Metode Preloading Kombinasi Vertikal Drain Untuk Mengatasi Penurunan Tanah (Studi Kasus Proyek Pembangunan PKS CBI Industrial Area di Pangkalan Bun Kalimantan Tengah)”**, sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana teknik di Institut Teknologi Nasional Malang.

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam pembuatan laporan skripsi ini. Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Ir. Suparno Djiwo, MT selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang atas kebijakannya.
2. Bapak Ir. Kustamar, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang atas kebijakannya.
3. Bapak Ir. A. Agus Santosa, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1 Intitut Teknologi Nasional Malang atas kebijakan, masukan dan bantuannya kepada penulis.

4. Bapak Ir. Eding Iskak Imananto, MT selaku Dosen Pembimbing yang telah dengan sabar dan tulus meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam memberikan bimbingan kepada penulis.
5. Ibu Ir. Munasih, MT selaku Dosen Pembimbing yang telah dengan sabar dan tulus meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam memberikan bimbingan kepada penulis.

Penulis sangat menyadari bahwa di dalam penyusunan Laporan Skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan karena adanya keterbatasan pengetahuan dan kemampuan yang penulis miliki. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan untuk tercapainya hasil yang lebih baik.

Malang, Agustus 2014

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Persetujuan	ii
Lembar Pengesahan	iii
Surat Pernyataan Keaslian Skripsi	iv
Abstraksi	v
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi	viii
Daftar Gambar	xiii
Daftar Grafik	xiv
Daftar Tabel	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Batasan Masalah	4
BAB II DASAR TEORI	
2.1 Klasifikasi Tanah	5
2.1.1 Sistem Klasifikasi Unified	6
2.1.2 Sistem Klasifikasi AASHTO	6
2.2 Penurunan	9
2.2.1 Penurunan Segera	10
2.2.2 Penurunan Konsolidasi Primer	10

2.2.3	Penurunan Konsolidasi Skunder	12
2.2.4	Waktu Penurunan	12
2.3	Preloading	15
2.4	Drainase Vertikal	17
2.5	Stabilitas Lereng	22
 BAB III DATA PERENCANAAN		
3.1	Data Perencanaan	24
3.1.1	Data Umum	24
3.1.2	Data Teknis	24
3.2	Prefabricated Vertical Drain	26
 BAB IV PERHITUNGAN PERENCANAAN		
4.1	Pembebanan Awal	27
4.1.1	Data Tanah Dasar	27
4.1.2	Tekanan Overburden dan Beban Timbunan	28
4.1.3	Penurunan Tanah (Konsolidasi Primer)	30
4.1.4	Waktu Penurunan	31
4.1.5	Tinggi Timbunan Kritis	32
4.2	Preloading Bertahap	33
4.2.1	Preloading Tahap 1	33
4.2.1.1	Tinggi Timbunan Kritis	33
4.2.1.2	Tekanan Overburden dan Beban Timbunan	33
4.2.1.3	Penurunan Tanah (Konsolidasi Primer)	34
4.2.1.4	Waktu Penurunan	36
4.2.1.5	Peningkatan Nilai Kohesi	37

4.2.1.6 Cek Tinggi Elevasi Timbunan Akhir	38
4.2.2 Preloading Tahap 2	39
4.2.2.1 Tinggi Timbunan Kritis	39
4.2.2.2 Tekanan Overburden dan Beban Timbunan	40
4.2.2.3 Penurunan Tanah (Konsolidasi Primer)	41
4.2.2.4 Waktu Penurunan	42
4.2.2.5 Peningkatan Nilai Kohesi	43
4.2.2.6 Cek Tinggi Elevasi Timbunan Akhir	44
4.2.3 Preloading Tahap 3	45
4.2.3.1 Tinggi Timbunan Kritis	45
4.2.3.2 Tekanan Overburden dan Beban Timbunan	46
4.2.3.3 Penurunan Tanah (Konsolidasi Primer)	47
4.2.3.4 Waktu Penurunan	48
4.2.3.5 Peningkatan Nilai Kohesi	49
4.2.3.6 Cek Tinggi Elevasi Timbunan Akhir	51
4.2.4 Preloading Tahap 4	51
4.2.4.1 Tinggi Timbunan Kritis	51
4.2.4.2 Tekanan Overburden dan Beban Timbunan	52
4.2.4.3 Penurunan Tanah (Konsolidasi Primer)	53
4.2.4.4 Waktu Penurunan	54
4.2.4.5 Peningkatan Nilai Kohesi	55
4.2.4.6 Cek Tinggi Elevasi Timbunan Akhir	56
4.2.5 Preloading Tahap 5	57
4.2.5.1 Tinggi Timbunan Kritis	57

4.2.5.2 Tekanan Overburden dan Beban Timbunan	58
4.2.5.3 Penurunan Tanah (Konsolidasi Primer)	59
4.2.5.4 Waktu Penurunan	60
4.2.5.5 Peningkatan Nilai Kohesi	62
4.2.5.6 Cek Tinggi Elevasi Timbunan Akhir	63
4.2.6 Preloading Tahap 6	64
4.2.6.1 Tinggi Timbunan Kritis	64
4.2.6.2 Tekanan Overburden dan Beban Timbunan	64
4.2.6.3 Penurunan Tanah (Konsolidasi Primer)	66
4.2.6.4 Waktu Penurunan	67
4.2.6.5 Peningkatan Nilai Kohesi	68
4.2.6.6 Cek Tinggi Elevasi Timbunan Akhir	69
4.3 Vertikal Drain	70
4.3.1 Penentuan Jarak Vertikal Drain	70
4.3.2 Perhitungan Waktu Penurunan Dengan Vertikal Drain	75
4.3.2.1 Waktu Konsolidasi dengan PVD pada Preloading Tahap 1	77
4.3.2.2 Waktu Konsolidasi dengan PVD pada Preloading Tahap 2	80
4.3.2.3 Waktu Konsolidasi dengan PVD pada Preloading Tahap 3	84
4.3.2.4 Waktu Konsolidasi dengan PVD pada Preloading Tahap 4	88

4.3.2.5 Waktu Konsolidasi dengan PVD pada Preloading	
Tahap 5	91
4.3.2.6 Waktu Konsolidasi dengan PVD pada Preloading	
Tahap 6	95
4.4 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Penurunan	98
4.5 Stabilitas Lereng	104
4.5.1 Stabilitas Lereng Timbunan Preloading Tahap 1	104
4.5.2 Stabilitas Lereng Timbunan Preloading Tahap 2	105
4.5.3 Stabilitas Lereng Timbunan Preloading Tahap 3	107
4.5.4 Stabilitas Lereng Timbunan Preloading Tahap 4	108
4.5.5 Stabilitas Lereng Timbunan Preloading Tahap 5	110
4.5.6 Stabilitas Lereng Timbunan Preloading Tahap 6	111
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	113
5.2 Saran	114
Daftar Pustaka	115
Lampiran	116

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prefabricated Vertical Drain (PVD)	18
Gambar 2.2 Skema Pemasangan Vertikal Drain	19
Gambar 2.3 Denah Pemasangan Drainase Vertikal	20
Gambar 4.1 Timbunan Tahap 1	104
Gambar 4.2 Daerah Kritis Kelongsoran Timbunan Tahap 1	105
Gambar 4.3 Timbunan Tahap 2	106
Gambar 4.4 Daerah Kritis Kelongsoran Timbunan Tahap 2	106
Gambar 4.5 Timbunan Tahap 3	107
Gambar 4.6 Daerah Kritis Kelongsoran Timbunan Tahap 3	108
Gambar 4.7 Timbunan Tahap 4	109
Gambar 4.8 Daerah Kritis Kelongsoran Timbunan Tahap 4	109
Gambar 4.9 Timbunan Tahap 5	110
Gambar 4.10 Daerah Kritis Kelongsoran Timbunan Tahap 5	111
Gambar 4.11 Timbunan Tahap 6	112
Gambar 4.12 Daerah Kritis Kelongsoran Timbunan Tahap 6	112

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Hubungan Derajat Kejenuhan Gabungan dengan Waktu Penurunan dari Variasi Jarak PVD	75
Grafik 4.2 Hubungan Waktu dan Penurunan Lapisan Tanah 1	100
Grafik 4.3 Hubungan Waktu dan Penurunan Lapisan Tanah 2	101
Grafik 4.4 Hubungan Waktu dan Penurunan Lapisan Tanah 3	102
Grafik 4.5 Hubungan Waktu dan Penurunan Gabungan	103

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi Tanah Unified	7
Tabel 2.2	Klasifikasi Tanah AASHTO	8
Tabel 2.3	Hubungsn $U_v - T_v$ dari teori konsolidasi Terzaghi satu dimensi .	14
Tabel 2.4	Hubungan Nilai q_u Tanah Lempung dengan Konsistensinya.....	17
Tabel 2.5	Hubungan Nilai Faktor Keamanan dengan Intensitas Kelongsoran	23
Tabel 3.1	Data Pengujian Laboratorium	25
Tabel 3.2	Spesifikasi PVD Tipe CeTeau-Drain CT-D832	26
Tabel 4.1	Data Tanah Dasar	27
Tabel 4.2	Tekanan Overburden	29
Tabel 4.3	Beban Timbunan	29
Tabel 4.4	Penurunan Tanah Tanpa Menggunakan PVD	30
Tabel 4.5	Waktu Penurunan Tanah Tanpa Menggunakan PVD	32
Tabel 4.6	Tekanan Overburden Tahap 1	34
Tabel 4.7	Beban Timbunan Tahap 1	35
Tabel 4.8	Penurunan Tanah Tanpa Menggunakan PVD Tahap 1	36
Tabel 4.9	Waktu Penurunan Tanah Tanpa Menggunakan PVD Tahap 1	37
Tabel 4.10	Peningkatan Nilai Kohesi Tahap 1	38
Tabel 4.11	Tekanan Overburden Tahap 2	41
Tabel 4.12	Beban Timbunan Tahap 2	41
Tabel 4.13	Penurunan Tanah Tanpa Menggunakan PVD Tahap 2	42
Tabel 4.14	Waktu Penurunan Tanah Tanpa Menggunakan PVD Tahap 2	43

Tabel 4.15 Peningkatan Nilai Kohesi Tahap 2	44
Tabel 4.16 Tekanan Overburden Tahap 3	47
Tabel 4.17 Beban Timbunan Tahap 3	47
Tabel 4.18 Penurunan Tanah Tanpa Menggunakan PVD Tahap 3	48
Tabel 4.19 Waktu Penurunan Tanah Tanpa Menggunakan PVD Tahap 3	49
Tabel 4.20 Peningkatan Nilai Kohesi Tahap 3	50
Tabel 4.21 Tekanan Overburden Tahap 4	53
Tabel 4.22 Beban Timbunan Tahap 4	53
Tabel 4.23 Penurunan Tanah Tanpa Menggunakan PVD Tahap 4	54
Tabel 4.24 Waktu Penurunan Tanah Tanpa Menggunakan PVD Tahap 4	55
Tabel 4.25 Peningkatan Nilai Kohesi Tahap 4	56
Tabel 4.26 Tekanan Overburden Tahap 5	59
Tabel 4.27 Beban Timbunan Tahap 5	59
Tabel 4.28 Penurunan Tanah Tanpa Menggunakan PVD Tahap 5	60
Tabel 4.29 Waktu Penurunan Tanah Tanpa Menggunakan PVD Tahap 5	61
Tabel 4.30 Peningkatan Nilai Kohesi Tahap 5	63
Tabel 4.31 Tekanan Overburden Tahap 6	65
Tabel 4.32 Beban Timbunan Tahap 6	65
Tabel 4.33 Penurunan Tanah Tanpa Menggunakan PVD Tahap 6	66
Tabel 4.34 Waktu Penurunan Tanah Tanpa Menggunakan PVD Tahap 6	67
Tabel 4.35 Peningkatan Nilai Kohesi Tahap 6	69
Tabel 4.36 Variasi Jarak PVD	72
Tabel 4.37 Perhitungan Derajat Konsolidasi Gabungan	73

Tabel 4.38 Perhitungan Derajat Konsolidasi Gabungan Tahap 1 Lapisan Tanah 1	78
Tabel 4.39 Perhitungan Derajat Konsolidasi Gabungan Tahap 1 Lapisan Tanah 2	79
Tabel 4.40 Perhitungan Derajat Konsolidasi Gabungan Tahap 1 Lapisan Tanah 3	79
Tabel 4.41 Waktu Penurunan Dengan PVD Tahap 1	80
Tabel 4.42 Perhitungan Derajat Konsolidasi Gabungan Tahap 2 Lapisan Tanah 1	82
Tabel 4.43 Perhitungan Derajat Konsolidasi Gabungan Tahap 2 Lapisan Tanah 2	83
Tabel 4.44 Perhitungan Derajat Konsolidasi Gabungan Tahap 2 Lapisan Tanah 3	83
Tabel 4.45 Waktu Penurunan Dengan PVD Tahap 2	84
Tabel 4.46 Perhitungan Derajat Konsolidasi Gabungan Tahap 3 Lapisan Tanah 1	86
Tabel 4.47 Perhitungan Derajat Konsolidasi Gabungan Tahap 3 Lapisan Tanah 2	86
Tabel 4.48 Perhitungan Derajat Konsolidasi Gabungan Tahap 3 Lapisan Tanah 3	87
Tabel 4.49 Waktu Penurunan Dengan PVD Tahap 3	87
Tabel 4.50 Perhitungan Derajat Konsolidasi Gabungan Tahap 4 Lapisan Tanah 1	89

Tabel 4.51 Perhitungan Derajat Konsolidasi Gabungan Tahap 4 Lapisan Tanah 2	90
Tabel 4.52 Perhitungan Derajat Konsolidasi Gabungan Tahap 4 Lapisan Tanah 3	90
Tabel 4.53 Waktu Penurunan Dengan PVD Tahap 4	91
Tabel 4.54 Perhitungan Derajat Konsolidasi Gabungan Tahap 5 Lapisan Tanah 1	93
Tabel 4.55 Perhitungan Derajat Konsolidasi Gabungan Tahap 5 Lapisan Tanah 2	93
Tabel 4.56 Perhitungan Derajat Konsolidasi Gabungan Tahap 5 Lapisan Tanah 3	94
Tabel 4.57 Waktu Penurunan Dengan PVD Tahap 5	94
Tabel 4.58 Perhitungan Derajat Konsolidasi Gabungan Tahap 6 Lapisan Tanah 1	96
Tabel 4.59 Perhitungan Derajat Konsolidasi Gabungan Tahap 6 Lapisan Tanah 2	97
Tabel 4.60 Perhitungan Derajat Konsolidasi Gabungan Tahap 6 Lapisan Tanah 3	97
Tabel 4.61 Waktu Penurunan Dengan PVD Tahap 6	98
Tabel 4.62 Rekapitulasi Perhitungan Metode Preloading	98
Tabel 4.63 Rekapitulasi Perhitungan Kombinasi Preloading dan PVD	99

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri kelapa sawit saat ini sedang mengalami perkembangan yang cukup pesat. Banyak investor yang datang ke Indonesia untuk menanamkan modalnya di industri perkebunan ini. Dengan demikian banyak lahan baru yang dibuka.

Pulau Kalimantan menjadi salah satu destinasi bagi para investor untuk membuka lahan sebagai area perkebunan kelapa sawit. Guna menunjang industri kelapa sawit, banyak perusahaan yang mendirikan pabrik – pabrik pengolahan yang berdekatan dengan lahan perkebunan sehingga dapat meminimalisir biaya pengeluaran untuk produksi.

Namun yang sering menjadi kendala, adalah kondisi tanah di Kalimantan banyak yang bertekstur gambut dan rawa. Yang artinya tanah dengan karakteristik tersebut memiliki daya dukung rendah atau tidak baik sebagai pondasi konstruksi yang memiliki beban yang cukup berat.

Alternatif untuk membuat tanah dengan kandungan gambut tinggi menjadi tanah yang kuat adalah dengan melakukan perbaikan pada tanah tersebut. Perbaikan tanah dapat dilakukan dengan berbagai macam cara, seperti dengan pancang, pembebanan preloading, pemberian agregat, menggunakan bahan kimia, hingga menggunakan bahan bantu seperti geotekstil.

Kasus yang terjadi pada pembangunan kawasan industri PKS CBI di Pangkalan Bun Provinsi Kalimantan Tengah adalah kondisi area yang rencananya akan dibangun berada pada daerah rawa. Dimana memiliki kandungan gambut dan tanah lunak yang cukup tebal. Sehingga jika akan dibangun sebuah konstruksi diperlukan perbaikan terlebih dahulu agar area rawa tersebut dapat diberi beban tanpa terjadi penurunan pada tanah.

Karena daerah tersebut memiliki kandungan bahan organik yang cukup tinggi maka diperlukan waktu lama untuk terjadinya proses konsolidasi pada tanah secara alami. Alternatif untuk mempercepatnya adalah dengan menggunakan sebuah bahan bantu, yaitu dengan menggunakan *prefabricated vertical drain* (PVD) yang dikombinasi dengan metode pembebanan preloading.

Dari uraian tersebut, penulis mencoba untuk melakukan analisa penurunan yang terjadi dan merencanakan pembebanan serta jarak PVD sehingga dapat diketahui berapa besar penurunan yang terjadi dan lamanya waktu yang diperlukan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dan latar belakang masalah yang telah dikemukakan di depan, maka dapat diketahui beberapa permasalahan yang timbul yaitu:

1. Berapa besar beban preloading yang diperlukan untuk tanah mencapai tinggi timbunan yang direncanakan?
2. Berapa besar penurunan yang terjadi pada tanah setelah dilakukan pembebanan dengan preloading tanpa PVD dan dengan menggunakan PVD?
3. Berapa lama waktu yang diperlukan untuk penurunan tanah dengan pembebanan preloading tanpa PVD dan dengan menggunakan PVD?

1.3 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk menganalisa penurunan yang terjadi pada daerah tersebut. Sedangkan tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Menghitung beban preloading yang bekerja.
2. Menghitung besarnya penurunan tanah tanpa menggunakan PVD dan dengan menggunakan PVD.
3. Waktu penurunan tanah tanpa menggunakan PVD dan dengan menggunakan PVD.

1.4 Batasan Masalah

Dalam tugas akhir ini diperlukan pembatasan – pembatasan masalah sehubungan dengan keterbatasan dan kemampuan penyusun. Pembatasan masalah tersebut sebagai berikut :

1. Beban yang bekerja adalah beban timbunan.
2. Dengan asumsi tanah gambut akan mengalami penurunan yang cepat, maka tanah timbunan diletakan di atas tanah lunak.
3. Perhitungan dan bentuk timbunan, digunakan jenis timbunan yang umum digunakan yaitu bentuk trapesium dengan asumsi lebar timbun sangat lebar.
4. Vertical drain yang digunakan adalah PVD tipe CT-D832 produk yang dipasarkan oleh perusahaan PT. Teknindo Geosistem Unggul.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Klasifikasi Tanah

Tanah merupakan bagian penting dalam sebuah konstruksi. Tanah yang kuat akan memiliki daya dukung yang kuat pula. Sehingga mampu menahan beban yang akan bekerja dari sebuah bangunan konstruksi. Sebaliknya, jika tanah tersebut tidak memiliki daya dukung yang baik. Maka tanah tersebut tidak akan kuat menahan beban konstruksi dan akan menyebabkan kerusakan pada konstruksi.

Pada umumnya dengan kasat mata kita dapat membedakan jenis tanah disekitar kita, contohnya seperti lumpur, lempung, dan pasir. Namun itu hanya dapat kita ketahui pada tanah yang berada di permukaan saja.

Untuk mengetahui lapisan tanah dan jenis tanah yang berada di dalam tanah, biasanya dilakukan pengujian laboratorium yang bahannya diperoleh dari hasil pengujian lapangan berupa sondir dan boring pada umumnya. Hasil laboratorium, akan mengelompokan jenis tanah yang telah diuji berdasarkan panduan klasifikasi tanah yang umum digunakan di Indonesia yaitu *Unified Soil Classification System (USCS)* dan *American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)*

2.1.1 Sistem Klasifikasi USCS

Sistem klasifikasi USCS (*Unified Soil Classification System*) adalah sistem pengklasifikasian tanah yang merujuk pada besar kecilnya butiran tanah yang lolos dari pengujian saringan ayakan. Pada sistem ini, tanah akan diklasifikasikan ke dalam tanah berbutir kasar (Krikil dan Pasir) dengan presentasi kurang dari 50% lolos saringan nomo 200, dan tanah berbutir halus (Lanau atau Lempung) jika presentasinya lolos 50 % dari saringan nomor 200.

Kemudian tanah akan dimasukan ke dalam beberapa kelompok dan subkelompok klasifikasi tanah. Pembagian tersebut dapat dilihat pada tabel 2.1

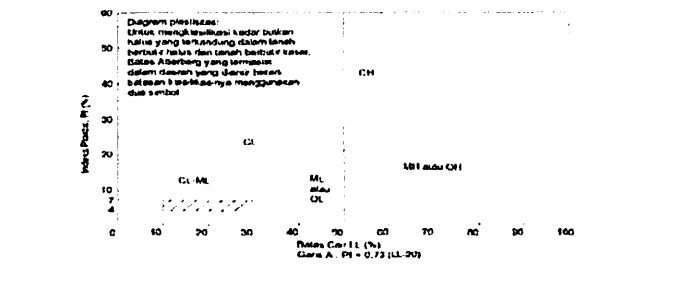
2.1.2 Sistem Klasifikasi AASTHO

Sistem klasifikasi AASTHO biasanya digunakan untuk mengklasifikasikan tanah yang akan digunakan dalam perencanaan jalan. Pada sistem ini, tanah dikelompokan menjadi 8 kelompok. Pengklasifikasian tanah pada sistem AASTHO didapat dari hasil pengujian analisa saringan dan batas – batas Atterberg. Sistem klasifikasi AASTHO dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2.1 Klasifikasi Tanah Unified

Divisi Utama		Simbol Kelompok	Nama Jenis	Kriteria laboratorium	
Tanah berbutir kasar 50% atau lebih lolos saringan no. 200 (0,075 mm)	Kerikil 50% atau lebih dari fraksi kasar tertahan saringan no. 4 (4,75 mm)	Kerikil bersih (sedikit atau tak ada butiran halus)	GW	Kerikil gradasi baik dan campuran pasir – krikil, sedikit atau 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 Tidak memenuhi kriteria untuk GW
			GP	Kerikil gradasi baik dan campuran pasir – krikil, atau tidak mengandung butiran halus	
		Kerikil banyak kandungan butiran halus	GM	Krikil berlanau, campuran krikil pasir – lempung	Batas – batas Atterberg di bawah garis A atau $PL < 4$ Batas – batas Atterberg di atas garis A atau $PL > 7$ Bila batas Atterberg berada di daerah arsis dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol dobel
			GC	Krikil berlempung, campuran krikil pasir – lempung	
	Pasir lebih dari 50% fraksi lolos saringan no.4 (4,75 mm)	Kerikil bersih (sedikit atau tak ada butiran halus)	SW	Pasir gradasi baik, pasir berkrikil, sedikit atau 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 Tidak memenuhi kriteria untuk SW
			SP	Pasir gradasi buruk, pasir berkrikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	
		Kerikil banyak kandungan butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau	Batas – batas Atterberg di bawah garis A atau $PL < 4$ Batas – batas Atterberg di atas garis A atau $PL > 7$ Bila batas Atterberg berada di daerah arsis dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol dobel
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lanau	
			ML	Lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung	
			CL	Lempung tak organik dengan plastis rendah sampai sedang, lempung berkrikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus ("lean clays")	
Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos saringan no. 200 (0,075 mm)	Lanau dan lempung batas cair 50% atau kurang	OL	Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastis rendah		
		MH	Lanau tak organik atau pasir halus diatomae, lanau plastis		
	Lanau dan lempung batas cair >50%	CH	Lempung tak organik dengan plastis tinggi, lempung gemuk ("fat clays")		
		OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi		
Tanah dengan kadar organik tinggi		P _t	Gambut ("peat") dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488	

Klasifikasi berdasarkan prosentase butiran halus, kurang dari 5% lolos saringan no. 200 : GW, GP, SW, SP. Lebih dari 12% lolos saringan no. 200 : GM, GC, Sm, SC. 5% - 12% lolos saringan no. 200 : batas klasifikasi yang mempunyai simbol dobel



L

Tabel 2.2 klasifikasi tanah AASHTO

Klasifikasi umum	Material granuler (<35% lolos saringan no. 200)							Tanah – tanah lanau-lempung (<35% lolos saringan no. 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5/A-7-6
Analisa Saringan (% lolos)											
2,00 mm (no. 10)	50 maks	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,425 mm (no. 40)	30 maks	50 maks	51 maks	-	-	-	-	-	-	-	-
0,075 mm (no. 200)	15 maks	25 maks	10 maks	35 maks	35 maks	35 maks	35 maks	36 min	36 min	36 min	36 min
Sifat fraksi lolos saringan no. 40											
Batas cair (<i>LL</i>)	-	-	-	40 maks	41 min	40 maks	41 min	40 maks	41 min	40 maks	41 min
Indeks plastis (<i>PI</i>)	6 maks		Np	10 maks	10 maks	11 min	11 min	10 maks	10 maks	11 min	11 min
Indeks kelompok (<i>G</i>)	0		0	0		4 maks		8 maks	12 maks	16 maks	20 maks
Tipe material yang pokok pada umumnya	Pecahan batu, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil berlanau atau berlempung dan pasir				Tanah berlanau		Tanah berlempung	
Penilaian umum sebagai tanah dasar	Sangat baik sampai baik							Sedang sampai buruk			

Catatan :

Kelompok A-7 dibagi atas A-7-5 dan A-7-6 bergantung pada batas plastisnya (*PL*)

Untuk $PL > 30$, klasifikasinya A-7-5

Untuk $PL < 30$, klasifikasinya A-7-6

Np = Nonplastis

2.2 Penurunan

Penurunan tanah adalah sebuah mekanisme dari proses berkurangnya rongga pori dan susunan tanah akibat tekanan beban yang diberikan pada tanah tersebut. Pada mekanisme ini, penurunan total merupakan jumlah dari penurunan segera dan penurunan konsolidasi.

Penurunan segera merupakan bentuk penurunan elastis, terjadi pada jenis tanah berbutir kasar dan halus kering serta tidak dalam kondisi jenuh. Sedangkan penurunan konsolidasi terjadi pada tanah berbutir halus dan terletak di bawah muka air.

Dari penjelasan diatas maka dapat disimpulkan untuk mengetahui besarnya penurunan dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan sebagai berikut (Hardiyatmo, 2010) :

$$S = S_i + S_c + S_s \quad (2.1)$$

Dimana,

S = penurunan total

S_i = penurunan segera

S_c = penurunan konsolidasi primer

S_s = penurunan konsolidasi skunder

2.2.1 Penurunan Segera

Ketika beban diberikan kepada tanah, terjadi proses penekanan udara keluar dari dalam pori tanah yang terjadi dengan segera. Hal ini mengakibatkan terjadinya penurunan yang cepat seketika. Penurunan segera akan terlihat lebih besar pada tanah lempung yang tidak jenuh.

Penurunan segera dengan beban terbagi rata pada luasan fleksibel dan dengan tebal lapisan tanah yang terbatas dapat diketahui dengan persamaan yang diusulkan oleh Steinbrenner (1934) berikut (Hardiyatmo, 2010) :

$$S_i = \frac{q_n}{E} I_p B \quad (2.2)$$

Dimana,

S_i = penurunan segera (m)

q_n = beban yang bekerja (kN/m^2)

E = modulus elastis tanah (kN/m^2)

I_p = koefisien pengaruh

B = lebar area pembebanan (m)

2.2.2 Penurunan Konsolidasi Primer

Persamaan untuk mendapatkan nilai penurunan akibat konsolidasi primer adalah sebagai berikut (Hardiyatmo, 2010) :

$$S_c = \frac{\Delta e}{1+e_0} H \quad (2.3)$$

a) penurunan untuk lempung *normally consolidated* ($P_c' \leq P_o'$)

$$S_c = \frac{C_c}{1+e_0} H \log \frac{p_o' + \Delta p}{p_o'} \quad (2.4)$$

b) penurunan untuk lempung *overconsolidated*, harus dipertimbangkan pada dua kondisi, yaitu:

b.1 Jika $p_l' < p_c'$

$$S_c = \frac{C_r}{1+e_0} H \log \frac{p_o' + \Delta p}{p_o'} \quad (2.5)$$

Dengan $p_o' + \Delta p = p_l'$

b.2 Jika $p_l' > p_c'$

$$S_c = \frac{C_c}{1+e_0} H \log \frac{p_c'}{p_o'} + \frac{C_c}{1+e_0} H \log \frac{p_o' + \Delta p}{p_o'} \quad (2.6)$$

Dimana,

S_c = penurunan akibat konsolidasi primer

p_c' = tekanan prakonsolidasi

P_o = tekanan over burden

Δe = perubahan angka pori

H = tebal lapisan tanah lempung

e_o = nilai angka pori awal

Δp = jumlah tekanan akibat beban

Tekanan over burden dapat dicari dengan persamaan (Hardiyatmo, 2010) :

$$P_o = \gamma' z \quad (2.7)$$

Dengan $\gamma' = (\gamma_{sat} - \gamma_b)$ dan z adalah kedalaman yang ditinjau.

Nilai dari Δp dapat dicari dengan menggunakan permasamaan berikut (Hardiyatmo, 2010) ;

$$\Delta p = I q \quad (2.8)$$

I merupakan faktor pengaruh akibat beban. Karena area yang tertutup timbunan sangat luas (lebar timbunan $B = \infty$), maka faktor pengaruh distribusi tambahan tegangan $I = 1$.

2.2.3 Penurunan Konsolidasi Skunder

Penurunan konsolidasi skunder terjadi setelah penurunan konsolidasi primer berhenti dan merupakan fungsi waktu. Persamaan untuk mendapatkan nilai penurunan akibat konsolidasi skunder adalah sebagai berikut (Hardiyatmo, 2010) :

$$S_s = H \frac{c_a}{1+e_p} \log \frac{t_2}{t_1} \quad (2.9)$$

Dimana,

- S_s = penurunan konsolidasi skunder
- H = tebal lapisan lempung
- t_1 = waktu konsolidasi primer selesai
- t_2 = $t_1 + \Delta t$
- e_p = angka pori saat konsolidasi primer selesai

2.2.4 Waktu Penurunan

Setelah beban diberikan, maka tanah akan mendapatkan tekanan yang mengakibatkan air terdorong keluar. Jika tanah dalam keadaan jenuh, aliran drainase akan cenderung berggerak secara vertikal mengarah keatas. Waktu yang diperlukan untuk penurunan tanah yang terkonsolidasi dengan acuan derajat konsolidasi yang ditentukan, sangat dipengaruhi oleh jarak lintasan drainase

tersebut. Maka, dari uraian tersebut, waktu penurunan dapat dituliskan dengan persamaan sebagai berikut (Hardiyatmo, 2010) :

$$t = \frac{T_v H_{dr}^2}{C_v} \quad (2.10)$$

Dimana,

t = Waktu Penurunan

T_v = faktor waktu dari hubungan dengan derajat konsolidasi (U)

H_{dr} = jarak lintasan drainase terpanjang arah vertikal (cm)

C_v = koefisien konsolidasi (cm^2/sec)

Faktor waktu dari derajat konsolidasi telah dikemukakan oleh Terzaghi untuk memudahkan dalam memprediksi waktu penurunan yang terjadi. Faktor waktu tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 2.3 Hubungan U_v – T_v dari teori konsolidasi Terzaghi satu dimensi
(Hardiyatmo, 2010)

Persen Konsolidasi, U_v (%)	Faktor waktu, T_v
0	0
5	0,0017
10	0,0077
15	0,0177
20	0,0314
25	0,0491
30	0,0707
35	0,0962
40	0,1260
45	0,1590
50	0,1970
55	0,2380
60	0,2860
65	0,3420
70	0,4030
75	0,4770
80	0,5670
85	0,6840
90	0,8480
95	1,1290
100	∞

2.3 Preloading

Metode preloading merupakan sebuah metode mekanis yang digunakan untuk memperbaiki karakter tanah. Teknisnya adalah dengan memberikan beban yang besarnya direncanakan lebih besar atau sama dengan berat struktur yang direncanakan akan berdiri di atasnya.

Pemberian beban sesuai dengan berat struktur yang akan berdiri dimaksudkan untuk mengurangi dampak penurunan yang besar secara cepat dan meningkatkan daya dukung tanah akibat proses pemampatan. Sehingga ketika konstruksi telah berdiri, penurunan yang terjadi tidak akan signifikan dan masih dalam batas toleransi yang diijinkan.

Beban struktur yang direncanakan akan diaplikasikan ke dalam bentuk tanah timbunan, yang kemudian dibebankan ke area tanah yang memerlukan perbaikan. Untuk mengetahui beban timbunan dapat digunakan rumus berikut (Hardiyatmo, 2010) :

$$Q_1 = \gamma_{\text{timb}} \times H \quad (2.11)$$

Dimana :

Q_1 = beban timbunan (t/m^2)

γ_{timb} = berat volume tanah timbunan (t/m^3)

H = tinggi tanah timbunan (m)

Tinggi timbunan direncanakan berdasarkan daya dukung tanah mula – mula. Kuat geser tanah dalam hal ini kohesi akan sangat berpengaruh pada tinggi timbunan yang direncanakan. Maka, tinggi timbunan rencana dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut (Hidayati dan Ardana, 2008) :

$$q_u = 2 \cdot c_u \quad (2.12)$$

$$q_u = \gamma_{\text{timb}} \cdot H \quad (2.13)$$

Maka

$$H = \frac{2 \cdot c_u}{\gamma_{\text{timb}}} \quad (2.14)$$

Dimana,

H = tinggi timbunan (m)

c_u = kohesi tanah dasar (t/m^2)

γ_{timb} = berat volume tanah timbunan (t/m^3)

Untuk tahapan timbunan preloading selanjutnya dihitung berdasarkan peningkatan daya dukung akibat pemampatan tanah dengan menggunakan korelasi antara kuat geser dan indeks plastis dengan persamaan berikut (Skempton, 1957) :

$$c_u/Po' = 0,11 + 0,0037 PI \quad (2.15)$$

$$c_u' = c_u + c_{u1} \quad (2.16)$$

Dimana,

c_u = kuat geser undrained akibat pemampatan

c_u' = kuat geser undrained setelah pemampatan

c_{u1} = kuat geser undrained mula – mula

Po' = tekanan *overbuden* efektif setelah pemampatan

PI = indeks plastis

Perhitungan tahapan preloading akan berhenti jika peningkatan nilai c_u' telah mencapai kriteria jenis tanah medium atau sedang dan setelah tinggi timbunan akhir yang direncanakan terpenuhi. Berikut nilai c_u dari tanah medium berdasarkan nilai q_u (Murthy, 1977) :

Tabel 2. 4 Hubungan nilai q_u tanah lempung dengan konsistensinya.

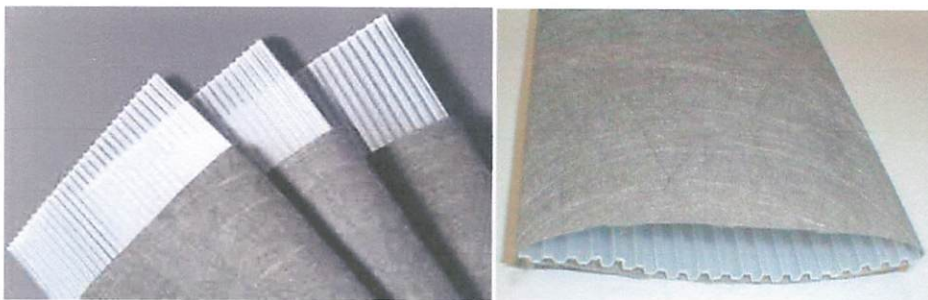
Konsistensi	q_u (kN/m ²)
Lempung keras	> 400
Lempung sangat kaku	200 – 400
Lempung kaku	100 – 200
Lempung sedang	50 – 100
Lempung lunak	25 – 50
Lempung sangat lunak	< 25

2.4 Drainase Vertikal

Jika sebuah timbunan dibangun pada tanah lempung, maka tanah lempung akan mengalami penurunan konsolidasi secara berlebihan. Hal ini menyebabkan beberapa bagian timbunan akan melengkung ke bawah atau bahkan hilang. Selain itu, proses konsolidasi secara alami berlangsung cukup lama. Untuk mengatasi hal tersebut, maka penurunan tanah perlu dipercepat sehingga jika konstruksi selesai dibangun sisa penurunan tidak akan terlihat dengan signifikan serta waktu yang diperlukan relatif lebih singkat.

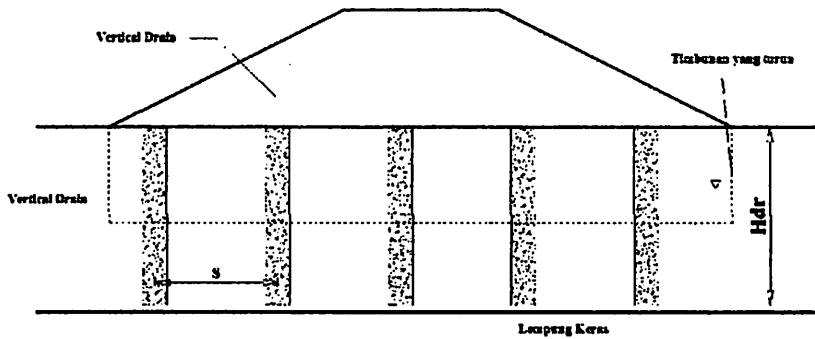
Proses mempercepat konsolidasi pada jenis tanah tersebut dapat dilakukan dengan memperpendek jarak lintasan air. Untuk melakukannya, dapat digunakan metode Drainase Vertikal. Drainase vertikal adalah sebuah metode yang bertujuan untuk mempercepat proses konsolidasi pada tanah berbutir halus dan memiliki kadar air maksimum. Caranya dengan memperpendek jarak lintasan air horisontal dan mengalirkannya secara vertikal keluar dari area konstruksi.

Pada awal berkembangnya, metode ini berupa kolom – kolom pasir yang dibuat secara vertikal masuk ke dalam tanah sehingga sering juga disebut drainase pasir. Pada tahun 1930-an, di Swedia berkembang bentuk lain dari drainase vertikal. Pada waktu itu, dikembangkan sebuah bentuk drainase vertikal pracetak yang kemudian kita kenal dengan nama *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) (gambar 2.1).



Gambar 2.1 *Prefabricated Vertical Drain* (PVD)

Prefabricated Vertical Drain adalah sebuah bahan geosintetis yang berbentuk seperti pita. Keunggulan dari bahan ini adalah dapat memperkecil gangguan tanah yang dapat mengurangi kinerja drainase dan cara pemasangan yang jauh lebih mudah.



Gambar 2.2 Sekema pemasangan vertikal drain

Besarnya waktu konsolidasi akibat penggunaan PVD dapat diketahui dengan menggunakan persamaan yang dikemukakan oleh Hansbo berikut (Hardiyatmo, 2010) :

$$t = \left(\frac{D^2}{8 \cdot Ch} \right) \cdot F(n) \cdot \ln \left(\frac{1}{1 - U_h} \right) \quad (2.17)$$

Dimana,

t = Waktu Penurunan

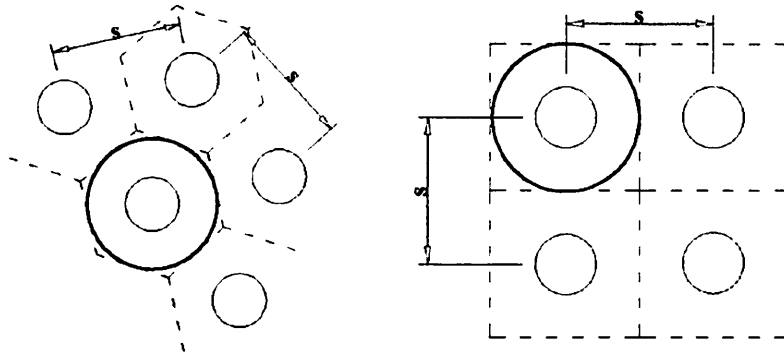
D = diameter equivalen lingkaran

Ch = koefisien konsolidasi arah horisontal

$F(n)$ = faktor hambatan karena jarak antar PVD

U_h = derajat konsolidasi tanah arah horisontal (%)

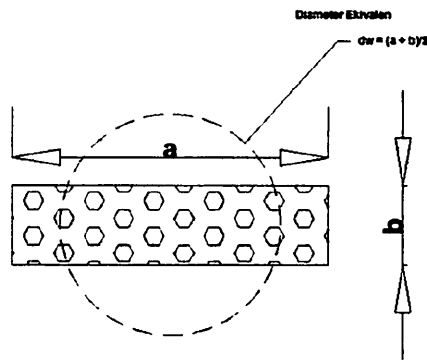
Bentuk susunan vertikal drain pada umumnya terdapat dua bentuk yaitu bentuk segitiga dan persegi.



- a) Pola segitiga $D = 1,05s$ b) Pola bujur sangkar $D = 1,13s$

Gambar 2.3 Denah pemasangan drainase vertikal

- a) Susunan segitiga
b) Susunan bujur sangkar



Jarak drainase vertikal yang sering digunakan menurut Fellinius berkisar antara (Hardiyatmo,2010) :

- | | |
|------------------------------------|--------------------|
| Untuk tanah lempung homogen | : 1 sampai 1,6 m |
| Untuk Tanah lempung berlanau | : 1,2 sampai 1,8 m |
| Untuk Tanah-tanah yang lebih kasar | : 1,5 sampai 2 m |

Secara umum jarak drainase vertikal $s \geq 1$ m. Namun jarak – jarak yang pendek dapat digunakan untuk tanah berbutir halus tanpa lensa – lensa tanah lolos air.

Vertikal drain mempercepat proses konsolidasi karena memperkecil jarak aliran air radial, derajat konsolidasi untuk arah vertikal dan horisontal dapat diketahui dengan persamaan yang diusulkan oleh Barron (1948) sebagai berikut ;

$$U_v = \sqrt{\frac{4T_v}{\pi}} \quad (2.18)$$

$$U_h = 1 - \frac{1}{e^{\left(\frac{8 \cdot T_h}{F(n)}\right)}} \quad (2.19)$$

Dimana :

$$T_v = \frac{c_v t}{H d r^2} \quad (2.20)$$

$$T_h = \frac{c_h t}{D^2} \quad (2.21)$$

Dengan faktor hambatan karena jarak PVD (Hardiyatmo, 2010) ,

$$F(n) = \ln \frac{D}{d_w} - \frac{3}{4} \quad (2.22)$$

Bersama nilai derajat konsolidasi gabungan sebagai berikut (Hardiyatmo, 2010) ;

$$U_{gab} = 1 - (1 - U_v) \times (1 - U_h) \quad (2.23)$$

Dimana,

U_{gab} = derajat konsolidasi gabungan.

U_v = derajat konsolidasi arah vertikal

U_h = derajat konsolidasi arah horisontal/radial

T_v = faktor waktu untuk arah drainase vertikal

$F(n)$ = faktor hambatan karena jarak PVD

d_w = diameter ekivalen PVD $\rightarrow d_w = \frac{a+b}{2}$

Menghitung nilai penurunan total dengan pengaruh derajat konsolidasi gabungan dapat diketahui dengan persamaan berikut (Hardiyatmo, 2010) ;

$$S_{c_t} = U \cdot S_c \quad (2.24)$$

Dengan,

S_{c_t} = penurunan yang terjadi pada derajat konsolidasi U

2.5 Stabilitas Lereng

Tanah timbunan yang diberikan berbentuk trapesium dengan lereng timbunan yang berpotensi untuk longsor. Maka perhitungan stabilitas lereng diperlukan untuk memastikan lereng timbunan tidak akan runtuh.

Bentuk lereng timbunan biasanya memiliki kemiringan yang mengarah landai dengan perbandingan kemiringan timbunan ≥ 1 .

Pada kasus ini, perhitungan stabilitas lereng menggunakan program bantu XSTABL. Program bantu XSTABL adalah program yang dikembangkan oleh Purdue University mulai tahun 1975. Program ini dipergunakan untuk menganalisa kelongsoran berdasarkan metode perhitungan Bishop atau Janbu. Dengan hasil akhir dari analisa adalah berupa nilai keamanan (SF).

Faktor Safety menunjukkan kesetabilan sebuah lereng. Semakin besar nilai faktor keamanan maka lereng tersebut akan semakin aman.

Tabel 2.5 Hubungan Nilai Faktor Keamanan dengan Intensitas Kelongsoran.

Nilai Faktor Keamanan	Intensitas Longsor
F kurang dari 1,07	Longsor terjadi biasa/sering (lereng labil)
F antara 1,07 sampai 1,25	Longsor pernah terjadi (lereng kritis)
F diatas 1,25	Longsor jarang terjadi (lereng relatif stabil)

Untuk melakukan analisa stabilitas lereng pada program bantu XSTABL

langkah – langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Memasukan kordinat yang merupakan bentuk lereng tanah.
2. Memasukan parameter tanah yaitu merupakan nilai berat jenis tanah, kohesi, dan sudut geser.
3. Jika lereng berada pada daerah tergenang air, maka perlu memasukan nilai muka air tanah.
4. Memasukan beban tambahan jika ada.
5. Pemilihan parameter analisa yaitu berupa metode yang digunakan, banyaknya percobaan yang dilakukan serta panjang bagian yang akan dianalisa.

BAB III

DATA PERENCANAAN

3.1 Data Perencanaan

3.1.1 Data Umum

Studi kasus ini diambil dari sebuah rencana pekerjaan pembangunan kawasan industrial kelapa sawit PT. CITRA BORNEO INDAH di Provinsi Kalimantan Tengah.

Adapun data umum dari studi kasus ini adalah sebagai berikut :

- **Proyek** : Pembangunan PKS CBI Industrial Area
- **Lokasi** : Kumai – Pangkalan Bun, Provinsi Kalimantan Tengah

3.1.2 Data Teknis

A. Data Tanah Dasar

Data tanah dasar berupa hasil pengujian terhadap sampel tanah. hasil pengujian di dapat dari pengujian lapangan berupa sondir dan boring serta pengujian laboratorium terhadap sampel tanah.

Data tanah dasar dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Data Pengujian Laboratorium

No. BH	Depth	Moisture Content W (%)	Density γ (gram/cm ³)	Specific Gravity Gs	Void Ratio e	Hydrometer										Unconfine Compression qu (Kg/cm ²)	Direct Shear		Consolidation		Remarks
						Atterberg Limit			Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	Gravell (%)	SYMBOL	Name	ϕ (°)		c (Kg/cm ²)	Cv ($\times 10^4$ cm ² /det)	Cc		
BH-01	-(04.50 - 05.00 m)	95.20	1.81	2.71	2.88	36.26	21.15	15.11	41.63	40.77	14.40	3.20	CL	Silty Clay	0.216	7	0.108	0.171	0.429		
	-(09.50 - 10.00 m)	91.58	1.77	2.71	2.48	39.79	22.27	17.52	40.63	38.57	18.60	2.20	CL	Silty Clay	0.232	10	0.118	0.141	0.552		
	-(14.50 - 15.00 m)	73.19	1.75	2.63	1.92	36.34	20.45	15.89	42.43	41.77	14.60	1.20	CL	Silty Clay	0.232	19	-	0.500	0.140	Sand	
BH-02	-(19.50 - 20.00 m)	70.91	1.76	2.67	1.90	Non Plastics	Non Plastics	Non Plastics	25.02	14.78	59.80	0.40	SP	Sand Poor Graded	Non Plastics	13	-	0.366	0.153	Sand	
	-(24.50 - 25.00 m)	59.47	1.78	2.62	1.56	Non Plastics	Non Plastics	Non Plastics	22.02	18.18	59.20	0.60	SP	Sand Poor Graded	Non Plastics	20	-	0.352	0.188	Sand	
	-(04.50 - 05.00 m)	104.55	1.80	2.73	2.85	36.26	21.15	15.11	41.63	40.77	14.40	3.20	CL	Silty Clay	0.212	10	0.106	0.302	0.363		
BH-06	-(09.50 - 10.00 m)	94.65	1.81	2.73	2.88	36.78	26.59	10.20	43.63	44.37	11.80	0.20	CL	Silty Clay	0.246	10	0.120	0.330	0.276		
	-(14.50 - 15.00 m)	82.91	1.74	2.67	2.22	Non Plastics	Non Plastics	Non Plastics	20.42	16.98	61.40	1.20	SP	Sand Poor Graded	Non Plastics	13	-	0.390	0.166	Sand	
	-(19.50 - 20.00 m)	80.91	1.66	2.64	2.14	Non Plastics	Non Plastics	Non Plastics	22.42	23.78	52.80	1.00	SP	Sand Poor Graded	Non Plastics	16	-	0.265	0.171	Sand	
BH-10	-(24.50 - 25.00 m)	73.46	1.67	2.65	1.94	Non Plastics	Non Plastics	Non Plastics	23.02	18.78	57.80	0.40	SP	Sand Poor Graded	Non Plastics	23	-	0.355	0.158	Sand	
	-(04.50 - 05.00 m)	91.07	1.78	2.63	2.40	40.37	26.97	13.40	42.43	40.37	15.80	1.40	CL	Silty Clay	0.267	7	0.133	0.247	0.363		
	-(09.50 - 10.00 m)	92.43	1.82	2.73	2.53	38.35	23.71	14.64	42.83	40.17	16.20	0.80	CL	Silty Clay	0.241	12	0.120	0.247	0.473		
BH-06	-(14.50 - 15.00 m)	86.83	1.78	2.75	2.39	39.38	23.24	16.34	38.43	41.57	19.40	0.60	CL	Silty Clay	0.283	18	0.283	0.303	0.398		
	-(19.50 - 20.00 m)	78.79	1.75	2.67	2.10	Non Plastics	Non Plastics	Non Plastics	21.82	24.18	52.80	1.20	SP	Sand Poor Graded	Non Plastics	19	-	0.338	0.166	Sand	
	-(24.50 - 25.00 m)	66.11	1.66	2.65	1.75	Non Plastics	Non Plastics	Non Plastics	24.42	16.78	57.80	1.20	SP	Sand Poor Graded	Non Plastics	13	-	0.389	0.175	Sand	
BH-10	-(29.50 - 30.00 m)	58.48	1.68	2.64	1.54	Non Plastics	Non Plastics	Non Plastics	24.42	18.18	56.00	1.40	SP	Sand Poor Graded	Non Plastics	13	-	0.421	0.219	Sand	
	-(34.50 - 35.00 m)	50.16	1.70	2.62	1.31	Non Plastics	Non Plastics	Non Plastics	19.22	25.38	54.80	0.60	SP	Sand Poor Graded	Non Plastics	23	-	0.425	0.180	Sand	
	-(09.50 - 10.00 m)	91.07	1.78	2.73	2.49	36.29	22.34	13.95	38.43	46.97	14.00	0.60	CL	Silty Clay	0.230	13	0.116	0.354	0.504		
BH-10	-(14.50 - 15.00 m)	88.24	1.81	2.71	2.39	38.51	22.34	16.17	37.43	41.97	20.00	0.60	CL	Silty Clay	0.221	16	0.106	0.314	0.622		
	-(19.50 - 20.00 m)	85.02	1.75	2.75	2.34	39.36	18.75	20.61	43.23	41.57	14.80	0.40	CL	Silty Clay	0.266	16	0.131	0.196	0.596		
	-(24.50 - 25.00 m)	90.69	1.67	2.73	2.47	44.33	24.66	19.67	41.23	43.37	14.60	0.80	CL	Silty Clay	0.356	13	0.174	0.200	0.504		
BH-10	-(29.50 - 30.00 m)	50.92	1.69	2.64	1.34	Non Plastics	Non Plastics	Non Plastics	21.82	19.88	56.70	1.60	SP	Sand Poor Graded	Non Plastics	13	-	0.413	0.166	Sand	
	-(34.50 - 35.00 m)	49.55	1.69	2.62	1.30	Non Plastics	Non Plastics	Non Plastics	20.22	21.38	56.80	1.60	SP	Sand Poor Graded	Non Plastics	10	-	0.403	0.206	Sand	
	-(39.50 - 40.00 m)	47.39	1.68	2.62	1.24	Non Plastics	Non Plastics	Non Plastics	21.42	17.98	57.80	2.80	SP	Sand Poor Graded	Non Plastics	16	-	0.314	0.188	Sand	
BH-10	-(44.50 - 45.00 m)	50.13	1.69	2.62	1.32	Non Plastics	Non Plastics	Non Plastics	23.42	17.98	57.20	1.40	SP	Sand Poor Graded	Non Plastics	23	-	0.227	0.241	Sand	



B. Data Tanah Timbunan

Data tanah timbunan yang akan digunakan adalah sebagai berikut :

$$\gamma_{\text{timb}} = 1,6 \text{ gram/cm}^3$$

$$\emptyset = 30^\circ$$

$$c = 0,30 \text{ Kg/m}^2$$

3.2 Prefabricated Vertical Drain

Preabricated vertical drain (PVD) adalah sebuah bentuk modern dari drainase vertikal yang terbuat dari bahan geosintetik dan berbentuk seperti pita.

Prefabricated vertical drain yang digunakan adalah produk dari Geositem Unggul.

Berikut spesifikasi dari PVD tersebut.

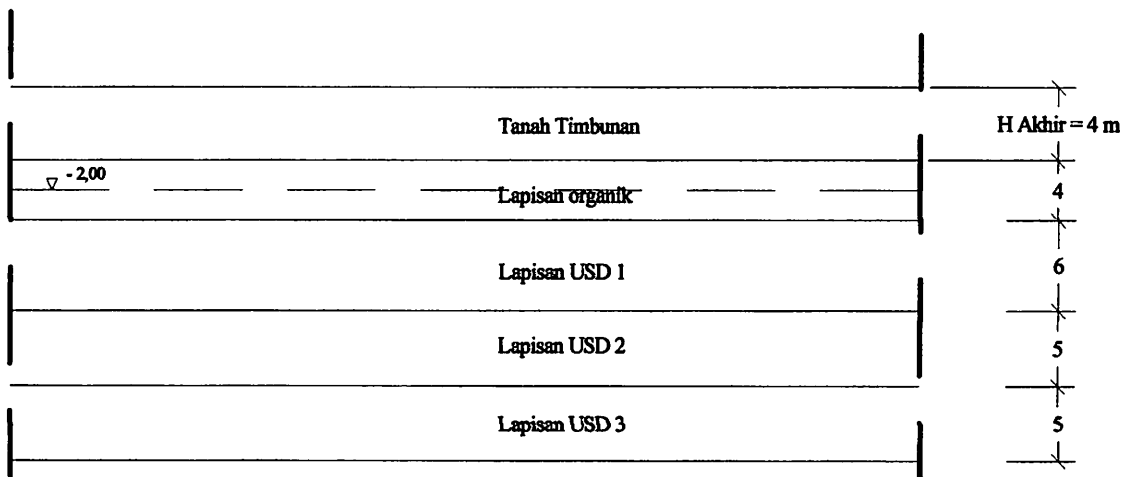
Tabel. 3.2 Spesifikasi PVD Tipe CeTeau-Drain CT-D832

Mechanical Properties	Test	Unit	CT-D832
Berat	-	gr/m	80
Lebar	-	mm	5
Tebal	-	mm	100
Kuat tarik	ASTM D4595	kN	3

BAB IV
PERHITUNGAN PERENCANAAN

4.1 Pembebanan Awal

4.1.1 Data Tanah Dasar



Tabel 4.1 Data Tanah Dasar BH-10

Karakteristik		USD 1	USD 2	USD 3
Jenis Tanah		Organik Soil	Very Soft Clay	Very Soft Clay
Kedalaman, H	(m)	9,5-10	14,5-15	19,20
Kadar Air, w	(%)	91,07	88,24	85,02
Berat Jenis, Gs		2,73	2,71	2,75
Berat Volume, γ	(gr/cm ³)	1,78	1,81	1,75
Batas Cair, LL	(%)	36,29	38,51	39,36
Batas Plastis, PL	(%)	22,34	22,34	18,75
Indeks Plastis, PI	(%)	13,95	13,95	20,61
Kohesi, c	(Kg/cm ²)	0,116	0,106	0,131
Sudut Geser, ϕ	($^{\circ}$)	13	16	16
Koef. Konsolidasi, Cv	($\times 10^4$ cm ² /det)	0,354	0,314	0,196
Void Ratio	(e)	2,49	2,39	2,34
Indeks Pemampatan, Cc		0,504	0,622	0,596
N		1-2	2	2
				2-6

Data Perhitungan untuk tanah timbunan :

$$\gamma_{\text{timb}} = 1,6 \text{ gram/cm}^3$$

$$H_{\text{timb}} = 8 \text{ meter}$$

4.1.2 Tekanan Overburden dan Beban Timbunan

Dihitung untuk lapisan tanah 1

Data Perhitungan Tanah :

$$\gamma_{\text{timb}} = 1,6 \text{ gram/cm}^3 = 1,6 \text{ t/m}^3$$

$$\gamma_w = 1 \text{ gram/cm}^3 = 1 \text{ t/m}^3$$

$$G_s = 2,73$$

$$e = 2,49$$

$$P_c = 5,6 \text{ t/m}^2$$

$$H = 6 \text{ m}$$

$$z = 3 \text{ m}$$

$$S_r = \frac{w G_s}{e}$$

$$= \frac{91,07 \times 2,73}{2,49}$$

$$= 99,84 \% < 100 \% \quad (\text{merupakan berat Volume Jenuh } \gamma_{\text{sat}})$$

Maka berat volume jenuh (γ_{sat}) = 1,78 t/m³

- **Tekanan Overburden**

$$\begin{aligned}
 P_o &= \gamma' z \\
 &= (\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w) z \\
 &= (1,78 - 1) \times 3 \\
 &= 2,340 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

- **Beban timbunan**

$$\begin{aligned}
 \Delta P &= I q_o \\
 &= I (\gamma_{\text{timb}} \times H_{\text{timb}}) \\
 &= 1 \times (1,6 \times 8,00) \\
 &= 12,800 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

Perhitungan untuk lapisan selanjutnya ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 4.2 Tekanan Overburden (P_o)

No Lapisan	H (m)	γ_{sat} (t/m ³)	γ_w (t/m ³)	P_o (t/m ²)
1	6	1,780	1,00	2,340
2	5	1,810	1,00	6,885
3	5	1,750	1,00	10,125

Tabel 4.3 Beban Timbunan (ΔP)

No Lapisan	H (m)	I	q_o (t/m ²)	ΔP (t/m ²)
1	6	1,0	12,80	12,80
2	5	1,0	12,80	12,80
3	5	1,0	12,80	12,80

4.1.3 Penurunan Tanah (Konsolidasi Primer)

Data Perhitungan :

$$C_c = 0,504$$

$$e_0 = 2,49$$

$$H_i = 6 \text{ m}$$

Karena $P_c < P_o$ maka,

$$\begin{aligned} S_c &= \frac{C_c}{1+e_0} H_i \log \frac{p_o' + \Delta p}{p_o'} \\ &= \frac{0,504}{1+2,49} 6 \log \frac{2,340 + 12,800}{2,340} \\ &= 0,70 \text{ m} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan maka diperoleh penurunan pada lapisan USD 1 sebesar 0,70 meter.

Untuk perhitungan lapisan tanah yang lain ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 4.4 Penurunan Tanah Tanpa Menggunakan PVD (S_c)

No Lapisan	H_i (m)	P_o (t/m^2)	ΔP (t/m^2)	$P_o + \Delta P$ (t/m^2)	C_c	e_0	S_c (m)
1	6	2,340	12,800	15,140	0,504	2,49	0,70
2	5	6,885	12,800	19,685	0,622	2,39	0,42
3	5	10,125	12,800	22,925	0,596	2,34	0,32
Σ							1,44

4.1.4 Waktu Penurunan

Untuk preloading pada lapisan USD 1 dibutuhkan waktu penurunan sebagai berikut :

Diketahui data tanah dasar sebagai berikut :

$$C_v = 0,000354 \text{ cm}^2/\text{det}$$

$$T_v (90\%) = 0,848$$

$$H_{dr} = 6 \text{ m} = 600 \text{ cm}$$

$$t = \frac{T_v H_{dr}^2}{C_v}$$

$$t = \frac{0,848 \times 600^2}{0,000354}$$

$$t = 862372881 \text{ detik}$$

$$= 239548,02 \text{ jam}$$

$$= 9981,17 \text{ hari}$$

$$= 328,15 \text{ bulan}$$

$$= 27,35 \text{ tahun}$$

Dari perhitungan waktu penurunan, diperoleh untuk tanah USD 1 memerlukan waktu 27,35 tahun dalam proses penurunannya.

Untuk perhitungan pada lapisan selanjutnya ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 4.5 Waktu Penurunan Tanah Tanpa Menggunakan PVD

No Lapisan	Hdr (cm)	Tv	Cv (cm ² /det)	T (detik)	t (tahun)
1	600	0,848	0,000354	862372881	27,35
2	500	0,848	0,000314	675159236	21,41
3	500	0,848	0,000196	1081632653	34,30

4.1.5 Tinggi Timbunan Kritis

Data tanah sebagai berikut :

$$\gamma_{\text{timb}} = 1,6 \text{ t/m}^3$$

$$c_u = 1,16 \text{ t/m}^2$$

$$\begin{aligned} H_{cr} &= \frac{2 \cdot c_u}{\gamma_{\text{timb}}} \\ &= \frac{2 \times 1,16}{1,6} \\ &= 1,45 \text{ m} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan tinggi kritis yang mampu ditahan oleh tanah dasar memperoleh tinggi timbunan kritis (H_{cr}) sebesar 1,45 meter. Sedangkan tinggi akhir timbunan rencana sebesar 8 meter dari permukaan tanah lempung. Maka dari itu proses pemberian beban dilakukan secara bertahap.

4.2 Preloading Bertahap

4.2.1 Preloading Tahap 1

4.2.1.1 Tinggi Timbunan Kritis

Data tanah sebagai berikut :

$$\gamma_{\text{timb}} = 1,6 \text{ t/m}^3$$

$$c_u = 1,16 \text{ t/m}^2$$

$$\begin{aligned} H_{\text{cr}} &= \frac{2 \cdot c_u}{\gamma_{\text{timb}}} \\ &= \frac{2 \times 1,16}{1,6} \\ &= 1,45 \text{ m} \end{aligned}$$

Untuk memudahkan dalam pelaksanaan maka tinggi timbunan yang digunakan sebesar 1,00 meter.

4.2.1.2 Tekanan Overburden (P_o) dan Beban Timbunan (ΔP)

Data Perhitungan Tanah :

$$\gamma_{\text{timb}} = 1,6 \text{ gram/cm}^3 = 1,6 \text{ t/m}^3$$

$$\gamma_w = 1 \text{ gram/cm}^3 = 1 \text{ t/m}^3$$

$$G_s = 2,73$$

$$e = 2,49$$

$$P_c = 5,6 \text{ t/m}^2$$

$$H = 6 \text{ m}$$

$$z = 3 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 Sr &= \frac{w Gs}{e} \\
 &= \frac{91,07 \times 2,73}{2,49} \\
 &= 99,84 \% < 100 \% \quad (\text{merupakan berat Volume Jenuh } \gamma_{\text{sat}})
 \end{aligned}$$

Maka berat volume jenuh (γ_{sat}) = 1,78 t/m³

- Tekanan Overburden

$$\begin{aligned}
 P_o &= \gamma' z \\
 &= (\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w) z \\
 &= (1,78 - 1) \times 3 \\
 &= 2,340 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

- Beban timbunan

$$\begin{aligned}
 \Delta P &= I q_o \\
 &= I (\gamma_{\text{timb}} \times H_{\text{timb}}) \\
 &= 1 \times (1,6 \times 1,00) \\
 &= 1,600 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

Perhitungan untuk lapisan selanjutnya ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 4.6 Tekanan Overburden (Po) Tahap 1

No Lapisan	H (m)	γ_{sat} (t/m ³)	γ_w (t/m ³)	Po (t/m ²)
1	6	1,780	1,000	2,340
2	5	1,810	1,000	6,885
3	5	1,750	1,000	10,125

Tabel 4.7 Beban Timbunan (ΔP) Tahap 1

No Lapisan	H (m)	I	q_0 (t/m ²)	ΔP (t/m ²)
1	6	1,0	1,600	1,600
2	5	1,0	1,600	1,600
3	5	1,0	1,600	1,600

4.2.1.3 Penurunan Tanah (Konsolidasi Primer)

Data Perhitungan :

$$C_c = 0,504$$

$$e_0 = 2,49$$

$$H_i = 6 \text{ m}$$

Karena $P_c < P_o$ maka,

$$\begin{aligned} S_c &= \frac{C_c}{1+e_0} H_i \log \frac{p_{o'} + \Delta p}{p_{o'}} \\ &= \frac{0,504}{1+2,49} 6 \log \frac{2,340 + 1,600}{2,340} \\ &= 0,20 \text{ m} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan maka diperoleh penurunan pada lapisan USD 1 sebesar 0,20 meter.

Untuk perhitungan lapisan tanah yang lain ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 4.8 Penurunan Tanah Tanpa Menggunakan PVD (Sc) Tahap 1

No Lapisan	Hi (m)	Po (t/m ²)	ΔP (t/m ²)	Po + ΔP (t/m ²)	Cc	e ₀	Sc (m)	
1	6	2,340	1,600	3,940	0,504	2,49	0,20	
2	5	6,885	1,600	8,485	0,622	2,39	0,08	
3	5	10,125	1,600	11,725	0,596	2,34	0,06	
							Σ	0,34

4.2.1.4 Waktu Penurunan

Untuk preloading pada lapisan USD 1 dibutuhkan waktu penurunan sebagai berikut :

Diketahui data tanah dasar sebagai berikut :

$$C_v = 0,000354 \text{ cm}^2/\text{det}$$

$$T_v (90\%) = 0,848$$

$$H_{dr} = 6 \text{ m} = 600 \text{ cm}$$

$$t = \frac{T_v H_{dr}^2}{C_v}$$

$$t = \frac{0,848 \times 600^2}{0,000354}$$

$$t = 862372881 \text{ detik}$$

$$= 239548,02 \text{ jam}$$

$$= 9981,17 \text{ hari}$$

$$= 328,15 \text{ bulan}$$

$$= 27,35 \text{ tahun}$$

Dari perhitungan waktu penurunan, diperoleh untuk tanah USD 1 memerlukan waktu 27,35 tahun dalam proses penurunannya.

Untuk perhitungan pada lapisan selanjutnya ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 4.9 Waktu Penurunan Tanah Tanpa Menggunakan PVD Tahap 1

No Lapisan	Hdr (cm)	Tv	Cv (cm ² /det)	T (detik)	t (tahun)
1	600	0,848	0,000354	862372881	27,35
2	500	0,848	0,000314	675159236	21,41
3	500	0,848	0,000196	1081632653	34,30

4.2.1.5 Peningkatan Nilai Kohesi

Diketahui data tanah dasar sebagai berikut :

$$PI = 13,95 \%$$

$$c_u = 1,16 \text{ t/m}^2$$

$$\Delta c_u / Po' = 0,11 + 0,0037 PI$$

Po' adalah tekanan overburden setelah pemampatan (Sc = 0,20 m, maka H = 6 - 0,20 = 5,80 m), maka z = 2,90 m.

$$Po' = \gamma' z$$

$$= (\gamma_{sat} - \gamma_b) z$$

$$= (1,78 - 1) \times 2,90$$

$$= 2,264 \text{ t/m}^2$$

$$\Delta c_u / 2,264 = 0,11 + 0,0037 (13,95)$$

$$\Delta c_u = 0,37 \text{ t/m}^2$$

Maka,

$$\begin{aligned}c_u' &= \Delta c_u + c_u \\ &= 0,37 + 1,16 \\ &= 1,53 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

Pada preloading tahap 1 untuk lapisan USD 1 dapat disimpulkan bahwa penurunan yang terjadi akibat tinggi timbunan rencana 1 meter adalah sebesar 0,20 meter. Dan peningkatan nilai kohesi (c_u) sebesar $0,37 \text{ t/m}^2$. Maka nilai kohesi setelah preloading tahap 1 pada lapisan tanah USD 1 menjadi $1,53 \text{ t/m}^2$.

Perhitungan pada lapisan tanah yang lain ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 4.10 Peningkatan Nilai Kohesi Tahap 1

No. Lapisan	H _{awal} (m)	H _{akhir} (m)	z (m)	PI (%)	Po' (t/m ²)	c _u (t/m ²)	Δc _u (t/m ²)	c _u ' (t/m ²)
1	6	5,80	2,90	13,95	2,264	1,16	0,37	1,53
2	5	4,92	2,46	13,95	6,692	1,06	1,08	2,14
3	5	4,94	2,47	20,61	9,894	1,31	1,84	3,15

4.2.1.6 Cek Tinggi Elevasi Timbunan Akhir

Tinggi timbunan akhir direncanakan berada pada elevasi 8 meter dari tanah lempung. Maka elevasi H total dari lapisan tanah USD 3 adalah sebesar 24 meter.

$$H_{\text{akhir}} = 12,73 \text{ meter}$$

$$H_{\text{timb 1}} = 1,00 \text{ meter}$$

$$\begin{aligned} \text{Elevasi } H_{\text{akhir}} &= 12,73 + 1,00 \\ &= 13,73 \text{ meter} < 24 \text{ meter} \quad \dots\dots\dots \text{Tidak Ok} \end{aligned}$$

Elevasi tinggi timbunan akhir pada preloading tahap 1 tidak mencapai elevasi rencana. Maka perlu tahapan preloading selanjutnya.

4.2.2 Preloading Tahap 2

4.2.2.1 Tinggi Timbunan Kritis

Data tanah sebagai berikut :

$$\gamma_{\text{timb}} = 1,6 \text{ t/m}^3$$

$$c_u = 1,53 \text{ t/m}^2$$

$$\begin{aligned} H_{\text{cr}} &= \frac{2 \cdot c_u}{\gamma_{\text{timb}}} \\ &= \frac{2 \times 1,53}{1,6} \\ &= 1,91 \text{ m} \end{aligned}$$

Untuk memudahkan dalam pelaksanaan maka tinggi timbunan yang digunakan sebesar 1,50 meter.

4.2.2.2 Tekanan Overburden (Po) dan Beban Timbunan (ΔP)

Data Perhitungan Tanah :

$$\gamma_{\text{timb}} = 1,6 \text{ gram/cm}^3 = 1,6 \text{ t/m}^3$$

$$\gamma_w = 1 \text{ gram/cm}^3 = 1 \text{ t/m}^3$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 1,78 \text{ t/m}^3$$

$$G_s = 2,73$$

$$e = 2,49$$

$$P_c = 5,6 \text{ t/m}^2$$

$$H = 5,80 \text{ m}$$

$$z = 2,90 \text{ m}$$

- Tekanan Overburden

$$\begin{aligned} P_o &= \gamma' z \\ &= (\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w) z \\ &= (1,78 - 1) \times 2,90 \\ &= 2,264 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

- Beban timbunan

$$\begin{aligned} \Delta P &= I q_o \\ &= I (\gamma_{\text{timb}} \times H_{\text{timb}}) \\ &= 1 \times (1,6 \times 1,50) \\ &= 2,400 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan untuk lapisan selanjutnya ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 4.11 Tekanan Overburden (Po) Tahap 2

No Lapisan	H (m)	γ_{sat} (t/m ³)	γ_w (t/m ³)	Po (t/m ²)
1	5,80	1,780	1,000	2,264
2	4,92	1,810	1,000	6,692
3	4,94	1,750	1,000	9,894

Tabel 4.12 Beban Timbunan (ΔP) Tahap 2

No Lapisan	H (m)	I	q_o (t/m ²)	ΔP (t/m ²)
1	5,80	1,0	2,400	2,400
2	4,92	1,0	2,400	2,400
3	4,94	1,0	2,400	2,400

4.2.2.3 Penurunan Tanah (Konsolidasi Primer)

Data Perhitungan :

$$C_c = 0,504$$

$$e_0 = 2,49$$

$$H_i = 5,80 \text{ m}$$

Karena $P_c < P_o$ maka,

$$\begin{aligned} S_c &= \frac{C_c}{1+e_0} H_i \log \frac{p_o' + \Delta p}{p_o'} \\ &= \frac{0,504}{1+2,49} 5,80 \log \frac{2,264 + 2,400}{2,264} \\ &= 0,26 \text{ m} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan maka diperoleh penurunan akibat preloading tahap 2 pada lapisan USD 1 sebesar 0,26 meter.

Untuk perhitungan lapisan tanah yang lain ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 4.13 Penurunan Tanah Tanpa Menggunakan PVD (Sc) Tahap 2

No Lapisan	Hi (m)	Po (t/m ²)	ΔP (t/m ²)	Po + ΔP (t/m ²)	Cc	e ₀	Sc (m)
1	5,80	2,264	2,400	4,664	0,504	2,49	0,26
2	4,92	6,692	2,400	9,092	0,622	2,39	0,12
3	4,94	9,894	2,400	12,294	0,596	2,34	0,08
Σ							0,47

4.2.2.4 Waktu Penurunan

Untuk preloading tahap 2 pada lapisan USD 1 dibutuhkan waktu penurunan sebagai berikut :

Diketahui data tanah dasar sebagai berikut :

$$C_v = 0,000354 \text{ cm}^2/\text{det}$$

$$T_v (90\%) = 0,848$$

$$H_{dr} = 5,80 \text{ m} = 580 \text{ cm}$$

$$t = \frac{T_v H_{dr}^2}{C_v}$$

$$t = \frac{0,848 \times 580^2}{0,000354}$$

$$t = 806932964 \text{ detik}$$

$$= 224148,05 \text{ jam}$$

$$= 9339,50 \text{ hari}$$

$$= 307,08 \text{ bulan}$$

$$= 25,59 \text{ tahun}$$

Dari perhitungan waktu penurunan, diperoleh untuk tanah USD 1 memerlukan waktu 25,59 tahun dalam proses penurunannya.

Untuk perhitungan pada lapisan selanjutnya ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 4.14 Waktu Penurunan Tanah Tanpa Menggunakan PVD Tahap 2

No Lapisan	Hdr (cm)	Tv	Cv (cm ² /det)	T (detik)	t (tahun)
1	580	0,848	0,000354	806932964	25,59
2	492	0,848	0,000314	652862939	20,70
3	494	0,848	0,000196	1057176144	33,52

4.2.2.5 Peningkatan Nilai Kohesi

Diketahui data tanah dasar sebagai berikut :

$$PI = 13,95 \%$$

$$c_u = 1,53 \text{ t/m}^2$$

$$\Delta c_v / Po' = 0,11 + 0,0037 PI$$

Po' adalah tekanan overburden setelah pemampatan (Sc = 0,26 m, maka H = 5,80 – 0,26 = 5,54 m), maka z = 2,77 m.

$$Po' = \gamma' z$$

$$= (\gamma_{sat} - \gamma_b) z$$

$$= (1,78 - 1) \times 2,77$$

$$= 2,161 \text{ t/m}^2$$

$$\Delta c_u/2,161 = 0,11 + 0,0037 (13,95)$$

$$\Delta c_u = 0,35 \text{ t/m}^2$$

Maka,

$$\begin{aligned} c_u' &= \Delta c_u + c_u \\ &= 0,35 + 1,53 \\ &= 1,88 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

Pada preloading tahap 2 untuk lapisan USD 1 dapat disimpulkan bahwa penurunan yang terjadi akibat tinggi timbunan rencana 1,5 meter adalah sebesar 0,26 meter. Dan peningkatan nilai kohesi (c_u) sebesar $0,35 \text{ t/m}^2$. Maka nilai kohesi setelah preloading tahap 2 pada lapisan tanah USD 1 menjadi $1,88 \text{ t/m}^2$.

Perhitungan pada lapisan tanah yang lain ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 4.15 Peningkatan Nilai Kohesi Tahap 2

No. Lapisan	$H_{i\text{awal}}$ (m)	H_{akhir} (m)	z (m)	PI (%)	Po' (t/m^2)	c_u (t/m^2)	Δc_u (t/m^2)	c_u' (t/m^2)
1	5,80	5,54	2,77	13,95	2,161	1,53	0,35	1,88
2	4,92	4,80	2,40	13,95	6,431	2,14	1,04	3,18
3	4,94	4,86	2,43	20,61	9,576	3,15	1,78	4,93

4.2.2.6 Cek Tinggi Elevasi Timbunan Akhir

Tinggi timbunan akhir direncanakan berada pada elevasi 8 meter dari tanah lempung. Maka elevasi H total dari lapisan tanah USD 3 adalah sebesar 24 meter.

$$H_{\text{akhir}} = 12,73 \text{ meter}$$

$$H_{\text{timb 1-2}} = 2,50 \text{ meter}$$

$$\text{Elevasi } H_{\text{akhir}} = 12,73 + 2,50$$

$$= 15,23 \text{ meter} < 24 \text{ meter} \quad \text{..... Tidak Ok}$$

Elevasi tinggi timbunan akhir pada preloading tahap 2 tidak mencapai elevasi rencana. Maka perlu tahapan preloading selanjutnya.

4.2.3 Preloading Tahap 3

4.2.3.1 Tinggi Timbunan Kritis

Data tanah sebagai berikut :

$$\gamma_{\text{timb}} = 1,6 \text{ t/m}^3$$

$$c_u = 1,88 \text{ t/m}^2$$

$$\begin{aligned} H_{\text{cr}} &= \frac{2 \cdot c_u}{\gamma_{\text{timb}}} \\ &= \frac{2 \times 1,88}{1,6} \\ &= 2,34 \text{ m} \end{aligned}$$

Untuk memudahkan dalam pelaksanaan maka tinggi timbunan yang digunakan sebesar 2,00 meter.

4.2.3.2 Tekanan Overburden (Po) dan Beban Timbunan (ΔP)

Data Perhitungan Tanah :

$$\gamma_{\text{timb}} = 1,6 \text{ gram/cm}^3 = 1,6 \text{ t/m}^3$$

$$\gamma_w = 1 \text{ gram/cm}^3 = 1 \text{ t/m}^3$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 1,78 \text{ t/m}^3$$

$$G_s = 2,73$$

$$e = 2,49$$

$$P_c = 5,6 \text{ t/m}^2$$

$$H = 5,54 \text{ m}$$

$$z = 2,77 \text{ m}$$

- Tekanan Overburden

$$\begin{aligned} P_o &= \gamma' z \\ &= (\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w) z \\ &= (1,78 - 1) \times 2,77 \\ &= 2,161 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

- Beban timbunan

$$\begin{aligned} \Delta P &= I q_o \\ &= I (\gamma_{\text{timb}} \times H_{\text{timb}}) \\ &= 1 \times (1,6 \times 2,00) \\ &= 3,200 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan untuk lapisan selanjutnya ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 4.16 Tekanan Overburden (Po) Tahap 3

No Lapisan	H (m)	γ_{sat} (t/m ³)	γ_w (t/m ³)	Po (t/m ²)
1	5,54	1,780	1,000	2,161
2	4,80	1,810	1,000	6,431
3	4,86	1,750	1,000	9,575

Tabel 4.17 Beban Timbunan (ΔP) Tahap 3

No Lapisan	H (m)	I	q _o (t/m ²)	ΔP (t/m ²)
1	5,54	1,0	3,200	3,200
2	4,80	1,0	3,200	3,200
3	4,86	1,0	3,200	3,200

4.2.3.3 Penurunan Tanah (Konsolidasi Primer)

Data Perhitungan :

$$C_c = 0,504$$

$$e_0 = 2,49$$

$$H_i = 5,54 \text{ m}$$

Karena $P_c < P_o$ maka,

$$\begin{aligned} S_c &= \frac{C_c}{1+e_0} H_i \log \frac{P_o' + \Delta P}{P_o'} \\ &= \frac{0,504}{1+2,49} 5,54 \log \frac{2,161 + 3,200}{2,161} \\ &= 0,32 \text{ m} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan maka diperoleh penurunan pada lapisan USD 1 sebesar 0,32 meter.

Untuk perhitungan lapisan tanah yang lain ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 4.18 Penurunan Tanah Tanpa Menggunakan PVD (Sc) Tahap 3

No Lapisan	Hi (m)	Po (t/m ²)	ΔP (t/m ²)	Po + ΔP (t/m ²)	Cc	e ₀	Sc (m)	
1	5,54	2,161	3,200	5,361	0,504	2,49	0,32	
2	4,80	6,431	3,200	9,631	0,622	2,39	0,15	
3	4,86	9,576	3,200	12,776	0,596	2,34	0,11	
							Σ	0,58

4.2.3.4 Waktu Penurunan

Untuk preloading pada lapisan USD 1 dibutuhkan waktu penurunan sebagai berikut :

Diketahui data tanah dasar sebagai berikut :

$$C_v = 0,000354 \text{ cm}^2/\text{det}$$

$$T_v (90\%) = 0,848$$

$$H_{dr} = 5,54 \text{ m} = 554 \text{ cm}$$

$$t = \frac{T_v H_{dr}^2}{C_v}$$

$$t = \frac{0,848 \times 554^2}{0,000354}$$

$$t = 735426537 \text{ detik}$$

$$= 204285,15 \text{ jam}$$

$$= 8511,88 \text{ hari}$$

$$= 279,84 \text{ bulan}$$

$$= 23,32 \text{ tahun}$$

Dari perhitungan waktu penurunan, diperoleh untuk tanah USD 1 memerlukan waktu 23,32 tahun dalam proses penurunannya.

Untuk perhitungan pada lapisan selanjutnya di tabelkan sebagai berikut:

Tabel 4.19 Waktu Penurunan Tanah Tanpa Menggunakan PVD Tahap 3

No Lapisan	Hdr (cm)	Tv	Cv (cm ² /det)	T (detik)	t (tahun)
1	554	0,848	0,000354	735426537	23,32
2	480	0,848	0,000314	621365846	19,70
3	486	0,848	0,000196	1021889597	32,40

4.2.3.5 Peningkatan Nilai Kohesi

Diketahui data tanah dasar sebagai berikut :

$$PI = 13,95 \%$$

$$c_u = 1,88 \text{ t/m}^2$$

$$\Delta c_u / Po' = 0,11 + 0,0037 PI$$

Po' adalah tekanan overburden setelah pemampatan (Sc = 0,32 m, maka H = 5,54 – 0,32 = 5,23 m), maka z = 2,62 m.

$$\begin{aligned} Po' &= \gamma' z \\ &= (\gamma_{sat} - \gamma_b) z \\ &= (1,78 - 1) \times 2,62 \\ &= 2,038 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$



$$\Delta c_u / 2,038 = 0,11 + 0,0037 (13,95)$$

$$\Delta c_u = 0,33 \text{ t/m}^2$$

Maka,

$$\begin{aligned} c_u' &= \Delta c_u + c_u \\ &= 0,33 + 1,88 \\ &= 2,20 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

Pada preloading tahap 3 untuk lapisan USD 1 dapat disimpulkan bahwa penurunan yang terjadi akibat tinggi timbunan rencana 2 meter adalah sebesar 0,32 meter. Dan peningkatan nilai kohesi (c_u) sebesar $0,33 \text{ t/m}^2$. Maka nilai kohesi setelah preloading tahap 3 pada lapisan tanah USD 1 menjadi $2,20 \text{ t/m}^2$.

Perhitungan pada lapisan tanah yang lain ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 4.20 Peningkatan Nilai Kohesi Tahap 3

No. Lapisan	$H_{i\text{awal}}$ (m)	$H_{a\text{akhir}}$ (m)	z (m)	PI (%)	Po' (t/m^2)	c_u (t/m^2)	Δc_u (t/m^2)	c_u' (t/m^2)
1	5,54	5,23	2,62	13,95	2,038	1,88	0,33	2,20
2	4,80	4,64	2,32	13,95	6,112	3,18	0,99	4,17
3	4,86	4,75	2,38	20,61	9,182	4,94	1,71	6,65

4.2.3.6 Cek Tinggi Elevasi Timbunan Akhir

Tinggi timbunan akhir direncanakan berada pada elevasi 8 meter dari tanah lempung. Maka elevasi H total dari lapisan tanah USD 3 adalah sebesar 24 meter.

$$H_{\text{akhir}} = 12,73 \text{ meter}$$

$$H_{\text{timb 1-3}} = 4,50 \text{ meter}$$

$$\text{Elevasi } H_{\text{akhir}} = 12,73 + 4,50$$

$$= 17,23 \text{ meter} < 24 \text{ meter} \quad \text{..... Tidak Ok}$$

Elevasi tinggi timbunan akhir pada preloading tahap 3 tidak mencapai elevasi rencana. Maka perlu tahapan preloading selanjutnya.

4.2.4 Preloading Tahap 4

4.2.4.1 Tinggi Timbunan Kritis

Data tanah sebagai berikut :

$$\gamma_{\text{timb}} = 1,6 \text{ t/m}^3$$

$$c_u = 2,20 \text{ t/m}^2$$

$$\begin{aligned} H_{\text{cr}} &= \frac{2 \cdot c_u}{\gamma_{\text{timb}}} \\ &= \frac{2 \times 2,20}{1,6} \\ &= 2,76 \text{ m} \end{aligned}$$

Untuk memudahkan dalam pelaksanaan maka tinggi timbunan yang digunakan sebesar 2,50 meter.

4.2.4.2 Tekanan Over Burden (Po) dan Beban Timbunan (ΔP)

Data Perhitungan Tanah :

$$\gamma_{\text{timb}} = 1,6 \text{ gram/cm}^3 = 1,6 \text{ t/m}^3$$

$$\gamma_w = 1 \text{ gram/cm}^3 = 1 \text{ t/m}^3$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 1,78 \text{ t/m}^3$$

$$G_s = 2,73$$

$$e = 2,49$$

$$P_c = 5,6 \text{ t/m}^2$$

$$H = 5,23 \text{ m}$$

$$z = 2,62 \text{ m}$$

- Tekanan Over Burden

$$\begin{aligned} P_o &= \gamma' z \\ &= (\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w) z \\ &= (1,78 - 1) \times 2,62 \\ &= 2,038 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

- Beban timbunan

$$\begin{aligned} \Delta P &= I q_o \\ &= I (\gamma_{\text{timb}} \times H_{\text{timb}}) \\ &= 1 \times (1,6 \times 2,50) \\ &= 4,000 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan untuk lapisan selanjutnya ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 4.21 Tekanan Overburden (Po) Tahap 4

No Lapisan	H (m)	γ_{sat} (t/m ³)	γ_w (t/m ³)	Po (t/m ²)
1	5,23	1,780	1,000	2,038
2	4,64	1,810	1,000	6,112
3	4,75	1,750	1,000	9,182

Tabel 4.22 Beban Timbunan (ΔP) Tahap 4

No Lapisan	H (m)	I	q_o (t/m ²)	ΔP (t/m ²)
1	5,23	1,0	4,000	4,000
2	4,64	1,0	4,000	4,000
3	4,75	1,0	4,000	4,000

4.2.4.3 Penurunan Tanah (Konsolidasi Primer)

Data Perhitungan :

$$C_c = 0,504$$

$$e_0 = 2,49$$

$$H_i = 5,23 \text{ m}$$

Karena $P_c < P_o$ maka,

$$\begin{aligned}
 S_c &= \frac{C_c}{1+e_0} H_i \log \frac{p_o' + \Delta p}{p_o'} \\
 &= \frac{0,504}{1+2,49} 5,23 \log \frac{2,038 + 4,000}{2,038} \\
 &= 0,36 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan maka diperoleh penurunan pada lapisan USD 1 sebesar 0,36 meter.

Untuk perhitungan lapisan tanah yang lain ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 4.23 Penurunan Tanah Tanpa Menggunakan PVD (Sc) Tahap 4

No Lapisan	Hi (m)	Po (t/m ²)	ΔP (t/m ²)	Po + ΔP (t/m ²)	Cc	e ₀	Sc (m)	
1	5,23	2,038	4,000	6,038	0,504	2,49	0,36	
2	4,64	6,112	4,000	10,112	0,622	2,39	0,19	
3	4,75	9,182	4,000	13,182	0,596	2,34	0,13	
							Σ	0,68

4.2.4.4 Waktu Penurunan

Untuk preloading pada lapisan USD 1 dibutuhkan waktu penurunan sebagai berikut :

Diketahui data tanah dasar sebagai berikut :

$$C_v = 0,000354 \text{ cm}^2/\text{det}$$

$$T_v (90\%) = 0,848$$

$$H_{dr} = 5,23 \text{ m} = 523 \text{ cm}$$

$$t = \frac{T_v H_{dr}^2}{C_v}$$

$$t = \frac{0,848 \times 523^2}{0,000354}$$

$$t = 653997605 \text{ detik}$$

$$= 181666,00 \text{ jam}$$

$$= 7569,42 \text{ hari}$$

$$= 248,88 \text{ bulan}$$

$$= 20,74 \text{ tahun}$$

Dari perhitungan waktu penurunan, diperoleh untuk tanah USD 1 memerlukan waktu 20,74 tahun dalam proses penurunannya.

Untuk perhitungan pada lapisan selanjutnya ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 4.24 Waktu Penurunan Tanah Tanpa Menggunakan PVD Tahap 4

No Lapisan	Hdr (cm)	Tv	Cv (cm ² /det)	T (detik)	t (tahun)
1	523	0,848	0,000354	653997605	20,74
2	464	0,848	0,000314	582015291	18,46
3	475	0,848	0,000196	976733956	30,97

4.2.4.5 Peningkatan Nilai Kohesi

Diketahui data tanah dasar sebagai berikut :

$$PI = 13,95 \%$$

$$c_u = 2,20 \text{ t/m}^2$$

$$\Delta c_u / Po' = 0,11 + 0,0037 PI$$

Po' adalah tekanan overburden setelah pemampatan (Sc = 0,36 m, maka H = 5,23 – 0,36 = 4,87 m), maka z = 2,44 m.

$$Po' = \gamma' z$$

$$= (\gamma_{sat} - \gamma_b) z$$

$$= (1,78 - 1) \times 2,44$$

$$= 1,899 \text{ t/m}^2$$

$$\Delta c_u / 1,899 = 0,11 + 0,0037 (13,95)$$

$$\Delta c_u = 0,31 \text{ t/m}^2$$

Maka,

$$\begin{aligned} c_u' &= \Delta c_u + c_u \\ &= 0,31 + 2,20 \\ &= 2,51 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

Pada preloading tahap 4 untuk lapisan USD 1 dapat disimpulkan bahwa penurunan yang terjadi akibat tinggi timbunan rencana 2,5 meter adalah sebesar 0,36 meter. Dan peningkatan nilai kohesi (c_u) sebesar $0,31 \text{ t/m}^2$. Maka nilai kohesi setelah preloading tahap 4 pada lapisan tanah USD 1 menjadi $2,51 \text{ t/m}^2$.

Perhitungan pada lapisan tanah yang lain ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 4.25 Peningkatan Nilai Kohesi Tahap 4

No. Lapisan	$H_{i\text{awal}}$ (m)	$H_{i\text{akhir}}$ (m)	z (m)	PI (%)	Po' (t/m^2)	c_u (t/m^2)	Δc_u (t/m^2)	c_u' (t/m^2)
1	5,23	4,87	2,44	13,95	1,899	2,20	0,31	2,51
2	4,64	4,46	2,23	13,95	5,749	4,17	0,93	5,10
3	4,75	4,62	2,31	20,61	8,726	6,65	1,63	8,27

4.2.4.6 Cek Tinggi Elevasi Timbunan Akhir

Tinggi timbunan akhir direncanakan berada pada elevasi 8 meter dari tanah lempung. Maka elevasi H total dari lapisan tanah USD 3 adalah sebesar 24 meter.

$$H_{\text{akhir}} = 12,73 \text{ meter}$$

$$H_{\text{timb 1-4}} = 7,00 \text{ meter}$$

$$\text{Elevasi } H_{\text{akhir}} = 12,73 + 7,00$$

$$= 19,73 \text{ meter} < 24 \text{ meter} \quad \dots\dots\dots \text{Tidak Ok}$$

Elevasi tinggi timbunan akhir pada preloading tahap 4 tidak mencapai elevasi rencana. Maka perlu tahapan preloading selanjutnya.

4.2.5 Preloading Tahap 5

4.2.5.1 Tinggi Timbunan Kritis

Data tanah sebagai berikut :

$$\gamma_{\text{timb}} = 1,6 \text{ t/m}^3$$

$$c_u = 2,51 \text{ t/m}^2$$

$$\begin{aligned} H_{\text{cr}} &= \frac{2 \cdot c_u}{\gamma_{\text{timb}}} \\ &= \frac{2 \times 2,51}{1,6} \\ &= 3,14 \text{ m} \end{aligned}$$

Untuk memudahkan dalam pelaksanaan maka tinggi timbunan ditetapkan sebesar 3,00 meter.

4.2.5.2 Tekanan Overburden (P_o) dan Beban Timbunan (ΔP)

Data Perhitungan Tanah :

$$\gamma_{\text{timb}} = 1,6 \text{ gram/cm}^3 = 1,6 \text{ t/m}^3$$

$$\gamma_w = 1 \text{ gram/cm}^3 = 1 \text{ t/m}^3$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 1,78 \text{ t/m}^3$$

$$G_s = 2,73$$

$$e = 2,49$$

$$P_c = 5,6 \text{ t/m}^2$$

$$H = 4,87 \text{ m}$$

$$z = 2,44 \text{ m}$$

- Tekanan Overburden

$$\begin{aligned} P_o &= \gamma' z \\ &= (\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w) z \\ &= (1,78 - 1) \times 2,44 \\ &= 1,899 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

- Beban timbunan

$$\begin{aligned} \Delta P &= I q_o \\ &= I (\gamma_{\text{timb}} \times H_{\text{timb}}) \\ &= 1 \times (1,6 \times 3,00) \\ &= 4,800 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan untuk lapisan selanjutnya ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 4.26 Tekanan Overburden (Po) Tahap 5

No Lapisan	H (m)	γ_{sat} (t/m ³)	γ_w (t/m ³)	Po (t/m ²)
1	4,87	1,780	1,000	1,899
2	4,46	1,810	1,000	5,749
3	4,62	1,750	1,000	8,726

Tabel 4.27 Beban Timbunan (ΔP) Tahap 5

No Lapisan	H (m)	I	q_o (t/m ²)	ΔP (t/m ²)
1	4,87	1,0	4,800	4,800
2	4,46	1,0	4,800	4,800
3	4,62	1,0	4,800	4,800

4.2.5.3 Penurunan Tanah (Konsolidasi Primer)

Data Perhitungan :

$$C_c = 0,504$$

$$e_0 = 2,49$$

$$H_i = 4,87 \text{ m}$$

Karena $P_c < P_o$ maka,

$$\begin{aligned}
 S_c &= \frac{C_c}{1+e_0} H_i \log \frac{p_o' + \Delta p}{p_o'} \\
 &= \frac{0,504}{1+2,49} 4,87 \log \frac{1,899 + 4,800}{1,899} \\
 &= 0,38 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan maka diperoleh penurunan pada lapisan USD 1 sebesar 0,38 meter.

Untuk perhitungan lapisan tanah yang lain ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 4.28 Penurunan Tanah Tanpa Menggunakan PVD (Sc) Tahap 5

No Lapisan	Hi (m)	Po (t/m ²)	ΔP (t/m ²)	Po + ΔP (t/m ²)	Cc	E ₀	Sc (m)
1	4,87	1,899	4,800	6,699	0,504	2,49	0,38
2	4,46	5,746	4,800	10,549	0,622	2,39	0,22
3	4,62	8,726	4,800	13,526	0,596	2,34	0,16
Σ							0,76

4.2.5.4 Waktu Penurunan

Untuk preloading pada lapisan USD 1 dibutuhkan waktu penurunan sebagai berikut :

Diketahui data tanah dasar sebagai berikut :

$$C_v = 0,000354 \text{ cm}^2/\text{det}$$

$$T_v (90\%) = 0,848$$

$$H_{dr} = 4,87 \text{ m} = 487 \text{ cm}$$

$$t = \frac{T_v H_{dr}^2}{C_v}$$

$$t = \frac{0,848 \times 487^2}{0,000354}$$

$$t = 567928813 \text{ detik}$$

$$= 157758,00 \text{ jam}$$

$$= 6573,25 \text{ hari}$$

$$= 216,11 \text{ bulan}$$

$$= 18,01 \text{ tahun}$$

Dari perhitungan waktu penurunan, diperoleh untuk tanah USD 1 memerlukan waktu 18,01 tahun dalam proses penurunannya.

Untuk perhitungan pada lapisan selanjutnya ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 4.29 Waktu Penurunan Tanah Tanpa Menggunakan PVD Tahap 5

No Lapisan	Hdr (cm)	T _v	C _v (cm ² /det)	T (detik)	t (tahun)
1	487	0,848	0,000354	567928813	18,01
2	446	0,848	0,000314	536255114	17,00
3	462	0,848	0,000196	922759563	29,26

4.2.5.5 Peningkatan Nilai Kohesi

Diketahui data tanah dasar sebagai berikut :

$$PI = 13,95 \%$$

$$c_u = 2,51 \text{ t/m}^2$$

$$\Delta c_u / Po' = 0,11 + 0,0037 PI$$

Po' adalah tekanan overburden setelah pemampatan ($Sc = 0,38 \text{ m}$, maka $H = 4,87 - 0,38 = 4,49 \text{ m}$), maka $z = 2,25 \text{ m}$.

$$\begin{aligned} Po' &= \gamma' z \\ &= (\gamma_{sat} - \gamma_b) z \\ &= (1,78 - 1) \times 2,25 \\ &= 1,749 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$\Delta c_u / 1,749 = 0,11 + 0,0037 (13,95)$$

$$\Delta c_u = 0,28 \text{ t/m}^2$$

Maka,

$$\begin{aligned} c_u' &= \Delta c_u + c_u \\ &= 0,28 + 2,51 \\ &= 2,79 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

Pada preloading tahap 5 untuk lapisan USD 1 dapat disimpulkan bahwa penurunan yang terjadi akibat tinggi timbunan rencana 3 meter adalah sebesar 0,38 meter. Dan peningkatan nilai kohesi (c_u) sebesar 0,28 t/m^2 . Maka nilai kohesi setelah preloading tahap 5 pada lapisan tanah USD 1 menjadi 2,79 t/m^2 .

Perhitungan pada lapisan tanah yang lain ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 4.30 Peningkatan Nilai Kohesi Tahap 5

No. Lapisan	$H_{i\text{awal}}$ (m)	$H_{a\text{akhir}}$ (m)	z (m)	PI (%)	Po' (t/m^2)	c_u (t/m^2)	Δc_u (t/m^2)	c_u' (t/m^2)
1	4,87	4,49	2,25	13,95	1,749	2,51	0,28	2,79
2	4,46	4,24	2,12	13,95	5,350	5,10	0,86	5,96
3	4,62	4,46	2,23	20,61	8,217	8,27	1,53	9,80

4.2.5.6 Cek Tinggi Elevasi Timbunan Akhir

Tinggi timbunan akhir direncanakan berada pada elevasi 8 meter dari tanah lempung. Maka elevasi H total dari lapisan tanah USD 3 adalah sebesar 24 meter.

$$H_{a\text{akhir}} = 12,73 \text{ meter}$$

$$H_{\text{timb 1-5}} = 10,00 \text{ meter}$$

$$\text{Elevasi } H_{a\text{akhir}} = 12,73 + 10,00$$

$$= 22,73 \text{ meter} < 24 \text{ meter} \quad \dots\dots\dots \text{Tidak Ok}$$

Elevasi tinggi timbunan akhir pada preloading tahap 5 tidak mencapai elevasi rencana. Maka perlu tahapan preloading selanjutnya.

4.2.6 Preloading Tahap 6

4.2.6.1 Tinggi Timbunan Kritis

Data tanah sebagai berikut :

$$\gamma_{\text{timb}} = 1,6 \text{ t/m}^3$$

$$c_u = 2,79 \text{ t/m}^2$$

$$\begin{aligned} H_{\text{cr}} &= \frac{2 \cdot c_u}{\gamma_{\text{timb}}} \\ &= \frac{2 \times 2,79}{1,6} \\ &= 3,49 \text{ m} \end{aligned}$$

Untuk memudahkan dalam pelaksanaan maka tinggi timbunan ditetapkan sebesar 1,50 meter.

4.2.6.2 Tekanan Overburden (P_o) dan Beban Timbunan (ΔP)

Data Perhitungan Tanah :

$$\gamma_{\text{timb}} = 1,6 \text{ gram/cm}^3 = 1,6 \text{ t/m}^3$$

$$\gamma_w = 1 \text{ gram/cm}^3 = 1 \text{ t/m}^3$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 1,78 \text{ t/m}^3$$

$$G_s = 2,73$$

$$e = 2,49$$

$$P_c = 5,6 \text{ t/m}^2$$

$$H = 4,49 \text{ m}$$

$$z = 2,25 \text{ m}$$

- **Tekanan Overburden**

$$\begin{aligned}
 P_o &= \gamma' z \\
 &= (\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w) z \\
 &= (1,78 - 1) \times 2,25 \\
 &= 1,749 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

- **Beban timbunan**

$$\begin{aligned}
 \Delta P &= I q_o \\
 &= I (\gamma_{\text{timb}} \times H_{\text{timb}}) \\
 &= 1 \times (1,6 \times 1,50) \\
 &= 2,400 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

Perhitungan untuk lapisan selanjutnya ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 4.31 Tekanan Overburden (Po) Tahap 6

No Lapisan	H (m)	γ_{sat} (t/m ³)	γ_w (t/m ³)	Po (t/m ²)
1	4,49	1,780	1,000	1,749
2	4,24	1,810	1,000	5,350
3	4,46	1,750	1,000	8,217

Tabel 4.32 Beban Timbunan (ΔP) Tahap 6

No Lapisan	H (m)	I	q _o (t/m ²)	ΔP (t/m ²)
1	4,49	1,0	2,400	2,400
2	4,24	1,0	2,400	2,400
3	4,46	1,0	2,400	2,400

4.2.6.3 Penurunan Tanah (Konsolidasi Primer)

Data Perhitungan :

$$C_c = 0,504$$

$$e_0 = 2,49$$

$$H_i = 4,49 \text{ m}$$

Karena $P_c < P_o$ maka,

$$\begin{aligned} S_c &= \frac{C_c}{1+e_0} H_i \log \frac{P_o' + \Delta P}{P_o'} \\ &= \frac{0,504}{1+2,49} 4,49 \log \frac{1,749 + 2,400}{1,749} \\ &= 0,24 \text{ m} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan maka diperoleh penurunan pada lapisan USD 1 sebesar 0,24 meter.

Untuk perhitungan lapisan tanah yang lain ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 4.33 Penurunan Tanah Tanpa Menggunakan PVD (S_c) Tahap 6

No Lapisan	H_i (m)	P_o (t/m^2)	ΔP (t/m^2)	$P_o + \Delta P$ (t/m^2)	C_c	e_0	S_c (m)
1	4,49	1,749	2,400	4,149	0,504	2,49	0,24
2	4,24	5,530	2,400	7,750	0,622	2,39	0,13
3	4,46	8,217	2,400	10,617	0,596	2,34	0,09
Σ							0,46

4.2.6.4 Waktu Penurunan

Untuk preloading pada lapisan USD 1 dibutuhkan waktu penurunan sebagai berikut :

Diketahui data tanah dasar sebagai berikut :

$$C_v = 0,000354 \text{ cm}^2/\text{det}$$

$$T_v (90\%) = 0,848$$

$$H_{dr} = 4,49 \text{ m} = 449 \text{ cm}$$

$$t = \frac{T_v H_{dr}^2}{C_v}$$

$$t = \frac{0,848 \times 449^2}{0,000354}$$

$$t = 481672779 \text{ detik}$$

$$= 133797,99 \text{ jam}$$

$$= 5574,92 \text{ hari}$$

$$= 183,24 \text{ bulan}$$

$$= 15,27 \text{ tahun}$$

Dari perhitungan waktu penurunan, diperoleh untuk tanah USD 1 memerlukan waktu 15,27 tahun dalam proses penurunannya.

Untuk perhitungan pada lapisan selanjutnya ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 4.34 Waktu Penurunan Tanah Tanpa Menggunakan PVD Tahap 6

No Lapisan	H _{dr} (cm)	T _v	C _v (cm ² /det)	T (detik)	t (tahun)
1	4,49	0,848	0,000354	481672779	15,27
2	4,24	0,848	0,000314	485631505	15,40
3	4,46	0,848	0,000196	861135242	27,31

4.2.6.5 Peningkatan Nilai Kohesi

Diketahui data tanah dasar sebagai berikut :

$$PI = 13,95 \%$$

$$c_u = 2,79 \text{ t/m}^2$$

$$\Delta c_u / Po' = 0,11 + 0,0037 PI$$

Po' adalah tekanan overburden setelah pemampatan ($Sc = 0,24 \text{ m}$, maka $H = 4,48 - 0,24 = 4,24 \text{ m}$), maka $z = 2,12 \text{ m}$.

$$\begin{aligned} Po' &= \gamma' z \\ &= (\gamma_{sat} - \gamma_b) z \\ &= (1,78 - 1) \times 2,12 \\ &= 1,654 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$\Delta c_u / 1,654 = 0,11 + 0,0037 (13,95)$$

$$\Delta c_u = 0,27 \text{ t/m}^2$$

Maka,

$$\begin{aligned} c_u' &= \Delta c_u + c_u \\ &= 0,27 + 2,79 \\ &= 3,06 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

Pada preloading tahap 6 untuk lapisan USD 1 dapat disimpulkan bahwa penurunan yang terjadi akibat tinggi timbunan rencana 1,5 meter adalah sebesar 0,24 meter. Dan peningkatan nilai kohesi (c_u) sebesar $0,27 \text{ t/m}^2$. Maka nilai kohesi setelah preloading tahap 6 pada lapisan tanah USD 1 menjadi $3,06 \text{ t/m}^2$.

Perhitungan pada lapisan tanah yang lain ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 4.35 Peningkatan Nilai Kohesi Tahap 6

No. Lapisan	H _{i awal} (m)	H _{akhir} (m)	z (m)	PI (%)	Po' (t/m ²)	c _u (t/m ²)	Δc _u (t/m ²)	c _u ' (t/m ²)
1	4,48	4,24	2,12	13,95	1,654	2,79	0,27	3,06
2	4,24	4,12	2,06	13,95	5,102	5,96	0,82	6,79
3	4,46	4,37	4,19	20,61	7,907	9,80	1,47	11,28

4.2.6.6 Cek Tinggi Elevasi Timbunan Akhir

Tinggi timbunan akhir direncanakan berada pada elevasi 8 meter dari tanah lempung. Maka elevasi H total dari lapisan tanah USD 3 adalah sebesar 24 meter.

$$H_{\text{akhir}} = 12,73 \text{ meter}$$

$$H_{\text{timb 1-6}} = 11,50 \text{ meter}$$

$$\text{Elevasi } H_{\text{akhir}} = 12,73 + 11,50$$

$$= 24,23 \text{ meter} > 24 \text{ meter} \quad \text{..... Ok}$$

Elevasi rencana tercapai setelah preloading dilakukan dalam 6 tahap dengan total tinggi timbunan yang diberikan 11,50 meter. Pada preloading tahap 6, elevasi akhir sebesar 24,23 meter. Maka untuk menyesuaikan dengan elevasi rencana, timbunan preloading perlu di potong sebesar 0,23 meter atau 23 cm.

4.3 Vertikal Drain

4.3.1 Penentuan Jarak Vertikal Drain

Perhitungan jarak PVD dilakukan dengan coba – coba agar diperoleh U 90%. Perhitungan dilakukan sebagai berikut;

Diketahui data lapisan tanah 1 sebagai berikut:

$$C_v = 0,000354 \text{ cm}^2/\text{dt}$$

$$C_h = 0,00708 \text{ cm}^2/\text{dt}$$

$$\text{Lebar PVD (a)} = 0,05 \text{ cm}$$

$$\text{Tebal PVD (b)} = 1 \text{ cm}$$

Digunakan pola segitiga untuk pemasangan PVD, maka:

$$\begin{aligned} D &= 1,05 \times s \quad \rightarrow \text{jarak PVD (s) dicoba 1 meter} = 100 \text{ cm} \\ &= 1,05 \times 100 \\ &= 105 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} dw &= \frac{a+b}{2} \\ dw &= \frac{0,05 + 1}{2} \\ &= 0,5 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F(n) &= \ln \frac{D}{dw} - \frac{3}{4} \\ &= \ln \frac{105}{0,5} - \frac{3}{4} \\ &= 4,55 \end{aligned}$$

Kedalaman PVD = Hdr (tanah dasar dengan asumsi lapis ke dua sangat keras sehingga yang terjadi bentuk single drainase)

$$\text{Hdr} = 6 \text{ m} = 600 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} T_v &= \frac{t \times C_v}{\text{Hdr}^2} \Rightarrow t = 1 \text{ minggu} = 604800 \text{ dtk} \\ &= \frac{604800 \times 0,000354}{600^2} \\ &= 0,000595 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_h &= \frac{t \times C_h}{D^2} \\ &= \frac{604800 \times 0,000708}{105^2} \\ &= 0,038839 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U_v &= \sqrt{\frac{4T_v}{\pi}} \\ &= \sqrt{\frac{4 \times 0,000595}{\pi}} \\ &= 0,0275 = 2,75 \% < U = 60\% \quad \text{Ok} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 U_h &= 1 - \frac{1}{e^{\left(\frac{8 \cdot T_h}{F(n)}\right)}} \\
 &= 1 - \frac{1}{e^{\left(\frac{8 \cdot 0,038839}{4,55}\right)}} \\
 &= 0,0660 \quad = 6,60 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 U_{gab} &= 1 - (1 - U_v) \times (1 - U_h) \\
 &= 1 - (1 - 0,0275) \times (1 - 0,0660) \\
 &= 0,0917 \quad = 9,17 \%
 \end{aligned}$$

Dalam 1 minggu derajat konsolidasi gabungan yang terjadi sebesar 9,17 %.

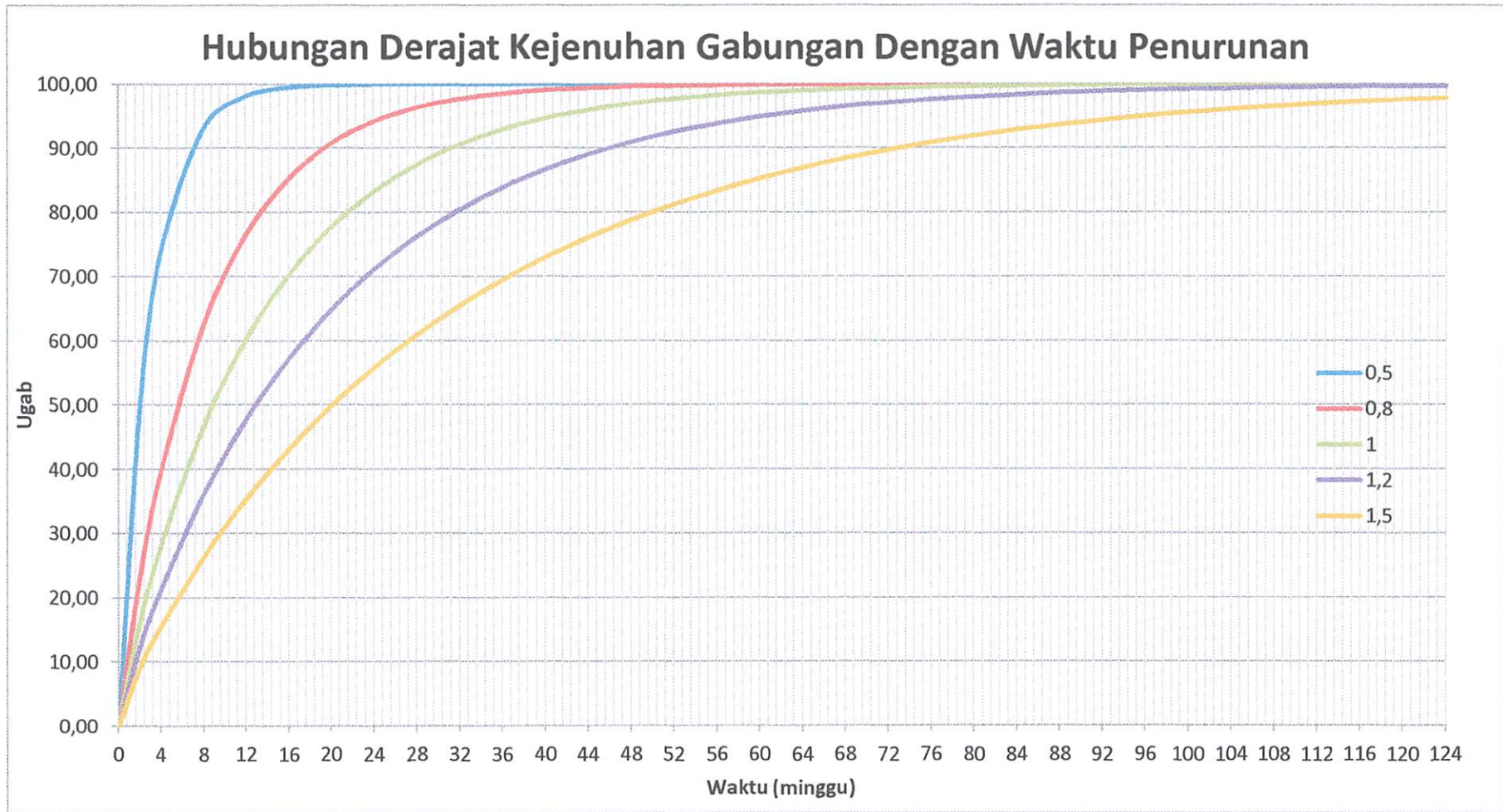
Perhitungan dengan percobaan cara yang lain dilakukan dalam tabel berikut;

Tabel 4.36 Variasi Jarak PVD

Jarak (cm)	D (cm)	dw	Fn
50	52,5	0,525	3,855
80	84	0,525	4,325
100	105	0,525	4,548
120	126	0,525	4,731
150	157,5	0,525	4,954

Tabel 4.37 Perhitungan Derajat Konsolidasi Gabungan (Ugab)

t minggu	Tv	Uv	0,5 m		0,8 m		1 m		1,2 m		1,5 m	
			Uh	Ugab	Uh	Ugab	Uh	Ugab	Uh	Ugab	Uh	Ugab
0	0,0000000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,0011894	3,89	47,52	49,56	20,11	23,22	12,77	16,16	8,72	12,27	5,42	9,10
4	0,0023789	5,50	72,46	73,98	36,17	39,68	23,91	28,10	16,68	21,26	10,55	15,47
8	0,0047578	7,78	92,42	93,01	59,26	62,43	42,10	46,61	30,57	35,98	19,99	26,22
12	0,0071366	9,53	97,91	98,11	74,00	76,48	55,95	60,14	42,15	47,66	28,43	35,25
16	0,0095155	11,00	99,42	99,49	83,40	85,23	66,48	70,17	51,80	57,10	35,98	43,03
20	0,0118944	12,30	99,84	99,86	89,41	90,71	74,49	77,63	59,84	64,78	42,74	49,78
24	0,0142733	13,48	99,96	99,96	93,24	94,15	80,59	83,21	66,54	71,05	48,78	55,68
28	0,0166522	14,56	99,99	99,99	95,68	96,31	85,23	87,38	72,12	76,18	54,18	60,85
32	0,0190310	15,56	100,00	100,00	97,25	97,67	88,76	90,51	76,77	80,38	59,02	65,40
36	0,0214099	16,51	100,00	100,00	98,24	98,53	91,45	92,86	80,64	83,84	63,34	69,39
40	0,0237888	17,40	100,00	100,00	98,88	99,07	93,49	94,63	83,87	86,68	67,21	72,92
44	0,0261677	18,25	100,00	100,00	99,28	99,41	95,05	95,95	86,56	89,01	70,67	76,02
48	0,0285466	19,06	100,00	100,00	99,54	99,63	96,23	96,95	88,80	90,94	73,76	78,77
52	0,0309254	19,84	100,00	100,00	99,71	99,77	97,13	97,70	90,67	92,52	76,53	81,19
56	0,0333043	20,59	100,00	100,00	99,81	99,85	97,82	98,27	92,22	93,83	79,01	83,33
60	0,0356832	21,31	100,00	100,00	99,88	99,91	98,34	98,69	93,52	94,90	81,22	85,23
64	0,0380621	22,01	100,00	100,00	99,92	99,94	98,74	99,02	94,60	95,79	83,21	86,90
68	0,0404410	22,69	100,00	100,00	99,95	99,96	99,04	99,26	95,50	96,52	84,98	88,39
72	0,0428198	23,34	100,00	100,00	99,97	99,98	99,27	99,44	96,25	97,13	86,56	89,70
76	0,0451987	23,98	100,00	100,00	99,98	99,99	99,44	99,58	96,88	97,63	87,98	90,86
80	0,0475776	24,61	100,00	100,00	99,99	99,99	99,58	99,68	97,40	98,04	89,25	91,89
84	0,0499565	25,22	100,00	100,00	99,99	99,99	99,68	99,76	97,83	98,38	90,38	92,81
88	0,0523354	25,81	100,00	100,00	99,99	100,00	99,75	99,82	98,19	98,66	91,40	93,62
92	0,0547142	26,39	100,00	100,00	100,00	100,00	99,81	99,86	98,49	98,89	92,31	94,34
96	0,0570931	26,96	100,00	100,00	100,00	100,00	99,86	99,90	98,75	99,08	93,12	94,97
100	0,0594720	27,51	100,00	100,00	100,00	100,00	99,89	99,92	98,95	99,24	93,84	95,54
104	0,0618509	28,06	100,00	100,00	100,00	100,00	99,92	99,94	99,13	99,37	94,49	96,04
108	0,0642298	28,59	100,00	100,00	100,00	100,00	99,94	99,96	99,27	99,48	95,07	96,48
112	0,0666086	29,12	100,00	100,00	100,00	100,00	99,95	99,97	99,40	99,57	95,59	96,88
116	0,0689875	29,63	100,00	100,00	100,00	100,00	99,96	99,97	99,50	99,65	96,06	97,23
120	0,0713664	30,14	100,00	100,00	100,00	100,00	99,97	99,98	99,58	99,71	96,47	97,54
124	0,0737453	30,64	100,00	100,00	100,00	100,00	99,98	99,99	99,65	99,76	96,85	97,81



Grafik 4.1 Hubungan Derajat Kejenuhan Gabungan dengan Waktu Penurunan dari Variasi Jarak PVD



Dengan mempertimbangkan faktor teknis saat pemasangan PVD maka digunakan jarak vertikal drain 0,8 meter.

4.3.2 Perhitungan Waktu Penurunan Dengan Vertikal Drain

Waktu Konsolidasi dengan Kombinasi Prefabricated Vertical Drain (PVD)

Diketahui data tanah sebagai berikut:

	USD 1	USD 2	USD 3
C_v (cm ² /det)	0,000354	0,000314	0,000196
C_h (cm ² /det)	0,000708	0,000628	0,000392
Hdr (cm)	600	500	500

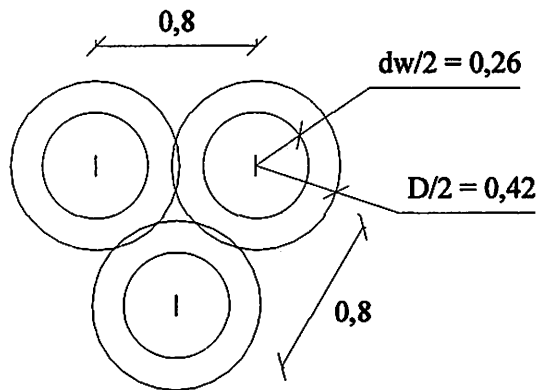
Data PVD sebagai berikut :

Lebar PVD (a) = 0,05 cm

Tebal PVD (b) = 1 cm

Jarak PVD (s) = 0,8 m

Digunakan pola segitiga untuk pemasangan PVD, maka:



$$\begin{aligned}
 D &= 1,05 \times s \\
 &= 1,05 \times 80 \\
 &= 84 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 dw &= \frac{a+b}{2} \\
 dw &= \frac{0,05 + 1}{2} \\
 &= 0,525 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F(n) &= \ln \frac{D}{dw} - \frac{3}{4} \\
 &= \ln \frac{84}{0,5} - \frac{3}{4} \\
 &= 4,33
 \end{aligned}$$

4.3.2.1 Waktu Konsolidasi Dengan PVD pada Preloading Tahap 1

Contoh Perhitungan PVD pada preloading tahap 1 untuk lapis tanah USD 1.

$$\begin{aligned} T_v &= \frac{t \times C_v}{H_{dr}^2} \Rightarrow t = 1 \text{ minggu} = 604800 \text{ dt} \\ &= \frac{604800 \times 0,000354}{600^2} \\ &= 0,000595 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U_v &= \sqrt{\frac{4T_v}{\pi}} \\ &= \sqrt{\frac{4 \times 0,000595}{\pi}} \\ &= 0,0275 = 2,75 \% < U = 60\% \quad \text{Ok} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_h &= \frac{t \times C_h}{D^2} \\ &= \frac{604800 \times 0,000708}{84^2} \\ &= 0,060686 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U_h &= 1 - e^{-\left\{\frac{8 T_h}{F(n)}\right\}} \\ &= 1 - e^{-\left\{\frac{8 \times 0,060686}{4,33}\right\}} \\ &= 0,1062 = 10,62 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 U_{gab} &= 1 - (1 - U_v) \times (1 - U_h) \\
 &= 1 - (1 - 0,0275) \times (1 - 0,1062) \\
 &= 0,1308 \quad = 13,08 \%
 \end{aligned}$$

Dalam 1 minggu derajat konsolidasi gabungan yang terjadi sebesar 13,08 %. Maka, penurunan yang terjadi dalam 1 minggu untuk lapisan tanah 1 dengan penurunan total $S_c = 19,61$ cm adalah sebesar:

$$\begin{aligned}
 S_{ct} &= U \cdot S_c \\
 &= 0,1308 \times 19,61 \\
 &= 2,56 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Perhitungan untuk mencari derajat konsolidasi gabungan yang lain dilakukan dalam tabel berikut;

Tabel 4.38 Perhitungan Derajat Konsolidasi Gabungan Tahap 1 Lapisan Tanah 1

T (minggu)	USD 1				U _g	S _c (cm)
	T _v	U _v	T _h	U _h		
0	0	0	0	0	0	0,00
2	0,001189	0,0389	0,121371	0,2011	0,2322	4,55
4	0,002379	0,0550	0,242743	0,3617	0,3968	7,78
6	0,003568	0,0674	0,364114	0,4901	0,5244	10,28
8	0,004758	0,0778	0,485486	0,5926	0,6243	12,24
10	0,005947	0,0870	0,606857	0,6745	0,7028	13,78
12	0,007137	0,0953	0,728229	0,7400	0,7648	14,99
14	0,008326	0,1029	0,849600	0,7923	0,8136	15,95
16	0,009516	0,1100	0,970971	0,8340	0,8523	16,71
18	0,010705	0,1167	1,092343	0,8674	0,8829	17,31
20	0,011894	0,1230	1,213714	0,8941	0,9071	17,79
22	0,013084	0,1290	1,335086	0,9154	0,9263	18,16
24	0,014273	0,1348	1,456457	0,9324	0,9415	18,46

Tabel 4.39 Perhitungan Derajat Konsolidasi Gabungan Tahap 1 Lapisan Tanah 2

T (minggu)	USD 2				Ug	Sc (cm)
	Tv	Uv	Th	Uh		
0	0	0	0	0	0	0,00
2	0,001519	0,0440	0,107657	0,1806	0,2166	1,80
4	0,003039	0,0622	0,215314	0,3285	0,3703	3,08
6	0,004558	0,0762	0,322971	0,4497	0,4917	4,09
8	0,006077	0,0879	0,430629	0,5491	0,5888	4,90
10	0,007596	0,0983	0,538286	0,6305	0,6668	5,55
12	0,009116	0,1077	0,645943	0,6972	0,7298	6,08
14	0,010635	0,1163	0,753600	0,7519	0,7808	6,50
16	0,012154	0,1244	0,861257	0,7967	0,8220	6,84
18	0,013673	0,1319	0,968914	0,8334	0,8554	7,12
20	0,015193	0,1391	1,076571	0,8635	0,8825	7,35
22	0,016712	0,1458	1,184229	0,8881	0,9044	7,49
24	0,018231	0,1523	1,291886	0,9083	0,9223	7,68

Tabel 4.40 Perhitungan Derajat Konsolidasi Gabungan Tahap 1 Lapisan Tanah 3

t (minggu)	USD 3				Ug	Sc (cm)
	Tv	Uv	Th	Uh		
0	0	0	0	0	0	0,00
2	0,000948	0,0347	0,107657	0,1806	0,2090	1,19
4	0,001897	0,0491	0,215314	0,3285	0,3615	2,06
6	0,002845	0,0602	0,322971	0,4497	0,4829	2,75
8	0,003793	0,0695	0,430629	0,5491	0,5804	3,30
10	0,004742	0,0777	0,538286	0,6305	0,6592	3,75
12	0,00569	0,0851	0,645943	0,6972	0,7230	4,11
14	0,006638	0,0919	0,753600	0,7519	0,7747	4,40
16	0,007587	0,0983	0,861257	0,7967	0,8167	4,64
18	0,008535	0,1042	0,968914	0,8334	0,8508	4,84
20	0,009483	0,1099	1,076571	0,8635	0,8785	4,99
22	0,010432	0,1152	1,184229	0,8881	0,9010	5,12
24	0,01138	0,1203	1,291886	0,9083	0,9194	5,23

Dari hasil perhitungan dapat diketahui sebagai berikut :

Tabel 4.41 Waktu Penurunan Dengan PVD Tahap 1

No lapisan	H (cm)	Sc (cm)	U gab (%)	Sc Ugab (cm)	T (minggu)
1	600	19,61	90,00	17,79	20
2	500	8,33	90,00	7,53	22
3	500	5,69	90,00	5,12	22
Σ	1600	33,63		30,44	22

Dari hasil perhitungan waktu konsolidasi tahap 1 dengan menggunakan PVD diketahui bahwa untuk mendapatkan total penurunan pada derajat konsolidasi 90% dengan penurunan yang terjadi 30,44 cm dari penurunan total 33,63 cm dibutuhkan waktu 22 minggu.

4.3.2.2 Waktu Konsolidasi Dengan PVD pada Preloading Tahap 2

Contoh Perhitungan PVD pada preloading tahap 2 untuk lapis tanah USD 1.

$$\begin{aligned}
 Tv &= \frac{t \times Cv}{H_{dr}^2} \Rightarrow t = 1 \text{ minggu} = 604800 \text{ dt} \\
 &= \frac{604800 \times 0,000354}{580,39^2} \\
 &= 0,000636
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 U_v &= \sqrt{\frac{4T_v}{\pi}} \\
 &= \sqrt{\frac{4 \times 0,000636}{\pi}} \\
 &= 0,0284 \quad = 2,84 \% < U = 60\% \quad \text{Ok}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Th &= \frac{t \times Ch}{D^2} \\
 &= \frac{604800 \times 0,000708}{84^2} \\
 &= 0,060686
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 U_h &= 1 - e^{-\left\{\frac{8th}{F(n)}\right\}} \\
 &= 1 - e^{-\left\{\frac{8 \times 0,060686}{4,33}\right\}} \\
 &= 0,1062 \quad = 10,62 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 U_{gab} &= 1 - (1 - U_v) \times (1 - U_h) \\
 &= 1 - (1 - 0,0284) \times (1 - 0,1062) \\
 &= 0,1316 \quad = 13,16 \%
 \end{aligned}$$

Dalam 1 minggu derajat konsolidasi gabungan yang terjadi sebesar 13,16 %.

Maka, penurunan yang terjadi dalam 1 minggu untuk lapisan tanah 1 dengan penurunan total $S_c = 26,31$ cm adalah sebesar:

$$\begin{aligned} S_{ct} &= U \cdot S_c \\ &= 0,1316 \times 26,31 \\ &= 3,46 \text{ cm} \end{aligned}$$

Perhitungan untuk mencari derajat konsolidasi gabungan yang lain dilakukan dalam tabel berikut;

Tabel 4.42 Perhitungan Derajat Konsolidasi Gabungan Tahap 2 Lapisan Tanah 1

t (minggu)	USD 1				U _g	S _c (cm)
	T _v	U _v	T _h	U _h		
0	0	0	0	0	0	0,00
2	0,001271	0,0402	0,121371	0,2011	0,2332	6,14
4	0,002542	0,0569	0,242743	0,3617	0,3980	10,47
6	0,003813	0,0697	0,364114	0,4901	0,5256	13,83
8	0,005085	0,0804	0,485486	0,5926	0,6254	16,46
10	0,006356	0,0899	0,606857	0,6745	0,7038	18,52
12	0,007627	0,0985	0,728229	0,7400	0,7656	20,14
14	0,008898	0,1064	0,849600	0,7923	0,8144	21,43
16	0,010169	0,1138	0,970971	0,8340	0,8529	22,44
18	0,01144	0,1207	1,092343	0,8674	0,8834	23,24
20	0,012712	0,1272	1,213714	0,8941	0,9075	23,88
22	0,013983	0,1334	1,335086	0,9154	0,9267	24,38
24	0,015254	0,1393	1,456457	0,9324	0,9418	24,78

Tabel 4.43 Perhitungan Derajat Konsolidasi Gabungan Tahap 2 Lapisan Tanah 2

T (minggu)	USD 2				Ug	Sc (cm)
	Tv	Uv	Th	Uh		
0	0	0	0	0	0	0,00
2	0,001571	0,0447	0,107657	0,1806	0,2172	2,61
4	0,003142	0,0632	0,215314	0,3285	0,3710	4,45
6	0,004713	0,0775	0,322971	0,4497	0,4924	5,91
8	0,006285	0,0894	0,430629	0,5491	0,5894	7,08
10	0,007856	0,1000	0,538286	0,6305	0,6675	8,01
12	0,009427	0,1095	0,645943	0,6972	0,7304	8,77
14	0,010998	0,1183	0,753600	0,7519	0,7812	9,38
16	0,012569	0,1265	0,861257	0,7967	0,8224	9,87
18	0,014140	0,1342	0,968914	0,8334	0,8557	10,27
20	0,015711	0,1414	1,076571	0,8635	0,8828	10,60
22	0,017283	0,1483	1,184229	0,8881	0,9047	10,86
24	0,018854	0,1549	1,291886	0,9083	0,9225	11,08

Tabel 4.44 Perhitungan Derajat Konsolidasi Gabungan Tahap 2 Lapisan Tanah 3

t (minggu)	USD 3				Ug	Sc (cm)
	Tv	Uv	Th	Uh		
0	0	0	0	0	0	0,00
2	0,000970	0,0351	0,107657	0,1806	0,2093	1,74
4	0,001941	0,0497	0,215314	0,3285	0,3619	3,01
6	0,002911	0,0609	0,322971	0,4497	0,4832	4,02
8	0,003881	0,0703	0,430629	0,5491	0,5808	4,83
10	0,004851	0,0786	0,538286	0,6305	0,6595	5,49
12	0,005822	0,0861	0,645943	0,6972	0,7233	6,02
14	0,006792	0,0930	0,753600	0,7519	0,7750	6,45
16	0,007762	0,0994	0,861257	0,7967	0,8169	6,80
18	0,008732	0,1054	0,968914	0,8334	0,8510	7,08
20	0,009703	0,1111	1,076571	0,8635	0,8786	7,31
22	0,010673	0,1165	1,184229	0,8881	0,9012	7,50
24	0,011643	0,1217	1,291886	0,9083	0,9195	7,65

Dari hasil perhitungan dapat diketahui sebagai berikut :

Tabel 4.45 Waktu Penurunan Dengan PVD Tahap 2

No lapisan	H (cm)	Sc (cm)	U gab (%)	Sc Ugab (cm)	T (minggu)
1	580,39	26,31	90,00	23,88	20
2	491,67	12,01	90,00	10,86	22
3	494,31	8,32	90,00	7,50	22
Σ	1566,37	46,64		42,24	22

Dari hasil perhitungan waktu konsolidasi tahap 2 dengan menggunakan PVD diketahui bahwa untuk mendapatkan total penurunan pada derajat konsolidasi 90% dengan penurunan yang terjadi 42,24 cm dari penurunan total 46,64 cm dibutuhkan waktu 22 minggu.

4.3.2.3 Waktu Konsolidasi Dengan PVD pada Preloading Tahap 3

Contoh Perhitungan PVD pada preloading tahap 3 untuk lapis tanah USD 1.

$$Tv = \frac{t \times Cv}{Hdr^2} \Rightarrow t = 1 \text{ minggu} = 604800 \text{ dt}$$

$$\equiv \frac{604800 \times 0,000354}{554,08^2}$$

$$= 0,000697$$

$$Uv = \sqrt{\frac{4Tv}{\pi}}$$

$$= \sqrt{\frac{4 \times 0,000697}{\pi}}$$

$$= 0,0298 = 2,98 \% < U = 60\% \quad \text{Ok}$$

$$\begin{aligned}
 Th &= \frac{t \times Ch}{D^2} \\
 &= \frac{604800 \times 0,000708}{84^2} \\
 &= 0,060686
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Uh &= 1 - e^{-\left\{ \frac{8th}{F(n)} \right\}} \\
 &= 1 - e^{-\left\{ \frac{8 \times 0,060686}{4,33} \right\}} \\
 &= 0,1062 \quad = 10,62 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 U_{gab} &= 1 - (1 - Uv) \times (1 - Uh) \\
 &= 1 - (1 - 0,0298) \times (1 - 0,1062) \\
 &= 0,1328 \quad = 13,28 \%
 \end{aligned}$$

Dalam 1 minggu derajat konsolidasi gabungan yang terjadi sebesar 13,28 %. Maka, penurunan yang terjadi dalam 1 minggu untuk lapisan tanah 1 dengan penurunan total $S_c = 31,57$ cm adalah sebesar:

$$\begin{aligned}
 S_{ct} &= U \cdot S_c \\
 &= 0,1328 \times 31,57 \\
 &= 4,19 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Perhitungan untuk mencari derajat konsolidasi gabungan yang lain dilakukan dalam tabel berikut;

Tabel 4.46 Perhitungan Derajat Konsolidasi Gabungan Tahap 3 Lapisan Tanah 1

t (minggu)	USD 1				Ug	Sc (cm)
	Tv	Uv	Th	Uh		
0	0	0	0	0	0	0,00
2	0,001395	0,0421	0,121371	0,2011	0,2347	7,41
4	0,002790	0,0596	0,242743	0,3617	0,3998	12,62
6	0,004184	0,0730	0,364114	0,4901	0,5273	16,65
8	0,005579	0,0843	0,485486	0,5926	0,6269	19,80
10	0,006974	0,0942	0,606857	0,6745	0,7052	22,27
12	0,008369	0,1032	0,728229	0,7400	0,7668	24,21
14	0,009763	0,1115	0,849600	0,7923	0,8154	25,75
16	0,011158	0,1192	0,970971	0,8340	0,8538	26,96
18	0,012553	0,1264	1,092343	0,8674	0,8842	27,92
20	0,013948	0,1332	1,213714	0,8941	0,9082	28,68
22	0,015342	0,1397	1,335086	0,9154	0,9272	29,28
24	0,016737	0,1460	1,456457	0,9324	0,9423	29,75

Tabel 4.47 Perhitungan Derajat Konsolidasi Gabungan Tahap 3 Lapisan Tanah 2

T (minggu)	USD 2				Ug	Sc (cm)
	Tv	Uv	Th	Uh		
0	0	0	0	0	0	0,00
2	0,001651	0,0458	0,107657	0,1806	0,2181	3,37
4	0,003302	0,0648	0,215314	0,3285	0,3720	5,74
6	0,004952	0,0794	0,322971	0,4497	0,4934	7,62
8	0,006603	0,0917	0,430629	0,5491	0,5904	9,11
10	0,008254	0,1025	0,538286	0,6305	0,6684	10,32
12	0,009905	0,1123	0,645943	0,6972	0,7312	11,29
14	0,011555	0,1213	0,753600	0,7519	0,7820	12,07
16	0,013206	0,1296	0,861257	0,7967	0,8230	12,71
18	0,014857	0,1375	0,968914	0,8334	0,8563	13,22
20	0,016508	0,1449	1,076571	0,8635	0,8833	13,63
22	0,018159	0,1520	1,184229	0,8881	0,9051	13,97
24	0,019809	0,1588	1,291886	0,9083	0,9229	14,25

Tabel 4.48 Perhitungan Derajat Konsolidasi Gabungan Tahap 3 Lapisan Tanah 3

t (minggu)	USD 3				Ug	Sc (cm)
	Tv	Uv	Th	Uh		
0	0	0	0	0	0	0,00
2	0,001004	0,0357	0,107657	0,1806	0,2098	2,28
4	0,002008	0,0505	0,215314	0,3285	0,3625	3,94
6	0,003011	0,0619	0,322971	0,4497	0,4838	5,25
8	0,004015	0,0715	0,430629	0,5491	0,5813	6,31
10	0,005019	0,0799	0,538286	0,6305	0,6600	7,17
12	0,006023	0,0876	0,645943	0,6972	0,7237	7,86
14	0,007026	0,0946	0,753600	0,7519	0,7754	8,42
16	0,008030	0,1011	0,861257	0,7967	0,8172	8,87
18	0,009034	0,1072	0,968914	0,8334	0,8513	9,24
20	0,010038	0,1130	1,076571	0,8635	0,8789	9,54
22	0,011041	0,1185	1,184229	0,8881	0,9014	9,79
24	0,012045	0,1238	1,291886	0,9083	0,9197	9,99

Dari hasil perhitungan dapat diketahui sebagai berikut :

Tabel 4.49 Waktu Penurunan Dengan PVD Tahap 3

No lapisan	H (cm)	Sc (cm)	U gab (%)	Sc Ugab (cm)	T (minggu)
1	554,08	31,57	90,00	28,68	20
2	479,67	15,44	90,00	13,97	22
3	486,00	10,86	90,00	9,79	22
Σ	1519,75	57,87		52,44	22

Dari hasil perhitungan waktu konsolidasi tahap 3 dengan menggunakan PVD diketahui bahwa untuk mendapatkan total penurunan pada derajat konsolidasi 90% dengan penurunan yang terjadi 52,44 cm dari penurunan total 57,87 cm dibutuhkan waktu 22 minggu.

4.3.2.4 Waktu Konsolidasi Dengan PVD pada Preloading Tahap 4

Contoh Perhitungan PVD pada preloading tahap 4 untuk lapis tanah USD 1.

$$\begin{aligned} T_v &= \frac{t \times C_v}{H_{dr}^2} \Rightarrow t = 1 \text{ minggu} = 604800 \text{ dt} \\ &\equiv \frac{604800 \times 0,000354}{522,51^2} \\ &= 0,000784 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U_v &= \sqrt{\frac{4T_v}{\pi}} \\ &= \sqrt{\frac{4 \times 0,000784}{\pi}} \\ &= 0,0316 = 3,16 \% < U = 60\% \quad \text{Ok} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_h &= \frac{t \times C_h}{D^2} \\ &= \frac{604800 \times 0,000708}{84^2} \\ &= 0,060686 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U_h &= 1 - e^{-\left\{\frac{8 T_h}{F(n)}\right\}} \\ &= 1 - e^{-\left\{\frac{8 \times 0,060686}{4,33}\right\}} \\ &= 0,1062 = 10,62 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 U_{gab} &= 1 - (1 - U_v) \times (1 - U_h) \\
 &= 1 - (1 - 0,0316) \times (1 - 0,1062) \\
 &= 0,1344 \quad = 13,44 \%
 \end{aligned}$$

Dalam 1 minggu derajat konsolidasi gabungan yang terjadi sebesar 13,44 %.

Maka, penurunan yang terjadi dalam 1 minggu untuk lapisan tanah 1 dengan penurunan total $S_c = 35,59$ cm adalah sebesar:

$$\begin{aligned}
 S_{ct} &= U \cdot S_c \\
 &= 0,1344 \times 35,59 \\
 &= 4,78 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Perhitungan untuk mencari derajat konsolidasi gabungan yang lain dilakukan dalam tabel berikut;

Tabel 4.50 Perhitungan Derajat Konsolidasi Gabungan Tahap 4 Lapisan Tanah 1

T (minggu)	USD 1				U _g	S _c (cm)
	T _v	U _v	T _h	U _h		
0	0	0	0	0	0	0,00
2	0,001568	0,0447	0,121371	0,2011	0,2368	8,43
4	0,003137	0,0632	0,242743	0,3617	0,4021	14,31
6	0,004705	0,0774	0,364114	0,4901	0,5295	18,85
8	0,006274	0,0894	0,485486	0,5926	0,6290	22,39
10	0,007842	0,0999	0,606857	0,6745	0,7070	25,17
12	0,009411	0,1094	0,728229	0,7400	0,7684	27,35
14	0,010979	0,1182	0,84960	0,7923	0,8168	29,07
16	0,012547	0,1264	0,970971	0,8340	0,8550	30,43
18	0,014116	0,1340	1,092343	0,8674	0,8852	31,51
20	0,015684	0,1413	1,213714	0,8941	0,9090	32,36
22	0,017253	0,1482	1,335086	0,9154	0,9279	33,03
24	0,018821	0,1548	1,456457	0,9324	0,9428	33,56

Tabel 4.51 Perhitungan Derajat Konsolidasi Gabungan Tahap 4 Lapisan Tanah 2

T (minggu)	USD 2				Ug	Sc (cm)
	Tv	Uv	Th	Uh		
0	0	0	0	0	0	0,00
2	0,001762	0,0474	0,107657	0,1806	0,2194	4,09
4	0,003525	0,0670	0,215314	0,3285	0,3735	6,96
6	0,005287	0,0820	0,322971	0,4497	0,4949	9,22
8	0,00705	0,0947	0,430629	0,5491	0,5918	11,02
10	0,008812	0,1059	0,538286	0,6305	0,6696	12,47
12	0,010574	0,1160	0,645943	0,6972	0,7323	13,64
14	0,012337	0,1253	0,75360	0,7519	0,7830	14,58
16	0,014099	0,1340	0,861257	0,7967	0,8239	15,34
18	0,015862	0,1421	0,968914	0,8334	0,8571	15,96
20	0,017624	0,1498	1,076571	0,8635	0,8839	16,46
22	0,019386	0,1571	1,184229	0,8881	0,9057	16,87
24	0,021149	0,1641	1,291886	0,9083	0,9234	17,20

Tabel 4.52 Perhitungan Derajat Konsolidasi Gabungan Tahap 4 Lapisan Tanah 3

t (minggu)	USD 3				Ug	Sc (cm)
	Tv	Uv	Th	Uh		
0	0	0	0	0	0	0,00
2	0,00105	0,0366	0,107657	0,1806	0,2105	2,80
4	0,00210	0,0517	0,215314	0,3285	0,3632	4,84
6	0,003151	0,0633	0,322971	0,4497	0,4846	6,45
8	0,004201	0,0731	0,430629	0,5491	0,5821	7,75
10	0,005251	0,0817	0,538286	0,6305	0,6607	8,80
12	0,006301	0,0896	0,645943	0,6972	0,7243	9,64
14	0,007351	0,0967	0,75360	0,7519	0,7759	10,33
16	0,008401	0,1034	0,861257	0,7967	0,8177	10,89
18	0,009452	0,1097	0,968914	0,8334	0,8517	11,34
20	0,010502	0,1156	1,076571	0,8635	0,8793	11,71
22	0,011552	0,1213	1,184229	0,8881	0,9017	12,01
24	0,012602	0,1266	1,291886	0,9083	0,9199	12,25

Dari hasil perhitungan dapat diketahui sebagai berikut :

Tabel 4.53 Waktu Penurunan Dengan PVD Tahap 4

No lapisan	H (cm)	Sc (cm)	U gab (%)	Sc Ugab (cm)	T (minggu)
1	522,51	35,59	90,00	32,36	20
2	464,23	18,62	90,00	16,87	22
3	475,14	13,31	90,00	12,01	22
Σ	1461,88	67,52		61,23	22

Dari hasil perhitungan waktu konsolidasi tahap 4 dengan menggunakan PVD diketahui bahwa untuk mendapatkan total penurunan pada derajat konsolidasi 90% dengan penurunan yang terjadi 61,23 cm dari penurunan total 67,52 cm dibutuhkan waktu 22 minggu.

4.3.2.5 Waktu Konsolidasi Dengan PVD pada Preloading Tahap 5

Contoh Perhitungan PVD pada preloading tahap 5 untuk lapis tanah USD 1.

$$Tv = \frac{t \times Cv}{Hdr^2} \Rightarrow t = 1 \text{ minggu} = 604800 \text{ dt}$$

$$\equiv \frac{604800 \times 0,000354}{486,91^2}$$

$$= 0,000903$$

$$Uv \equiv \sqrt{\frac{4Tv}{\pi}}$$

$$= \sqrt{\frac{4 \times 0,000903}{\pi}}$$

$$= 0,0339 = 3,39 \% < U = 60\% \quad \text{Ok}$$

$$\begin{aligned}
 Th &= \frac{t \times Ch}{D^2} \\
 &= \frac{604800 \times 0,000708}{84^2} \\
 &= 0,060686
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Uh &= 1 - e^{-\left\{\frac{8 th}{F(n)}\right\}} \\
 &= 1 - e^{-\left\{\frac{8 \times 0,060686}{4,33}\right\}} \\
 &= 0,1062 \quad = 10,62 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 U_{gab} &= 1 - (1 - Uv) \times (1 - Uh) \\
 &= 1 - (1 - 0,0339) \times (1 - 0,1062) \\
 &= 0,1365 \quad = 13,65 \%
 \end{aligned}$$

Dalam 1 minggu derajat konsolidasi gabungan yang terjadi sebesar 13,65 %.

Maka, penurunan yang terjadi dalam 1 minggu untuk lapisan tanah 1 dengan penurunan total $S_c = 38,50$ cm adalah sebesar:

$$\begin{aligned}
 S_{ct} &= U \cdot S_c \\
 &= 0,1365 \times 38,50 \\
 &= 5,25 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Perhitungan untuk mencari derajat konsolidasi gabungan yang lain dilakukan dalam tabel berikut;

Tabel 4.54 Perhitungan Derajat Konsolidasi Gabungan Tahap 5 Lapisan Tanah 1

t (minggu)	USD 1				Ug	Sc (cm)
	Tv	Uv	Th	Uh		
0	0	0	0	0	0	0,00
2	0,001806	0,0479	0,121371	0,2011	0,2394	9,22
4	0,003612	0,0678	0,242743	0,3617	0,4050	15,59
6	0,005418	0,0830	0,364114	0,4901	0,5324	20,50
8	0,007224	0,0959	0,485486	0,5926	0,6317	24,32
10	0,009031	0,1072	0,606857	0,6745	0,7094	27,31
12	0,010837	0,1174	0,728229	0,7400	0,7705	29,66
14	0,012643	0,1268	0,849600	0,7923	0,8186	31,51
16	0,014449	0,1356	0,970971	0,8340	0,8565	32,97
18	0,016255	0,1438	1,092343	0,8674	0,8865	34,13
20	0,018061	0,1516	1,213714	0,8941	0,9101	35,04
22	0,019867	0,1590	1,335086	0,9154	0,9288	35,76
24	0,021673	0,1661	1,456457	0,9324	0,9436	36,33

Tabel 4.55 Perhitungan Derajat Konsolidasi Gabungan Tahap 5 Lapisan Tanah 2

T (minggu)	USD 2				Ug	Sc (cm)
	Tv	Uv	Th	Uh		
0	0	0	0	0	0	0,00
2	0,001913	0,0493	0,107657	0,1806	0,2210	4,76
4	0,003826	0,0698	0,215314	0,3285	0,3754	8,09
6	0,005738	0,0855	0,322971	0,4497	0,4968	10,71
8	0,007651	0,0987	0,430629	0,5491	0,5936	12,79
10	0,009564	0,1103	0,538286	0,6305	0,6713	14,47
12	0,011477	0,1209	0,645943	0,6972	0,7338	15,82
14	0,013389	0,1305	0,753600	0,7519	0,7843	16,90
16	0,015302	0,1396	0,861257	0,7967	0,8251	17,78
18	0,017215	0,1480	0,968914	0,8334	0,8581	18,49
20	0,019128	0,1560	1,076571	0,8635	0,8848	19,07
22	0,021041	0,1636	1,184229	0,8881	0,9064	19,54
24	0,022953	0,1709	1,291886	0,9083	0,9240	19,92

Tabel 4.56 Perhitungan Derajat Konsolidasi Gabungan Tahap 5 Lapisan Tanah 3

t (minggu)	USD 3				Ug	Sc (cm)
	Tv	Uv	Th	Uh		
0	0	0	0	0	0	0,00
2	0,001112	0,0376	0,107657	0,1806	0,2114	3,32
4	0,002223	0,0532	0,215314	0,3285	0,3642	5,71
6	0,003335	0,0651	0,322971	0,4497	0,4856	7,62
8	0,004446	0,0752	0,430629	0,5491	0,5830	9,15
10	0,005558	0,0841	0,538286	0,6305	0,6616	10,38
12	0,00667	0,0921	0,645943	0,6972	0,7251	11,38
14	0,007781	0,0995	0,753600	0,7519	0,7766	12,18
16	0,008893	0,1064	0,861257	0,7967	0,8183	12,84
18	0,010004	0,1128	0,968914	0,8334	0,8522	13,37
20	0,011116	0,1189	1,076571	0,8635	0,8797	13,80
22	0,012228	0,1247	1,184229	0,8881	0,9021	14,15
24	0,013339	0,1303	1,291886	0,9083	0,9203	14,44

Dari hasil perhitungan dapat diketahui sebagai berikut :

Tabel 4.57 Waktu Penurunan Dengan PVD Tahap 5

No lapisan	H (cm)	Sc (cm)	U gab (%)	Sc Ugab (cm)	T (minggu)
1	486,91	38,50	90,00	35,04	20
2	445,61	21,55	90,00	19,54	22
3	461,82	15,69	90,00	14,15	22
Σ	1394,34	75,74		68,73	22

Dari hasil perhitungan waktu konsolidasi tahap 5 dengan menggunakan PVD diketahui bahwa untuk mendapatkan total penurunan pada derajat konsolidasi 90% dengan penurunan yang terjadi 68,73 cm dari penurunan total 75,74 cm dibutuhkan waktu 22 minggu.

4.3.2.6 Waktu Konsolidasi Dengan PVD pada Preloading Tahap 6

Contoh Perhitungan PVD pada preloading tahap 6 untuk lapis tanah USD 1.

$$\begin{aligned} T_v &= \frac{t \times C_v}{H_{dr}^2} \Rightarrow t = 1 \text{ minggu} = 604800 \text{ dt} \\ &= \frac{604800 \times 0,000354}{448,41^2} \\ &= 0,001065 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U_v &= \sqrt{\frac{4T_v}{\pi}} \\ &= \sqrt{\frac{4 \times 0,001065}{\pi}} \\ &= 0,0368 = 3,68 \% < U = 60\% \quad \text{Ok} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_h &= \frac{t \times C_h}{D^2} \\ &= \frac{604800 \times 0,000708}{84^2} \\ &= 0,060686 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U_h &= 1 - e^{-\left\{\frac{8 T_h}{F(n)}\right\}} \\ &= 1 - e^{-\left\{\frac{8 \times 0,060686}{4,33}\right\}} \\ &= 0,1062 = 10,62 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 U_{gab} &= 1 - (1 - U_v) \times (1 - U_h) \\
 &= 1 - (1 - 0,0368) \times (1 - 0,1062) \\
 &= 0,1391 \quad = 13,91 \%
 \end{aligned}$$

Dalam 1 minggu derajat konsolidasi gabungan yang terjadi sebesar 13,91 %.

Maka, penurunan yang terjadi dalam 1 minggu untuk lapisan tanah 1 dengan penurunan total $S_c = 24,30$ cm adalah sebesar:

$$\begin{aligned}
 S_{ct} &= U \cdot S_c \\
 &= 0,1391 \times 24,30 \\
 &= 3,38 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Perhitungan untuk mencari derajat konsolidasi gabungan yang lain dilakukan dalam tabel berikut;

Tabel 4.58 Perhitungan Derajat Konsolidasi Gabungan Tahap 6 Lapisan Tanah 1

t (minggu)	USD 1				U _g	S _c (cm)
	T _v	U _v	T _h	U _h		
0	0	0	0	0	0	0,00
1	0,001065	0,0368	0,060686	0,1062	0,1391	3,38
3	0,003194	0,0638	0,182057	0,2859	0,3314	8,05
5	0,005324	0,0823	0,303429	0,4295	0,4765	11,58
7	0,007453	0,0974	0,4248	0,5442	0,5886	14,30
9	0,009583	0,1104	0,546171	0,6359	0,6761	16,43
11	0,011712	0,1221	0,667543	0,7091	0,7446	18,09
13	0,013842	0,1327	0,788914	0,7676	0,7984	19,40
15	0,015972	0,1426	0,910286	0,8143	0,8408	20,43
17	0,018101	0,1518	1,031657	0,8517	0,8742	21,24
19	0,020231	0,1605	1,153029	0,8815	0,9005	21,88
21	0,02236	0,1687	1,2744	0,9053	0,9213	22,38
23	0,02449	0,1765	1,395771	0,9244	0,9377	22,78

Tabel 4.59 Perhitungan Derajat Konsolidasi Gabungan Tahap 6 Lapisan Tanah 2

T (minggu)	USD 2				Ug	Sc (cm)
	Tv	Uv	Th	Uh		
0	0	0	0	0	0	0,00
2	0,002112	0,0518	0,107657	0,1806	0,2230	2,79
4	0,004224	0,0733	0,215314	0,3285	0,3777	4,73
6	0,006337	0,0898	0,322971	0,4497	0,4992	6,25
8	0,008449	0,1037	0,430629	0,5491	0,5959	7,46
10	0,010561	0,1159	0,538286	0,6305	0,6733	8,43
12	0,012673	0,1270	0,645943	0,6972	0,7357	9,21
14	0,014785	0,1372	0,753600	0,7519	0,7859	9,84
16	0,016897	0,1466	0,861257	0,7967	0,8265	10,35
18	0,01901	0,1555	0,968914	0,8334	0,8593	10,76
20	0,021122	0,1640	1,076571	0,8635	0,8859	11,09
22	0,023234	0,1720	1,184229	0,8881	0,9074	11,36
24	0,025346	0,1796	1,291886	0,9083	0,9248	11,58

Tabel 4.60 Perhitungan Derajat Konsolidasi Gabungan Tahap 6 Lapisan Tanah 3

t (minggu)	USD 3				Ug	Sc (cm)
	Tv	Uv	Th	Uh		
0	0	0	0	0	0	0,00
2	0,001191	0,0389	0,107657	0,1806	0,2125	1,88
4	0,002382	0,0551	0,215314	0,3285	0,3655	3,24
6	0,003573	0,0674	0,322971	0,4497	0,4869	4,31
8	0,004765	0,0779	0,430629	0,5491	0,5842	5,18
10	0,005956	0,0871	0,538286	0,6305	0,6627	5,87
12	0,007147	0,0954	0,645943	0,6972	0,7261	6,43
14	0,008338	0,1030	0,753600	0,7519	0,7774	6,89
16	0,009529	0,1101	0,861257	0,7967	0,8191	7,26
18	0,01072	0,1168	0,968914	0,8334	0,8529	7,56
20	0,011911	0,1231	1,076571	0,8635	0,8803	7,80
22	0,013103	0,1291	1,184229	0,8881	0,9026	8,00
24	0,014294	0,1349	1,291886	0,9083	0,9207	8,16

Dari hasil perhitungan dapat diketahui sebagai berikut :

Tabel 4.61 Waktu Penurunan Dengan PVD Tahap 6

No lapisan	H (cm)	Sc (cm)	U gab (%)	Sc Ugab (cm)	T (minggu)
1	448,41	24,30	90,00	21,88	19
2	424,05	12,52	90,00	11,36	22
3	446,13	8,86	90,00	8,00	22
Σ	1318,59	45,68		41,24	22

Dari hasil perhitungan waktu konsolidasi tahap 1 dengan menggunakan PVD diketahui bahwa untuk mendapatkan total penurunan pada derajat konsolidasi 90% dengan total penurunan 30,44 cm dari 33,63 cm dibutuhkan waktu 22 minggu.

4.4 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Penurunan

Dari hasil analisa perhitungan dapat direkap sebagai berikut :

Tabel 4.62 Rekapitulasi Perhitungan Metode Preloading Tanpa PVD

Tahapan Preloading	Hcr (cm)	H timb	Penurunan Ugab = 90% (cm)	H akhir (cm)	Waktu (minggu)
		(cm)			
1	145	100	30,26	69,74	1646
2	191	150	41,97	108,03	1609
3	234	200	52,08	147,92	1555
4	276	250	60,78	189,22	1487
5	314	300	68,17	231,83	1405
6	349	150	41,11	108,89	1487
Σ		1150	294,37		9189

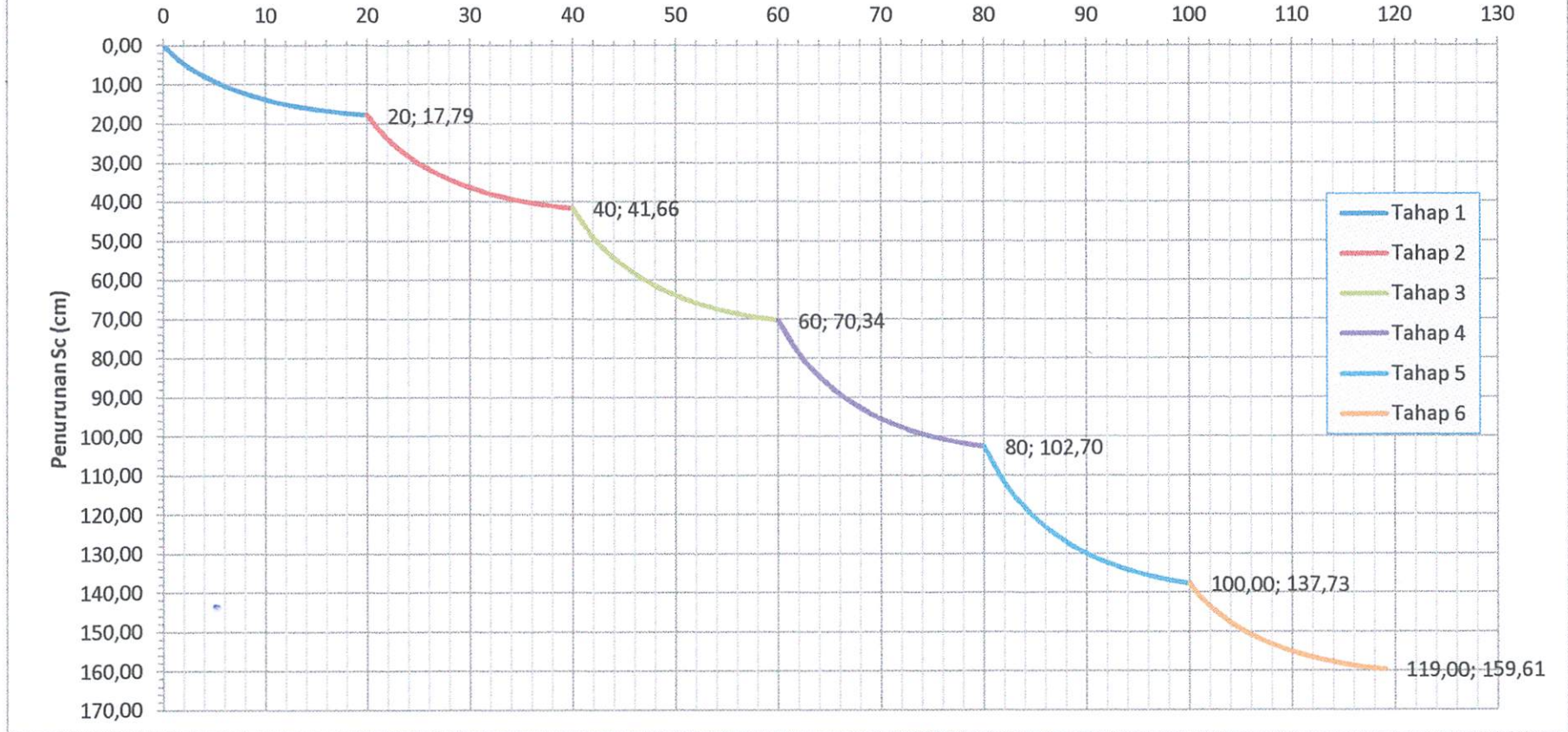
Tabel 4.63 Rekapitulasi Perhitungan Kombinasi Preloading dan PVD

Tahap Preloading	Hcr (cm)	H timb	Penurunan Ugab = 90%	H akhir	Waktu
		(cm)	(cm)	(cm)	(minggu)
1	145	100	30,26	69,74	22
2	191	150	41,97	108,03	22
3	234	200	52,08	147,92	22
4	276	250,0	60,78	189,22	22
5	314	300,0	68,17	231,83	22
6	349	150,0	41,11	108,89	22
Σ		1150	294,37		132

Grafik Hubungan Waktu dan Penurunan

Lapisan Tanah 1

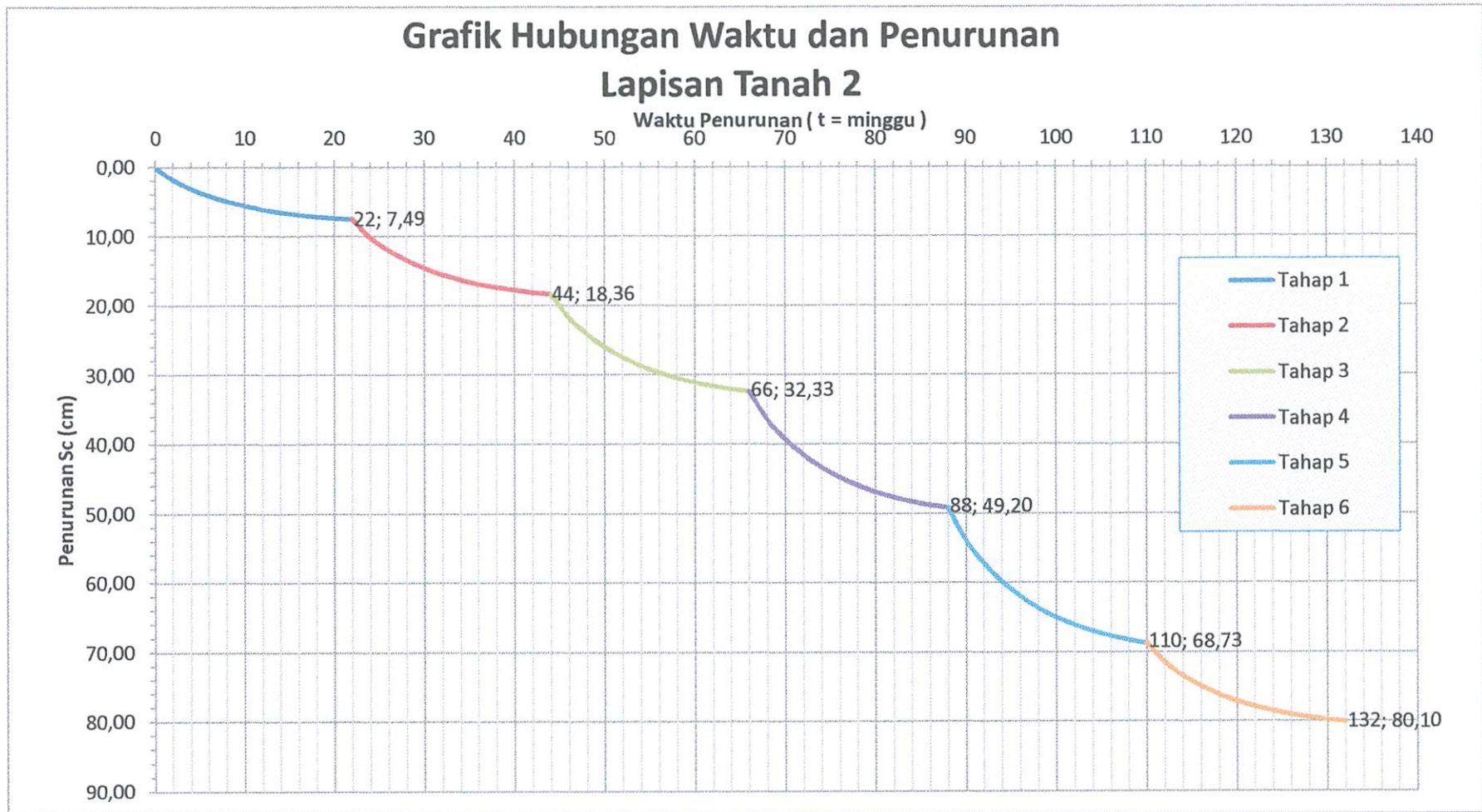
Waktu Penurunan (t = minggu)



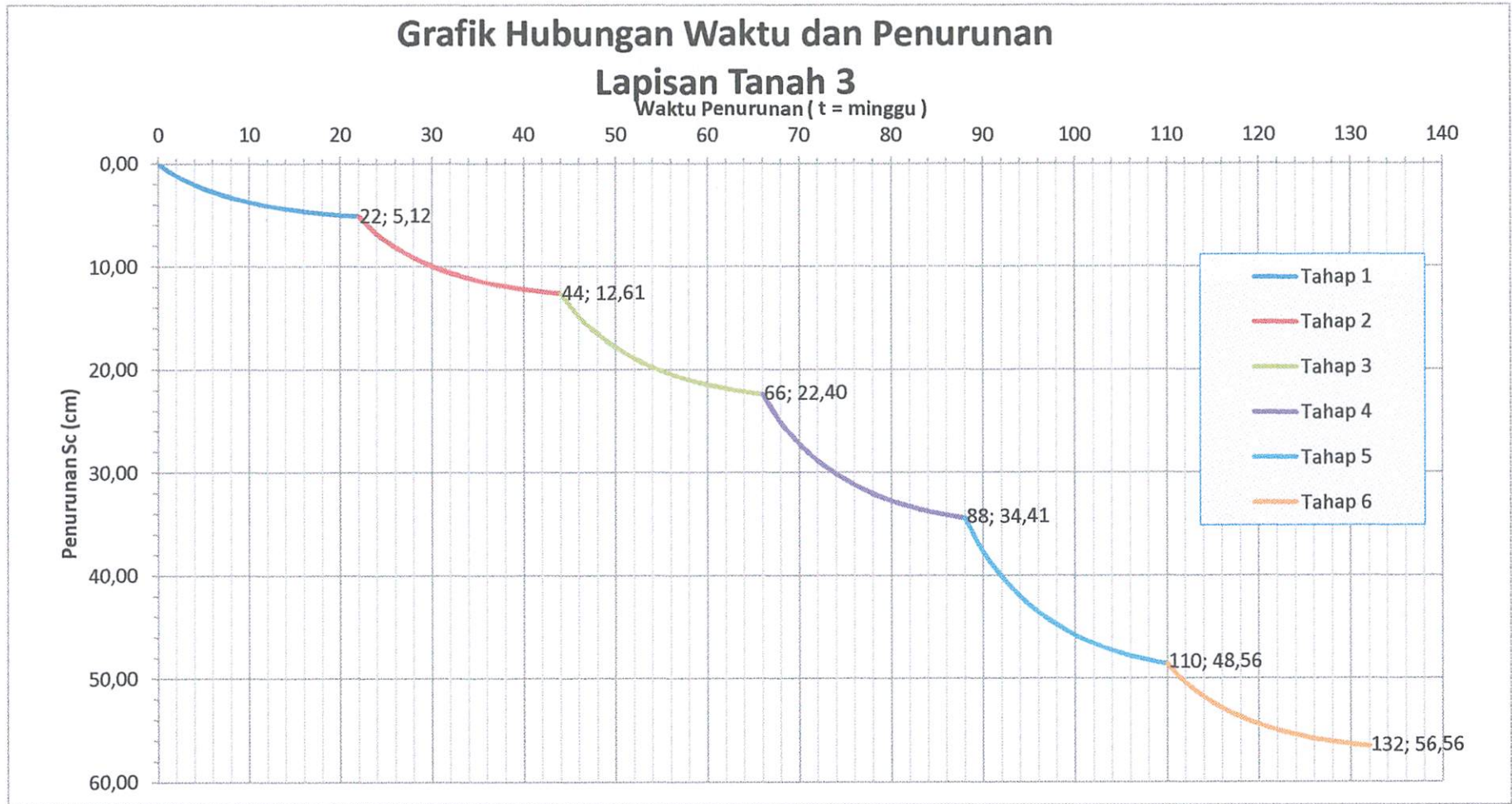
Grafik 4.2 Hubungan Waktu dan Penurunan Lapis Tanah 1



Grafik Hubungan Waktu dan Penurunan Lapisan Tanah 2

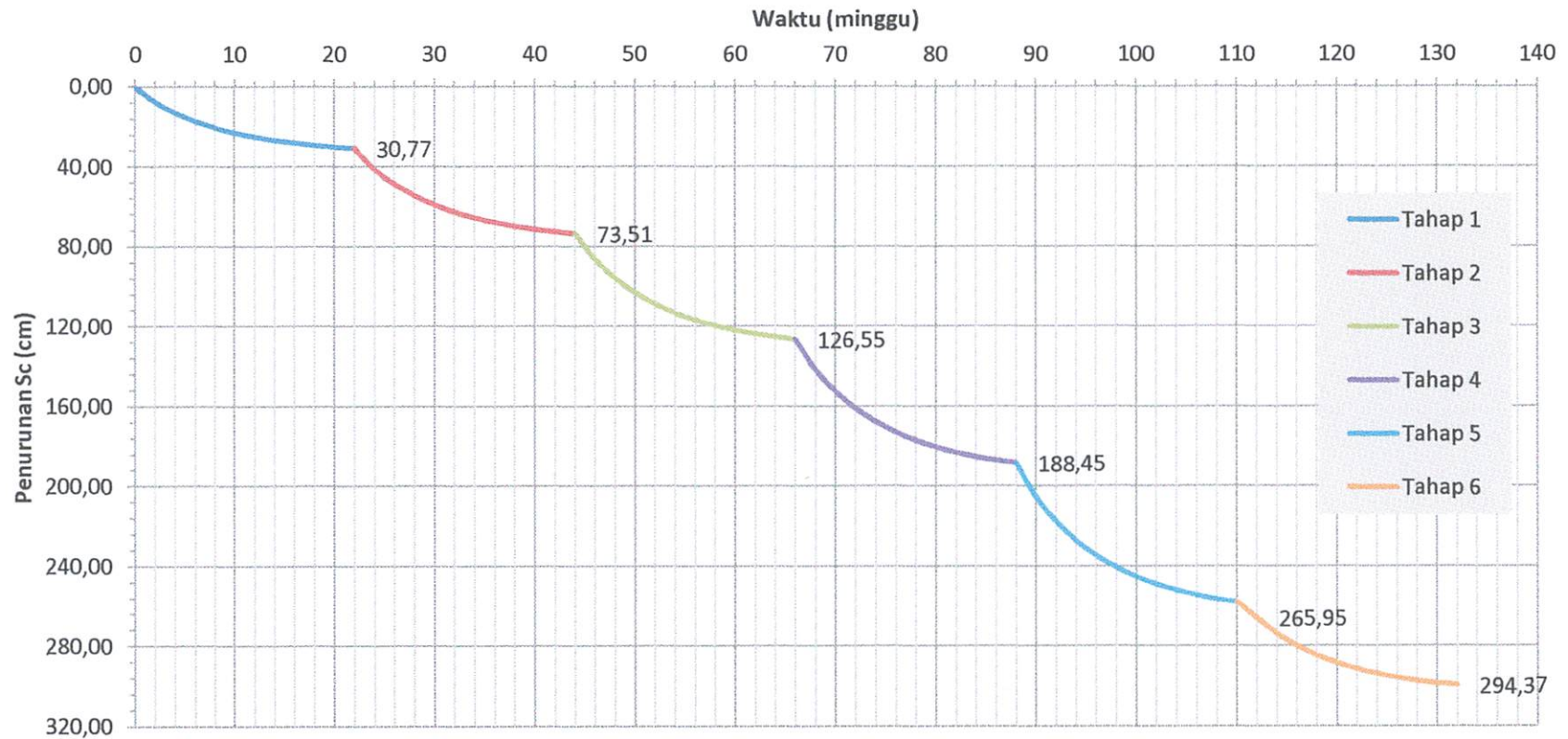


Grafik 4.3 Hubungan Waktu dan Penurunan Lapis Tanah 2



Grafik 4.4 Hubungan Waktu dan Penurunan Lapis Tanah 3

Grafik Hubungan Waktu dan Penurunan



Grafik 4.5 Hubungan Waktu dan Penurnan Gabungan

4.5 Stabilitas Lereng

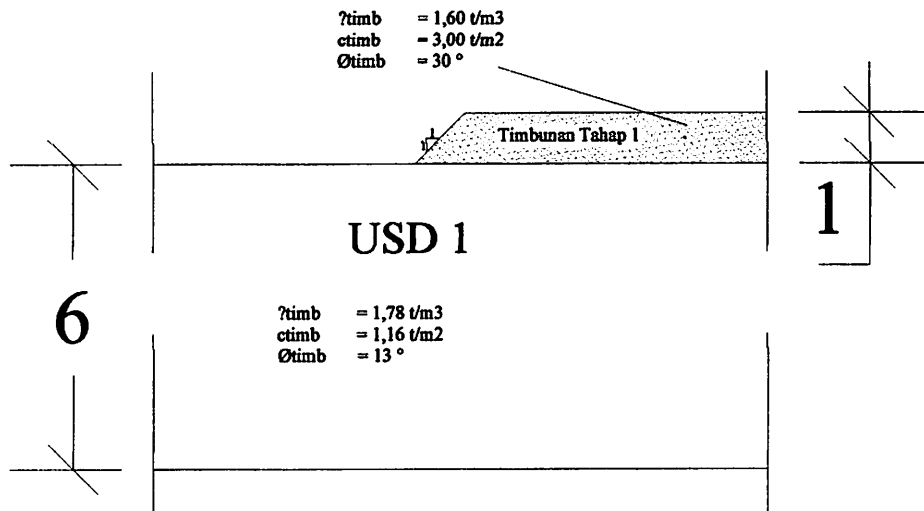
4.5.1 Stabilitas Lereng Timbunan Preloading Tahap 1

Diketahui data sebagai berikut :

Tanah Timbunan		Tanah Dasar	
H _{timb}	= 1,00 meter		
γ _{timb}	= 1,6 t/m ³	γ _{timb}	= 1,78 t/m ³
c _{timb}	= 3,00 t/m ²	c _{timb}	= 1,16 t/m ²
Ø _{timb}	= 30 °	Ø _{timb}	= 13 °

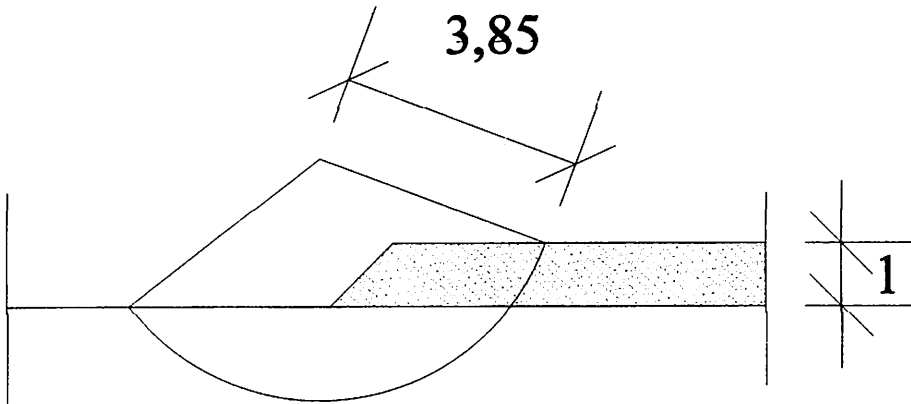
Perhitungan stabilitas lereng menggunakan program bantu XSTABL v.3.23

didapatkan hasil sebagai berikut :



Gambar 4.1 Timbunan Tahap 1

Dari hasil analisa XSTABL didapat nilai keamanan $7,562 > 1,5$. Yang artinya timbunan tersebut aman.



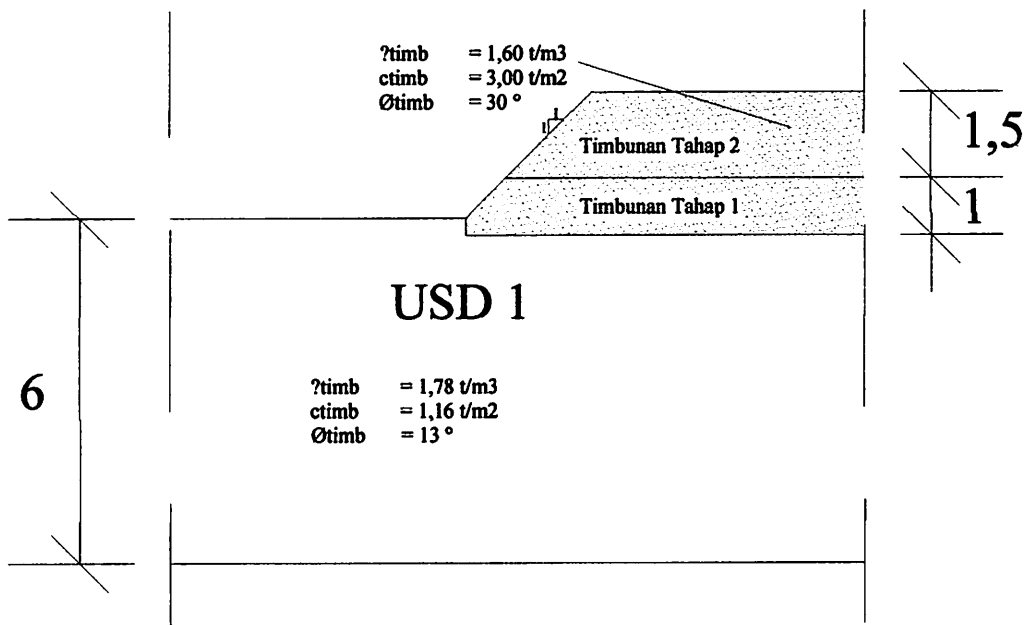
Gambar 4.2 Daerah Kritis Kelongsoran Timbunan Tahap 1

4.5.2 Stabilitas Lereng Timbunan Preloading Tahap 2

Diketahui data sebagai berikut :

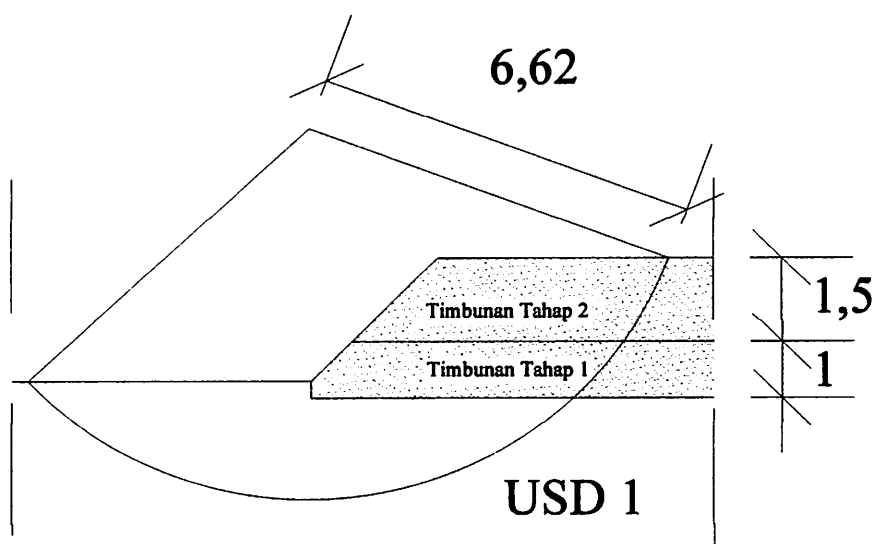
Tanah Timbunan	Tanah Dasar
H _{timb} = 1,50 meter	
γ_{timb} = 1,6 t/m ³	γ_{timb} = 1,78 t/m ³
c_{timb} = 3,00 t/m ²	c_{timb} = 1,16 t/m ²
ϕ_{timb} = 30 °	ϕ_{timb} = 13 °

Perhitungan stabilitas lereng menggunakan program bantu XSTABL v.3.23 didapatkan hasil sebagai berikut :



Gambar 4.3 Timbunan Tahap 2

Dari hasil analisa XSTABL didapat nilai keamanan $4,040 > 1,5$. Yang artinya timbunan tersebut aman.



Gambar 4.4 Daerah Kritis Kelongsoran Timbunan Tahap 2

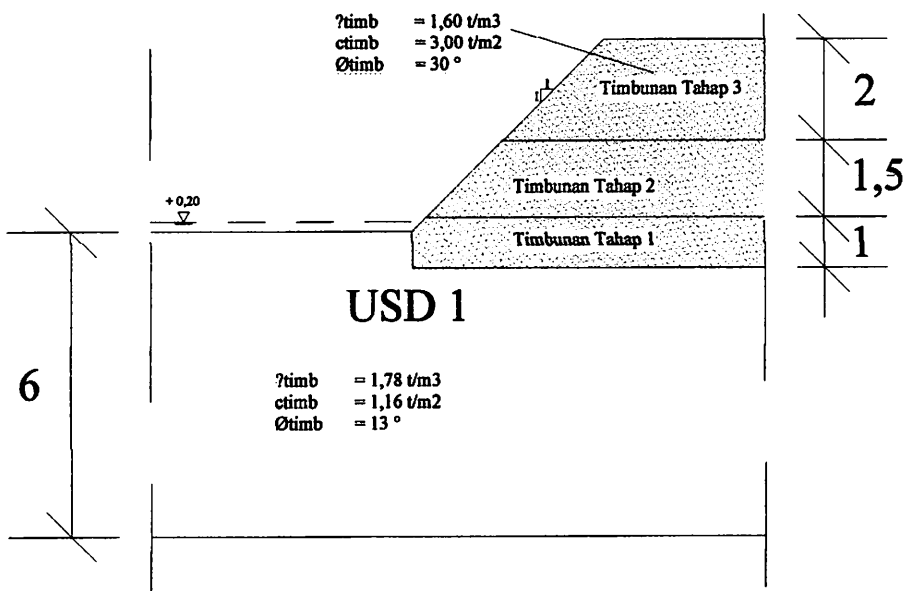
4.5.3 Stabilitas Lereng Timbunan Preloading Tahap 3

Diketahui data sebagai berikut :

Tanah Timbunan		Tanah Dasar	
H _{timb}	= 2,00 meter		
γ _{timb}	= 1,6 t/m ³	γ _{timb}	= 1,78 t/m ³
c _{timb}	= 3,00 t/m ²	c _{timb}	= 1,16 t/m ²
Ø _{timb}	= 30 °	Ø _{timb}	= 13 °

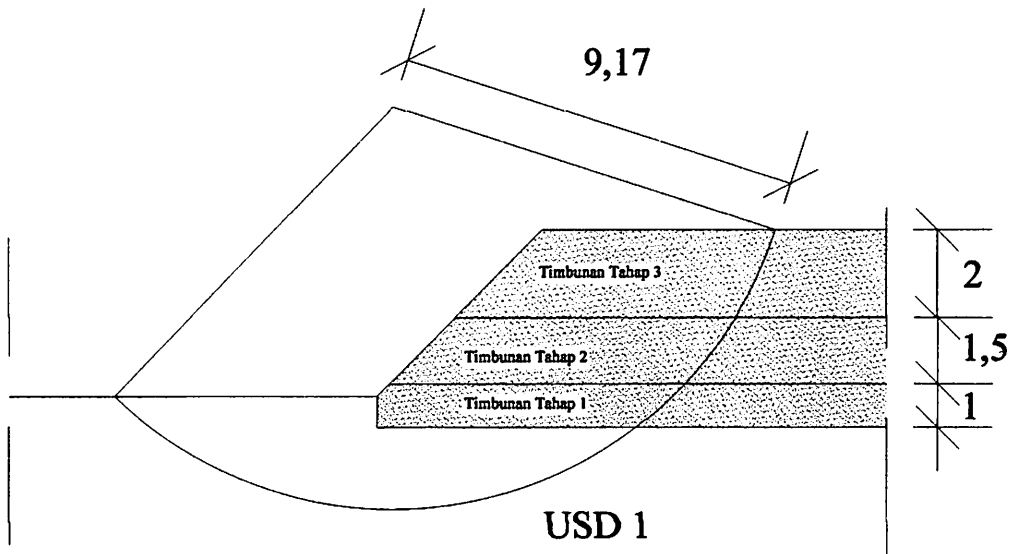
Perhitungan stabilitas lereng menggunakan program bantu XSTABL v.3.23

didapatkan hasil sebagai berikut :



Gambar 4.5 Timbunan Tahap 3

Dari hasil analisa XSTABL didapat nilai keamanan $2,824 > 1,5$. Yang artinya timbunan tersebut aman.



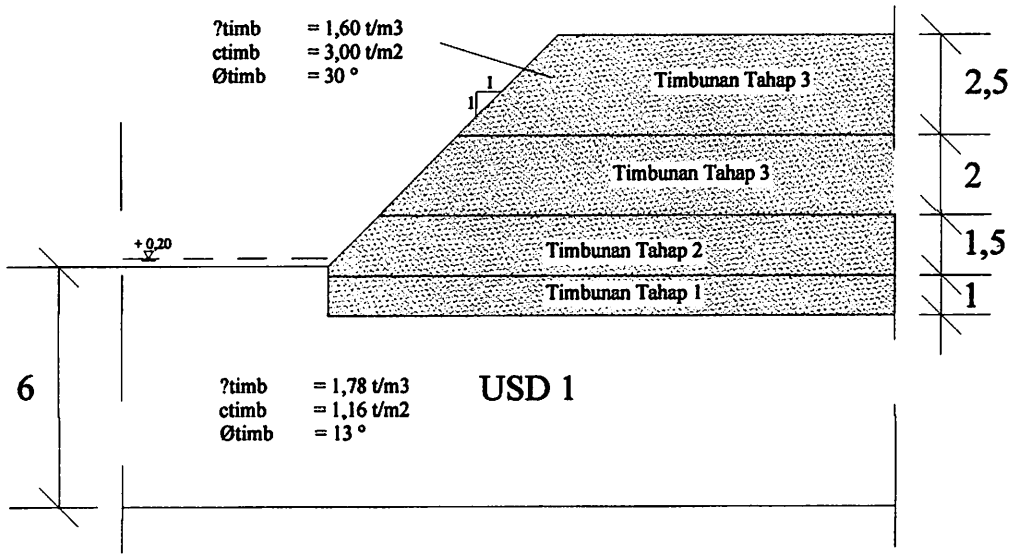
Gambar 4.6 Daerah Kritis Kelongsoran Timbunan Tahap 3

4.5.4 Stabilitas Lereng Timbunan Preloading Tahap 4

Diketahui data sebagai berikut :

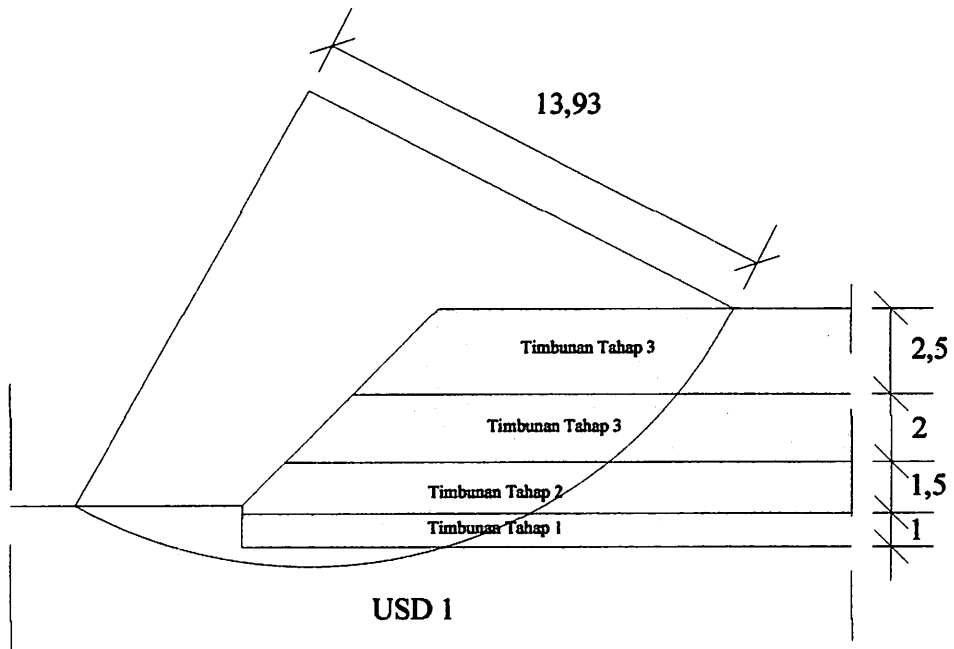
Tanah Timbunan		Tanah Dasar	
H _{timb}	= 2,50 meter		
γ_{timb}	= 1,6 t/m ³	γ_{timb}	= 1,78 t/m ³
c _{timb}	= 3,00 t/m ²	c _{timb}	= 1,16 t/m ²
ϕ_{timb}	= 30 °	ϕ_{timb}	= 13 °

Perhitungan stabilitas lereng menggunakan program bantu XSTABL v.3.23 didapatkan hasil sebagai berikut :



Gambar 4.7 Timbunan Tahap 4

Dari hasil analisa XSTABL didapat nilai keamanan $2,716 > 1,5$. Yang artinya timbunan tersebut aman.



Gambar 4.8 Daerah Kritis Kelongsoran Timbunan Tahap 4

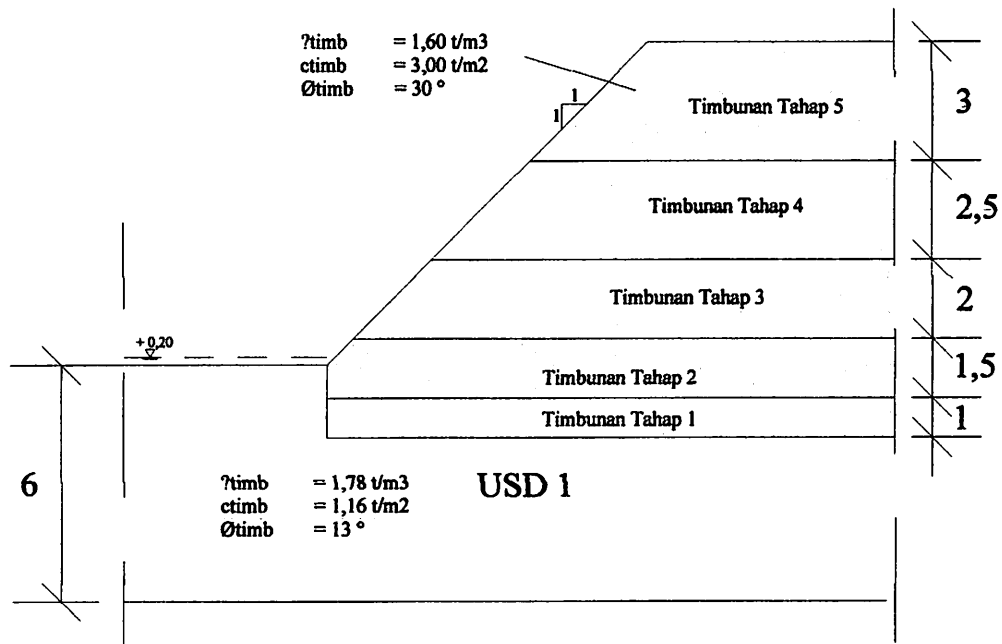
4.5.5 Stabilitas Lereng Timbunan Preloading Tahap 5

Diketahui data sebagai berikut :

Tanah Timbunan		Tanah Dasar	
H _{timb}	= 3,00 meter		
γ _{timb}	= 1,6 t/m ³	γ _{timb}	= 1,78 t/m ³
c _{timb}	= 3,00 t/m ²	c _{timb}	= 1,16 t/m ²
Ø _{timb}	= 30 °	Ø _{timb}	= 13 °

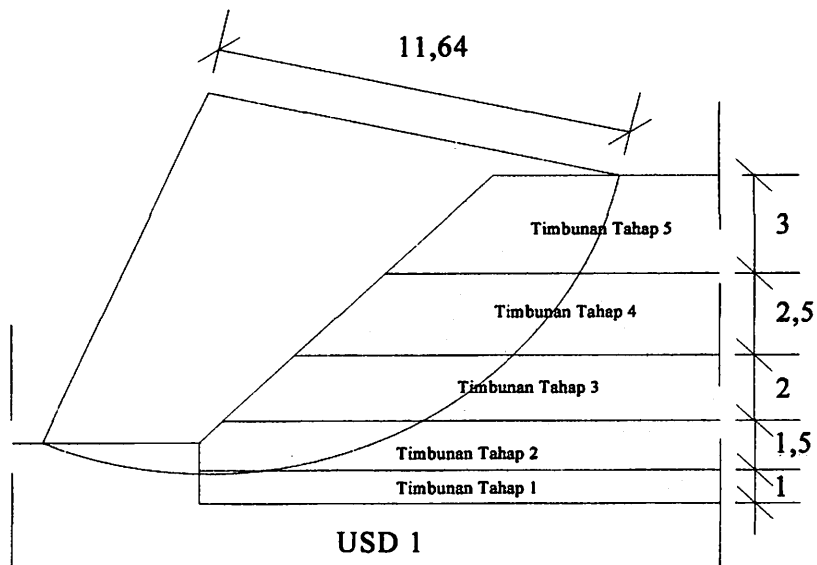
Perhitungan stabilitas lereng menggunakan program bantu XSTABL v.3.23

didapatkan hasil sebagai berikut :



Gambar 4.9 Timbunan Tahap 5

Dari hasil analisa XSTABL didapat nilai keamanan $2,505 > 1,5$. Yang artinya timbunan tersebut aman.



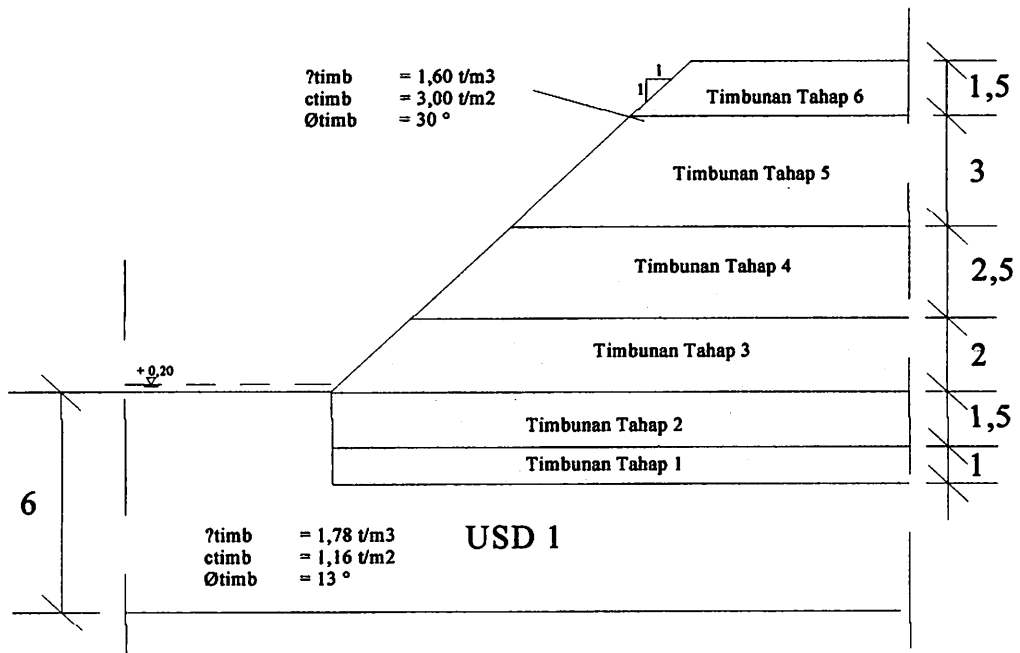
Gambar 4.10 Daerah Kritis Kelongsoran Timbunan Tahap 5

4.5.6 Stabilitas Lereng Timbunan Preloading Tahap 6

Diketahui data sebagai berikut :

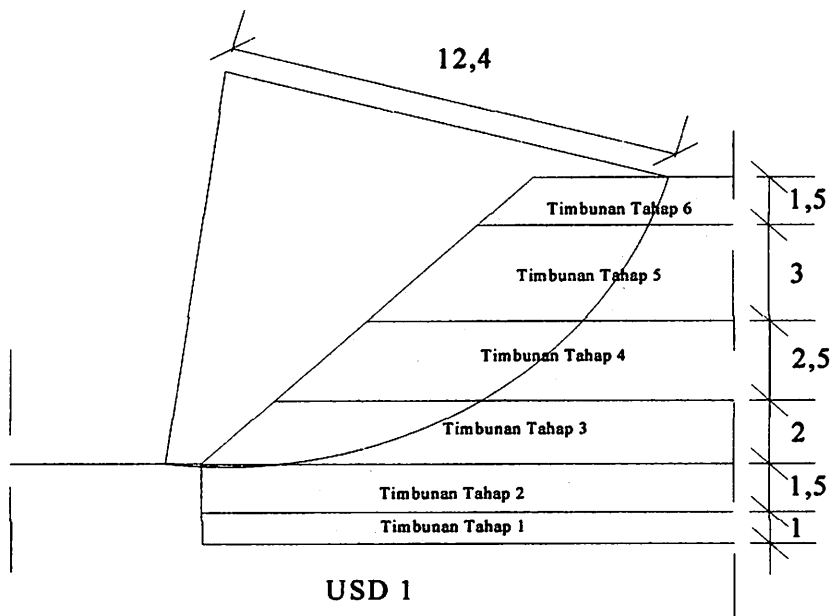
Tanah Timbunan		Tanah Dasar	
H_{timb}	= 1,50 meter		
γ_{timb}	= 1,6 t/m ³	γ_{timb}	= 1,78 t/m ³
c_{timb}	= 3,00 t/m ²	c_{timb}	= 1,16 t/m ²
ϕ_{timb}	= 30 °	ϕ_{timb}	= 13 °

Perhitungan stabilitas lereng menggunakan program bantu XSTABL v.3.23 didapatkan hasil sebagai berikut :



Gambar 4.11 Timbunan Tahap 6

Dari hasil analisa XSTABL didapat nilai keamanan $2,370 > 1,5$. Yang artinya timbunan tersebut aman.



Gambar 4.12 Daerah Kritis Kelongsoran Timbunan Tahap 6

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa perhitungan perbaikan tanah dengan metode preloading yang dikombinasi dengan vertikal drain, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Untuk mencapai tinggi rencana akhir 8 meter di atas tanah lunak dibutuhkan tinggi timbunan sebesar 11,5 meter. Yang artinya dengan berat jenis tanah timbunan rencana $1,6 \text{ t/m}^3$, beban preloading yang bekerja yaitu $18,4 \text{ ton/m}^2$
2. Besar penurunan yang terjadi akibat beban preloading tanpa kombinasi PVD dan dengan kombinasi PVD pada derajat konsolidasi $U_{gab} = 90\%$ adalah sama yaitu sebesar 294,37 cm.
3. Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai penurunan derajat konsolidasi $U_{gab} = 90\%$ pada preloading tanpa PVD adalah 9189 minggu. Sedangkan dengan menggunakan PVD waktu yang diperlukan untuk mencapai derajat konsolidasi $U_{gab} = 90\%$ yaitu selama 132 minggu. Maka penggunaan PVD dengan jarak $s = 0,8$ meter, telah mempercepat waktu penurunan hingga 6961,08 %.

5.2 Saran

Berdasarkan simpulan di atas, maka dapat disarankan hal – hal sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan waktu penurunan yang lebih singkat bisa dilakukan dengan memperpendek jarak PVD, namun perlu diperhatikan terhadap dampak pengerjaan dilapangan akibat jarak PVD yang terlalu dekat.
2. Jika digunakan jarak PVD yang terlalu dekat perlu dipertimbangkan dalam hal ekonomis, yaitu biaya pada saat pengadaan PVD dan instalasi pemasangan PVD terhadap keuntungan yang diperoleh dari lamanya waktu penyelesaian pekerjaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Hardiyatmo, H. C, 2013, *Geosintetik untuk Rekayasa Jalan Raya*, Edisi kedua, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H. C, 2010, *Mekanika Tanah 1*, Edisi kelima, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H. C, 2010, *Mekanika Tanah 2*, Edisi kelima, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hidayati, A.M, Ardana, M.D.W, 2008, *Kombinasi Preloading dan Penggunaan Pre-Fabricated Vertical Drains untuk Mempercepat Konsolidasi Tanah Lempung Lunak*, Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol. 12, No. 2, Universitas Udayana, Denpasar.
- Juniarso, 2011, *Jurnal Ilmiah "Desain & Konstruksi" Vol. 10 No.1 : Analisa Waktu Penurunan Tanah dengan Kombinasi Metode Preloading dan Prefabricated Vertical Drain (PVD) antara Pola Segitiga dan Persegi pada Perbaikan Tanah*, Lembaga Penelitian Universitas Gunadarma, Depok.
- Murthy, V.N.S., 1977, *Soil Mechanics and Foundation Engineering*, Jatin Offset Press, New Delhi.
- Rixner, J.J., Kramer, S.R., and Smith, A.D., 1986, *Pre-fabricated vertical drains Vol. 1*, Engineering Guidelines, U.S. Departement of Transportation.

LAMPIRAN – LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

Perhitungan XSTABL

```
*****
*                                     *
*                         XSTABL    *
*                                     *
*   Slope Stability Analysis using *
*   Simplified BISHOP or JANBU methods *
*                                     *
*   Copyright (C) 1990             *
*   Interactive Software Designs, Inc. *
*   All Rights Reserved           *
*                                     *
*   Prof. Dick Campanella         *
*   Civil Eng., Univ. of B.C.      *
*   Vancouver, CANADA             *
*                                     *
*   Ver. 3.23 (m)                 1008 *
*****
```

Problem Description : Stabilitas Lereng Timbunan Tahap 1

SEGMENT BOUNDARY COORDINATES

3 SURFACE boundary segments

Segment No.	x-left (ft)	y-left (ft)	x-right (ft)	y-right (ft)	Soil Unit Below Segment
1	.00	20.00	20.00	20.00	1
2	20.00	20.00	21.00	21.00	2
3	21.00	21.00	35.00	21.00	2

1 SUBSURFACE boundary segments

Segment No.	x-left (ft)	y-left (ft)	x-right (ft)	y-right (ft)	Soil Unit Below Segment
1	20.00	20.00	35.00	20.00	1

ISOTROPIC Soil Parameters

2 type(s) of soil

Soil Unit No.	Unit Weight Moist (pcf)	Unit Weight Sat. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Parameter Ru	Water Surface Constant (psf)	Water Surface No.
1	1.8	1.8	1.2	13.0	.000	.0	1
2	1.6	1.6	3.0	30.0	.000	.0	1

1 water surface(s) have been specified

Unit weight of water = 1.00 pcf

Water Surface No. 1 specified by 2 coordinate points

PHREATIC SURFACE,

Point No.	x-water (ft)	y-water (ft)
1	.00	20.20
2	20.20	20.20

A critical failure surface searching method, using a random technique for generating CIRCULAR surfaces has been specified.

100 trial surfaces have been generated.

10 Surfaces initiate from each of 10 points equally spaced along the ground surface between x = 14.00 ft. and x = 19.00 ft.

Each surface terminates between x = 22.00 ft. and x = 26.00 ft.

Unless further limitations were imposed, the minimum elevation at which a surface extends is y = .00 ft.

1.00 ft. line segments define each trial failure surface.

ANGULAR RESTRICTIONS :

The first segment of each failure surface will be inclined within the angular range defined by :

Lower angular limit := -45.0 degrees
 Upper angular limit := (slope angle - 5.0) degrees

Factors of safety have been calculated by the :

* * * * * MODIFIED BISHOP METHOD * * * * *

The most critical circular failure surface is specified by 10 coordinate points

Point No.	x-surf (ft)	y-surf (ft)
1	16.78	20.00
2	17.49	19.29
3	18.35	18.79
4	19.32	18.53
5	20.32	18.53
6	21.28	18.78
7	22.15	19.28
8	22.87	19.98
9	23.37	20.84
10	23.42	21.00

**** Modified BISHOP FOS = 7.562 ****

The following is a summary of the TEN most critical surfaces

Problem Description : Stabilitas Lereng Timbunan Tahap 1

	FOS (BISHOP)	Circle x-coord	Center y-coord	Radius	Initial x-coord	Terminal x-coord	Driving Moment
1.	7.562	19.83	22.35	3.85	16.78	23.42	1.955E+00
2.	7.638	20.57	23.03	4.43	17.33	24.48	2.081E+00
3.	7.640	20.44	22.56	3.62	17.89	23.69	1.683E+00
4.	7.651	20.27	23.37	5.27	16.22	24.96	2.583E+00
5.	7.713	20.64	23.16	4.99	16.78	25.14	2.495E+00
6.	7.788	20.60	23.39	4.71	17.33	24.63	2.051E+00
7.	7.842	20.15	22.61	3.45	17.89	23.18	1.464E+00
8.	7.881	19.50	23.75	5.77	15.11	24.56	2.627E+00
9.	7.894	20.30	24.29	5.92	16.22	25.20	2.451E+00
10.	7.920	20.48	24.11	6.33	15.67	25.99	2.998E+00

* * * END OF FILE * * *

```
*****
*                   XSTABL                    *
*                   *                         *
*                   Slope Stability Analysis using *
*                   Simplified BISHOP or JANBU methods *
*                   *                         *
*                   Copyright (c) 1990          *
*                   Interactive Software Designs, Inc. *
*                   All Rights Reserved        *
*                   *                         *
*                   Prof. Dick Campanella       *
*                   Civil Eng., Univ. of B.C.  *
*                   Vancouver, CANADA         *
*                   *                         *
*                   Ver. 3.23 (m)             1008 *
*****
```

Problem Description : Stabilitas Lereng Timbunan Tahap 2

SEGMENT BOUNDARY COORDINATES

3 SURFACE boundary segments

Segment No.	x-left (ft)	y-left (ft)	x-right (ft)	y-right (ft)	soil Unit Below Segment
1	.00	20.00	20.00	20.00	1
2	20.00	20.00	22.20	22.20	2
3	22.20	22.20	35.00	22.20	2

2 SUBSURFACE boundary segments

Segment No.	x-left (ft)	y-left (ft)	x-right (ft)	y-right (ft)	soil Unit Below Segment
1	20.00	20.00	20.00	19.70	2
2	20.00	19.70	35.00	19.70	1

ISOTROPIC soil Parameters

2 type(s) of soil

Soil Unit No.	Unit Weight Moist (pcf)	Unit Weight Sat. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Parameter Ru	Pressure Constant (psf)	Water Surface No.
1	1.8	1.8	1.2	13.0	.000	.0	1
2	1.6	1.6	3.0	30.0	.000	.0	1

1 Water surface(s) have been specified

Unit weight of water = 1.00 pcf

Water Surface No. 1 specified by 2 coordinate points

 PHREATIC SURFACE,

Point No.	x-water (ft)	y-water (ft)
1	.00	20.20
2	20.20	20.20

A critical failure surface searching method, using a random technique for generating CIRCULAR surfaces has been specified.

100 trial surfaces have been generated.

10 surfaces initiate from each of 10 points equally spaced along the ground surface between x = 14.00 ft. and x = 19.00 ft.

Each surface terminates between x = 22.50 ft. and x = 30.00 ft.

Unless further limitations were imposed, the minimum elevation at which a surface extends is y = .00 ft.

1.00 ft. line segments define each trial failure surface.

ANGULAR RESTRICTIONS :

The first segment of each failure surface will be inclined within the angular range defined by :

Lower angular limit := -45.0 degrees
 Upper angular limit := (slope angle - 5.0) degrees

Factors of safety have been calculated by the :

* * * * * MODIFIED BISHOP METHOD * * * * *

The most critical circular failure surface is specified by 15 coordinate points

Point No.	x-surf (ft)	y-surf (ft)
1	15.11	20.00
2	15.84	19.32
3	16.67	18.76
4	17.57	18.33
5	18.53	18.04
6	19.52	17.89
7	20.52	17.90
8	21.51	18.06
9	22.46	18.36



		S-EKO02.OPT
10	23.36	18.81
11	24.17	19.38
12	24.90	20.07
13	25.51	20.87
14	25.99	21.74
15	26.16	22.20

**** Modified BISHOP FOS = 4.040 ****

The following is a summary of the TEN most critical surfaces

Problem Description : Stabilitas Lereng Timbunan Tahap 2

	FOS (BISHOP)	Circle Center x-coord y-coord	Radius	Initial x-coord	Terminal x-coord	Driving Moment
1.	4.040	19.97 24.50	6.62	15.11	26.16	7.519E+00
2.	4.131	19.67 25.56	7.94	14.00	26.86	8.382E+00
3.	4.236	19.74 24.48	6.06	15.67	25.34	6.165E+00
4.	4.249	21.10 26.46	9.60	14.00	29.69	1.079E+01
5.	4.289	21.42 26.51	9.46	14.56	29.84	1.039E+01
6.	4.307	21.52 26.45	9.49	14.56	29.99	1.055E+01
7.	4.314	19.87 26.02	7.68	15.11	26.52	7.000E+00
8.	4.336	20.81 27.61	9.85	14.56	29.02	9.059E+00
9.	4.363	21.59 26.74	8.97	15.67	29.31	8.834E+00
10.	4.395	21.15 26.65	8.28	16.22	28.10	7.435E+00

* * * END OF FILE * * *

```

*****
*                                     *
*                   XSTABL           *
*                                     *
*   Slope Stability Analysis using   *
*   Simplified BISHOP or JANBU methods *
*                                     *
*   Copyright (C) 1990               *
*   Interactive Software Designs, Inc. *
*   All Rights Reserved              *
*                                     *
*   Prof. Dick Campanella            *
*   Civil Eng., Univ. of B.C.        *
*   Vancouver, CANADA                *
*                                     *
*   Ver. 3.23 (m)                    *
*                                     *
*****
    
```

Problem Description : Stabilitas Lereng Timbunan Tahap 3

SEGMENT BOUNDARY COORDINATES

3 SURFACE boundary segments

Segment No.	x-left (ft)	y-left (ft)	x-right (ft)	y-right (ft)	soil Unit Below Segment
1	.00	20.00	20.00	20.00	1
2	20.00	20.00	23.78	23.78	2
3	23.78	23.78	35.00	23.78	2

2 SUBSURFACE boundary segments

Segment No.	x-left (ft)	y-left (ft)	x-right (ft)	y-right (ft)	soil Unit Below Segment
1	20.00	20.00	20.00	19.28	2
2	20.00	19.28	35.00	19.28	1

ISOTROPIC Soil Parameters

2 type(s) of soil

Soil Unit No.	Unit Weight Moist (pcf)	Sat. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Parameter Ru	Constant (psf)	Water Surface No.
1	1.8	1.8	1.2	13.0	.000	.0	1
2	1.6	1.6	3.0	30.0	.000	.0	1

1 Water surface(s) have been specified

Unit weight of water = 1.00 pcf

Water surface No. 1 specified by 2 coordinate points

 PHREATIC SURFACE,

Point No.	x-water (ft)	y-water (ft)
1	.00	20.20
2	20.20	20.20

A critical failure surface searching method, using a random technique for generating CIRCULAR surfaces has been specified.

100 trial surfaces have been generated.

10 surfaces initiate from each of 10 points equally spaced along the ground surface between x = 14.00 ft. and x = 19.00 ft.

Each surface terminates between x = 24.50 ft. and x = 32.00 ft.

Unless further limitations were imposed, the minimum elevation at which a surface extends is y = .00 ft.

1.00 ft. line segments define each trial failure surface.

ANGULAR RESTRICTIONS :

The first segment of each failure surface will be inclined within the angular range defined by :

Lower angular limit := -45.0 degrees
 Upper angular limit := (slope angle - 5.0) degrees

Factors of safety have been calculated by the :

* * * * * MODIFIED BISHOP METHOD * * * * *

The most critical circular failure surface is specified by 20 coordinate points

Point No.	x-surf (ft)	y-surf (ft)
1	14.00	20.00
2	14.76	19.34
3	15.58	18.78
4	16.46	18.30
5	17.38	17.92
6	18.34	17.65
7	19.33	17.48
8	20.33	17.42
9	21.33	17.47

		S-EK003.OPT
10	22.31	17.62
11	23.28	17.89
12	24.21	18.26
13	25.09	18.72
14	25.92	19.28
15	26.68	19.93
16	27.37	20.66
17	27.98	21.45
18	28.49	22.31
19	28.91	23.22
20	29.10	23.78

**** Modified BISHOP FOS = 2.824 ****

The following is a summary of the TEN most critical surfaces

Problem Description : Stabilitas Lereng Timbunan Tahap 3

	FOS (BISHOP)	Circle Center x-coord y-coord	Radius	Initial x-coord	Terminal x-coord	Driving Moment
1.	2.824	20.38 26.59	9.17	14.00	29.10	1.815E+01
2.	2.924	20.23 26.64	8.74	14.56	28.48	1.617E+01
3.	2.981	20.56 27.03	8.89	15.11	28.83	1.593E+01
4.	3.015	21.48 28.43	10.56	15.11	30.95	1.834E+01
5.	3.115	19.83 25.78	7.46	15.11	27.00	1.318E+01
6.	3.197	22.05 29.53	11.47	15.67	31.97	1.812E+01
7.	3.305	21.91 30.20	11.96	15.67	31.99	1.759E+01
8.	3.373	19.09 27.02	8.68	14.00	27.13	1.298E+01
9.	3.403	22.09 30.13	11.71	16.22	31.92	1.679E+01
10.	3.480	19.18 26.68	8.12	14.56	26.76	1.195E+01

* * * END OF FILE * * *

```

*****
*                                     *
*                               XSTABL *
*                                     *
* Slope Stability Analysis using      *
* Simplified BISHOP or JANBU methods *
*                                     *
* Copyright (C) 1990                 *
* Interactive Software Designs, Inc.  *
* All Rights Reserved                 *
*                                     *
* Prof. Dick Campanella              *
* Civil Eng., Univ. of B.C.          *
* Vancouver, CANADA                  *
*                                     *
* Ver. 3.23 (m)                      *
*                                     *
*****

```

Problem Description : Stabilitas Lereng Timbunan Tahap 4

SEGMENT BOUNDARY COORDINATES

3 SURFACE boundary segments

Segment No.	x-left (ft)	y-left (ft)	x-right (ft)	y-right (ft)	Soil Unit Below Segment
1	.00	20.00	20.00	20.00	1
2	20.00	20.00	25.76	25.76	2
3	25.76	25.76	50.00	25.76	2

2 SUBSURFACE boundary segments

Segment No.	x-left (ft)	y-left (ft)	x-right (ft)	y-right (ft)	Soil Unit Below Segment
1	20.00	20.00	20.00	18.76	2
2	20.00	18.76	50.00	18.76	1

ISOTROPIC Soil Parameters

2 type(s) of soil

Soil Unit No.	Unit Weight Moist (pcf)	Weight Sat. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Parameter Ru	Pressure Constant (psf)	Water Surface No.
1	1.8	1.8	1.2	13.0	.000	.0	1
2	1.6	1.6	3.0	30.0	.000	.0	1

1 Water surface(s) have been specified

Unit weight of water = 1.00 pcf

Water surface No. 1 specified by 2 coordinate points

 PHREATIC SURFACE,

Point No.	x-water (ft)	y-water (ft)
1	.00	20.20
2	20.20	20.20

A critical failure surface searching method, using a random technique for generating CIRCULAR surfaces has been specified.

100 trial surfaces have been generated.

10 surfaces initiate from each of 10 points equally spaced along the ground surface between x = 14.00 ft. and x = 19.00 ft.

Each surface terminates between x = 26.50 ft. and x = 35.00 ft.

Unless further limitations were imposed, the minimum elevation at which a surface extends is y = .00 ft.

1.00 ft. line segments define each trial failure surface.

ANGULAR RESTRICTIONS :

The first segment of each failure surface will be inclined within the angular range defined by :

Lower angular limit := -45.0 degrees
 Upper angular limit := (slope angle - 5.0) degrees

Factors of safety have been calculated by the :

* * * * * MODIFIED BISHOP METHOD * * * * *

The most critical circular failure surface is specified by 24 coordinate points

Point No.	x-surf (ft)	y-surf (ft)
1	15.11	20.00
2	16.00	19.54
3	16.92	19.14
4	17.86	18.81
5	18.83	18.55
6	19.81	18.36
7	20.80	18.24
8	21.80	18.19
9	22.80	18.21

	S-EKO04.OPT	
10	23.79	18.30
11	24.78	18.47
12	25.75	18.70
13	26.70	19.01
14	27.63	19.38
15	28.53	19.82
16	29.40	20.32
17	30.22	20.88
18	31.01	21.50
19	31.75	22.18
20	32.44	22.90
21	33.07	23.67
22	33.65	24.49
23	34.16	25.35
24	34.38	25.76

**** Modified BISHOP FOS = 2.716 ****

The following is a summary of the TEN most critical surfaces

Problem Description : Stabilitas Lereng Timbunan Tahap 4

	FOS (BISHOP)	Circle Center x-coord y-coord	Radius	Initial x-coord	Terminal x-coord	Driving Moment
1.	2.716	21.99 32.12	13.93	15.11	34.38	3.327E+01
2.	2.773	19.60 28.82	10.45	14.00	29.59	2.480E+01
3.	2.892	19.20 27.56	9.18	14.00	28.20	2.113E+01
4.	2.908	20.65 30.44	11.82	15.11	31.49	2.758E+01
5.	2.915	19.61 28.36	9.77	14.56	29.03	2.268E+01
6.	2.923	22.00 32.43	13.95	15.67	34.24	3.156E+01
7.	2.988	19.66 29.11	10.44	14.56	29.54	2.350E+01
8.	3.097	19.93 28.70	9.94	15.11	29.41	2.304E+01
9.	3.112	19.79 29.28	10.39	15.11	29.55	2.261E+01
10.	3.127	20.29 28.06	8.41	17.89	28.37	1.717E+01

* * * END OF FILE * * *

```
*****
*                                     *
*                   XSTABL           *
*                                     *
*       Slope Stability Analysis using *
*       Simplified BISHOP or JANBU methods *
*                                     *
*             Copyright (C) 1990      *
*       Interactive Software Designs, Inc. *
*             All Rights Reserved      *
*                                     *
*             Prof. Dick Campanella    *
*             Civil Eng., Univ. of B.C. *
*             Vancouver, CANADA        *
*                                     *
*       Ver. 3.23 (m)                 1008 *
*****
```

Problem Description : Stabilitas Lereng Timbunan Tahap 5

SEGMENT BOUNDARY COORDINATES

3 SURFACE boundary segments

Segment No.	x-left (ft)	y-left (ft)	x-right (ft)	y-right (ft)	Soil Unit Below Segment
1	.00	20.00	20.00	20.00	1
2	20.00	20.00	28.15	28.15	2
3	28.15	28.15	50.00	28.15	2

2 SUBSURFACE boundary segments

Segment No.	x-left (ft)	y-left (ft)	x-right (ft)	y-right (ft)	Soil Unit Below Segment
1	20.00	20.00	20.00	18.15	2
2	20.00	18.15	50.00	18.15	1

ISOTROPIC Soil Parameters

2 type(s) of soil

Soil Unit No.	Unit Weight (pcf)	Moist Sat. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Parameter Ru	Pressure Constant (psf)	Water Surface No.
1	1.8	1.8	1.2	13.0	.000	.0	1
2	1.6	1.6	3.0	30.0	.000	.0	1

1 water surface(s) have been specified

Unit weight of water = 1.00 pcf

Water Surface No. 1 specified by 2 coordinate points

 PHREATIC SURFACE,

Point No.	x-water (ft)	y-water (ft)
1	.00	20.20
2	20.20	20.20

A critical failure surface searching method, using a random technique for generating CIRCULAR surfaces has been specified.

100 trial surfaces have been generated.

10 surfaces initiate from each of 10 points equally spaced along the ground surface between x = 14.00 ft.
 and x = 19.00 ft.

Each surface terminates between x = 29.00 ft.
 and x = 40.00 ft.

Unless further limitations were imposed, the minimum elevation at which a surface extends is y = .00 ft.

1.00 ft. line segments define each trial failure surface.

ANGULAR RESTRICTIONS :

The first segment of each failure surface will be inclined within the angular range defined by :

Lower angular limit := -45.0 degrees
 Upper angular limit := (slope angle - 5.0) degrees

Factors of safety have been calculated by the :

* * * * * MODIFIED BISHOP METHOD * * * * *

The most critical circular failure surface is specified by 22 coordinate points

Point No.	x-surf (ft)	y-surf (ft)
1	15.67	20.00
2	16.60	19.64
3	17.56	19.37
4	18.54	19.18
5	19.54	19.07
6	20.54	19.05
7	21.54	19.11
8	22.52	19.26
9	23.50	19.50

	S-EKO05.OPT	
10	24.45	19.81
11	25.36	20.21
12	26.24	20.69
13	27.08	21.23
14	27.87	21.85
15	28.60	22.54
16	29.26	23.28
17	29.87	24.08
18	30.40	24.92
19	30.86	25.81
20	31.24	26.74
21	31.53	27.69
22	31.64	28.15

**** Modified BISHOP FOS = 2.505 ****

The following is a summary of the TEN most critical surfaces

Problem Description : Stabilitas Lereng Timbunan Tahap 5

	FOS (BISHOP)	Circle x-coord	Center y-coord	Radius	Initial x-coord	Terminal x-coord	Driving Moment
1.	2.505	20.28	30.69	11.64	15.67	31.64	3.679E+01
2.	2.521	19.66	32.03	13.29	14.00	32.37	4.018E+01
3.	2.522	20.08	32.39	13.35	15.11	32.74	3.972E+01
4.	2.525	20.19	31.00	11.37	17.33	31.19	3.137E+01
5.	2.526	20.51	32.44	12.61	18.44	32.35	3.357E+01
6.	2.528	20.45	32.44	12.97	16.78	32.69	3.702E+01
7.	2.531	19.78	32.95	13.97	14.56	32.89	4.013E+01
8.	2.536	19.57	33.12	14.25	14.00	32.92	4.070E+01
9.	2.540	20.15	33.24	13.35	18.44	32.49	3.297E+01
10.	2.545	20.03	31.00	11.12	18.44	30.77	2.811E+01

* * * END OF FILE * * *


```

*****
*                                     *
*                               XSTABL *
*                               *
*   Slope Stability Analysis using *
*   Simplified BISHOP or JANBU methods *
*                               *
*   Copyright (C) 1990              *
*   Interactive Software Designs, Inc. *
*   All Rights Reserved            *
*                               *
*   Prof. Dick Campanella          *
*   Civil Eng., Univ. of B.C.      *
*   Vancouver, CANADA             *
*                               *
*   Ver. 3.23 (m)                   *   1008 *
*****
    
```

Problem Description : Stabilitas Lereng Timbunan Tahap 6

SEGMENT BOUNDARY COORDINATES

3 SURFACE boundary segments

Segment No.	x-left (ft)	y-left (ft)	x-right (ft)	y-right (ft)	Soil Unit Below Segment
1	.00	20.00	20.00	20.00	1
2	20.00	20.00	28.97	28.97	2
3	28.97	28.97	50.00	28.97	2

2 SUBSURFACE boundary segments

Segment No.	x-left (ft)	y-left (ft)	x-right (ft)	y-right (ft)	Soil Unit Below Segment
1	20.00	20.00	20.00	17.47	2
2	20.00	17.47	50.00	17.47	1

ISOTROPIC Soil Parameters

2 type(s) of soil

Soil Unit No.	Unit Weight Moist (pcf)	Unit Weight Sat. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Parameter Ru	Pore Pressure Constant (psf)	Water Surface No.
1	1.8	1.8	1.2	13.0	.000	.0	1
2	1.6	1.6	3.0	30.0	.000	.0	1

1 water surface(s) have been specified

Unit weight of water = 1.00 pcf

Water Surface No. 1 specified by 2 coordinate points

 PHREATIC SURFACE,

Point No.	x-water (ft)	y-water (ft)
1	.00	20.20
2	20.20	20.20

A critical failure surface searching method, using a random technique for generating CIRCULAR surfaces has been specified.

100 trial surfaces have been generated.

10 Surfaces initiate from each of 10 points equally spaced along the ground surface between x = 14.00 ft. and x = 19.00 ft.

Each surface terminates between x = 30.00 ft. and x = 40.00 ft.

Unless further limitations were imposed, the minimum elevation at which a surface extends is y = .00 ft.

1.00 ft. line segments define each trial failure surface.

ANGULAR RESTRICTIONS :

The first segment of each failure surface will be inclined within the angular range defined by :

Lower angular limit := -45.0 degrees
 Upper angular limit := (slope angle - 5.0) degrees

Factors of safety have been calculated by the :

* * * * * MODIFIED BISHOP METHOD * * * * *

The most critical circular failure surface is specified by 19 coordinate points

Point No.	x-surf (ft)	y-surf (ft)
1	19.00	20.00
2	20.00	19.90
3	21.00	19.89
4	21.99	19.95
5	22.98	20.10
6	23.96	20.32
7	24.91	20.63
8	25.84	21.01
9	26.73	21.46

S-EKO06.OPT

10	27.58	21.98
11	28.39	22.57
12	29.15	23.22
13	29.85	23.93
14	30.49	24.70
15	31.07	25.51
16	31.59	26.37
17	32.03	27.27
18	32.39	28.20
19	32.63	28.97

**** Modified BISHOP FOS = 2.370 ****

The following is a summary of the TEN most critical surfaces

Problem Description : Stabilitas Lereng Timbunan Tahap 6

	FOS (BISHOP)	Circle Center x-coord y-coord	Radius	Initial x-coord	Terminal x-coord	Driving Moment
1.	2.370	20.68 32.29	12.40	19.00	32.63	3.751E+01
2.	2.373	20.53 31.67	11.77	19.00	31.98	3.513E+01
3.	2.373	20.74 32.64	12.75	19.00	32.95	3.855E+01
4.	2.373	20.35 31.56	12.48	15.67	32.54	4.278E+01
5.	2.375	20.65 31.79	12.11	17.89	32.43	3.845E+01
6.	2.380	20.73 32.84	13.04	18.44	33.17	3.986E+01
7.	2.381	20.22 32.78	12.91	18.44	32.54	3.661E+01
8.	2.382	19.87 32.52	13.83	14.00	33.23	4.721E+01
9.	2.382	20.27 32.90	13.89	15.11	33.59	4.661E+01
10.	2.387	20.15 32.73	14.14	14.00	33.77	5.003E+01

* * * END OF FILE * * *

LAMPIRAN 2

Data Tanah Dasar



PT. GEOSINDOUTAMA

SOIL INVESTIGATION, SOIL LABORATORY TESTING, SOIL TESTING EQUIPMENT SUPPLIER & TOPOGRAPHY.

Kantor : Jl. Wahid Hasyim No. 24 (Belakang Primagama) Sempaja, SAMARINDA 75119

Kantor : Cabang Makassar : Jl. Teuku Umar Raya No. 31 Makassar

Telp. 0541 - 7761610; 081391454460; Fax: 0541-251642; Email: geosindoutama@yahoo.com

FIELD TESTING RESULT

PROJECT :

**PEMBANGUNAN PKS CBI
INDUSTRIAL AREA**

LOCATION :

**KUMAI - PANGKALAN BUN
KALIMANTAN TENGAH**

PREPARED FOR :

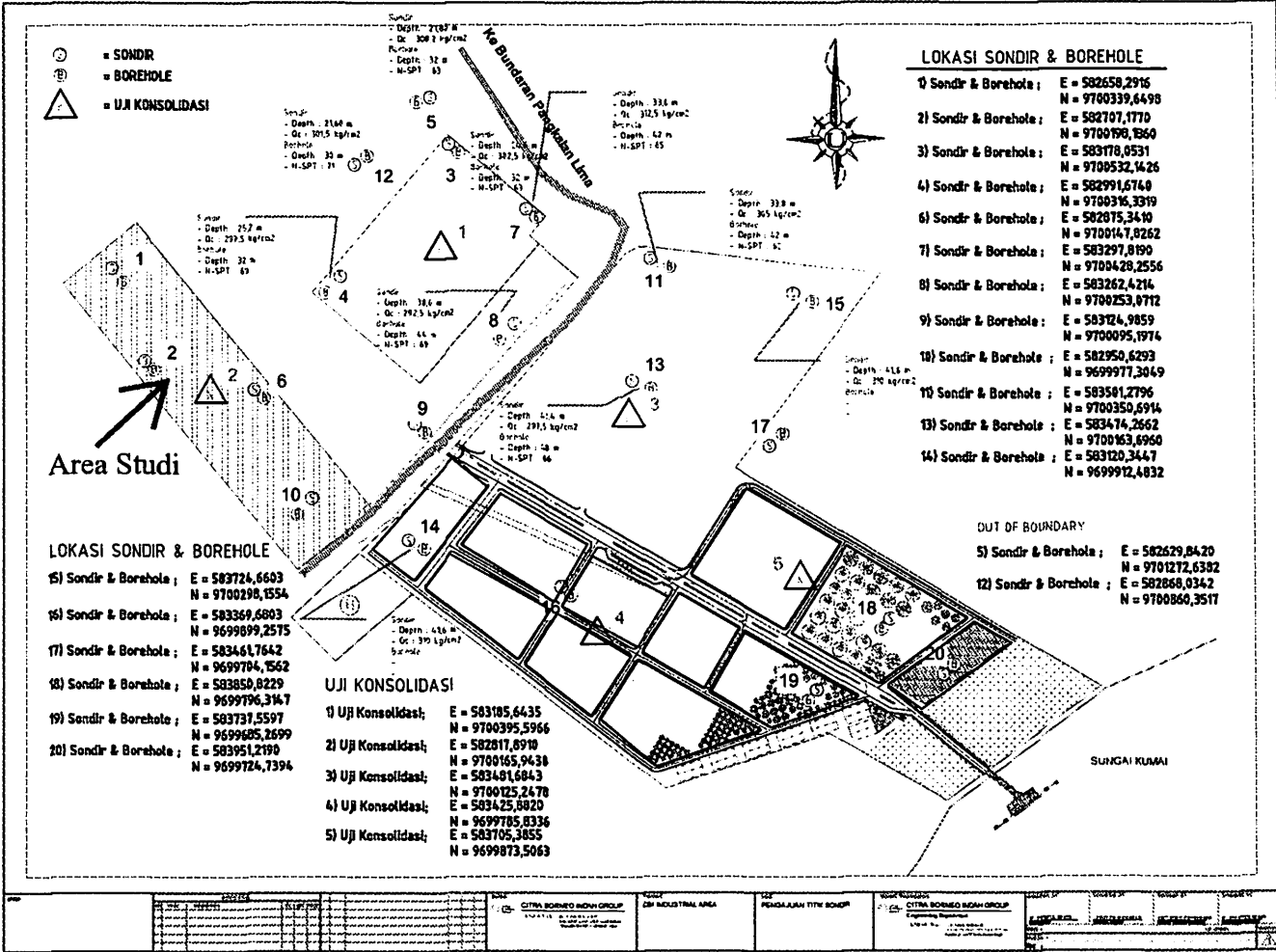
PT. CITRA BORNEO INDAH

13 JULI 2013

LAMPIRAN A

BORING & CPT LOCATION





○ = SONDIR
 ⊙ = BOREHOLE
 △ = UJI KONSOLIDASI

LOKASI SONDIR & BOREHOLE

- 1) Sondir & Borehole ; E = 582650,2916
N = 9700339,6490
- 2) Sondir & Borehole ; E = 582707,1770
N = 9700706,1360
- 3) Sondir & Borehole ; E = 583178,0531
N = 9700532,1426
- 4) Sondir & Borehole ; E = 582991,6740
N = 9700316,3319
- 6) Sondir & Borehole ; E = 582875,3410
N = 970014,70262
- 7) Sondir & Borehole ; E = 583297,8190
N = 9700428,2556
- 8) Sondir & Borehole ; E = 583262,4214
N = 9700253,0712
- 9) Sondir & Borehole ; E = 583124,9859
N = 9700095,1974
- 10) Sondir & Borehole ; E = 582950,6293
N = 9699977,3049
- 11) Sondir & Borehole ; E = 583581,2796
N = 9700350,6914
- 13) Sondir & Borehole ; E = 583474,2662
N = 9700163,6960
- 14) Sondir & Borehole ; E = 583120,3447
N = 9699912,4832

LOKASI SONDIR & BOREHOLE

- 15) Sondir & Borehole ; E = 583724,6603
N = 9700298,1554
- 16) Sondir & Borehole ; E = 583369,6803
N = 9699899,2575
- 17) Sondir & Borehole ; E = 583461,7642
N = 9699794,1562
- 18) Sondir & Borehole ; E = 583850,0229
N = 9699796,3147
- 19) Sondir & Borehole ; E = 583737,5597
N = 9699685,2699
- 20) Sondir & Borehole ; E = 583951,2190
N = 9699724,7394

UJI KONSOLIDASI

- 1) Uji Konsolidasi ; E = 583185,6435
N = 9700395,5966
- 2) Uji Konsolidasi ; E = 582817,6710
N = 9700165,9438
- 3) Uji Konsolidasi ; E = 583481,6843
N = 9700125,2478
- 4) Uji Konsolidasi ; E = 583425,5820
N = 9699785,8336
- 5) Uji Konsolidasi ; E = 583705,3855
N = 9699873,5083

OUT OF BOUNDARY

- 5) Sondir & Borehole ; E = 582629,8420
N = 9701272,6382
- 12) Sondir & Borehole ; E = 582868,0342
N = 9700860,3517

NO	REVISI	REVISI	NO	REVISI	REVISI

CITRA BONOBO BUNAH GROUP
 Engineering Department

PT. MOULTURAL AREA
 PT. MOULTURAL AREA

PT. PERAGAJUAN TITIK BONGOR
 PT. PERAGAJUAN TITIK BONGOR

CITRA BONOBO BUNAH GROUP
 Engineering Department

NO	REVISI	REVISI	NO	REVISI	REVISI

LAMPIRAN B

BOR HOLE



SUMMARY OF BORLOG

Project : PKS CBI Industrial Area
 Location : Kumai - Pangkalan Bun, Kalimantan Tengah

No.	Type Soil, Penetration, N-SPT	BH.01	BH.02	BH.03	BH.04	BH.05	BH.06	BH.07
1	GWL (meter)	-	-	-	-	-	-	-
2	Organic Matter, (elevation, meter)	0.00 - 2.00	0.00 - 2.00	0.00 - 2.00	0.00 - 2.00	0.00 - 4.00	0.00 - 4.00	0.00 - 6.00
	Depth (meter)	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	4.00	6.00
	N-SPT	2	2	2	2	2	2	2
3	Sandy clay, (elevation, meter)	6.00 - 10.00	4.00 - 12.00	6.00 - 8.00; 18.00 - 20.00	-	18.00 - 20.00	16.00 - 20.00	16.00 - 20.00
	Depth (meter)	4.00	7.00	2.00; 2.00	-	2.00	4.00	4.00
	N-SPT	2 - 10	2 - 14	4; 18	-	29	18 - 24	9 - 14
4	Clay.(elevation, meter)	2.00 - 6.00; 10.00 - 14.00	2.00 - 4.00; 13.00 - 14.00	2.00 - 6.00; 12.00 - 18.00	2.00 - 18.00	4.00 - 18.00	4.00 - 16.00	6.00 - 16.00
	Depth (meter)	1.00; 2.00	1.00; 1.00	4.00; 6.00	16.00	14.00	12.00	10.00
	N-SPT	2; 14 - 21	2; 22	2; 16	2 - 22	2 - 18	2 - 13	2 - 6
5	Sand.(elevation, meter)	14.00 - 26.00	15.00 - 28.00	20.00 - 32.00	18.00 - 32.00	20.00 - 32.00	20.00 - 36.00	20.00 - 42.00
	Depth (meter)	12.00	13.00	12.00	14.00	12.00	16.00	22.00
	N-SPT	27 - 60	27 - 66	29 - 63	28 - 69	34 - 63	26 - 63	16 - 65

SUMMARY OF BORLOG

Project : PKS CBI Industrial Area
 Location : Kumai - Pangkalan Bun, Kalimantan Tengah

No.	Type Soil, Penetration, N-SPT	BH.08	BH.09	BH.10	BH.11	BH.12	BH.13	BH.14
6	GWL (meter)	-	-	-	-	-	-	-
7	Organic Matter. (elevation, meter)	0.00 - 6.00	0.00 - 6.00	0.00 - 4.00	0.00 - 6.00	0.00 - 2.00	0.00 - 6.00	0.00 - 6.00
	Depth (meter)	6.00	6.00	4.00	6.00	2.00	6.00	6.00
	N-SPT	2	2	2	2	2	2	2
8	Sandy clay. (elevation, meter)	26.00 - 30.00	26.00 - 30.00	26.00 - 28.00	20.00 - 24.00	-	24.00 - 28.00	26.00 - 30.00
	Depth (meter)	4.00	4.00	2.00	4.00	-	4.00	4.00
	N-SPT	30 - 36	32 - 36	24	19 - 24	-	14 - 16	24 - 28
9	Clay.(elevation, meter)	6.00 - 26.00	6.00 - 26.00	4.00 - 26.00	6.00 - 20.00	2.00 - 18.00	6.00 - 24.00	6.00 - 26.00
	Depth (meter)	20.00	20.00	22.00	14.00	14.00	18.00	20.00
	N-SPT	2 - 24	2 - 27	2 - 18	2 - 16	2 - 35	2 - 12	2 - 19
10	Sand.(elevation, meter)	30.00 - 42.00	30.00 - 48.00	28.00 - 46.00	24.00 - 42.00	18.00 - 30.00	28.00 - 48.00	30.00 - 46.00
	Depth (meter)	12.00	18.00	18.00	18.00	12.00	20.00	16.00
	N-SPT	38 - 69	39 - 77	28 - 64	27 - 62	43 - 71	23 - 66	32 - 67

LAMPIRAN D

LABORATORY TEST RESULT



SUMMARY OF SOIL LABORATORY TEST

Project : Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit

Location : Kumai, Pangkalan Bun - KALTENG

Page : 01

No. BH	Depth	Moisture Content (W) (%)	Density (γ) (gram/cm ³)	Specific Gravity (GS)	Void Ratio (e)	Atterberg Limit			Hydrometer				Unconfine Compression qu (Kg/cm ²)	Direct Shear		Consolidation		Remarks		
						LL	PL	PI	Clay	Silt	Sand	Gravell		SYMBOL	Name	φ (°)	C (Kg/cm ²)		Cv (x 10 ⁻² /day)	Cc
						(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)								
BH - 01	-(04,50 - 05,00 m)	95.20	1.81	2.71	2.58	39.79	22.27	17.52	40.63	38.57	18.60	2.20	CL	Silty clay	0.216	7	0.108	0.171	0.429	
	-(09,50 - 10,00 m)	91.58	1.77	2.71	2.48	36.34	20.45	15.89	42.43	41.77	14.60	1.20	CL	Silty clay	0.232	10	0.118	0.141	0.552	
	-(14,50 - 15,00 m)	73.19	1.75	2.63	1.92	Non Plastis			21.22	12.38	65.60	0.80	SP	Sand Poor Graded	Non Plastis	19	-	0.500	0.140	Sand
	-(19,50 - 20,00 m)	70.91	1.76	2.67	1.90	Non Plastis			25.02	14.78	59.80	0.40	SP	Sand Poor Graded	Non Plastis	13	-	0.366	0.153	Sand
	-(24,50 - 25,00 m)	59.47	1.78	2.62	1.56	Non Plastis			22.02	18.18	59.20	0.60	SP	Sand Poor Graded	Non Plastis	20	-	0.352	0.188	Sand
BH - 02	-(04,50 - 05,00 m)	104.55	1.80	2.73	2.85	36.26	21.15	15.11	41.63	40.77	14.40	3.20	CL	Silty clay	0.212	10	0.106	0.302	0.363	
	-(09,50 - 10,00 m)	94.65	1.81	2.73	2.58	36.78	26.59	10.20	43.63	44.37	11.80	0.20	CL	Clayey silt	0.246	10	0.120	0.330	0.276	
	-(14,50 - 15,00 m)	82.91	1.74	2.67	2.22	Non Plastis			20.42	16.98	61.40	1.20	SP	Sand Poor Graded	Non Plastis	13	-	0.390	0.166	Sand
	-(19,50 - 20,00 m)	80.91	1.66	2.64	2.14	Non Plastis			22.42	23.78	52.80	1.00	SP	Sand Poor Graded	Non Plastis	16	-	0.265	0.171	Sand
	-(24,50 - 25,00 m)	73.46	1.67	2.65	1.94	Non Plastis			23.02	18.78	57.80	0.40	SP	Sand Poor Graded	Non Plastis	23	-	0.355	0.158	Sand

SUMMARY OF SOIL LABORATORY TEST

Project : Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit

Location : Kumai, Pangkalan Bun - KALTENG

Page : 03

No. BH	Depth	Moisture Content (W) (%)	Density (γ) (gram/cm ³)	Specific Gravity (GS)	Void Ratio (e)	Atterberg Limit			Hydrometer					Unconfined Compression qu (Kg/cm ²)	Direct Shear		Consolidation		Remarks	
						LL	PL	PI	Clay	Silt	Sand	Gravel	SYMBOL		Name	φ (°)	C (Kg/cm ²)	Cv (x 10 ³ cm ² /day)		Cc
						(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)								
BH - 05	(04,50 - 05,00 m)	86.19	1.78	2.73	2.35	38.81	21.20	17.61	40.83	39.77	18.20	1.20	CL	Silty clay	0.235	13	0.116	0.235	0.324	
	(09,50 - 10,00 m)	83.67	1.79	2.72	2.27	39.56	20.87	18.69	42.23	39.17	18.20	0.40	CL	Silty clay	0.255	13	0.128	0.290	0.490	
	(14,50 - 15,00 m)	87.94	1.81	2.73	2.40	38.41	25.00	13.41	42.63	38.57	17.60	1.20	CL	Silty clay	0.267	19	0.137	0.273	0.569	
	(19,50 - 20,00 m)	64.85	1.67	2.64	1.71	Non Plastis			23.22	38.57	17.60	1.20	SP	Sand Poor Graded	Non Plastis	19	-	0.175	0.140	Sand
	(24,50 - 25,00 m)	61.41	1.66	2.67	1.64	Non Plastis			20.62	38.57	17.60	1.20	SP	Sand Poor Graded	Non Plastis	19	-	0.229	0.188	Sand
	(29,50 - 30,00 m)	50.95	1.68	2.66	1.36	Non Plastis			21.62	38.57	17.60	1.20	SP	Sand Poor Graded	Non Plastis	20	-	0.316	0.219	Sand
BH - 06	(04,50 - 05,00 m)	91.07	1.78	2.63	2.40	40.37	26.97	13.40	42.43	40.37	15.80	1.40	CL	Silty clay	0.267	7	0.133	0.247	0.363	
	(09,50 - 10,00 m)	92.43	1.82	2.73	2.53	38.35	23.71	14.64	42.83	40.17	16.20	0.80	CL	Silty clay	0.241	12	0.120	0.247	0.473	
	(14,50 - 15,00 m)	86.83	1.78	2.75	2.39	39.58	23.24	16.34	38.43	41.57	19.40	0.60	CL	Silty clay	0.284	18	0.283	0.303	0.398	
	(19,50 - 20,00 m)	78.79	1.75	2.67	2.10	Non Plastis			21.82	24.18	52.80	1.20	SP	Sand Poor Graded	Non Plastis	19	-	0.338	0.166	Sand
	(24,50 - 25,00 m)	66.11	1.66	2.65	1.75	Non Plastis			24.22	16.78	57.80	1.20	SP	Sand Poor Graded	Non Plastis	13	-	0.389	0.175	Sand
	(29,50 - 30,00 m)	58.48	1.68	2.64	1.54	Non Plastis			24.42	18.18	56.00	1.40	SP	Sand Poor Graded	Non Plastis	13	-	0.421	0.219	Sand
	(34,50 - 35,00 m)	50.16	1.70	2.62	1.31	Non Plastis			19.22	25.38	54.80	0.60	SP	Sand Poor Graded	Non Plastis	23	-	0.425	0.180	Sand

SUMMARY OF SOIL LABORATORY TEST

Project : Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit

Location : Kumai, Pangkalan Bun - KALTENG

Page : 05

No. BH	Depth	Moisture Content (W) (%)	Density (Y) (gram/cm ³)	Specific Gravity (GS)	Void Ratio (e)	Atterberg Limit			Hydrometer					Unconfine Compression qu (Kg/cm ²)	Direct Shear		Consolidation		Remarks	
						LL	PL	PI	Clay	Silt	Sand	Gravell	SYMBOL		Name	ϕ (°)	C (Kg/cm ²)	Cv (x 10 ⁻² cm ² /drink)		Cc
						(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)								
BH - 09	(14,50 - 15,00 m)	92.65	1.78	2.72	2.52	35.05	23.75	11.30	43.83	41.97	13.80	0.40	CL	Silty clay	0.264	9	0.133	0.324	0.412	
	(19,50 - 20,00 m)	84.26	1.80	2.56	2.16	40.16	23.45	16.71	43.03	40.77	15.80	0.40	CL	Silty clay	0.287	10	0.143	0.277	0.412	
	(24,50 - 25,00 m)	85.96	1.78	2.74	2.35	38.86	25.00	13.86	38.43	44.17	16.60	0.80	CL	Silty clay	0.311	19	0.153	0.199	0.425	
	(29,50 - 30,00 m)	75.62	1.68	2.63	1.99	Non Plastis			20.82	21.38	56.00	1.80	SP	Sand Poor Graded	Non Plastis	13	-	0.288	0.136	Sand
	(34,50 - 35,00 m)	54.34	1.65	2.62	1.42	Non Plastis			19.42	20.78	58.20	1.60	SP	Sand Poor Graded	Non Plastis	16	-	0.350	0.144	Sand
	(39,50 - 40,00 m)	47.70	1.68	2.64	1.26	Non Plastis			20.22	20.18	56.80	2.80	SP	Sand Poor Graded	Non Plastis	13	-	0.263	0.162	Sand
	(44,50 - 45,00 m)	46.78	1.67	2.62	1.22	Non Plastis			22.42	18.58	57.00	1.40	SP	Sand Poor Graded	Non Plastis	26	-	0.253	0.232	Sand
BH - 10	(09,50 - 10,00 m)	91.07	1.78	2.73	2.49	36.29	22.34	13.95	38.43	46.97	14.00	0.60	CL	Silty clay	0.230	13	0.116	0.354	0.504	
	(14,50 - 15,00 m)	88.24	1.81	2.71	2.39	38.51	22.34	16.17	37.13	41.97	20.00	0.60	CL	Silty clay	0.221	16	0.106	0.314	0.622	
	(19,50 - 20,00 m)	85.02	1.75	2.75	2.34	39.36	18.75	20.61	43.23	41.57	14.80	0.40	CL	Silty clay	0.266	16	0.131	0.196	0.596	
	(24,50 - 25,00 m)	90.69	1.67	2.73	2.47	44.33	24.66	19.67	41.23	43.37	14.60	0.80	CL	Silty clay	0.356	13	0.174	0.200	0.504	
	(29,50 - 30,00 m)	50.92	1.69	2.64	1.34	Non Plastis			21.82	19.88	56.70	1.60	SP	Sand Poor Graded	Non Plastis	13	-	0.413	0.166	Sand
	(34,50 - 35,00 m)	49.55	1.69	2.62	1.30	Non Plastis			20.22	21.38	56.80	1.60	SP	Sand Poor Graded	Non Plastis	10	-	0.403	0.206	Sand
	(39,50 - 40,00 m)	47.39	1.68	2.62	1.24	Non Plastis			21.42	17.98	57.80	2.80	SP	Sand Poor Graded	Non Plastis	16	-	0.314	0.188	Sand
	(44,50 - 45,00 m)	50.13	1.69	2.62	1.32	Non Plastis			23.42	17.98	57.20	1.40	SP	Sand Poor Graded	Non Plastis	23	-	0.227	0.241	Sand



SOIL INVESTIGATION, SOIL LABORATORY TESTING, SOIL TESTING EQUIPMENT SUPPLIER & TOPOGRAPHY
 Kantor: Jl. Wahid Hasyim No. 24 (Belakang Primagama) Senupa, SAMARINDA 75119
 Kantor: Cabang Makassar: Jl. Tenka Umar Ray, No. 31 Makassar
 Telp. 0541 - 7761610, 081391454460, Fax: 0541-251642, Email: geosindoutama@ yahoo.com

BOR LOG EXPLORATION

PROJECT	PKS CBI Industrial Area	No. BH	BH. 10
LOCATION	Kumai - Paangkalan Bun, Kalimantan Tengah	DATE COMMENCED	18 Jun 2013
COORDINATES	X = 0582950, Y = 9699977	DATE COMPLETED	18 Jun 2013
GROUND ELEVATION		SOIL & MAT ENGINEER	M. Ridwan, S.T. M. Eng
BORING METHODE	Rotary Core Drilling	BOR MASTER DRILLER	Irsal Djafar
TOTAL DEPTH (- m)	46 m	SHEET No.	10 of

DEPTH (cm)	Thickness (m)	G.W.L. (m)	SYMBOL	VISUAL DESCRIPTION	COLOR	UNDISTURBED SAMPLES	SPT No.	STANDARD PENETRATION TEST (ASTM - D.1586)															
								N VALUE				NUMBER OF BLOWS											
								N Cm	N Cm	N Cm	N	0	20	40	60	80	100	120					
23				Medium, Clay	Brown																		
24				s.d.a	s.d.a		12	5	7	7													
25				Medium, Clay	Brown	UDS 04		15	15	15													
26				s.d.a	s.d.a		13	7	8	10													
27				Medium, Sandy clay	White			15	15	15													
28				s.d.a	s.d.a		14	9	11	13													
29				Medium Dense, Sand	White			15	15	15													
30				s.d.a	s.d.a	UDS 05	15	11	13	15													
31				Dense, Sand	White			15	15	15													
32				s.d.a	s.d.a		16	13	16	16													
33				Dense, Sand	White			15	15	15													
34				s.d.a	s.d.a		17	15	17	19													
35				Dense, Sand	White	UDS 06		15	15	15													
36				s.d.a	s.d.a		18	16	18	21													
37				Dense, Sand	White			15	15	15													
38				s.d.a	s.d.a		19	18	20	23													
39				Dense, Sand	White			15	15	15													
40				s.d.a	s.d.a	UDS 07	20	21	23	25													
41				Very Dense, Sand	White			15	15	15													
42				s.d.a	s.d.a		21	22	25	28													
43				Very Dense, Sand	White			15	15	15													
44				s.d.a	s.d.a		22	23	28	31													
45				Very Dense, Sand	White	UDS 08		15	15	15													
46				s.d.a	s.d.a		23	27	30	34													
47								15	15	15													
48																							

END OF BORE HOLE 46.00 M



PT. GEOSINDO UTAMA

SOIL INVESTIGATION, SOIL LABORATORY TESTING, SOIL TESTING EQUIPMENT SUPPLIER & TOPOGRAPHY
 Kantor: Jl. Wahid Hasyim No. 24 (Belakang Primagama) Sempaja, SAMARINDA 75119
 Kantor: Cabang Makassar: Jl. Teuku Umar Raya No. 31 Makassar
 Telp. 0541 - 7761610; 081391454460; Fax: 0541-251642; Email: geosindoutama@yahoo.com



CONE PENETRATION TEST

No. Point : S.10 Date : 14 Juni 2013
 Coordinat : X = 0582950; Y = 9699977 Tested By : Team Geosindo
 Project : PKS CBI Industrial Area Checked By : M Ridwan, ST, M. Eng
 Location : Kumai - Pangkalan Bun, Kalimantan Tengah G.W.L. : -2.00 m
 Weather : Cerah

Depth (m)	Manometer Reading		Cone Resistance M ₁ , C ₀ (kg/cm ²)	Local Resistance (M ₂ - M ₁), C ₁ (kg/cm)	Local Friction HL=(M ₂ -M ₁)C ₂ L/l (kg/cm)	Total Friction JHL= ΣHL (kg/cm)	Friction Ratio (%)
	M ₁ (kg/cm ²)	M ₂ (kg/cm ²)					
0.00							
20							
40							
60							
80							
1.00							
20							
40							
60							
80							
2.00							
20							
40							
60							
80							
3.00							
20							
40							
60							
80							
4.00							
20							
40							
60							
80							
5.00							
20							
40							
60							
80							
6.00							
20							
40							
60							
80							
7.00	2	4	2.02	0.13	2.62	2.62	6.56
20	2	4	2.02	0.13	2.62	5.24	6.56
40	2	4	2.02	0.13	2.62	7.87	6.56
60	2	4	2.02	0.13	2.62	10.49	6.56
80	2	4	2.02	0.13	2.62	13.11	6.56
8.00	2	4	2.02	0.13	2.62	15.73	6.56
20	2	4	2.02	0.13	2.62	18.36	6.56
40	5	8	5.06	0.20	3.93	22.29	3.93
60	5	8	5.06	0.20	3.93	26.22	3.93
80	5	8	5.06	0.20	3.93	30.16	3.93
9.00	5	8	5.06	0.20	3.93	34.09	3.93
9.00	7	13	7.08	0.39	7.87	41.96	5.62

Note :
 Dp = 3.56 cm
 Dk = 3.54 cm
 Ds = 3.58 cm
 L = 20.00 cm
 l = 13.50 cm
 Co. : (Dp/Dk)² = 1.0113
 C1. : (Dp²/4Ds.l) = 0.0656
 C2. : (Dp²/4.Ds) = 0.8850



SOIL INVESTIGATION, SOIL LABORATORY TESTING, SOIL TESTING EQUIPMENT SUPPLIER & TOPOGRAPHY.

Kantor: Jl. Wahid Hasyim No. 24 (Belakang Primagama) Sempaja, SAMARINDA 75119

Kantor: Cabang Makassar : Jl. Teuku Umar Raya No. 31 Makassar

Telp. 0541 - 7761610; 081391454460, Fax: 0541-251642, E-mail: geosindoutama@yahoo.com

CONE PENETRATION TEST

No. Point : S.10	Date : 14 Juni 2013
Coordinat : X = 0582950; Y = 9699977	Tested By : Team Geosindo
Project : PKS CBI Industrial Area	Checked By : M Ridwan, ST, M. Eng
Location : Kumai - Pangkalan Bun, Kalimantan Tengah	G.W.L. : -2.00 m
Weather : Cerah	

Depth (m)	Manometer Reading		Cone Resistance M_1, C_0 (kg/cm ²)	Local Resistance $(M_2 - M_1) \cdot C_1$ (kg/cm)	Local Friction $HL = (M_2 - M_1) \cdot C_2 / L$ (kg/cm)	Total Friction $JHL = \Sigma HL$ (kg/cm)	Friction Ratio (%)
	M_1 (kg/cm ²)	M_2 (kg/cm ²)					
9.00	7	13	7.08	0.39	7.87	41.96	5.62
20	7	13	7.08	0.39	7.87	49.82	5.62
40	7	13	7.08	0.39	7.87	57.69	5.62
60	10	15	10.11	0.33	6.56	64.25	3.28
80	10	15	10.11	0.33	6.56	70.80	3.28
10.00	10	15	10.11	0.33	6.56	77.36	3.28
20	10	15	10.11	0.33	6.56	83.91	3.28
40	10	15	10.11	0.33	6.56	90.47	3.28
60	14	19	14.16	0.33	6.56	97.03	2.34
80	14	19	14.16	0.33	6.56	103.58	2.34
11.00	14	19	14.16	0.33	6.56	110.14	2.34
20	14	19	14.16	0.33	6.56	116.69	2.34
40	14	19	14.16	0.33	6.56	123.25	2.34
60	17	23	17.19	0.39	7.87	131.12	2.31
80	17	23	17.19	0.39	7.87	138.98	2.31
12.00	17	23	17.19	0.39	7.87	146.85	2.31
20	17	23	17.19	0.39	7.87	154.72	2.31
40	23	30	23.26	0.46	9.18	163.89	2.00
60	23	30	23.26	0.46	9.18	173.07	2.00
80	23	30	23.26	0.46	9.18	182.25	2.00
13.00	23	30	23.26	0.46	9.18	191.43	2.00
20	23	30	23.26	0.46	9.18	200.61	2.00
40	23	30	23.26	0.46	9.18	209.78	2.00
60	27	33	27.31	0.39	7.87	217.65	1.46
80	27	33	27.31	0.39	7.87	225.52	1.46
14.00	27	33	27.31	0.39	7.87	233.39	1.46
20	27	33	27.31	0.39	7.87	241.25	1.46
40	30	35	30.34	0.33	6.56	247.81	1.09
60	30	35	30.34	0.33	6.56	254.36	1.09
80	30	35	30.34	0.33	6.56	260.92	1.09
15.00	35	40	35.40	0.33	6.56	267.48	0.94
20	35	40	35.40	0.33	6.56	274.03	0.94
40	35	40	35.40	0.33	6.56	280.59	0.94
60	35	40	35.40	0.33	6.56	287.14	0.94
80	40	40	40.45	0.00	0.00	287.14	0.00
16.00	40	46	40.45	0.39	7.87	295.01	0.98
20	40	46	40.45	0.39	7.87	302.88	0.98
40	43	50	43.49	0.46	9.18	312.05	1.07
60	43	50	43.49	0.46	9.18	321.23	1.07
80	43	50	43.49	0.46	9.18	330.41	1.07
17.00	45	52	45.51	0.46	9.18	339.59	1.02
20	45	52	45.51	0.46	9.18	348.77	1.02
40	45	52	45.51	0.46	9.18	357.94	1.02
60	51	56	51.58	0.33	6.56	364.50	0.64
80	51	56	51.58	0.33	6.56	371.06	0.64
18.00	51	56	51.58	0.33	6.56	377.61	0.64

Note : Dp = 3.56 cm Dk = 3.54 cm Ds = 3.58 cm L = 20.00 cm I = 13.50 cm	Co. : $(Dp/Dk)^2 = 1.0113$ C1. : $(Dp^2/4Ds \cdot I) = 0.0656$ C2. : $(Dp^2/4 \cdot Ds) = 0.8850$
--	---



SOIL INVESTIGATION, SOIL LABORATORY TESTING, SOIL TESTING EQUIPMENT SUPPLIER & TOPOGRAPHY

Kantor: Jl. Wahid Hasyim No. 24 (Belakang Primagama) Sempaja, SAMARINDA 75119

Kantor: Cabang Makassar: Jl. Tenku Umar Raya No. 31 Makassar

Telp. 0541 - 7761610, 081391454460, Fax: 0541-251642, E-mail: geosindoutama@yahoo.com

CONE PENETRATION TEST

No. Point	: S.10	Date	: 14 Juni 2013
Coordinat	: X = 0582950; Y = 9699977	Tested By	: Team Geosindo
Project	: PKS CBI Industrial Area	Checked By	: M Ridwan, ST, M. Eng
Location	: Kumai - Pangkalan Bun, Kalimantan Tengah	G.W.L.	: -2.00 m
Weather	: Cerah		

Depth (m)	Manometer Reading		Cone Resistance M_1, C_0 (kg/cm ²)	Local Resistance $(M_2 - M_1) \cdot C_1$ (kg/cm)	Local Friction $HL = (M_2 - M_1) \cdot C_2 \cdot L / I$ (kg/cm)	Total Friction $\Sigma HL = \Sigma HL$ (kg/cm)	Friction Ratio (%)
	M_1 (kg/cm ²)	M_2 (kg/cm ²)					
18.00	51	56	51.58	0.33	6.56	377.61	0.64
20	51	56	51.58	0.33	6.56	384.17	0.64
40	51	56	51.58	0.33	6.56	390.72	0.64
60	57	56	57.65	-0.07	-1.31	389.41	-0.12
80	57	63	57.65	0.39	7.87	397.28	0.69
19.00	57	63	57.65	0.39	7.87	405.15	0.69
20	57	63	57.65	0.39	7.87	413.01	0.69
40	60	65	60.68	0.33	6.56	419.57	0.55
60	60	65	60.68	0.33	6.56	426.12	0.55
80	60	65	60.68	0.33	6.56	432.68	0.55
20.00	64	70	64.73	0.39	7.87	440.55	0.61
20	64	70	64.73	0.39	7.87	448.41	0.61
40	64	70	64.73	0.39	7.87	456.28	0.61
60	70	75	70.79	0.33	6.56	462.84	0.47
80	70	75	70.79	0.33	6.56	469.39	0.47
21.00	70	75	70.79	0.33	6.56	475.95	0.47
20	75	81	75.85	0.39	7.87	483.82	0.52
40	75	81	75.85	0.39	7.87	491.68	0.52
60	75	81	75.85	0.39	7.87	499.55	0.52
80	75	81	75.85	0.39	7.87	507.42	0.52
22.00	80	85	80.91	0.33	6.56	513.97	0.41
20	80	85	80.91	0.33	6.56	520.53	0.41
40	80	85	80.91	0.33	6.56	527.08	0.41
60	80	85	80.91	0.33	6.56	533.64	0.41
80	80	85	80.91	0.33	6.56	540.19	0.41
23.00	85	90	85.96	0.33	6.56	546.75	0.39
20	85	90	85.96	0.33	6.56	553.31	0.39
40	85	90	85.96	0.33	6.56	559.86	0.39
60	90	96	91.02	0.39	7.87	567.73	0.44
80	90	96	91.02	0.39	7.87	575.60	0.44
24.00	90	96	91.02	0.39	7.87	583.46	0.44
20	94	100	95.07	0.39	7.87	591.33	0.42
40	94	100	95.07	0.39	7.87	599.20	0.42
60	94	100	95.07	0.39	7.87	607.06	0.42
80	100	107	101.13	0.46	9.18	616.24	0.46
25.00	100	107	101.13	0.46	9.18	625.42	0.46
20	100	107	101.13	0.46	9.18	634.60	0.46
40	100	107	101.13	0.46	9.18	643.78	0.46
60	107	115	106.21	0.52	10.49	654.27	0.49
80	107	115	106.21	0.52	10.49	664.75	0.49
26.00	114	120	115.29	0.39	7.87	672.62	0.35
20	114	120	115.29	0.39	7.87	680.49	0.35
40	114	120	115.29	0.39	7.87	688.36	0.35
60	118	125	119.34	0.46	9.18	697.53	0.39
80	118	125	119.34	0.46	9.18	706.71	0.39
27.00	118	125	119.34	0.46	9.18	715.89	0.39
	118	125	119.34	0.46	9.18	725.07	0.39

Note :
 Dp = 3.56 cm
 Dk = 3.54 cm
 Ds = 3.58 cm
 L = 20.00 cm
 I = 13.50 cm
 Co. : $(Dp/Dk)^2 = 1.0113$
 C1. : $(Dp^2/4Ds \cdot I) = 0.0656$
 C2. : $(Dp^2/4 \cdot Ds) = 0.8850$



SOIL INVESTIGATION, SOIL LABORATORY TESTING, SOIL TESTING EQUIPMENT SUPPLIER & TOPOGRAPHY.

Kantor: Jl. Wahid Hasyim No. 24 (Belakang Primagama) Sempaja, SAMARINDA 75119

Kantor: Cabang Makassar - Jl. Teuku Umar Raya No. 31 Makassar

Telp.0541 - 7761610; 081391454460, Fax: 0541-251642; Email: geosindoutama@yahoo.com

CONE PENETRATION TEST

No. Point	: S.10	Date	: 14 Juni 2013
Coordinat	: X = 0582950; Y = 9699977	Tested By	: Team Geosindo
Project	: PKS CBI Industrial Area	Checked By	: M Ridwan, ST, M. Eng
Location	: Kumai - Pangkalan Bun, Kalimantan Tengah	G.W.L.	: -2.00 m
Weather	: Cerah		

Depth (m)	Manometer Reading		Cone Resistance M ₁ , C ₀ (kg/cm ²)	Local Resistance (M ₂ - M ₁), C ₁ (kg/cm)	Local Friction HL=(M ₂ -M ₁)C ₂ L/l (kg/cm)	Total Friction JHL= ΣHL (kg/cm)	Friction Ratio (%)
	M ₁ (kg/cm ²)	M ₂ (kg/cm ²)					
27.00	118	125	119.34	0.46	9.18	715.89	0.39
20	118	125	119.34	0.46	9.18	725.07	0.39
40	122	129	123.38	0.46	9.18	734.25	0.38
60	122	129	123.38	0.46	9.18	743.42	0.38
80	122	129	123.38	0.46	9.18	752.60	0.38
28.00	130	135	131.47	0.33	6.56	759.16	0.25
20	130	135	131.47	0.33	6.56	765.71	0.25
40	130	135	131.47	0.33	6.56	772.27	0.25
60	135	140	136.53	0.33	6.56	778.82	0.24
80	135	140	136.53	0.33	6.56	785.38	0.24
29.00	135	140	136.53	0.33	6.56	791.94	0.24
20	145	150	146.64	0.33	6.56	798.49	0.23
40	145	150	146.64	0.33	6.56	805.05	0.23
60	145	150	146.64	0.33	6.56	811.60	0.23
80	145	150	146.64	0.33	6.56	818.16	0.23
30.00	150	157	151.70	0.46	9.18	827.34	0.31
20	150	157	151.70	0.46	9.18	836.52	0.31
40	150	157	151.70	0.46	9.18	845.69	0.31
60	150	157	151.70	0.46	9.18	854.87	0.31
80	150	157	151.70	0.46	9.18	864.05	0.31
31.00	160	166	161.81	0.39	7.87	871.92	0.25
20	160	166	161.81	0.39	7.87	879.78	0.25
40	160	166	161.81	0.39	7.87	887.65	0.25
60	170	175	171.93	0.33	6.56	894.21	0.19
80	170	175	171.93	0.33	6.56	900.76	0.19
32.00	170	175	171.93	0.33	6.56	907.32	0.19
20	170	175	171.93	0.33	6.56	913.87	0.19
40	185	193	187.10	0.52	10.49	924.36	0.28
60	185	193	187.10	0.52	10.49	934.85	0.28
80	185	193	187.10	0.52	10.49	945.34	0.28
33.00	185	193	187.10	0.52	10.49	955.83	0.28
20	190	195	192.15	0.33	6.56	962.39	0.17
40	190	195	192.15	0.33	6.56	968.94	0.17
60	200	206	202.27	0.39	7.87	976.81	0.20
80	200	206	202.27	0.39	7.87	984.68	0.20
34.00	200	206	202.27	0.39	7.87	992.54	0.20
20	210	217	212.38	0.46	9.18	1001.72	0.22
40	210	217	212.38	0.46	9.18	1010.90	0.22
60	215	222	217.44	0.46	9.18	1020.08	0.21
80	215	222	217.44	0.46	9.18	1029.25	0.21
35.00	225	230	227.55	0.33	6.56	1035.81	0.15
20	225	230	227.55	0.33	6.56	1042.37	0.15
40	225	230	227.55	0.33	6.56	1048.92	0.15
60	235	241	237.66	0.39	7.87	1056.79	0.17
80	235	241	237.66	0.39	7.87	1064.66	0.17
36.00	240	247	242.72	0.46	9.18	1073.83	0.19

Note :	Dp	= 3.56 cm	Co. :	$(Dp/Dk)^2$	= 1.0113
	Dk	= 3.54 cm	C1. :	$(Dp^2/4Ds.l)$	= 0.0656
	Ds	= 3.58 cm	C2. :	$(Dp^2/4.Ds)$	= 0.8850
	L	= 20.00 cm			
	l	= 13.50 cm			



SOIL INVESTIGATION, SOIL LABORATORY TESTING, SOIL TESTING EQUIPMENT SUPPLIER & TOPOGRAPHY.

Kantor: Jl. Wahid Hasyim No. 24 (Belakang Primagama) Sempaja, SAMARINDA 75119

Kantor: Cabang Makassar : Jl. Teuku Umar Raya No. 31 Makassar

Telp.0541 - 7761610; 081391454460, Fax: 0541-251642; Email: geosindoutama@yahoo.com

CONE PENETRATION TEST

No. Point	: S.10	Date	: 14 Juni 2013
Coordinat	: X = 0582950; Y = 9699977	Tested By	: Team Geosindo
Project	: PKS CBI Industrial Area	Checked By	: M Ridwan, ST, M. Eng
Location	: Kumai - Pangkalan Bun, Kalimantan Tengah	G.W.L.	: -2.00 m
Weather	: Cerah		

Depth (m)	Manometer Reading		Cone Resistance M_1, C_0 (kg/cm ²)	Local Resistance $(M_2 - M_1) \cdot C_1$ (kg/cm)	Local Friction $HL = (M_2 - M_1) \cdot C_2 \cdot L / I$ (kg/cm)	Total Friction JHL = Σ HL (kg/cm)	Friction Ratio (%)
	M_1 (kg/cm ²)	M_2 (kg/cm ²)					
36.00	240	247	242.72	0.46	9.18	1073.83	0.19
20	240	247	242.72	0.46	9.18	1083.01	0.19
40	250	256	252.83	0.39	7.87	1090.88	0.16
60	250	256	252.83	0.39	7.87	1098.75	0.16
80	260	265	262.95	0.33	6.56	1105.30	0.13
37.00	260	265	262.95	0.33	6.56	1111.86	0.13
20	260	265	262.95	0.33	6.56	1118.41	0.13
40	275	282	278.12	0.46	9.18	1127.59	0.17
60	275	282	278.12	0.46	9.18	1136.77	0.17
80	275	282	278.12	0.46	9.18	1145.95	0.17
38.00	285	295	288.23	0.66	13.11	1159.06	0.23
20	285	295	288.23	0.66	13.11	1172.17	0.23
40	285	295	288.23	0.66	13.11	1185.28	0.23
60	300	325	303.40	1.64	32.78	1218.06	0.55
80							
39.00							
20							
40							
60							
80							
40.00							
20							
40							
60							
80							
41.00							
20							
40							
60							
80							
42.00							
20							
40							
60							
80							
43.00							
20							
40							
60							
80							
44.00							
20							
40							
60							
80							
45.00							
Note :	Dp	= 3.56 cm			Co. : $(D_p/D_k)^2$	= 1.0113	
	Dk	= 3.54 cm			C1. : $(D_p^2/4D_s \cdot I)$	= 0.0656	
	Ds	= 3.58 cm			C2. : $(D_p^2/4 \cdot D_s)$	= 0.8850	
	L	= 20.00 cm					
	I	= 13.50 cm					



PT. Geosindo Utama

SOIL INVESTIGATION, SOIL LABORATORY TESTING, SOIL TESTING EQUIPMENT SUPPLIER & TOPOGRAPHY.

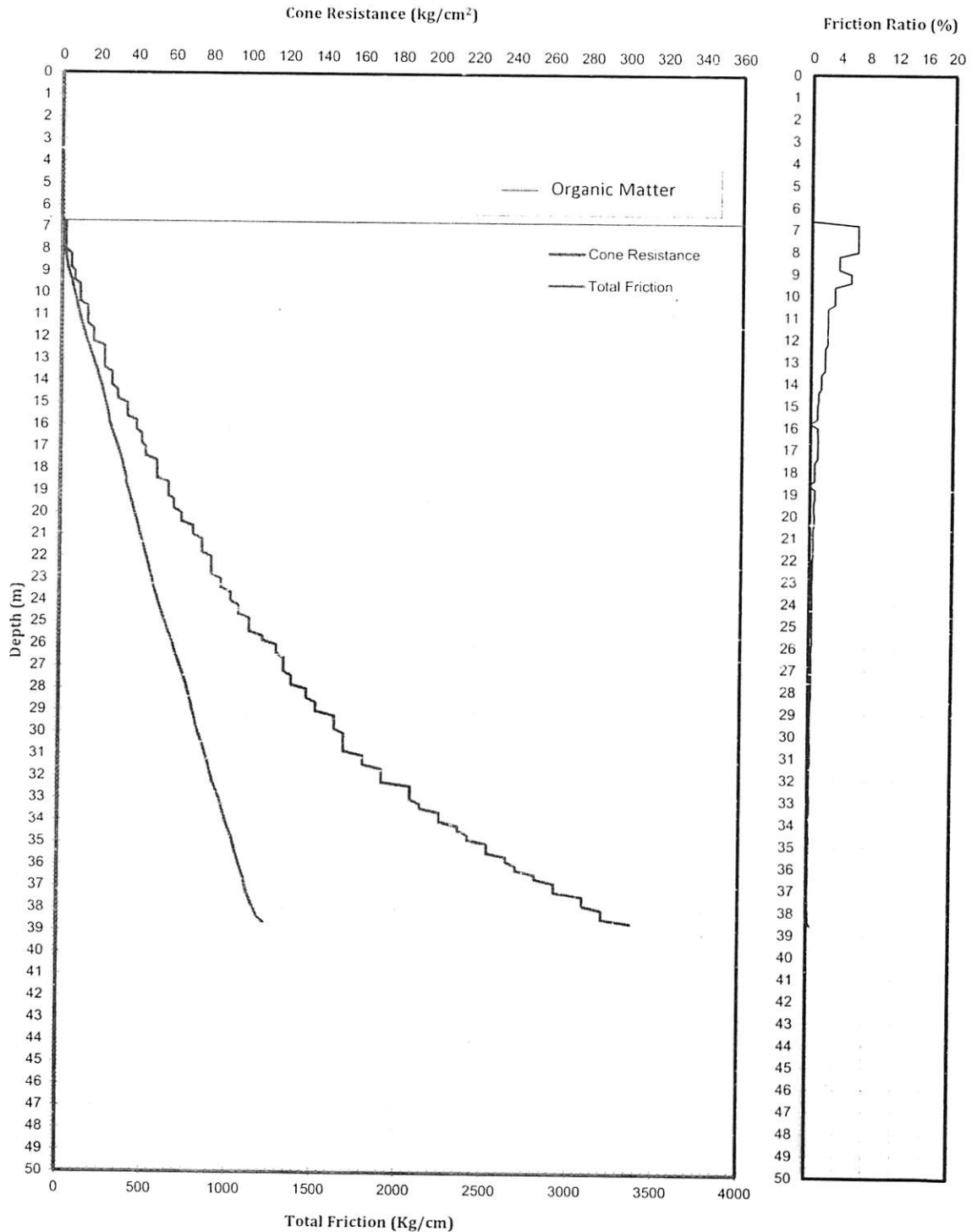
Kantor: Jl. Wahid Hasyim No. 24 (Belakang Primagama) Sempaja, SAMARINDA 75119

Kantor: Cabang Makassar: Jl. Teuku Umar Raya No. 31 Makassar

Telp. 0541 - 7761610, 081391454460; Fax: 0541-251642; Email: geosindout.uma@yahoo.com

CONE PENETRATION GRAPHIC

No. Point	: S.10	Date	: 14 Juni 2013
Coordinat	: X = 0582950; Y = 9699977	Tested By	: Team Geosindo
Project	: PKS CBI Industrial Area	Checked By	: M Ridwan, ST, M. Eng
Location	: Kumai - Pangkalan Bun, Kalimantan Tengah	G.W.L.	: -2.00 m
Weather	: Cerah		





PT. GEOSINDO UTAMA

SOIL INVESTIGATION, SOIL LABORATORY TESTING, SOIL TESTING EQUIPMENT SUPPLIER & TOPOGRAPHY.

Kantor : Jl. Wahid Hasyim No. 24 (Belakang Primagama) Sempaja, SAMARINDA 75119

Kantor : Cabang Makassar : Jl. Todopulli 10 No. 67 Makassar

Telp.0541 - 7761610; 081391454460; Fax: 0541-251642; Email: geosindoutama@yahoo.com

MOISTURE CONTENT TEST

Project : Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit
Location : Kumai, Pangkalan Bun - KALTENG
BH. No. : BH-10

Tested By : Team Lab. Geosindo
Checked By : M. Ridwan, ST, M.Eng

Date			15 Juli 2013		15 Juli 2013	
Sample Type - No.			UDS - 01		UDS - 02	
Depth			- { 9,50 - 10,00 }		- { 14,50 - 15,00 }	
No	Remark	Sat.	S1	S2	S1	S2
1	No. Container	-	IR	VE	ND	S7
2	Weight Container	gram	3.5	3.9	3.5	4.1
3	Weight Container + Wet Soil	gram	5.8	6.3	6.2	6.5
4	Weight Container + Dry Soil	gram	4.7	5.2	4.9	5.4
5	Weight Water	gram	1.1	1.1	1.3	1.1
6	Weight Dry Soil	gram	1.2	1.3	1.4	1.3
7	Moisture Content	%	91.67	90.48	87.50	88.98
Average Moisture Content		%	91.07		88.24	

Date			15 Juli 2013		15 Juli 2013	
Sample Type - No.			UDS - 03		UDS - 04	
Depth			- { 19,50 - 20,00 }		- { 24,50 - 25,00 }	
No	Remark	Sat.	S1	S2	S1	S2
1	No. Container	-	QG	CT	BR	D4
2	Weight Container	gram	3.7	3.9	4.0	3.7
3	Weight Container + Wet Soil	gram	6.1	6.7	6.3	5.9
4	Weight Container + Dry Soil	gram	5.0	5.4	5.2	4.9
5	Weight Water	gram	1.1	1.3	1.1	1.1
6	Weight Dry Soil	gram	1.3	1.5	1.2	1.2
7	Moisture Content	%	84.62	85.43	90.08	91.30
Average Moisture Content		%	85.02		90.69	

Date			15 Juli 2013		15 Juli 2013	
Sample Type - No.			UDS - 05		UDS - 06	
Depth			- { 29,50 - 30,00 }		- { 34,50 - 35,00 }	
No	Remark	Sat.	S1	S2	S1	S2
1	No. Container	-	BW	SY	NW	MQ
2	Weight Container	gram	3.8	3.6	4.0	3.4
3	Weight Container + Wet Soil	gram	6.2	6.5	5.9	6.3
4	Weight Container + Dry Soil	gram	5.4	5.5	5.3	5.3
5	Weight Water	gram	0.8	1.0	0.6	1.0
6	Weight Dry Soil	gram	1.6	1.9	1.3	1.9
7	Moisture Content	%	50.00	51.83	49.61	49.48
Average Moisture Content		%	50.92		49.55	



PT. GEOSINDO UTAMA

SOIL INVESTIGATION, SOIL LABORATORY TESTING, SOIL TESTING EQUIPMENT SUPPLIER & TOPOGRAPHY.
 Kantor : Jl. Wahid Hasyim No. 24 (Belakang Primagama) Sempaja, SAMARINDA 75119
 Kantor : Cabang Makassar : Jl. Todopulli 10 No. 67 Makassar
 Telp.0541 - 7761610; 081391454460; Fax: 0541-251642; Email: geosindoutama@yahoo.com

MOISTURE CONTENT TEST

Project : Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit
 Location : Kumai, Pangkalan Bun - KALTENG
 BH. No. : BH-10

Tested By : Team Lab. Geosindo
 Checked By : M. Ridwan, ST, M.Eng

Date			15 Juli 2013		15 Juli 2013	
Sample Type - No.			UDS - 07		UDS - 08	
Depth			- { 39,50 - 40,00 }		- { 44,50 - 45,00 }	
No	Remark	Sat.	S1	S2	S1	S2
1	No. Container	-	EH	CK	KS	OX
2	Weight Container	gram	3.7	3.5	4.0	3.8
3	Weight Container + Wet Soil	gram	6.2	6.1	5.8	6.7
4	Weight Container + Dry Soil	gram	5.4	5.3	5.2	5.7
5	Weight Water	gram	0.8	0.8	0.6	1.0
6	Weight Dry Soil	gram	1.7	1.8	1.2	1.9
7	Moisture Content	%	47.06	47.73	50.00	50.26
Average Moisture Content		%	47.39		50.13	

Date				
Sample Type - No.				
Depth				
No	Remark	Sat.		
1	No. Container	-		
2	Weight Container	gram		
3	Weight Container + Wet Soil	gram		
4	Weight Container + Dry Soil	gram		
5	Weight Water	gram		
6	Weight Dry Soil	gram		
7	Moisture Content	%		
Average Moisture Content		%		

Date				
Sample Type - No.				
Depth				
No	Remark	Sat.		
1	No. Container	-		
2	Weight Container	gram		
3	Weight Container + Wet Soil	gram		
4	Weight Container + Dry Soil	gram		
5	Weight Water	gram		
6	Weight Dry Soil	gram		
7	Moisture Content	%		
Average Moisture Content		%		



PT. GEOSINDO UTAMA

SOIL INVESTIGATION, SOIL LABORATORY TESTING, SOIL TESTING EQUIPMENT SUPPLIER & TOPOGRAPHY.

Kantor : Jl. Wahid Hasyim No. 24 (Belakang Primagama) Sempaja, SAMARINDA 75119

Kantor : Cabang Makassar : Jl. Todopulli 10 No. 67 Makassar

Telp.0541 - 7761610; 081391454460; Fax: 0541-251642; Email: geosindoutama@yahoo.com

DENSITY TEST

Project : Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit
 Location : Kumai, Pangkalan Bun - KALTENG
 BH. No. : BH-10

Tested By : Team Lab. Geosindo
 Checked By : M. Ridwan, ST, M.Eng

Date			15 Juli 2013		15 Juli 2013	
Sample Type - No.			UDS - 01		UDS - 02	
Depth			- { 9,50 - 10,00 }		- { 14,50 - 15,00 }	
No.	Remarks	Sat.	S - 1	S - 2	S - 1	S - 2
1	No. Mould/Ring		A	B	A	B
2	Wt. Mould/Ring	gram	44.40	44.40	44.40	44.40
3	Wt. Mould/Ring +Sample	gram	184.60	186.10	187.40	186.80
4	Wt. Sample	gram	140.20	141.70	143.00	142.40
5	Diameter Mold/Ring	cm	6.33	6.33	6.33	6.33
6	Height Mould/Ring	cm	2.51	2.51	2.51	2.51
7	Volume of Mould/Ring	cm ³	78.99	78.99	78.99	78.99
8	Wet Density	gr/cm ³	1.77	1.79	1.81	1.80
Average Wet Density		gr/cm ³	1.78		1.81	

Date			15 Juli 2013		15 Juli 2013	
Sample Type - No.			UDS - 03		UDS - 04	
Depth			- { 19,50 - 20,00 }		- { 24,50 - 25,00 }	
No.	Remarks	Sat.	S - 1	S - 2	S - 1	S - 2
1	No. Mould/Ring		A	B	A	B
2	Wt. Mould/Ring	gram	44.40	44.40	44.40	44.40
3	Wt. Mould/Ring +Sample	gram	182.70	181.90	175.60	176.30
4	Wt. Sample	gram	138.30	137.50	131.20	131.90
5	Diameter Mold/Ring	cm	6.33	6.33	6.33	6.33
6	Height Mould/Ring	cm	2.51	2.51	2.51	2.51
7	Volume of Mould/Ring	cm ³	78.99	78.99	78.99	78.99
8	Wet Density	gr/cm ³	1.75	1.74	1.66	1.67
Average Wet Density		gr/cm ³	1.75		1.67	

Date			15 Juli 2013		15 Juli 2013	
Sample Type - No.			UDS - 05		UDS - 06	
Depth			- { 29,50 - 30,00 }		- { 34,50 - 35,00 }	
No.	Remarks	Sat.	S - 1	S - 2	S - 1	S - 2
1	No. Mould/Ring		A	B	A	B
2	Wt. Mould/Ring	gram	44.40	44.40	44.40	44.40
3	Wt. Mould/Ring +Sample	gram	178.60	177.40	178.20	178.10
4	Wt. Sample	gram	134.20	133.00	133.80	133.70
5	Diameter Mold/Ring	cm	6.33	6.33	6.33	6.33
6	Height Mould/Ring	cm	2.51	2.51	2.51	2.51
7	Volume of Mould/Ring	cm ³	78.99	78.99	78.99	78.99
8	Wet Density	gr/cm ³	1.70	1.68	1.69	1.69
Average Wet Density		gr/cm ³	1.69		1.69	



PT. GEOSINDO UTAMA

SOIL INVESTIGATION, SOIL LABORATORY TESTING, SOIL TESTING EQUIPMENT SUPPLIER & TOPOGRAPHY.

Kantor : Jl. Wahid Hasyim No. 24 (Belakang Primagama) Sempaja, SAMARINDA 75119

Kantor : Cabang Makassar : Jl. Todopulli 10 No. 67 Makassar

Telp.0541 - 7761610; 081391454460; Fax: 0541-251642; Email: geosindoutama@yahoo.com

DENSITY TEST

Project : Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit
 Location : Kumai, Pangkalan Bun - KALTENG
 BH. No. : BH-10

Tested By : Team Lab. Geosindo
 Checked By : M. Ridwan, ST, M.Eng

Date			15 Juli 2013		15 Juli 2013	
Sample Type - No.			UDS - 07		UDS - 08	
Depth			- { 39,50 - 40,00 }		- { 44,50 - 45,00 }	
No.	Remarks	Sat.	S - 1	S - 2	S - 1	S - 2
1	No. Mould/Ring		A	B	A	B
2	Wt. Mould/Ring	gram	44.40	44.40	44.40	44.40
3	Wt. Mould/Ring +Sample	gram	176.40	177.30	177.40	178.10
4	Wt. Sample	gram	132.00	132.90	133.00	133.70
5	Dyameter Mold/Ring	cm	6.33	6.33	6.33	6.33
6	Height Mould/Ring	cm	2.51	2.51	2.51	2.51
7	Volume of Mould/Ring	cm ³	78.99	78.99	78.99	78.99
8	Wet Density	gr/cm ³	1.67	1.68	1.68	1.69
Average Wet Density		gr/cm ³	1.68		1.69	

Date				
Sample Type - No.				
Depth				
No.	Remarks	Sat.		
1	No. Mould/Ring			
2	Wt. Mould/Ring	gram		
3	Wt. Mould/Ring +Sample	gram		
4	Wt. Sample	gram		
5	Dyameter Mold/Ring	cm		
6	Height Mould/Ring	cm		
7	Volume of Mould/Ring	cm ³		
8	Wet Density	gr/cm ³		
Average Wet Density		gr/cm ³		

Date				
Sample Type - No.				
Depth				
No.	Remarks	Sat.		
1	No. Mould/Ring			
2	Wt. Mould/Ring	gram		
3	Wt. Mould/Ring +Sample	gram		
4	Wt. Sample	gram		
5	Dyameter Mold/Ring	cm		
6	Height Mould/Ring	cm		
7	Volume of Mould/Ring	cm ³		
8	Wet Density	gr/cm ³		
Average Wet Density		gr/cm ³		



PT. GEOSINDO UTAMA

SOIL INVESTIGATION, SOIL LABORATORY TESTING, SOIL TESTING EQUIPMENT SUPPLIER & TOPOGRAPHY.

Kantor : Jl. Wahid Hasyim No. 24 (Belakang Primagama) Sempaja, SAMARINDA 75119

Kantor : Cabang Makassar : Jl. Todopulli 10 No. 67 Makassar

Telp.0541 - 7761610; 081391454460; Fax: 0541-251642; Email: geosindoutama@yahoo.com

SPECIFIC GRAVITY TEST

Project : Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit
Location : Kumai, Pangkalan Bun - KALTENG
BH. No. : BH-10

Tested By : Team Lab. Geosindo
Checked By : M. Ridwan, ST, M.Eng

Date			24 Juli 2013		24 Juli 2013	
Sample Type - No.			UDS - 01		UDS - 02	
Depth			- { 9,50 - 10,00 }		- { 14,50 - 15,00 }	
No.	Remark	Sat.	S - 1	S - 2	S - 1	S - 2
1	No. Pycnometer	-	B	H	I	A3
2	Wt. Pycnometer (W1)	gram	62.9	60.4	60.3	59.6
3	Wt. Pycnometer + Water (W2)	gram	163	160.3	161.7	157.9
4	Wt. Pycnometer + Water + Soil (W3)	gram	174.2	173.5	175.6	170.5
5	Temperature		29	29	29	29
6	Wt. Pycnometer + Soil (W4)	gram	80.6	81.2	82.4	79.5
7	Wt. Soil (W5) = (W4-W1)	gram	17.7	20.8	22.1	19.9
8	W6 = (W2+W5)	gram	180.7	181.1	183.8	177.8
9	Volume Of Soil (W7) = (W6-W3)	Cm ³	6.5	7.6	8.2	7.3
10	Specific Gravity (Gs) = (W5/W7)		2.72	2.74	2.70	2.73
Average Specific Gravity			2.73		2.71	

Date			24 Juli 2013		24 Juli 2013	
Sample Type - No.			UDS - 03		UDS - 04	
Depth			- { 19,50 - 20,00 }		- { 24,50 - 25,00 }	
No.	Uraian	Satuan	S - 1	S - 2	S - 1	S - 2
1	No. Pycnometer	-	A4	A10	A11	B21
2	Wt. Pycnometer (W1)	gram	58.6	57.7	57.7	59.1
3	Wt. Pycnometer + Water (W2)	gram	160.8	160.1	160.1	162.3
4	Wt. Pycnometer + Water + Soil (W3)	gram	173.5	174.5	175.1	177
5	Temperature		29	29	29	29
6	Wt. Pycnometer + Soil (W4)	gram	78.6	80.3	81.4	82.3
7	Wt. Soil (W5) = (W4-W1)	gram	20	22.6	23.7	23.2
8	W6 = (W2+W5)	gram	180.8	182.7	183.8	185.5
9	Volume Of Soil (W7) = (W6-W3)	Cm ³	7.3	8.2	8.7	8.5
10	Specific Gravity (Gs) = (W5/W7)		2.74	2.76	2.72	2.73
Average Specific Gravity			2.75		2.73	

Date			24 Juli 2013		24 Juli 2013	
Sample Type - No.			UDS - 05		UDS - 06	
Depth			- { 29,50 - 30,00 }		- { 34,50 - 35,00 }	
No.	Uraian	Satuan	S - 1	S - 2	S - 1	S - 2
1	No. Pycnometer	-	A5	A8	A7	E
2	Wt. Pycnometer (W1)	gram	60.4	62.9	64.5	58.3
3	Wt. Pycnometer + Water (W2)	gram	159.7	161.2	163.4	159.3
4	Wt. Pycnometer + Water + Soil (W3)	gram	173.8	171.7	173.5	173.7
5	Temperature		29	29	29	29
6	Wt. Pycnometer + Soil (W4)	gram	83.1	79.8	80.8	81.6
7	Wt. Soil (W5) = (W4-W1)	gram	22.7	16.9	16.3	23.3
8	W6 = (W2+W5)	gram	182.4	178.1	179.7	182.6
9	Volume Of Soil (W7) = (W6-W3)	Cm ³	8.6	6.4	6.2	8.9
10	Specific Gravity (Gs) = (W5/W7)		2.64	2.64	2.63	2.62
Average Specific Gravity			2.64		2.62	



PT. GEOSINDO UTAMA

SOIL INVESTIGATION, SOIL LABORATORY TESTING, SOIL TESTING EQUIPMENT SUPPLIER & TOPOGRAPHY.
 Kantor : JL. Wahid Hasyim No. 24 (Belakang Primagama) Sempaja, SAMARINDA 75119
 Kantor : Cabang Makassar : Jl. Todopulli 10 No. 67 Makassar
 Telp.0541 - 7761610; 081391454460; Fax: 0541-251642; Email: geosindoutama@yahoo.com

SPECIFIC GRAVITY TEST

Project : Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit
 Location : Kumai, Pangkalan Bun - KALTENG
 BH. No. : BH-10

Tested By : Team Lab. Geosindo
 Checked By : M. Ridwan, ST, M.Eng

Date			24 Juli 2013		27 Juli 2013	
Sample Type - No.			UDS - 07		UDS - 08	
Depth			- { 39,50 - 40,00 }		- { 44,50 - 45,00 }	
No.	Remark	Sat.	S - 1	S - 2	S - 1	S - 2
1	No. Pycnometer	-	G	B1	A1	H
2	Wt. Pycnometer (W1)	gram	60.1	57.7	57.7	60.4
3	Wt. Pycnometer + Water (W2)	gram	162	161.9	160.1	160.3
4	Wt. Pycnometer + Water + Soil (W3)	gram	174.9	175.5	174	172.2
5	Temperature		29	29	29	29
6	Wt. Pycnometer + Soil (W4)	gram	80.9	79.8	80.2	79.6
7	Wt. Soil (W5) = (W4-W1)	gram	20.8	22.1	22.5	19.2
8	W6 = (W2+W5)	gram	182.8	184	182.6	179.5
9	Volume Of Soil (W7) = (W6-W3)	Cm ³	7.9	8.5	8.6	7.3
10	Specific Gravity (Gs) = (W5/W7)		2.63	2.60	2.62	2.63
Average Specific Gravity			2.62		2.62	

Date				
Sample Type - No.				
Depth				
No.	Uraian	Satuan		
1	No. Pycnometer	-		
2	Wt. Pycnometer (W1)	gram		
3	Wt. Pycnometer + Water (W2)	gram		
4	Wt. Pycnometer + Water + Soil (W3)	gram		
5	Temperature			
6	Wt. Pycnometer + Soil (W4)	gram		
7	Wt. Soil (W5) = (W4-W1)	gram		
8	W6 = (W2+W5)	gram		
9	Volume Of Soil (W7) = (W6-W3)	Cm ³		
10	Specific Gravity (Gs) = (W5/W7)			
Average Specific Gravity				

Date				
Sample Type - No.				
Depth				
No.	Uraian	Satuan		
1	No. Pycnometer	-		
2	Wt. Pycnometer (W1)	gram		
3	Wt. Pycnometer + Water (W2)	gram		
4	Wt. Pycnometer + Water + Soil (W3)	gram		
5	Temperature			
6	Wt. Pycnometer + Soil (W4)	gram		
7	Wt. Soil (W5) = (W4-W1)	gram		
8	W6 = (W2+W5)	gram		
9	Volume Of Soil (W7) = (W6-W3)	Cm ³		
10	Specific Gravity (Gs) = (W5/W7)			
Average Specific Gravity				



PT. GEOSINDO UTAMA

SOIL INVESTIGATION, SOIL LABORATORY TESTING, SOIL TESTING EQUIPMENT SUPPLIER & TOPOGRAPHY.

Kantor : Jl. Wahid Hasyim No. 24 (Belakang Primagama) Sempaja, SAMARINDA 75119

Kantor : Cabang Makassar : Jl. Todopulli 10 No. 67 Makassar

Telp.0541 - 7761610; 081391454460; Fax: 0541-251642; Email: geosindoutama@yahoo.com

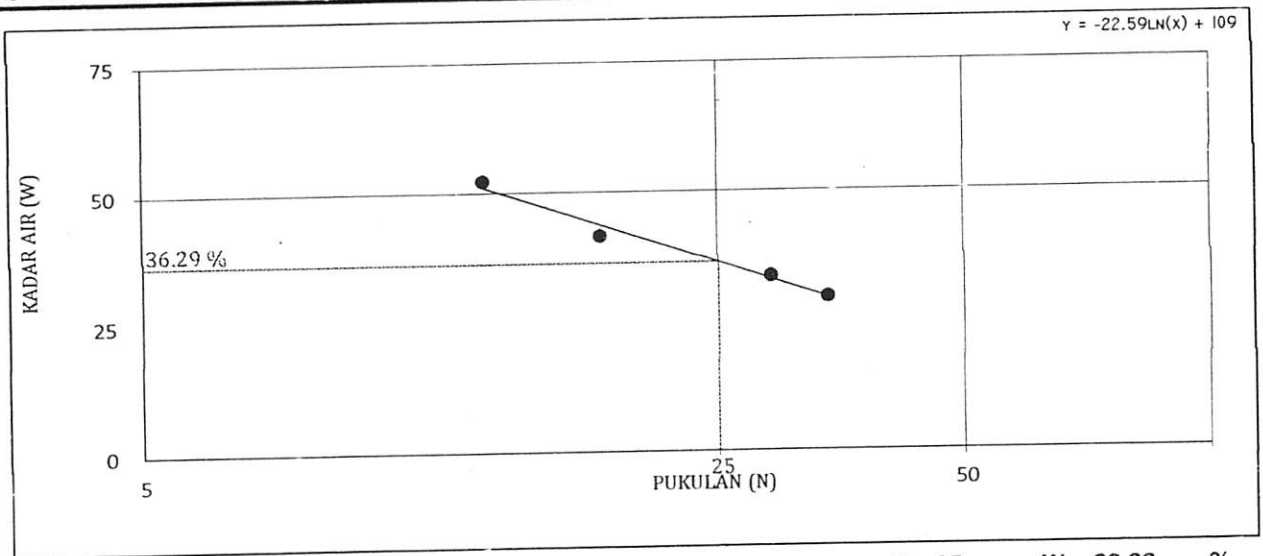
ATTERBERG LIMIT TEST

Project : Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit
 Location : Kumai, Pangkalan Bun - KALTENG
 BH. No. : BH-10
 Depth : - (09,50 - 10,00) m

Tested By : Tim Lab. Geosindo
 Checked By : M. Ridwan, ST, M.Eng

LIQUID LIMIT

Total Blow	13 x		18 x		29 x		34 x	
	Z3	28	U7	KS	S8	B4	DY	FN
No. Container								
Wt. Container (gram)	3.7	4.0	3.8	3.8	3.7	3.6	4.1	3.7
Wt. Container + Wet Soil (gram)	6.9	7.0	7.2	7.1	6.9	7.8	7.2	7.0
Wt. Container + Dry Soil (gram)	5.8	6.0	6.2	6.1	6.1	6.7	6.5	6.2
Wt. Water (gram)	1.1	1.0	1.0	1.0	0.8	1.1	0.7	0.8
Wt. Dry Soil (gram)	2.1	2.0	2.4	2.3	2.4	3.1	2.4	2.5
Moisture Content (%)	52.38	52.28	41.67	41.63	33.33	33.76	29.17	29.92
Moisture Content Average (%)	52.33		41.65		33.55		29.54	



N = 25 W = 36.29 %

PLASTIS LIMIT

No. Container	IQ	SP	Liquid Limit (LL)	= 36.29 %
Wt. Container (gram)	3.6	4.1	Plastis Limit (PL)	= 22.34 %
Wt. Container + Wet Soil (gram)	5.8	5.9		
Wt. Container + Dry Soil (gram)	5.4	5.6	Plasticity Index (PI)	= 13.95 %
Wt. Water (gram)	0.4	0.3		
Wt. Dry Soil (gram)	1.8	1.5		
Moisture Content (%)	22.22	22.45		
Moisture Content Average (%)	22.34			



PT. GEOSINDO UTAMA

SOIL INVESTIGATION, SOIL LABORATORY TESTING, SOIL TESTING EQUIPMENT SUPPLIER & TOPOGRAPHY.

Kantor : Jl. Wahid Hasyim No. 24 (Belakang Primagama) Sempaja, SAMARINDA 75119

Kantor : Cabang Makassar : Jl. Todopulli 10 No. 67 Makassar

Telp.0541 - 7761610; 081391454460; Fax: 0541-251642; Email: geosindoutama@yahoo.com

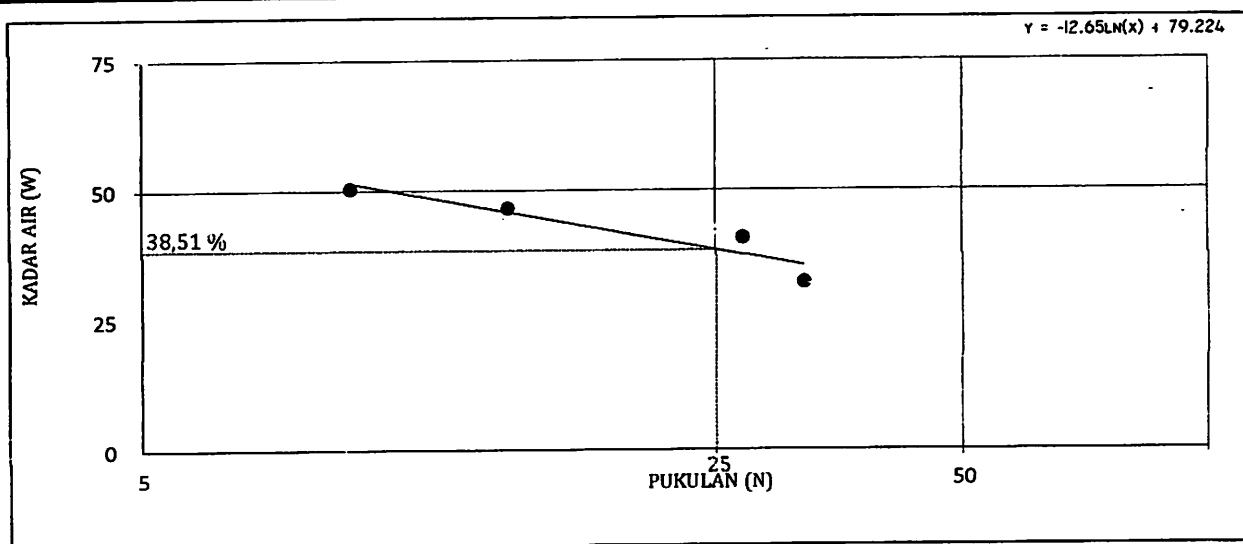
ATTERBERG LIMIT TEST

Project : Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit
 Location : Kumai, Pangkalan Bun - KALTENG
 BH. No. : BH-10
 Depth : - (14,50 - 15,00) m

Tested By : Tim Lab. Geosindo
 Checked By : M. Ridwan, ST, M.Eng

LIQUID LIMIT

Total Blow		9 x		14 x		27 x		32 x	
No. Container		UW	F1	X5	NS	C8	K2	G9	U1
Wt. Container	(gram)	3.7	3.8	4.0	3.9	3.8	4.1	3.8	3.7
Wt. Container + Wet Soil	(gram)	7.1	6.9	7.3	6.7	6.9	7.2	7.5	6.9
Wt. Container + Dry Soil	(gram)	6.0	5.9	6.3	5.8	6.0	6.3	6.6	6.1
Wt. Water	(gram)	1.1	1.0	1.1	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8
Wt. Dry Soil	(gram)	2.3	2.1	2.3	1.9	2.2	2.2	2.8	2.4
Moisture Content	(%)	50.44	50.49	46.67	46.60	40.91	40.91	32.14	32.23
Moisture Content Average	(%)	50.46		46.63		40.91		32.19	



N = 25 W = 38.51 %

PLASTIS LIMIT

No. Container	QO	PS	Liquid Limit (LL)	= 38.51 %	
Wt. Container	(gram)	3.6	3.9		
Wt. Container + Wet Soil	(gram)	5.8	6.3		
Wt. Container + Dry Soil	(gram)	5.4	5.9	Plastis Limit (PL)	= 22.34 %
Wt. Water	(gram)	0.4	0.4		
Wt. Dry Soil	(gram)	1.8	2.0		
Moisture Content	(%)	22.22	22.45	Plasticity Index (PI)	= 16.17 %
Moisture Content Average	(%)	22.34			



PT. GEOSINDO UTAMA

SOIL INVESTIGATION, SOIL LABORATORY TESTING, SOIL TESTING EQUIPMENT SUPPLIER & TOPOGRAPHY.

Kantor : JL. Wahid Hasyim No. 24 (Belakang Primagama) Sempaja, SAMARINDA 75119

Kantor : Cabang Makassar : Jl. Todopulli 10 No. 67 Makassar

Telp.0541 - 7761610; 081391454460; Fax: 0541-251642; Email: geosindoutama@yahoo.com

ATTERBERG LIMIT TEST

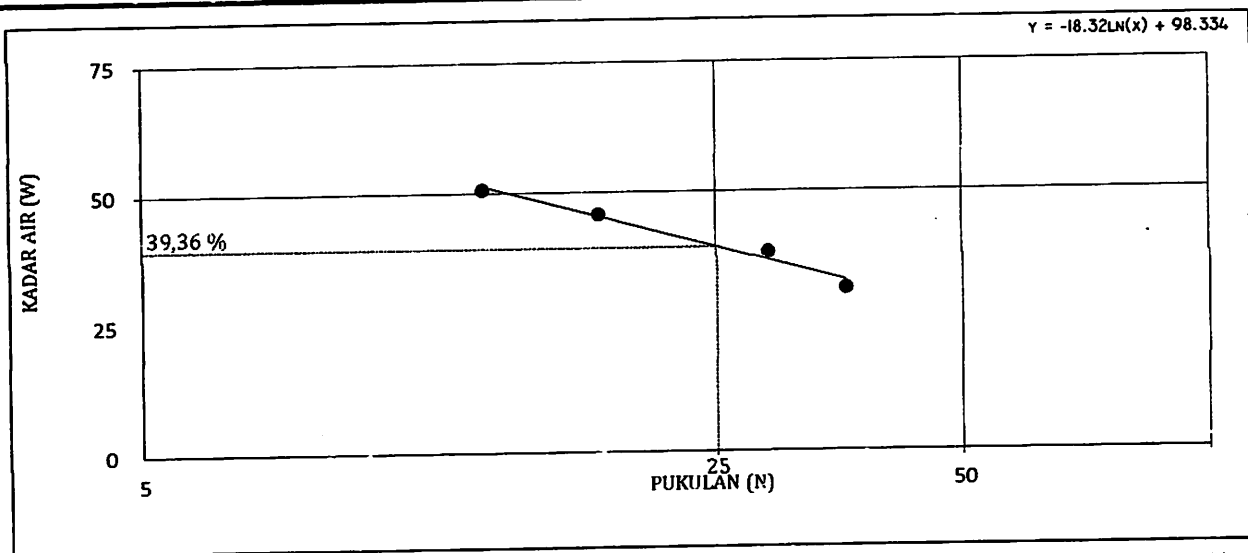
Project : Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit
 Location : Kumai, Pangkalan Bun - KALTENG
 BH. No. : BH-10
 Depth : - (19,50 - 20,00) m

Tested By : Tim Lab. Geosindo

Checked By : M. Ridwan, ST, M.Eng

LIQUID LIMIT

Total Blow	13 x		18 x		29 x		36 x	
	OC	NW	J3	KA	2L	15	8V	NW
No. Container								
Wt. Container (gram)	3.7	3.6	3.9	4.0	3.6	3.5	4.1	3.6
Wt. Container + Wet Soil (gram)	7.0	6.9	7.4	6.8	7.2	6.9	7.2	7.1
Wt. Container + Dry Soil (gram)	5.9	5.8	6.3	5.9	6.2	6.0	6.5	6.3
Wt. Water (gram)	1.1	1.1	1.1	0.9	1.0	0.9	0.7	0.8
Wt. Dry Soil (gram)	2.2	2.2	2.4	1.9	2.6	2.5	2.4	2.7
Moisture Content (%)	51.38	50.00	45.83	45.83	38.46	38.21	31.36	31.09
Moisture Content Average (%)	50.69		45.83		38.34		31.22	



N = 25 W = 39.36 %

PLASTIS LIMIT

No. Container	RE	WK	Liquid Limit (LL)	=	39.36 %
Wt. Container (gram)	3.5	3.8			
Wt. Container + Wet Soil (gram)	5.4	5.7			
Wt. Container + Dry Soil (gram)	5.1	5.4	Plastis Limit (PL)	=	18.75 %
Wt. Water (gram)	0.3	0.3			
Wt. Dry Soil (gram)	1.6	1.6			
Moisture Content (%)	18.75	18.75	Plasticity Index (PI)	=	20.61 %
Moisture Content Average (%)	18.75				



PT. GEOSINDO UTAMA

SOIL INVESTIGATION, SOIL LABORATORY TESTING, SOIL TESTING EQUIPMENT SUPPLIER & TOPOGRAPHY.
 Kantor : Jl. Wahid Hasyim No. 24 (Belakang Primagama) Sempaja, SAMARINDA 75119
 Kantor : Cabang Makassar : Jl. Todopulli 10 No. 67 Makassar
 Telp.0541 - 7761610; 081391454460; Fax: 0541-251642; Email: geosindoutama@yahoo.com

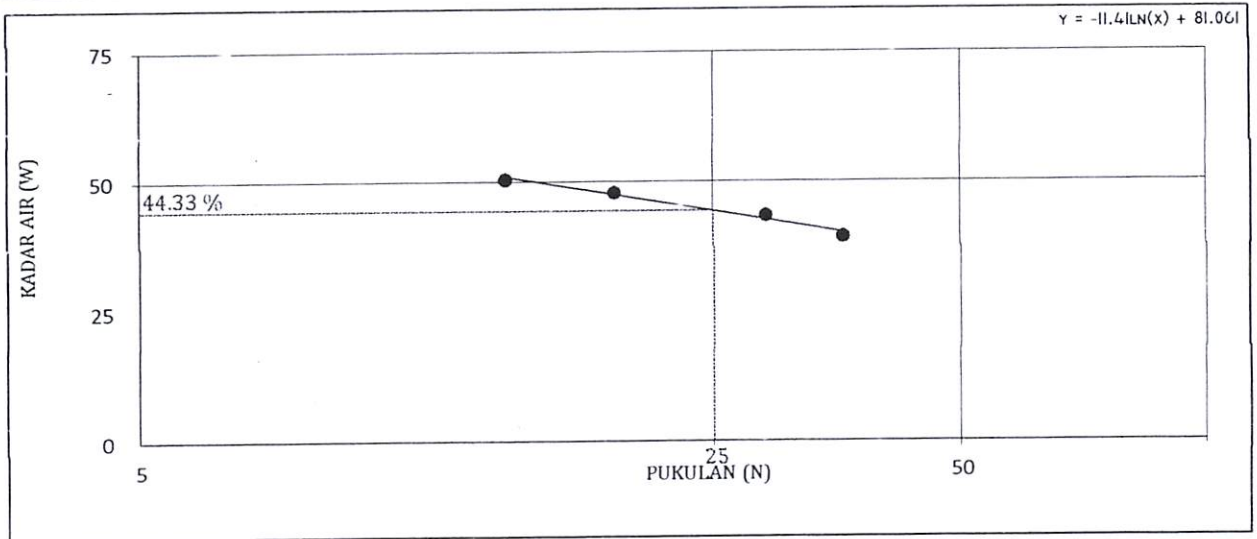
ATTERBERG LIMIT TEST

Project : Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit
 Location : Kumai, Pangkalan Bun - KALTENG
 BH. No. : BH-10
 Depth : - (24,50 - 25,00) m

Tested By : Tim Lab. Geosindo
 Checked By : M. Ridwan, ST, M.Eng

LIQUID LIMIT

Total Blow		14 x		19 x		29 x		36 x	
No. Container		TD	DN	VA	WX	VT	QG	1T	XK
Wt. Container	(gram)	4.0	3.7	3.8	3.6	3.9	4.0	3.7	4.1
Wt. Container + Wet Soil	(gram)	7.0	6.9	7.2	6.9	7.2	7.0	6.9	7.2
Wt. Container + Dry Soil	(gram)	6.0	5.8	6.1	5.8	6.2	6.1	6.0	6.3
Wt. Water	(gram)	1.0	1.1	1.1	1.1	1.0	0.9	0.9	0.9
Wt. Dry Soil	(gram)	2.0	2.1	2.3	2.2	2.3	2.1	2.3	2.2
Moisture Content	(%)	50.00	50.94	47.83	47.98	43.48	43.54	39.13	39.64
Moisture Content Average	(%)	50.47		47.90		43.51		39.39	



N = 25 W = 44.33 %

PLASTIS LIMIT

No. Container	DI	OC	Liquid Limit (LL)	= 44.33 %
Wt. Container	(gram)	3.7		
Wt. Container + Wet Soil	(gram)	5.7	Plastis Limit (PL)	= 24.66 %
Wt. Container + Dry Soil	(gram)	5.3		
Wt. Water	(gram)	0.4	Plasticity Index (PI)	= 19.67 %
Wt. Dry Soil	(gram)	1.6		
Moisture Content	(%)	25.00		
		24.32		
Moisture Content Average	(%)	24.66		



PT. GEOSINDO UTAMA

SOIL INVESTIGATION, SOIL LABORATORY TESTING, SOIL TESTING EQUIPMENT SUPPLIER & TOPOGRAPHY.
 Kantor : JL. Wahid Hasyim No. 24 (Belakang Primagama) Sempaja, SAMARINDA 75119
 Kantor : Cabang Makassar : Jl. Todopulli 10 No. 67 Makassar
 Telp.0541 - 7761610; 081391454460; Fax: 0541-251642; Email: geosindoutama@yahoo.com

(HYDROMETER TEST and SIEVE ANALYSIS)

Project : Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit
 Location : Kumai, Pangkalan Bun - KALTENG
 No. BH : BH.10
 Depth : - (09,30 - 10,00 m)
 Tested : Team Lab. Geosindo

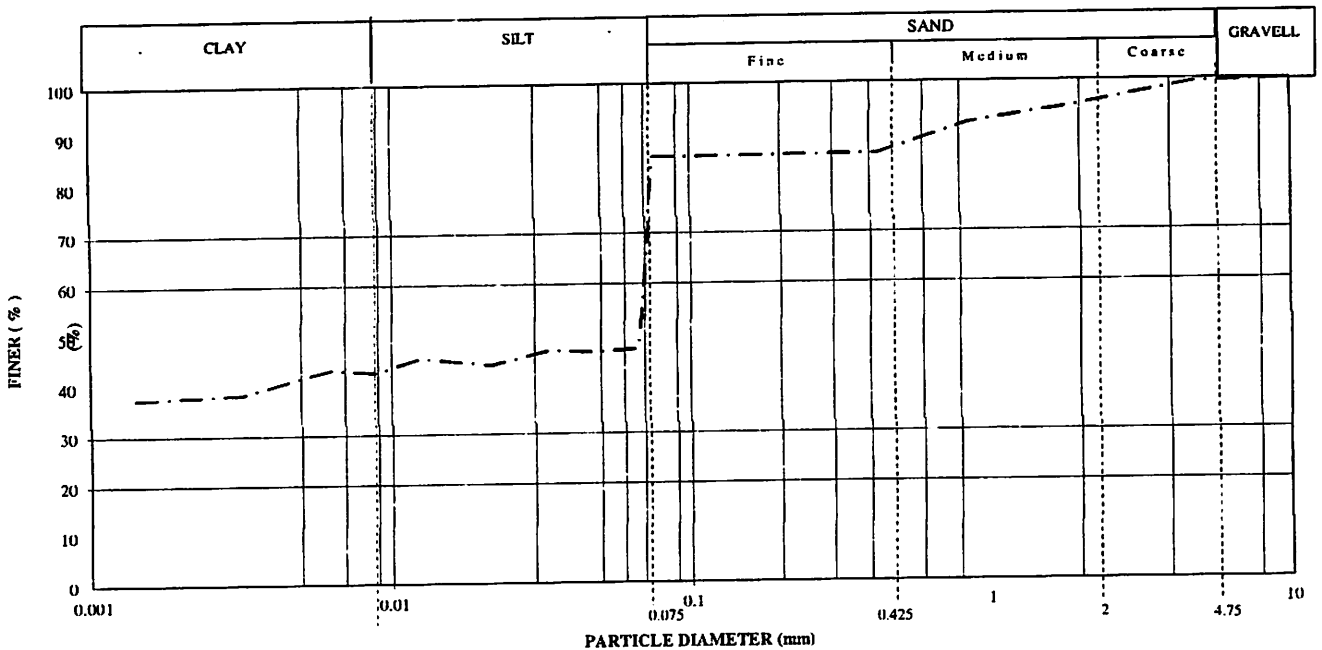
Sieve (mm)	Weight Ret.	Total Weight Ret.	Prosentase (%)	
			Ret.	Pass.
9.51	0.00	0.00	0.00	100.00
4.75	0.30	0.30	0.60	99.40
2.00	2.10	2.40	4.80	95.20
0.85	1.80	4.20	8.40	91.60
0.43	2.90	7.10	14.20	85.80
0.075	0.20	7.30	14.60	85.40

Weight Sample Dry (W) : 50.00
 Specific Gravity (Gs) : 2.73
 Meniskus Corrected (m) : 0.50
 Type Hydrometer : 152 H
 Hydrometer Corrected (a) : 1.00

$$k = a / W \times 100 = 2.002$$

Time T (menit)	Hydro Reading R1	Hydro Reading R2	Temperature t (C)	Meniscus Corrected R' = R1 - m	Depth L (cm)	Constanta K	Particle Diameter D = K (L/T) ^{1/2}	Hydrometer Reading Corrected R = R1 - R2	Prosentase Pass. P (%)
0.5	26.5	-3	30	26.0	12.0	0.01280	0.0627	23.5	47.04
1	26.2	-3	29	25.7	12.0	0.01290	0.0447	23.2	46.44
2	25.4	-2	29	24.9	12.2	0.01290	0.0319	23.4	46.84
5	25.0	-3	30	24.5	12.2	0.01280	0.0200	22.0	44.03
15	24.7	-2	30	24.2	12.4	0.01290	0.0116	22.7	45.44
30	24.3	-3	29	23.8	12.4	0.01290	0.0083	21.3	42.63
60	23.6	-2	30	23.1	12.5	0.01280	0.0058	21.6	43.23
240	22.2	-3	29	21.7	12.7	0.01290	0.0030	19.2	39.43
1440	21.7	-3	30	21.2	12.9	0.01280	0.0012	18.7	37.43

HYDROMETER CURVE and SIEVE ANALYSIS



Clay : 38.43 %	Silt : 46.97 %	Sand : 14.00 %	Gravel : 0.60 %
----------------	----------------	----------------	-----------------



PT. GEOSINDO UTAMA

SOIL INVESTIGATION, SOIL LABORATORY TESTING, SOIL TESTING EQUIPMENT SUPPLIER & TOPOGRAPHY.

Kantor : JL. Wahid Hasyim No. 24 (Belakang Primagama) Sempaja, SAMARINDA 75119

Kantor : Cabang Makassar : Jl. Todopulli 10 No. 67 Makassar

Telp.0541 - 7761610; 081391454460; Fax: 0541-251642; Email: geosindoutama@yahoo.com

(HYDROMETER TEST and SIEVE ANALYSIS)

Project : Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit
 Location : Kumai, Pangkalan Bun - KALTENG
 No. BH : BH.10
 Depth : (14.50 - 15.00 m)
 Tested : Team Lab. Geosindo

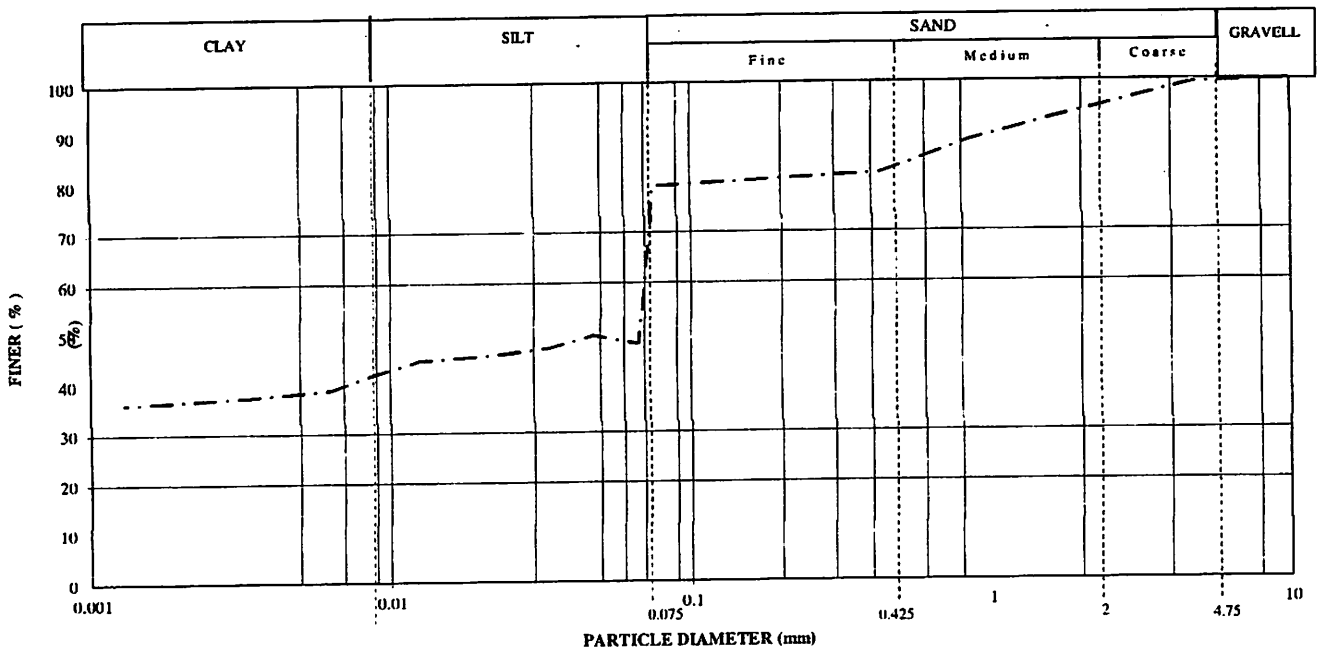
Weight Sample Dry (W) : 50.00
 Specific Gravity (Gs) : 2.71
 Meniskus Corrected (m) : 0.50
 Type Hydrometer : 152 H
 Hydrometer Corrected (a) : 1.00

Sieve (mm)	Weight Ret.	Total Weight Ret.	Prosentase (%)	
			Ret.	Pass.
9.51	0.00	0.00	0.00	100.00
4.75	0.30	0.30	0.60	99.40
2.00	2.70	3.00	6.00	94.00
0.85	2.90	5.90	11.80	88.20
0.43	3.20	9.10	18.20	81.80
0.075	1.20	10.30	20.60	79.40

$$k = a / W \times 100 = 2.002$$

Time T (menit)	Hydro Reading R1	Hydro Reading R2	Temperature t (C)	Meniskus Corrected R' = R1 - m	Depth L (cm)	Constanta K	Particle Diameter D = K (L/T) ^{1/2}	Hydrometer Reading Corrected R = R1 - R2	Prosentase Pass. P (%)
0.5	26.9	-3	29	26.4	12.0	0.01290	0.0632	23.9	47.84
1	26.7	-2	30	26.2	12.0	0.01280	0.0443	24.7	49.44
2	26.0	-3	29	25.5	12.0	0.01290	0.0316	23.5	47.04
5	25.8	-3	30	25.3	12.2	0.01280	0.0200	22.8	45.64
15	25.3	-3	30	24.8	12.2	0.01280	0.0115	22.3	44.34
30	22.9	-2	30	22.4	12.7	0.01280	0.0083	20.9	41.83
60	22.4	-3	30	21.9	12.7	0.01280	0.0059	19.4	38.83
240	21.7	-3	29	21.2	12.9	0.01290	0.0030	18.7	37.43
1440	21.1	-3	29	20.6	12.9	0.01290	0.0012	18.1	36.23

HIDROMETER CURVE and SIEVE ANALYSIS



Clay : 37.43 %	Silt : 41.97 %	Sand : 20.00 %	Gravel : 0.60 %
----------------	----------------	----------------	-----------------



PT. GEOSINDO UTAMA

SOIL INVESTIGATION, SOIL LABORATORY TESTING, SOIL TESTING EQUIPMENT SUPPLIER & TOPOGRAPHY.

Kantor : JL. Wahid Hasyim No. 24 (Belakang Primagama) Sempaja, SAMARINDA 75119

Kantor : Cabang Makassar : Jl. Todopulli 10 No. 67 Makassar

Telp.0541 - 7761610; 081391454460; Fax: 0541-251642; Email: geosindoutama@yahoo.com

(HYDROMETER TEST and SIEVE ANALYSIS)

Project : Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit
 Location : Kumai, Pangkalan Bun - KALTENG
 No. BH : BH.10
 Depth : - (19,50 - 20,00 m)
 Tested : Team Lab. Geosindo

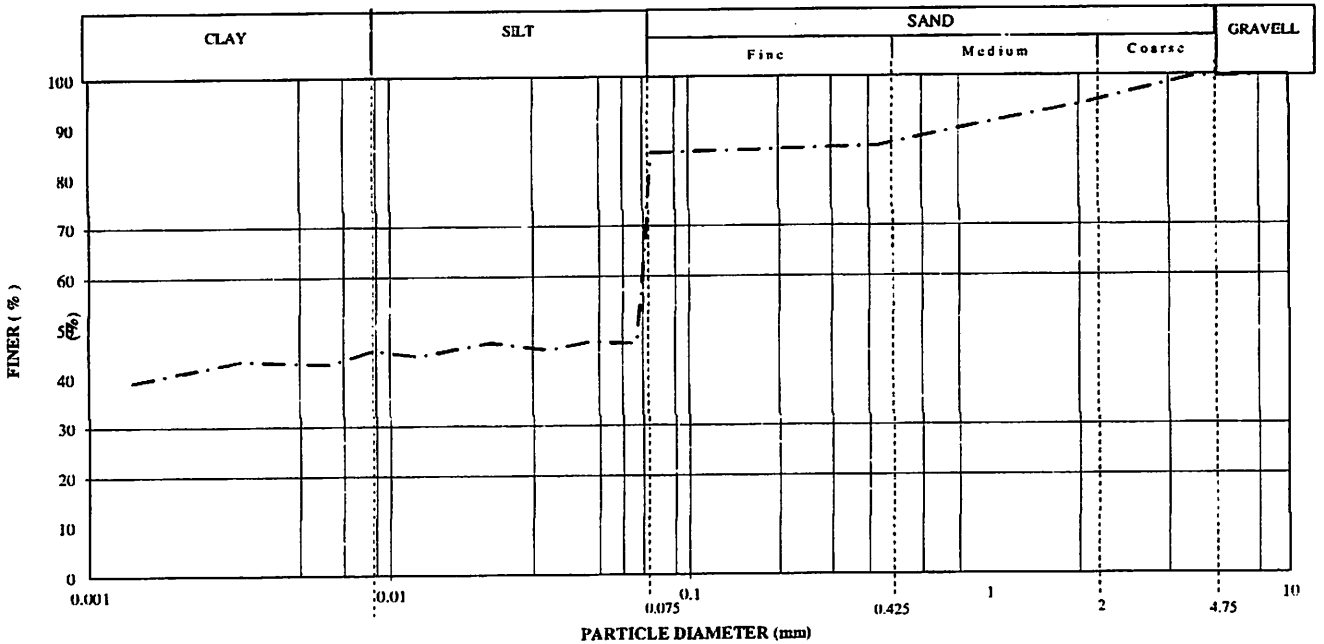
Weight Sample Dry (W) : 50.00
 Specific Gravity (Gs) : 2.75
 Meniskus Corrected (m) : 0.50
 Type Hydrometer : 152 H
 Hydrometer Corrected (a) : 1.00

Sieve (mm)	Weight Ret.	Total Weight Ret.	Prosentase (%)	
			Ret.	Pass.
9.51	0.00	0.00	0.00	100.00
4.75	0.20	0.20	0.40	99.60
2.00	2.70	2.90	5.80	94.20
0.85	2.20	5.10	10.20	89.80
0.43	1.90	7.00	14.00	86.00
0.075	0.60	7.60	15.20	84.80

$$k = a / W \times 100 = 2.002$$

Time T (menit)	Hydro Reading R1	Hydro Reading R2	Temperature t (C)	Meniskus Corrected R' = R1 - m	Depth L (cm)	Constanta K	Particle Diameter D = K (L/T) ^{1/2}	Hydrometer Reading Corrected R = R1 - R2	Prosentase Pass. P (%)
0.5	26.3	-3	29	25.8	12.0	0.01290	0.0632	23.3	46.64
1	26.0	-3	30	25.5	12.0	0.01280	0.0443	23.5	47.04
2	25.7	-3	30	25.2	12.2	0.01280	0.0316	22.7	45.44
5	25.4	-2	30	24.9	12.2	0.01280	0.0200	23.4	46.84
15	25.1	-3	29	24.6	12.2	0.01290	0.0116	22.1	44.24
30	24.7	-2	30	24.2	12.4	0.01280	0.0082	22.7	45.44
60	24.3	-3	30	23.8	12.4	0.01280	0.0058	21.3	42.63
240	23.6	-2	30	23.1	12.5	0.01280	0.0029	21.6	43.23
1440	22.4	-3	29	21.9	12.7	0.01290	0.0012	19.4	38.83

HIDROMETER CURVE and SIEVE ANALYSIS



Clay : 43.23 %	Silt : 41.57 %	Sand : 14.80 %	Gravell : 0.40 %
----------------	----------------	----------------	------------------



PT. GEOSINDO UTAMA

SOIL INVESTIGATION, SOIL LABORATORY TESTING, SOIL TESTING EQUIPMENT SUPPLIER & TOPOGRAPHY.
 Kantor : JL. Wahid Hasyim No. 24 (Belakang Primagama) Sempaja, SAMARINDA 75119
 Kantor : Cabang Makassar : Jl. Todopulli 10 No. 67 Makassar
 Telp.0541 - 7761610; 081391454460; Fax: 0541-251642; Email: geosindoutama@yahoo.com

(HYDROMETER TEST and SIEVE ANALYSIS)

Project : Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit
 Location : Kumai, Pangkalan Bun - KALTENG
 No. BH : BH.10
 Depth : - (24.50 - 25.00 m)
 Tested : Team Lab. Geosindo

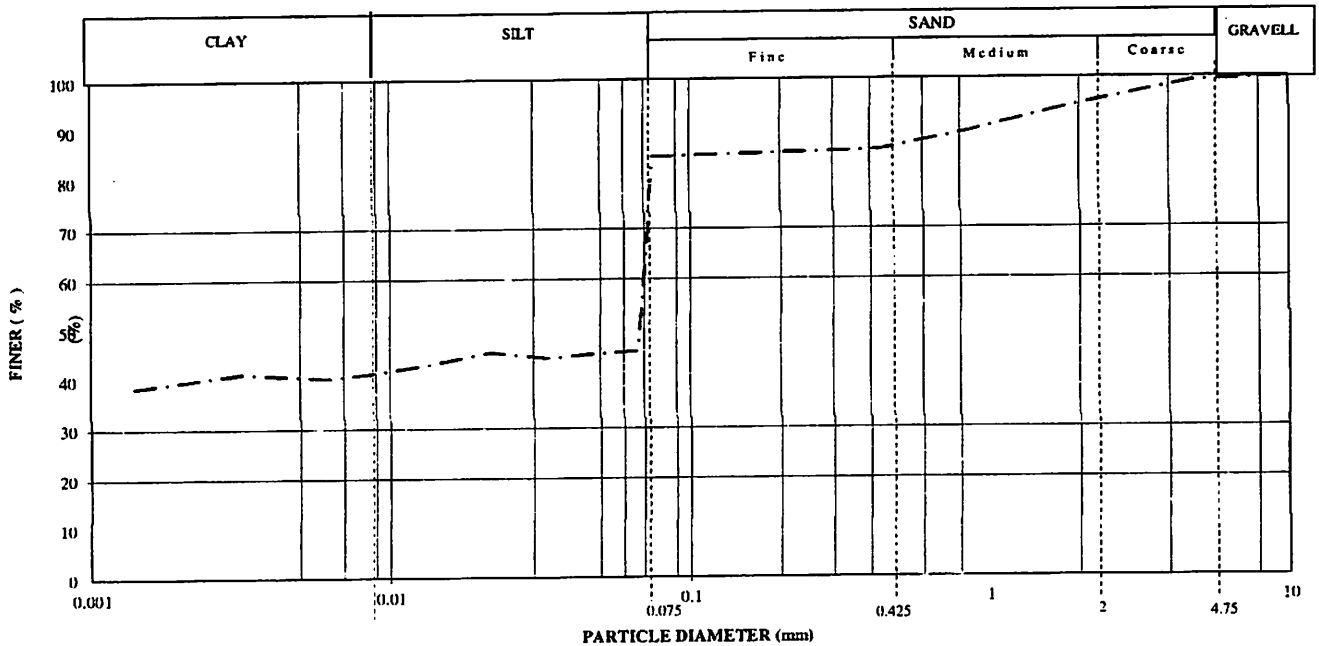
Sieve (mm)	Weight Ret.	Total Weight Ret.	Prosentase (%)	
			Ret.	Pass.
9.51	0.00	0.00	0.00	100.00
4.75	0.40	0.40	0.80	99.20
2.00	2.20	2.60	5.20	94.80
0.85	2.70	5.30	10.80	89.40
0.43	1.80	7.10	14.20	85.80
0.075	0.60	7.70	15.40	84.60

Weight Sample Dry (W) : 50.00
 Specific Gravity (Gs) : 2.73
 Meniskus Corrected (m) : 0.50
 Type Hydrometer : 152 H
 Hydrometer Corrected (a) : 1.00

$$k = a / W \times 100 = 2.002$$

Time T (menit)	Hydro Reading R1	Hydro Reading R2	Temperature t (C)	Meniscus Corrected R' = R1 - m	Depth L (cm)	Constanta K	Particle Diameter D = K (L/T) ^{1/2}	Hydrometer Reading Corrected R = R1 - R2	Prosentase Pass. P (%)
0.5	25.8	-3	30	25.3	12.2	0.01280	0.0632	22.9	45.94
1	25.5	-3	30	25.0	12.2	0.01280	0.0447	22.5	45.04
2	25.1	-3	29	24.6	12.2	0.01290	0.0319	22.1	44.24
5	24.7	-2	30	24.2	12.4	0.01280	0.0202	22.7	45.44
15	24.3	-3	29	23.8	12.4	0.01290	0.0117	21.3	42.63
30	23.6	-3	30	23.1	12.5	0.01280	0.0083	20.6	41.23
60	23.1	-3	30	22.6	12.5	0.01280	0.0058	20.1	40.23
240	22.6	-2	29	22.1	12.7	0.01290	0.0030	20.6	41.23
1440	22.1	-3	30	21.6	12.7	0.01280	0.0012	19.1	38.23

HIDROMETER CURVE and SIEVE ANALYSIS



Clay : 41.23 %	Silt : 43.37 %	Sand : 14.60 %	Gravell : 0.80 %
----------------	----------------	----------------	------------------



PT. GEOSINDO UTAMA

SOIL INVESTIGATION, SOIL LABORATORY TESTING, SOIL TESTING EQUIPMENT SUPPLIER & TOPOGRAPHY.
 Kantor : Jl. Wahid Hasyim No. 24 (Belakang Primagama) Sempaja, SAMARINDA 75119
 Kantor : Cabang Makassar : Jl. Todopulli 10 No. 67 Makassar
 Telp.0541 - 7761610; 081391454460; Fax: 0541-251642; Email: geosindoutama@yahoo.com

(HYDROMETER TEST and SIEVE ANALYSIS)

Project : Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit
 Location : Kumai, Pangkalan Bun - KALTENG
 No. BH : BH.10
 Depth : - (29,50 - 30,00 m)
 Tested : Team Lab. Geosindo

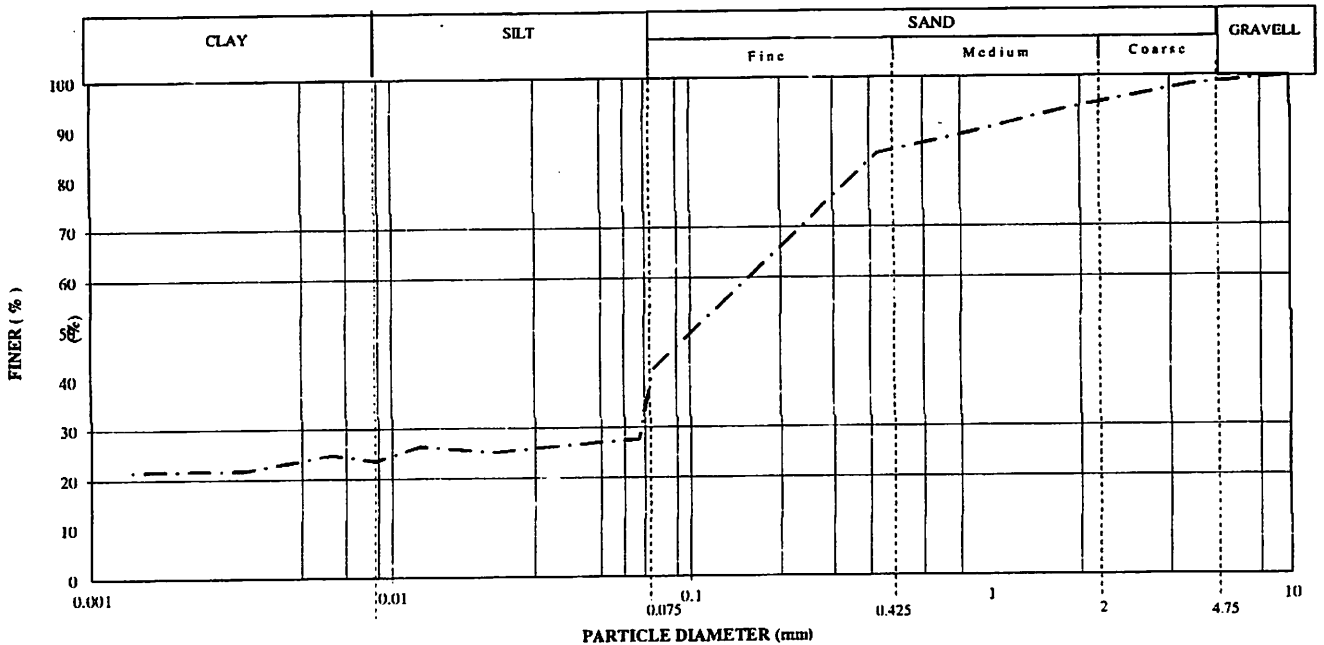
Sieve (mm)	Weight Ret.	Total Weight Ret.	Prosentase (%)	
			Ret.	Pass.
9.51	0.00	0.00	0.00	100.00
4.75	0.80	0.80	1.60	98.40
2.00	2.10	2.90	5.80	94.20
0.85	2.70	5.60	11.20	88.80
0.43	1.85	7.55	15.10	84.90
0.075	21.60	29.15	58.30	41.70

Weight Sample Dry (W) : 50.00
 Specific Gravity (Gs) : 2.64
 Meniskus Corrected (m) : 0.50
 Type Hydrometer : 152 H
 Hydrometer Corrected (a) : 1.00

$$k = a / W \times 100 = 2.002$$

Time T (menit)	Hydro Reading R1	Hydro Reading R2	Temperature t (C)	Meniskus Corrected R' = R1 - m	Depth L (cm)	Constanta K	Particle Diameter D = K (L/T) ^{1/2}	Hydrometer Reading Corrected R = R1 - R2	Prosentase Pass. P (%)
0.5	16.8	-3	30	16.3	13.7	0.01280	0.0870	13.8	27.62
1	19.5	-3	29	16.0	13.7	0.01290	0.0477	13.5	27.02
2	16.1	-3	29	15.6	13.7	0.01290	0.0398	13.1	26.22
5	15.6	-3	29	15.1	13.8	0.01290	0.0214	12.6	25.22
15	15.2	-2	30	14.7	13.8	0.01280	0.0123	13.2	26.42
30	14.8	-3	30	14.3	14.0	0.01280	0.0087	11.8	23.62
60	14.4	-2	29	13.9	14.0	0.01290	0.0062	12.4	24.82
240	13.9	-3	29	13.4	14.2	0.01290	0.0031	10.9	21.82
1440	12.8	-2	30	12.3	14.3	0.01280	0.0013	10.8	21.62

HIDROMETER CURVE and SIEVE ANALYSIS



Clay : 21.82 %	Silt : 19.88 %	Sand : 56.70 %	Gravell : 1.60 %
----------------	----------------	----------------	------------------



PT. GEOSINDO UTAMA

SOIL INVESTIGATION, SOIL LABORATORY TESTING, SOIL TESTING EQUIPMENT SUPPLIER & TOPOGRAPHY.
 Kantor : JL. Wahid Hasyim No. 24 (Belakang Primagama) Sempaja, SAMARINDA 75119
 Kantor : Cabang Makassar : Jl. Todopulli 10 No. 67 Makassar
 Telp.0541 - 7761610; 081391454460; Fax: 0541-251642; Email: geosindoutama@yahoo.com

(HYDROMETER TEST and SIEVE ANALYSIS)

Project : Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit
 Location : Kumai, Pangkalan Bun - KALTENG
 No. BH : BH.10
 Depth : - (34,50 - 35,00 m)
 Tested : Team Lab. Geosindo

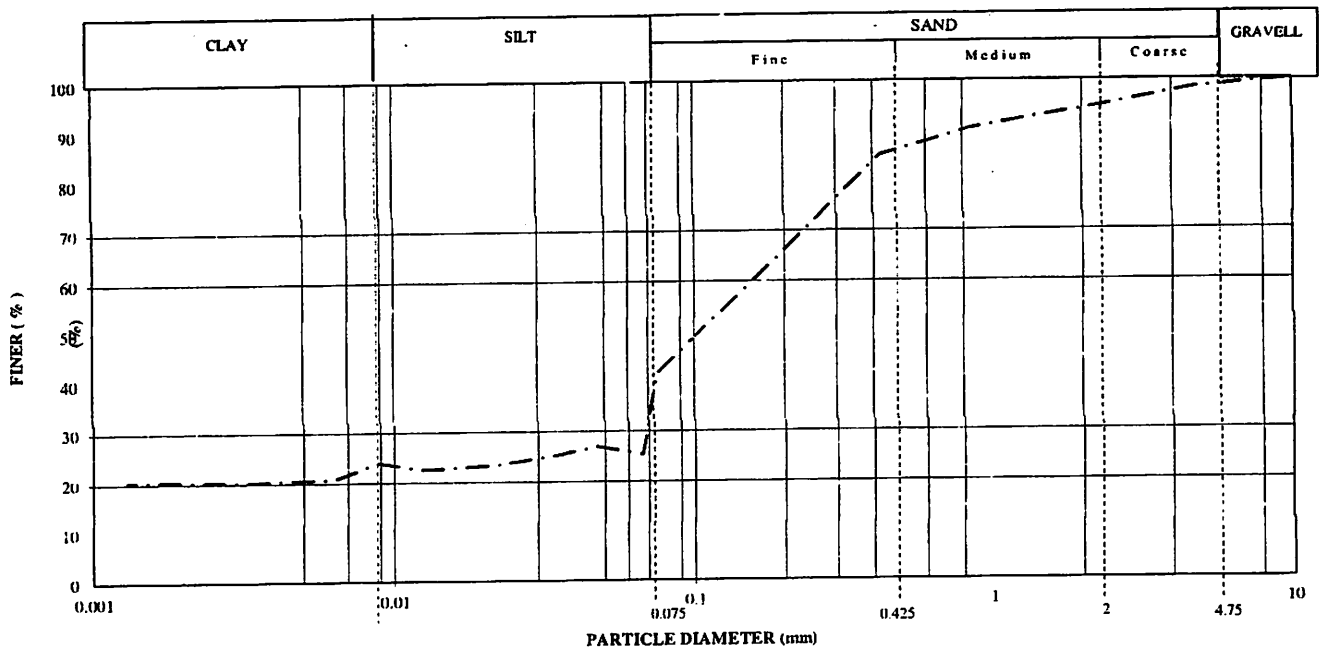
Weight Sample Dry (W) : 50.00
 Specific Gravity (Gs) : 2.62
 Meniskus Corrected (m) : 0.50
 Type Hydrometer : 152 H
 Hydrometer Corrected (a) : 1.00

Sieve (mm)	Weight Ret.	Total Weight Ret.	Prosentase (%)	
			Ret.	Pass.
9.51	0.00	0.00	0.00	100.00
4.75	0.80	0.80	1.60	98.40
2.00	2.10	2.90	5.80	94.20
0.85	1.90	4.80	9.60	90.40
0.43	2.60	7.40	14.80	85.20
0.075	21.80	29.20	58.40	41.60

$$k = a / W \times 100 = 2.002$$

Time T (menit)	Hydro Reading R1	Hydro Reading R2	Temperature t (C)	Meniskus Corrected R' = R1 - m	Depth L (cm)	Constanta K	Particle Diameter D = K (L/T) ^{1/2}	Hydrometer Reading Corrected R = R1 - R2	Prosentase Pass. P (%)
0.5	15.7	-3	30	15.2	13.8	0.01290	0.0872	12.7	25.42
1	15.5	-2	29	15.0	13.8	0.01290	0.0479	13.5	27.02
2	15.1	-3	29	14.6	13.8	0.01290	0.0338	12.8	25.22
5	14.7	-3	29	14.2	14.0	0.01290	0.0216	11.7	23.42
15	14.3	-3	28	13.8	14.0	0.01300	0.0128	11.3	22.62
30	14.0	-2	30	13.5	14.0	0.01280	0.0087	12.0	24.02
60	13.4	-3	30	12.9	14.2	0.01280	0.0062	10.4	20.82
240	13.1	-3	29	12.6	14.2	0.01290	0.0031	10.1	20.22
1440	12.2	-2	30	11.7	14.3	0.01280	0.0013	10.2	20.42

HIDROMETER CURVE and SIEVE ANALYSIS



Clay : 20.22 %	Silt : 21.38 %	Sand : 56.80 %	Gravell : 1.60 %
----------------	----------------	----------------	------------------



PT. GEOSINDO UTAMA

SOIL INVESTIGATION, SOIL LABORATORY TESTING, SOIL TESTING EQUIPMENT SUPPLIER & TOPOGRAPHY.
 Kantor : JL. Wahid Hasyim No. 24 (Belakang Primagama) Sempaja, SAMARINDA 75119
 Kantor : Cabang Makassar : Jl. Todopulli 10 No. 67 Makassar
 Telp.0541 - 7761610; 081391454460; Fax: 0541-251642; Email: geosindoutama@yahoo.com

(HYDROMETER TEST and SIEVE ANALYSIS)

Project : Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit
 Location : Kumai, Pangkalan Bun - KALTENG
 No. BH : BH.10
 Depth : - (39,50 - 40,00 m)
 Tested : Team Lab. Geosindo

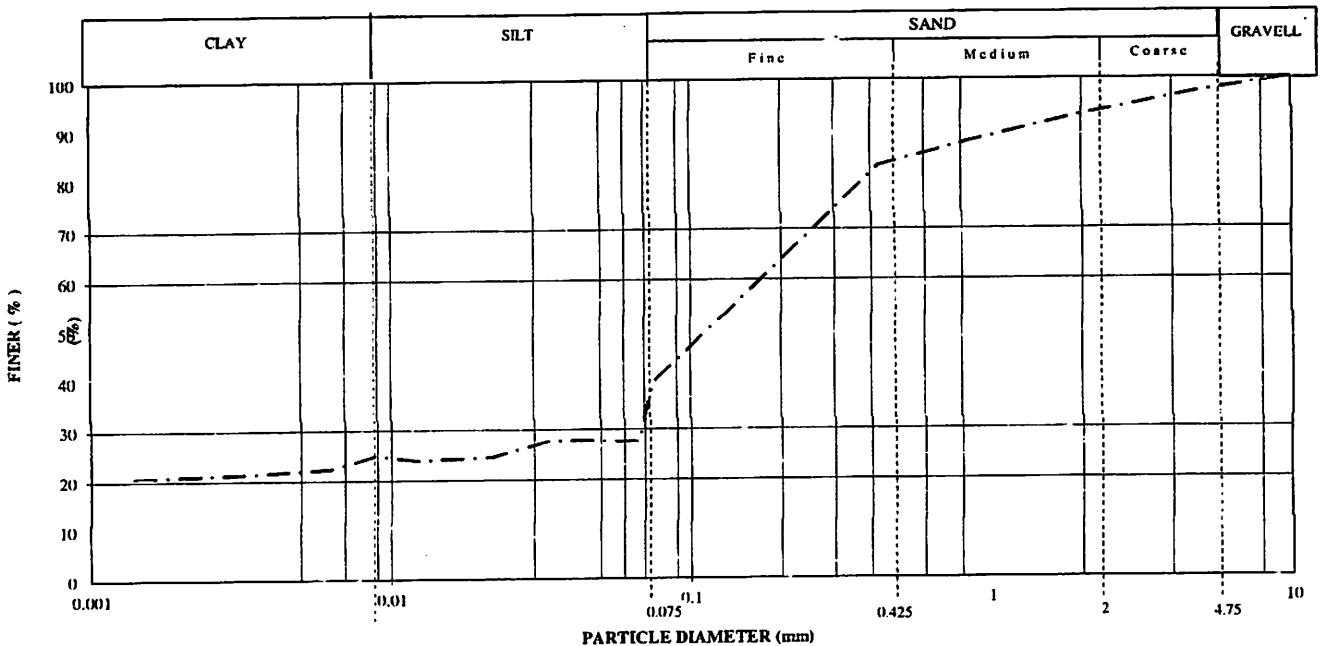
Weight Sample Dry (W) : 50.00
 Specific Gravity (Gs) : 2.62
 Meniskus Corrected (m) : 0.50
 Type Hydrometer : 152 H
 Hydrometer Corrected (a) : 1.00

Sieve (mm)	Weight Ret.	Total Weight Ret.	Presentase (%)	
			Ret.	Pass.
9.51	0.00	0.00	0.00	100.00
4.75	1.40	1.40	2.80	97.20
2.00	2.20	3.60	7.20	92.80
0.85	2.60	6.20	12.40	87.60
0.43	2.40	8.60	17.20	82.80
0.075	21.70	30.30	60.60	39.40

$$k = a / W \times 100 = 2.002$$

Time T (menit)	Hydro Reading R1	Hydro Reading R2	Temperature t (C)	Meniskus Corrected R' = R1 - m	Depth L (cm)	Constanta K	Particle Diameter D = K (L/T) ^{1/2}	Hydrometer Reading Corrected R = R1 - R2	Presentase Pass. P (%)
0.5	16.6	-3	30	16.3	13.7	0.01280	0.0870	13.8	27.62
1	15.4	-3	29	15.9	13.7	0.01290	0.0477	13.9	27.82
2	15.9	-2	29	15.4	13.8	0.01290	0.0339	13.9	27.82
5	15.3	-3	30	14.8	13.8	0.01280	0.0213	12.3	24.82
15	15.0	-3	29	14.5	13.8	0.01290	0.0124	12.0	24.02
30	14.5	-2	30	14.0	14.0	0.01280	0.0087	12.5	25.02
60	14.2	-3	30	13.7	14.0	0.01280	0.0062	11.2	22.42
240	13.7	-3	30	13.2	14.2	0.01280	0.0031	10.7	21.42
1440	12.3	-2	29	11.3	14.3	0.01290	0.0013	10.3	20.82

HIDROMETER CURVE and SIEVE ANALYSIS



Clay : 21.42 %

Silt : 17.98 %

Sand : 57.80 %

Gravell : 2.80 %



PT. GEOSINDO UTAMA

SOIL INVESTIGATION, SOIL LABORATORY TESTING, SOIL TESTING EQUIPMENT SUPPLIER & TOPOGRAPHY.

Kantor : JL. Wahid Hasyim No. 24 (Belakang Primagama) Sempaja, SAMARINDA 75119

Kantor : Cabang Makassar : Jl. Todopulih 10 No. 67 Makassar

Telp.0541 - 7761610; 081391454460; Fax: 0541-251642; Email: geosindoutama@yahoo.com

(HYDROMETER TEST and SIEVE ANALYSIS)

Project : Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit
 Location : Kumai, Pangkalan Bun - KALTENG
 No. BH : BH.10
 Depth : - (44,50 - 50,00 m)
 Tested : Team Lab. Geosindo

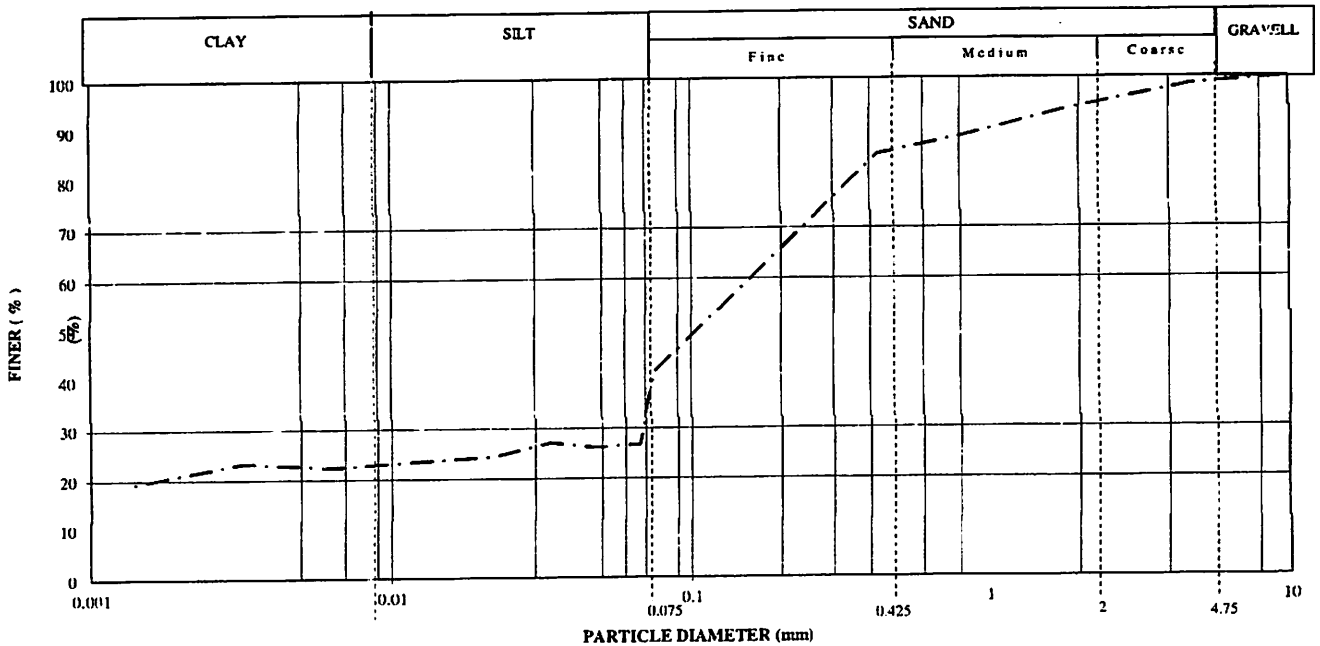
Sieve (mm)	Weight Ret.	Total Weight Ret.	Prosentase (%)	
			Ret.	Pass.
9.51	0.00	0.00	0.00	100.00
4.75	0.70	0.70	1.40	98.60
2.00	2.20	2.90	5.80	94.20
0.85	2.80	5.70	11.40	88.60
0.43	1.90	7.60	15.20	84.80
0.075	21.70	29.30	58.60	41.40

Weight Sample Dry (W) : 50.00
 Specific Gravity (Gs) : 2.62
 Meniskus Corrected (m) : 0.50
 Type Hydrometer : 152 H
 Hydrometer Corrected (u) : 1.50

$$k = u / W \times 100 = 2.002$$

Time T (menit)	Hydro Reading R1	Hydro Reading R2	Temperature t (C)	Meniscus Corrected R' = R1 - m	Depth L (cm)	Constant K	Particle Diameter D = K (L/T) ^{1/2}	Hydrometer Reading Corrected R = R1 - R2	Prosentase Pass. P (%)
0.5	16.4	-3	30	15.9	13.7	0.01280	0.0670	13.4	26.82
1	16.1	-3	30	15.6	13.7	0.01280	0.0474	13.1	26.22
2	15.6	-2	29	15.1	13.8	0.01290	0.0339	13.6	27.22
5	15.2	-3	30	14.7	13.6	0.01280	0.0213	12.2	24.42
15	14.8	-3	29	14.3	14.0	0.01290	0.0125	11.8	23.62
30	14.5	-3	30	14.0	14.0	0.01280	0.0087	11.5	23.02
60	14.2	-3	30	13.7	14.0	0.01280	0.0062	11.2	22.42
240	13.7	-2	29	13.2	14.2	0.01290	0.0031	11.7	23.42
1440	12.5	-3	30	12.0	14.3	0.01280	0.0013	9.5	19.02

HIDROMETER CURVE and SIEVE ANALYSIS



Clay : 23.42 %

Silt : 17.98 %

Sand : 57.20 %

Gravell : 1.40 %



PT. GEOSINDO UTAMA

SOIL INVESTIGATION, SOIL LABORATORY TESTING, SOIL TESTING EQUIPMENT SUPPLIER & TOPOGRAPHY.

Kantor : Jl. Wahid Hasyim No. 24 (Belakang Primagama) Sempaja, SAMARINDA 75119

Kantor : Cabang Makassar : Jl. Todopulli 10 No. 67 Makassar

Telp.0541 - 7761610; 081391454460; Fax: 0541-251642; Email: geosindoutama@yahoo.com

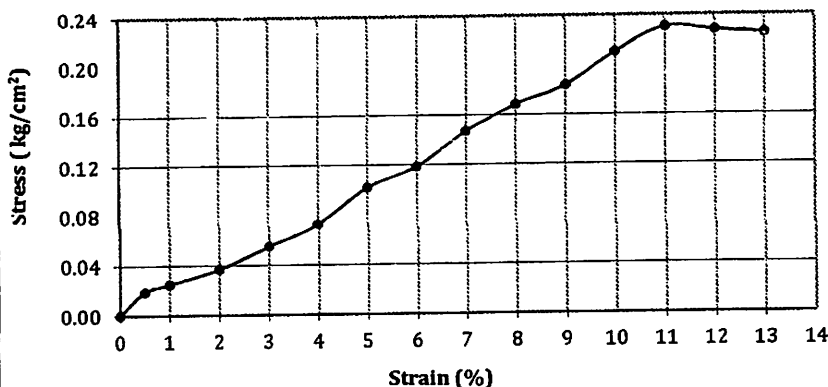
UNCONFINED COMPRESSION TEST

BH-No. : BH-10
 Project : Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit
 Location : Kumai, Pangkalan Bun - KALTENG
 Depth : - (19,50 - 20,00)

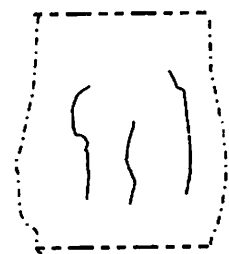
Tested By : Tim Lab. Geosindo
 Checked By : M. Ridwan, ST, M.Eng

Time (Menit)	STRAIN		LOAD		WIDE		STRESS (Kg/cm ²)
	Dial Reading (0,01 mm)	STRAIN (%)	READING PROVING RING	LOAD (Kg)	CORRECTION RATE	CORRECTED RATE (Cm ²)	
0	0	0	0.0	0	1.000	9.621	0
1/2	35	0.5	0.3	0.182	1.005	9.669	0.019
1	70	1.0	0.4	0.243	1.010	9.718	0.025
2	140	2.0	0.6	0.364	1.020	9.817	0.037
3	210	3.0	0.9	0.546	1.031	9.919	0.055
4	280	4.0	1.2	0.728	1.042	10.022	0.073
5	350	5.0	1.7	1.032	1.053	10.128	0.102
6	420	6.0	2.0	1.214	1.064	10.235	0.119
7	490	7.0	2.5	1.518	1.075	10.345	0.147
8	560	8.0	2.9	1.760	1.087	10.458	0.168
9	630	9.0	3.2	1.942	1.099	10.573	0.184
10	700	10.0	3.7	2.246	1.111	10.690	0.210
11	770	11.0	4.1	2.489	1.124	10.810	0.230
12	840	12.0	4.1	2.489	1.136	10.933	0.228
13	910	13.0	4.1	2.489	1.149	11.059	0.225
14	980						
15	1050						
16	1120						
17	1190						
18	1260						
19	1330						
20							

Stress And Strain Relationship Graphs



qu = 0.230 Kg/cm²





PT. GEOSINDO UTAMA

SOIL INVESTIGATION, SOIL LABORATORY TESTING, SOIL TESTING EQUIPMENT SUPPLIER & TOPOGRAPHY.

Kantor : Jl. Wahid Hasyim No. 24 (Belakang Primagama) Sempaja, SAMARINDA 75119

Kantor : Cabang Makassar : Jl. Todopulli 10 No. 67 Makassar

Telp.0541 - 7761610; 081391454460; Fax: 0541-251642; Email: geosindoutama@yahoo.com

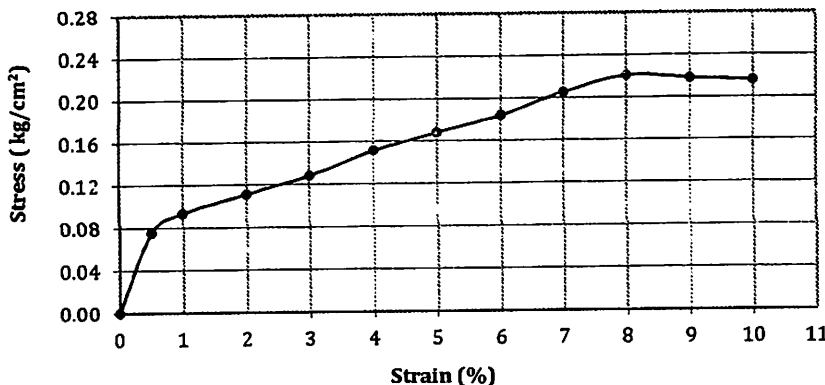
UNCONFINED COMPRESSION TEST

BH-No. : BH-10
 Project : Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit
 Location : Kumai, Pangkalan Bun - KALTENG
 Depth : - (14,50 - 15,00)

Tested By : Tim Lab. Geosindo
 Checked By : M. Ridwan, ST, M.Eng

Time (Menit)	STRAIN		LOAD		WIDE		STRESS (Kg/cm ²)
	Dial Reading (0,01 mm)	STRAIN (%)	READING PROVING RING	LOAD (Kg)	CORRECTION RATE	CORRECTED RATE (Cm ²)	
0	0	0	0.0	0	1.000	9.621	0
1/2	35	0.5	1.2	0.728	1.005	9.669	0.075
1	70	1.0	1.5	0.911	1.010	9.718	0.094
2	140	2.0	1.8	1.093	1.020	9.817	0.111
3	210	3.0	2.1	1.275	1.031	9.919	0.129
4	280	4.0	2.5	1.518	1.042	10.022	0.151
5	350	5.0	2.8	1.700	1.053	10.128	0.168
6	420	6.0	3.1	1.882	1.064	10.235	0.184
7	490	7.0	3.5	2.125	1.075	10.345	0.205
8	560	8.0	3.8	2.307	1.087	10.458	0.221
9	630	9.0	3.8	2.307	1.099	10.573	0.218
10	700	10.0	3.8	2.307	1.111	10.690	0.216
11	770						
12	840						
13	910						
14	980						
15	1050						
16	1120						
17	1190						
18	1260						
19	1330						
20							

Stress And Strain Relationship Graphs



qu = 0.221 Kg/cm²





PT. GEOSINDO UTAMA

SOIL INVESTIGATION, SOIL LABORATORY TESTING, SOIL TESTING EQUIPMENT SUPPLIER & TOPOGRAPHY.

Kantor : JL. Wahid Hasyim No. 24 (Belakang Primagama) Sempaja, SAMARINDA 75119

Kantor : Cabang Makassar : JL. Todopulli 10 No. 67 Makassar

Telp.0541 - 7761610; 081391454460; Fax: 0541-251642; Email: geosindoutama@yahoo.com

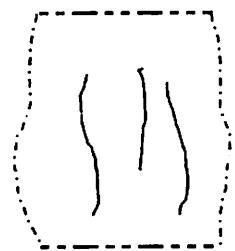
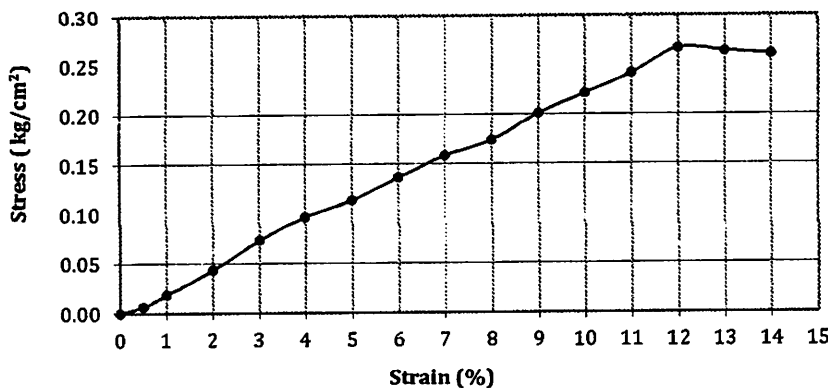
UNCONFINED COMPRESSION TEST

BH-No.	: BH-10	Tested By	: Tim Lab. Geosindo
Project	: Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit	Checked By	: M. Ridwan, ST, M.Eng
Location	: Kumai, Pangkalan Bun - KALTENG		
Depth	: - (19,50 - 20,00)		

Time (Menit)	STRAIN		LOAD		WIDE		STRESS (Kg/cm ²)
	Dial Reading (0,01 mm)	STRAIN (%)	READING PROVING RING	LOAD (Kg)	CORRECTION RATE	CORRECTED RATE (Cm ²)	
0	0	0	0.0	0	1.000	9.621	0
1/2	35	0.5	0.1	0.061	1.005	9.669	0.006
1	70	1.0	0.3	0.182	1.010	9.718	0.019
2	140	2.0	0.7	0.425	1.020	9.817	0.043
3	210	3.0	1.2	0.728	1.031	9.919	0.073
4	280	4.0	1.6	0.971	1.042	10.022	0.097
5	350	5.0	1.9	1.153	1.053	10.128	0.114
6	420	6.0	2.3	1.396	1.064	10.235	0.136
7	490	7.0	2.7	1.639	1.075	10.345	0.158
8	560	8.0	3.0	1.821	1.087	10.458	0.174
9	630	9.0	3.5	2.125	1.099	10.573	0.201
10	700	10.0	3.9	2.367	1.111	10.690	0.221
11	770	11.0	4.3	2.610	1.124	10.810	0.241
12	840	12.0	4.8	2.914	1.136	10.933	0.266
13	910	13.0	4.8	2.914	1.149	11.059	0.263
14	980	14.0	4.8	2.914	1.163	11.187	0.260
15	1050						
16	1120						
17	1190						
18	1260						
19	1330						
20							

Stress And Strain Relationship Graphs

qu = 0.266 Kg/cm²





PT. GEOSINDO UTAMA

SOIL INVESTIGATION, SOIL LABORATORY TESTING, SOIL TESTING EQUIPMENT SUPPLIER & TOPOGRAPHY.

Kantor : JL. Wahid Hasyim No. 24 (Belakang Primagama) Sempaja, SAMARINDA 75119

Kantor : Cabang Makassar : Jl. Todopulli 10 No. 67 Makassar

Telp.0541 - 7761610; 081391454460; Fax: 0541-251642; Email: geosindoutama@yahoo.com

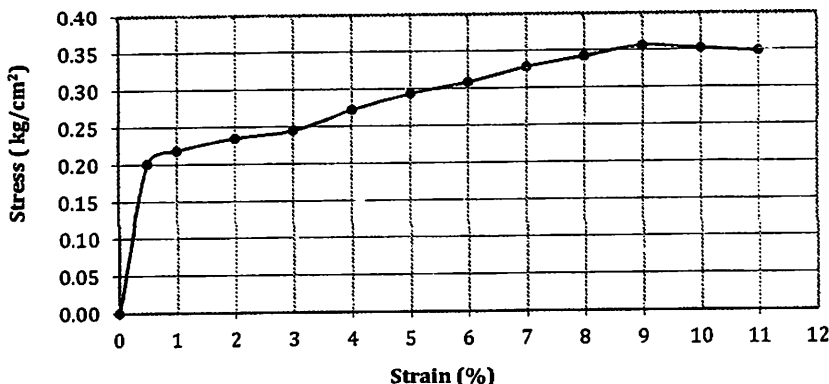
UNCONFINED COMPRESSION TEST

BH-No. : BH-10
 Project : Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit
 Location : Kumai, Pangkalan Bun - KALTENG
 Depth : - (24,50 - 25,00)

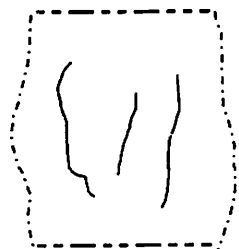
Tested By : Tim Lab. Geosindo
 Checked By : M. Ridwan, ST, M.Eng

Time (Menit)	STRAIN		LOAD		WIDE		STRESS (Kg/cm ²)
	Dial Reading (0,01 mm)	STRAIN (%)	READING PROVING RING	LOAD (Kg)	CORRECTION RATE	CORRECTED RATE (Cm ²)	
0	0	0	0.0	0	1.000	9.621	0
1/2	35	0.5	3.2	1.942	1.005	9.669	0.201
1	70	1.0	3.5	2.125	1.010	9.718	0.219
2	140	2.0	3.8	2.307	1.020	9.817	0.235
3	210	3.0	4.0	2.428	1.031	9.919	0.245
4	280	4.0	4.5	2.732	1.042	10.022	0.273
5	350	5.0	4.9	2.974	1.053	10.128	0.294
6	420	6.0	5.2	3.156	1.064	10.235	0.308
7	490	7.0	5.6	3.399	1.075	10.345	0.329
8	560	8.0	5.9	3.581	1.087	10.458	0.342
9	630	9.0	6.2	3.763	1.099	10.573	0.356
10	700	10.0	6.2	3.763	1.111	10.690	0.352
11	770	11.0	6.2	3.763	1.124	10.810	0.348
12	840						
13	910						
14	980						
15	1050						
16	1120						
17	1190						
18	1260						
19	1330						
20							

Stress And Strain Relationship Graphs



qu = 0.356 Kg/cm²





PT. GEOSINDO UTAMA

SOIL INVESTIGATION, SOIL LABORATORY TESTING, SOIL TESTING EQUIPMENT SUPPLIER & TOPOGRAPHY.

Kantor : JL. Wahid Hasyim No. 24 (Belakang Primagama) Sempaja, SAMARINDA 75119

Kantor : Cabang Makassar : Jl. Todopulli 10 No. 67 Makassar

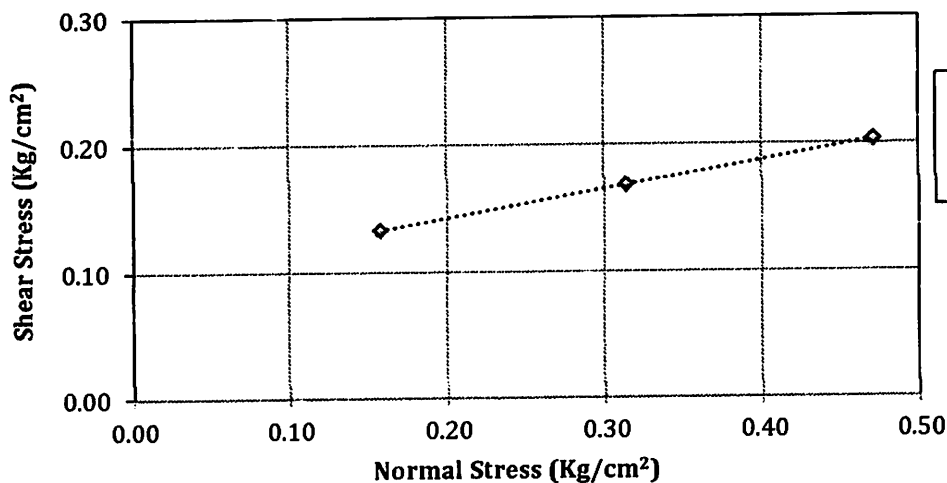
Telp.0541 - 7761610; 081391454460; Fax: 0541-251642; Email: geosindoutama@yahoo.com

DIRECT SHEAR TEST

BH-No. : BH-10
 Project : Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit
 Location : Kumai, Pangkalan Bun - KALTENG
 Depth : - { 09,50 - 10,00 }

Tested By : Tim Lab. Geosindo
 Checked By : M. Ridwan ST, M.Eng

TIME (menit)	PENETRATION (mm)	Load : 05 Kg		Load : 10 Kg		Load : 15 Kg	
		Reading Dial	Shear Strength (Kg)	Reading Dial	Shear Strength (Kg)	Reading Dial	Shear Strength (Kg)
0	0	0	0.000	0	0.000	0	0.000
1	125	2.4	3.175	3.2	4.234	3.9	5.160
2	250	2.5	3.308	3.4	4.498	4.0	5.292
3	375	2.6	3.440	3.3	4.366	4.1	5.424
4	500	2.7	3.572	3.4	4.498	4.2	5.557
5	625	2.9	3.837	3.5	4.631	4.3	5.689
6	750	3.0	3.969	3.6	4.763	4.5	5.954
7	875	3.1	4.101	3.8	5.027	4.6	6.086
8	1000	3.2	4.234	3.9	5.160	4.7	6.218
9	1125	3.2	4.234	4.1	5.358	4.9	6.483
10	1250	3.2	4.234	4.1	5.358	4.9	6.483
11	1375			4.1	5.358	4.9	6.483
12	1500						
13	1625						
14	1750						
15	1875						
16	2000						
Normal Stress		= Kg/cm ²		0.16	0.31	0.47	
Shear Stress		= Kg/cm ²		0.13	0.17	0.20	



ϕ (°)	:	13
C (Kg/cm ²)	:	0.116



PT. GEOSINDO UTAMA

SOIL INVESTIGATION, SOIL LABORATORY TESTING, SOIL TESTING EQUIPMENT SUPPLIER & TOPOGRAPHY.

Kantor : Jl. Wahid Hasyim No. 24 (Belakang Primagama) Sempaja, SAMARINDA 75119

Kantor : Cabang Makassar : Jl. Todopulli 10 No. 67 Makassar

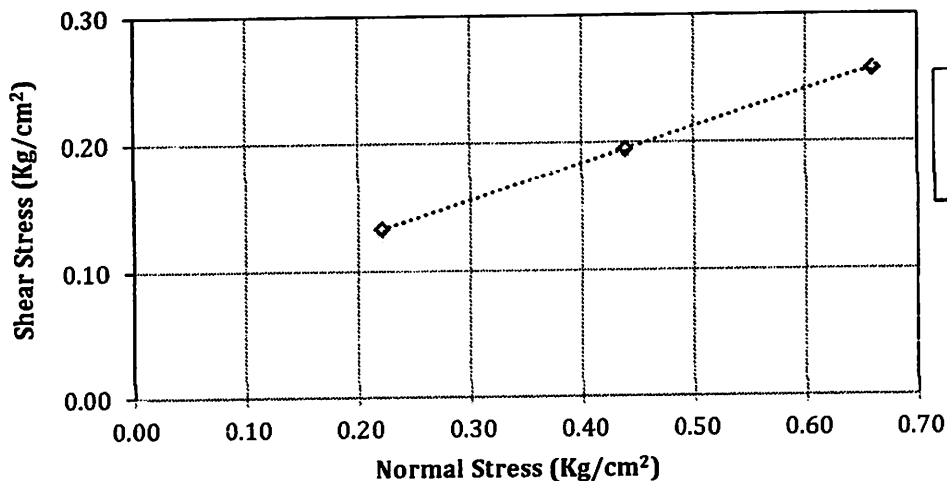
Telp.0541 - 7761610; 081391454460; Fax: 0541-251642; Email: geosindoutama@yahoo.com

DIRECT SHEAR TEST

BH-No. : BH-10
 Project : Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit
 Location : Kumai, Pangkalan Bun - KALTENG
 Depth : - { 14,50 - 15,00 }

Tested By : Tim Lab. Geosindo
 Checked By : M. Ridwan ST, M.Eng

TIME (menit)	PENETRATION (mm)	Load : 07 Kg		Load : 14 Kg		Load : 21 Kg	
		Reading Dial	Shear Strength (Kg)	Reading Dial	Shear Strength (Kg)	Reading Dial	Shear Strength (Kg)
0	0	0	0.000	0	0.000	0	0.000
1	125	2.5	3.308	3.7	4.895	5.3	7.012
2	250	2.6	3.440	3.9	5.160	5.4	7.144
3	375	2.8	3.704	4.0	5.292	5.5	7.277
4	500	2.9	3.837	4.2	5.557	5.6	7.409
5	625	3.0	3.969	4.3	5.689	5.7	7.541
6	750	3.2	4.234	4.5	5.954	5.9	7.806
7	875	3.2	4.234	4.7	6.218	6.0	7.938
8	1000	3.2	4.234	4.7	6.218	6.2	8.203
9	1125			4.7	6.218	6.2	8.203
10	1250					6.2	8.203
11	1375						
12	1500						
13	1625						
14	1750						
15	1875						
16	2000						
Normal Stress		= Kg/cm ²			0.22	0.44	0.66
Shear Stress		= Kg/cm ²			0.13	0.20	0.26



ϕ (°)	:	16
C (Kg/cm ²)	:	0.106



PT. GEOSINDO UTAMA

SOIL INVESTIGATION, SOIL LABORATORY TESTING, SOIL TESTING EQUIPMENT SUPPLIER & TOPOGRAPHY.

Kantor : JL. Wahid Hasyim No. 24 (Belakang Primagama) Sempaja, SAMARINDA 75119

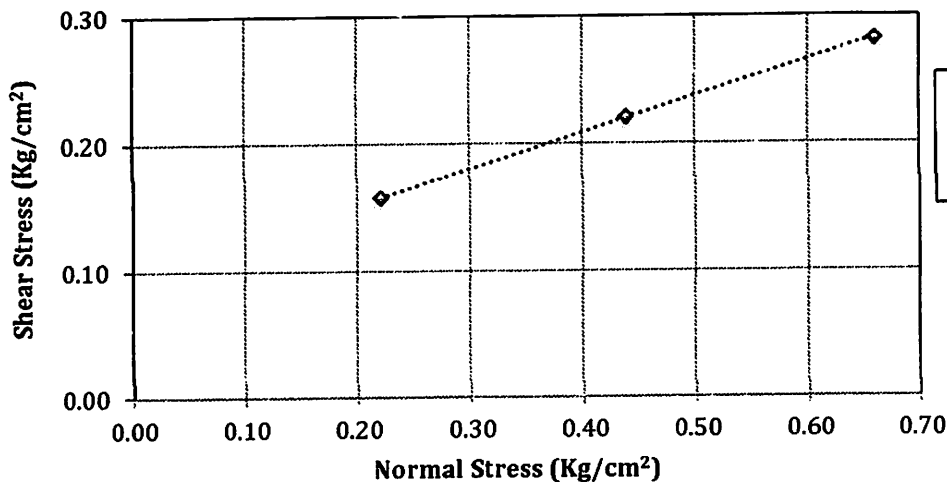
Kantor : Cabang Makassar : Jl. Todopulli 10 No. 67 Makassar

Telp.0541 - 7761610; 081391454460; Fax: 0541-251642; Email: geosindoutama@yahoo.com

DIRECT SHEAR TEST

BH-No. : BH-10 Tested By : Tim Lab. Geosindo
 Project : Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit Checked By : M. Ridwan ST, M.Eng
 Location : Kumai, Pangkalan Bun - KALTENG
 Depth : - { 19,50 - 20,00 }

TIME (menit)	PENETRATION (mm)	Load : 07 Kg		Load : 14 Kg		Load : 21 Kg	
		Reading Dial	Shear Strength (Kg)	Reading Dial	Shear Strength (Kg)	Reading Dial	Shear Strength (Kg)
0	0	0	0.000	0	0.000	0	0.000
1	125	3.1	4.101	4.5	5.954	6.0	7.938
2	250	3.2	4.234	4.6	6.086	6.1	8.070
3	375	3.3	4.366	4.7	6.218	6.2	8.203
4	500	3.4	4.498	4.8	6.350	6.3	8.335
5	625	3.5	4.631	4.9	6.483	6.4	8.467
6	750	3.7	4.895	5.0	6.615	6.5	8.600
7	875	3.8	5.027	5.2	6.880	6.6	8.732
8	1000	3.8	5.027	5.3	7.012	6.8	8.996
9	1125	3.8	5.027	5.3	7.012	6.8	8.996
10	1250			5.3	7.012	6.8	8.996
11	1375						
12	1500						
13	1625						
14	1750						
15	1875						
16	2000						
Normal Stress		= Kg/cm ²			0.22	0.44	0.66
Shear Stress		= Kg/cm ²			0.16	0.22	0.28



ϕ (°)	:	16
C (Kg/cm ²)	:	0.131



PT. GEOSINDO UTAMA

SOIL INVESTIGATION, SOIL LABORATORY TESTING, SOIL TESTING EQUIPMENT SUPPLIER & TOPOGRAPHY.

Kantor : JL. Wahid Hasyim No. 24 (Belakang Primagama) Sempaja, SAMARINDA 75119

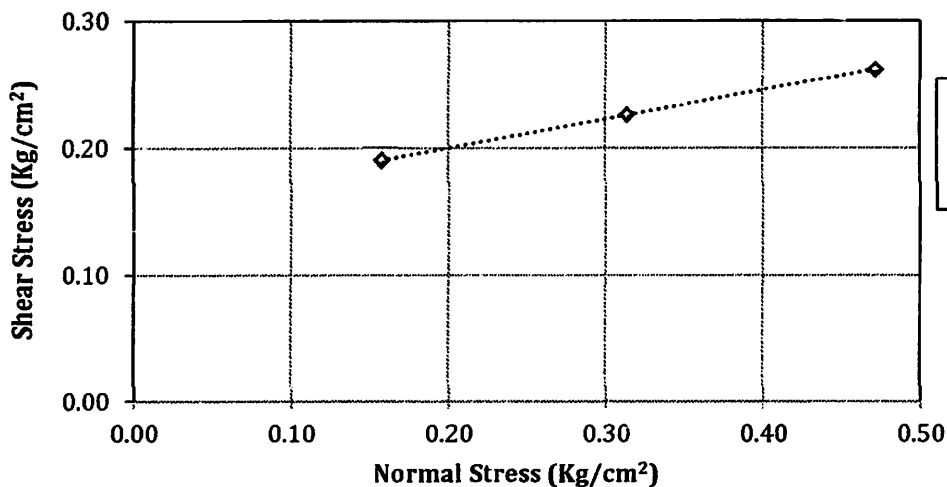
Kantor : Cabang Makassar : Jl. Todopulli 10 No. 67 Makassar

Telp.0541 - 7761610;081391454460; Fax: 0541-251642; Email: geosindoutama@yahoo.com

DIRECT SHEAR TEST

BH-No. : BH-10 Tested By : Tim Lab. Geosindo
 Project : Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit Checked By : M. Ridwan ST, M.Eng
 Location : Kumai, Pangkalan Bun - KALTENG
 Depth : - { 24,50 - 25,00 }

TIME (menit)	PENETRATION (mm)	Load : 05 Kg		Load : 10 Kg		Load : 15 Kg	
		Reading Dial	Shear Strength (Kg)	Reading Dial	Shear Strength (Kg)	Reading Dial	Shear Strength (Kg)
0	0	0	0.000	0	0.000	0	0.000
1	125	3.9	5.160	4.7	6.218	5.2	6.880
2	250	4.0	5.292	4.8	6.350	5.3	7.012
3	375	4.1	5.424	4.9	6.483	5.4	7.144
4	500	4.2	5.557	5.0	6.615	5.6	7.409
5	625	4.3	5.689	5.1	6.747	5.7	7.541
6	750	4.5	5.954	5.2	6.880	5.8	7.673
7	875	4.6	6.086	5.3	7.012	5.9	7.806
8	1000	4.6	6.086	5.5	7.210	6.0	7.938
9	1125	4.6	6.086	5.5	7.210	6.1	8.070
10	1250			5.5	7.210	6.3	8.335
11	1375					6.3	8.335
12	1500					6.3	8.335
13	1625						
14	1750						
15	1875						
16	2000						
Normal Stress		= Kg/cm ²			0.16	0.31	0.47
Shear Stress		= Kg/cm ²			0.19	0.23	0.26



ϕ (°)	:	13
C (Kg/cm ²)	:	0.174



PT. GEOSINDO UTAMA

SOIL INVESTIGATION, SOIL LABORATORY TESTING, SOIL TESTING EQUIPMENT SUPPLIER & TOPOGRAPHY.

Kantor : Jl. Wahid Hasyim No. 24 (Belakang Primagama) Sempaja, SAMARINDA 75119

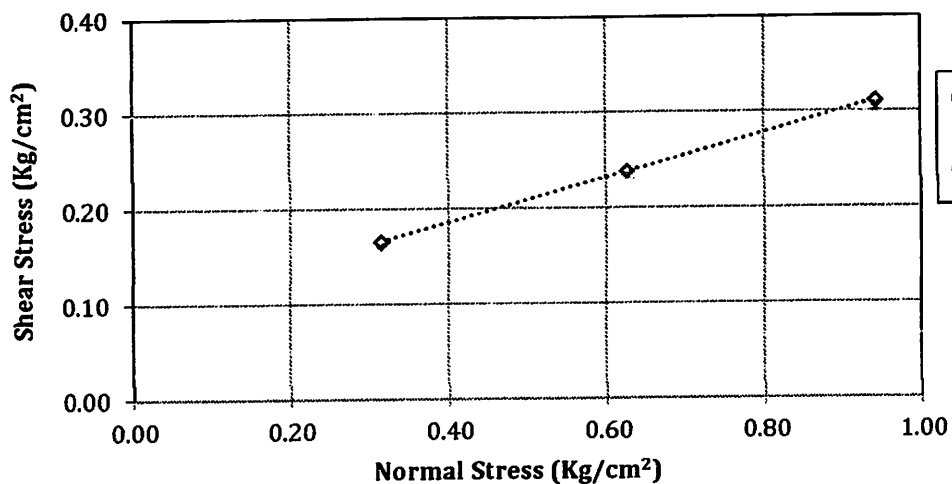
Kantor : Cabang Makassar : Jl. Todopulli 10 No. 67 Makassar

Telp.0541 - 7761610; 081391454460; Fax: 0541-251642; Email: geosindoutama@yahoo.com

DIRECT SHEAR TEST

BH-No. : BH-10 Tested By : Tim Lab. Geosindo
 Project : Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit Checked By : M. Ridwan ST, M.Eng
 Location : Kumai, Pangkalan Bun - KALTENG
 Depth : - { 29,50 - 30,00 }

TIME (menit)	PENETRATION (mm)	Load : 10 Kg		Load : 20 Kg		Load : 30 Kg	
		Reading Dial	Shear Strength (Kg)	Reading Dial	Shear Strength (Kg)	Reading Dial	Shear Strength (Kg)
0	0	0	0.000	0	0.000	0	0.000
1	125	3.4	4.498	5.1	6.747	6.6	8.732
2	250	3.5	4.631	5.2	6.880	6.7	8.864
3	375	3.6	4.763	5.3	7.012	6.9	9.129
4	500	3.7	4.895	5.4	7.144	7.0	9.261
5	625	3.8	5.027	5.5	7.277	7.1	9.393
6	750	4.0	5.292	5.6	7.409	7.2	9.526
7	875	4.0	5.292	5.8	7.607	7.3	9.658
8	1000	4.0	5.292	5.8	7.607	7.5	9.923
9	1125			5.8	7.607	7.5	9.923
10	1250					7.5	9.923
11	1375						
12	1500						
13	1625						
14	1750						
15	1875						
16	2000						
Normal Stress = Kg/cm ²				0.31	0.63	0.94	
Shear Stress = Kg/cm ²				0.17	0.24	0.31	



ϕ (°)	:	13
C (Kg/cm ²)	:	0



PT. GEOSINDO UTAMA

SOIL INVESTIGATION, SOIL LABORATORY TESTING, SOIL TESTING EQUIPMENT SUPPLIER & TOPOGRAPHY.

Kantor : Jl. Wahid Hasyim No. 24 (Belakang Primagama) Sempaja, SAMARINDA 75119

Kantor : Cabang Makassar : Jl. Todopulli 10 No. 67 Makassar

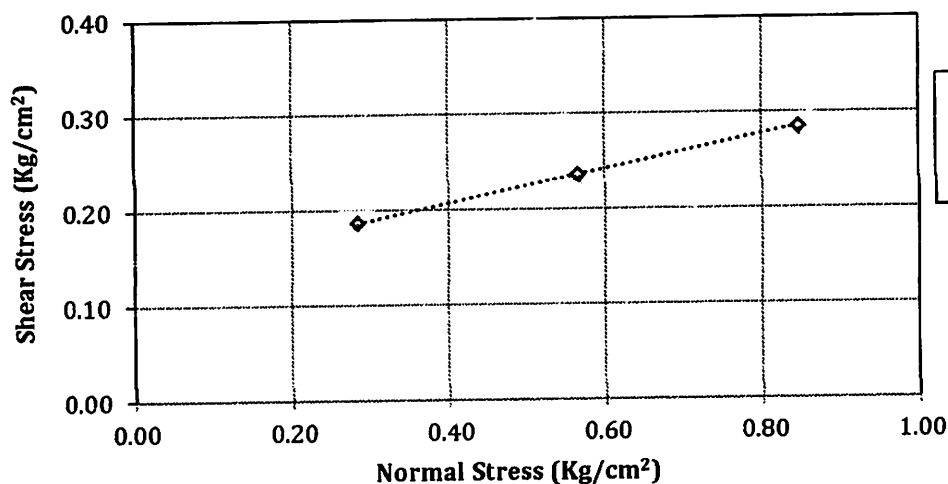
Telp.0541 - 7761610; 081391454460; Fax: 0541-251642; Email: geosindoutama@yahoo.com

DIRECT SHEAR TEST

BH-No. : BH-10
 Project : Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit
 Location : Kumai, Pangkalan Bun - KALTENG
 Depth : - { 34,50 - 35,00 }

Tested By : Tim Lab. Geosindo
 Checked By : M. Ridwan ST, M.Eng

TIME (menit)	PENETRATION (mm)	Load : 09 Kg		Load : 18 Kg		Load : 27 Kg	
		Reading Dial	Shear Strength (Kg)	Reading Dial	Shear Strength (Kg)	Reading Dial	Shear Strength (Kg)
0	0	0	0.000	0	0.000	0	0.000
1	125	3.8	5.027	4.9	6.483	6.1	8.070
2	250	3.9	5.160	5.0	6.615	6.2	8.203
3	375	4.0	5.292	5.1	6.747	6.3	8.335
4	500	4.1	5.424	5.2	6.880	6.4	8.467
5	625	4.2	5.557	5.3	7.012	6.5	8.600
6	750	4.3	5.689	5.4	7.144	6.7	8.864
7	875	4.5	5.954	5.5	7.277	6.9	9.129
8	1000	4.5	5.954	5.7	7.541	6.9	9.129
9	1125	4.5	5.954	5.7	7.541	6.9	9.129
10	1250			5.7	7.541		
11	1375						
12	1500						
13	1625						
14	1750						
15	1875						
16	2000						
Normal Stress = Kg/cm ²				0.28	0.56	0.85	
Shear Stress = Kg/cm ²				0.19	0.24	0.29	



ϕ (°)	:	10
C (Kg/cm ²)	:	0



PT. GEOSINDO UTAMA

SOIL INVESTIGATION, SOIL LABORATORY TESTING, SOIL TESTING EQUIPMENT SUPPLIER & TOPOGRAPHY.

Kantor : JL. Wahid Hasyim No. 24 (Belakang Primagama) Sempaja, SAMARINDA 75119

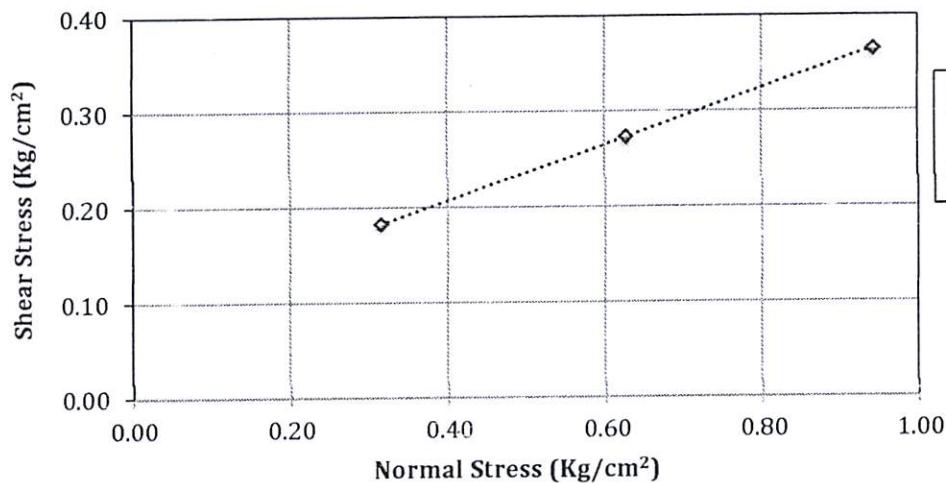
Kantor : Cabang Makassar : Jl. Todopulli 10 No. 67 Makassar

Telp.0541 - 7761610; 081391454460; Fax: 0541-251642; Email: geosindoutama@yahoo.com

DIRECT SHEAR TEST

BH-No.	: BH-10	Tested By	: Tim Lab. Geosindo
Project	: Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit	Checked By	: M. Ridwan ST, M.Eng
Location	: Kumai, Pangkalan Bun - KALTENG		
Depth	: - { 39,50 - 40,00 }		

TIME (menit)	PENETRATION (mm)	Load : 10 Kg		Load : 20 Kg		Load : 30 Kg	
		Reading Dial	Shear Strength (Kg)	Reading Dial	Shear Strength (Kg)	Reading Dial	Shear Strength (Kg)
0	0	0	0.000	0	0.000	0	0.000
1	125	3.8	5.027	5.9	7.806	8.0	10.584
2	250	3.9	5.160	6.0	7.938	8.1	10.716
3	375	4.0	5.292	6.1	8.070	8.2	10.849
4	500	4.1	5.424	6.2	8.203	8.3	10.981
5	625	4.3	5.689	6.4	8.467	8.4	11.113
6	750	4.4	5.821	6.5	8.600	8.5	11.246
7	875	4.4	5.821	6.6	8.732	8.6	11.378
8	1000	4.4	5.821	6.6	8.732	8.8	11.642
9	1125			6.6	8.732	8.8	11.642
10	1250					8.8	11.642
11	1375						
12	1500						
13	1625						
14	1750						
15	1875						
16	2000						
Normal Stress = Kg/cm ²				0.31	0.63	0.94	
Shear Stress = Kg/cm ²				0.18	0.27	0.37	



Ø (°)	:	16
C (Kg/cm ²)	:	0



PT. GEOSINDO UTAMA

SOIL INVESTIGATION, SOIL LABORATORY TESTING, SOIL TESTING EQUIPMENT SUPPLIER & TOPOGRAPHY.

Kantor : Jl. Wahid Hasyim No. 24 (Belakang Primagama) Sempaja, SAMARINDA 75119

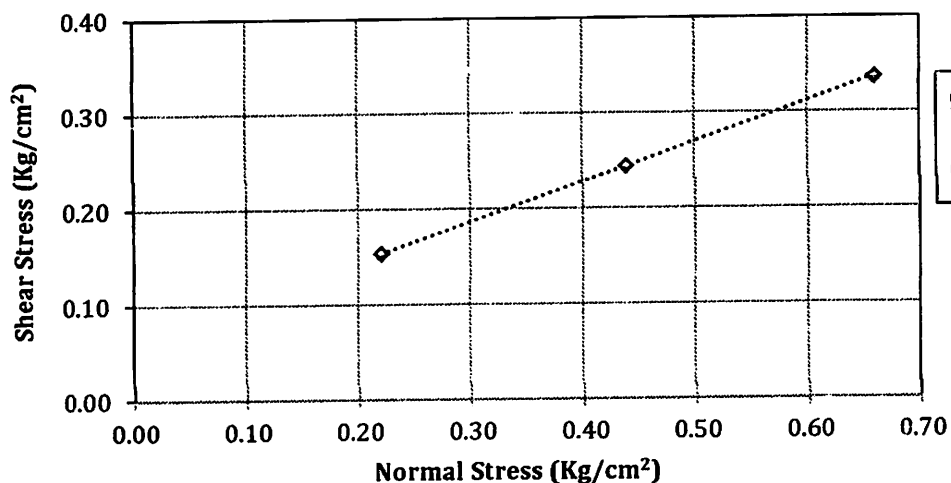
Kantor : Cabang Makassar : Jl. Todopulli 10 No. 67 Makassar

Telp.0541 - 7761610; 081391454460; Fax: 0541-251642; Email: geosindoutama@yahoo.com

DIRECT SHEAR TEST

BH-No. : BH-10 Tested By : Tim Lab. Geosindo
 Project : Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit Checked By : M. Ridwan ST, M.Eng
 Location : Kumai, Pangkalan Bun - KALTENG
 Depth : - { 44,50 - 45,00 }

TIME (menit)	PENETRATION (mm)	Load : 07 Kg		Load : 14 Kg		Load : 21 Kg	
		Reading Dial	Shear Strength (Kg)	Reading Dial	Shear Strength (Kg)	Reading Dial	Shear Strength (Kg)
0	0	0	0.000	0	0.000	0	0.000
1	125	3.0	3.969	5.1	6.747	7.3	9.658
2	250	3.1	4.101	5.2	6.880	7.4	9.790
3	375	3.2	4.234	5.3	7.012	7.5	9.923
4	500	3.3	4.366	5.4	7.144	7.6	10.055
5	625	3.4	4.498	5.5	7.277	7.8	10.319
6	750	3.5	4.631	5.6	7.409	7.9	10.452
7	875	3.7	4.895	5.7	7.541	8.0	10.584
8	1000	3.7	4.895	5.9	7.806	8.1	10.716
9	1125	3.7	4.895	5.9	7.806	8.1	10.716
10	1250			5.9	7.806	8.1	10.716
11	1375						
12	1500						
13	1625						
14	1750						
15	1875						
16	2000						
Normal Stress		= Kg/cm ²			0.22	0.44	0.66
Shear Stress		= Kg/cm ²			0.15	0.24	0.34

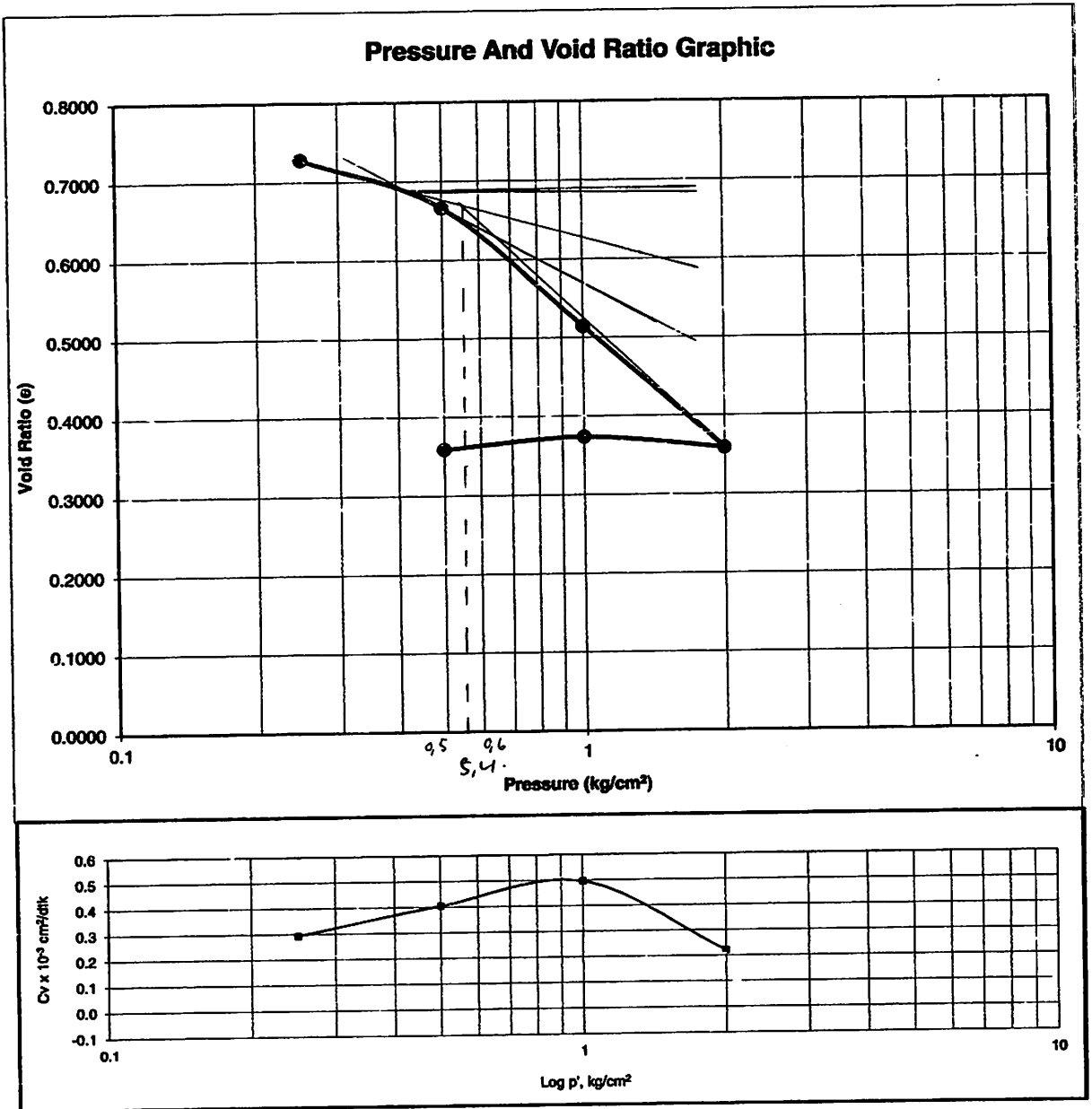


ϕ (°)	:	23
C (Kg/cm ²)	:	0

Consolidation Graphic

Sample No. : BH. 10
 Project : Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit
 Location : Kumai, Pangkalan Bun - KALTENG
 Depth : - (09.50 - 10,00 m)

Tested By : Tim Lab. Geosindo
 Checked By : M. Ridwan, ST, M.Eng

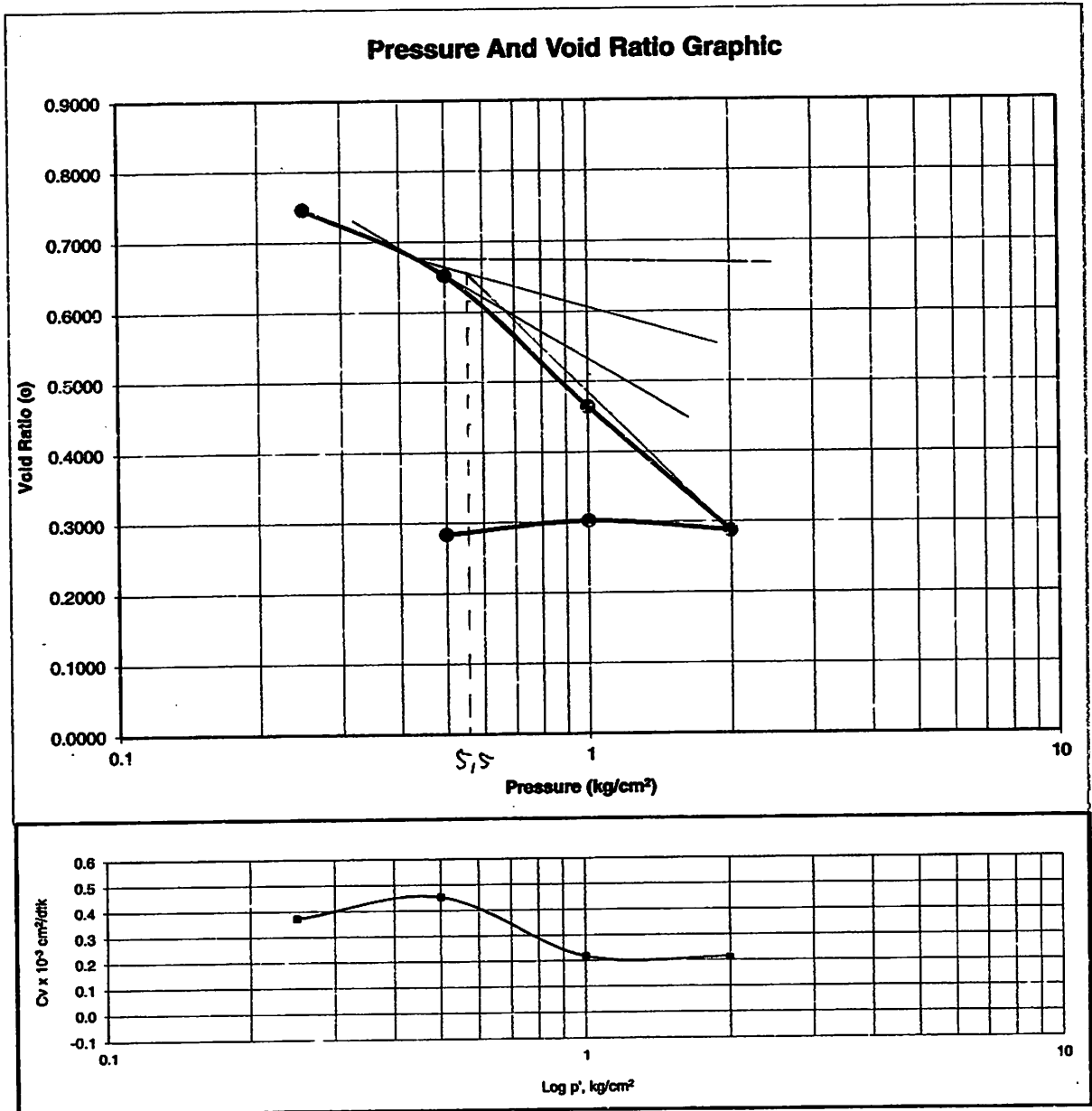


$C_v = 0.354 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{dtk}$	$C_c = 0.504$
--	---------------

Consolidation Graphic

Sample No. : BH. 10
 Project : Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit
 Location : Kumai, Pangkalan Bun - KALTENG
 Depth : - (14,50 - 15,00 m)

Tested By : Tim Lab. Geosindo
 Checked By : M. Ridwan, ST, M.Eng

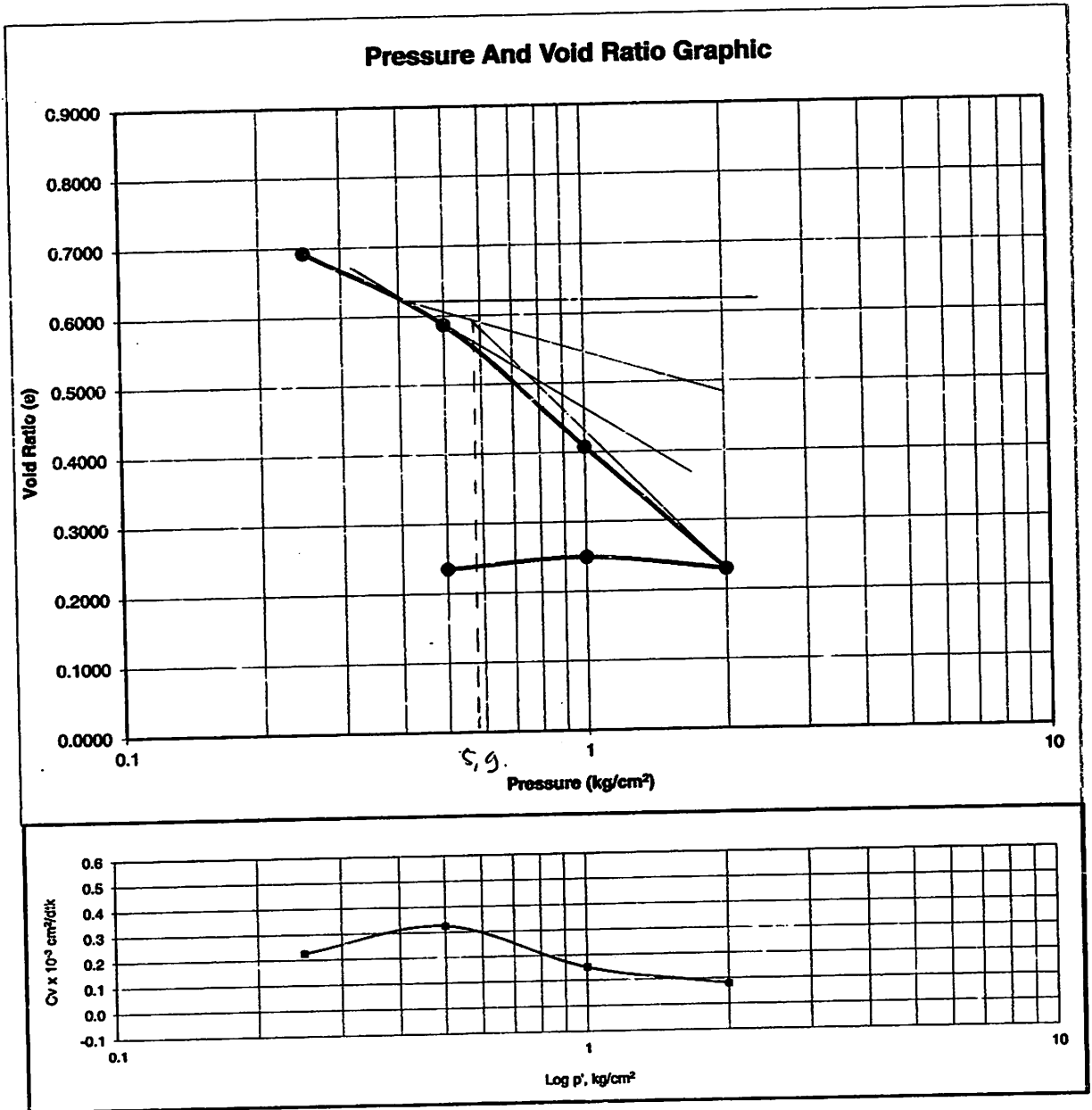


$C_v = 0.314 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{dtk}$	$C_c = 0.622$
--	---------------

Consolidation Graphic

Sample No. : BH. 10
 Project : Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit
 Location : Kumai, Pangkalan Bun - KALTENG
 Depth : - (19,50 - 20,00 m)

Tested By : Tim Lab. Geosindo
 Checked By : M. Ridwan, ST, M.Eng



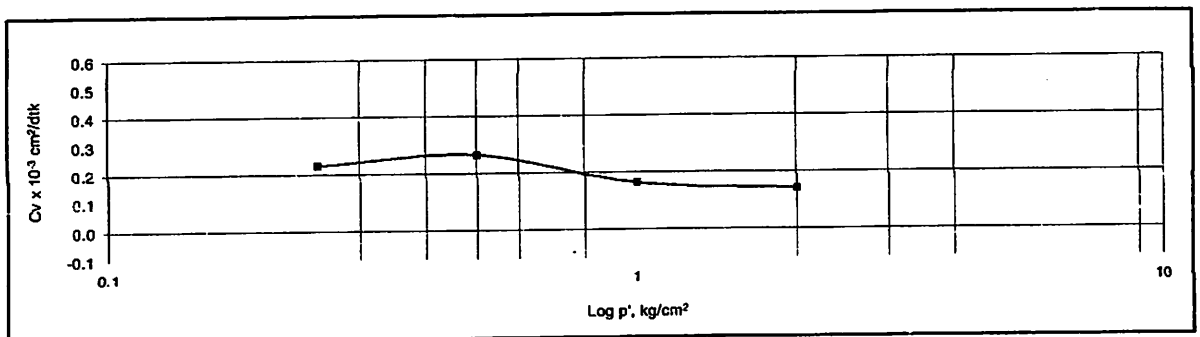
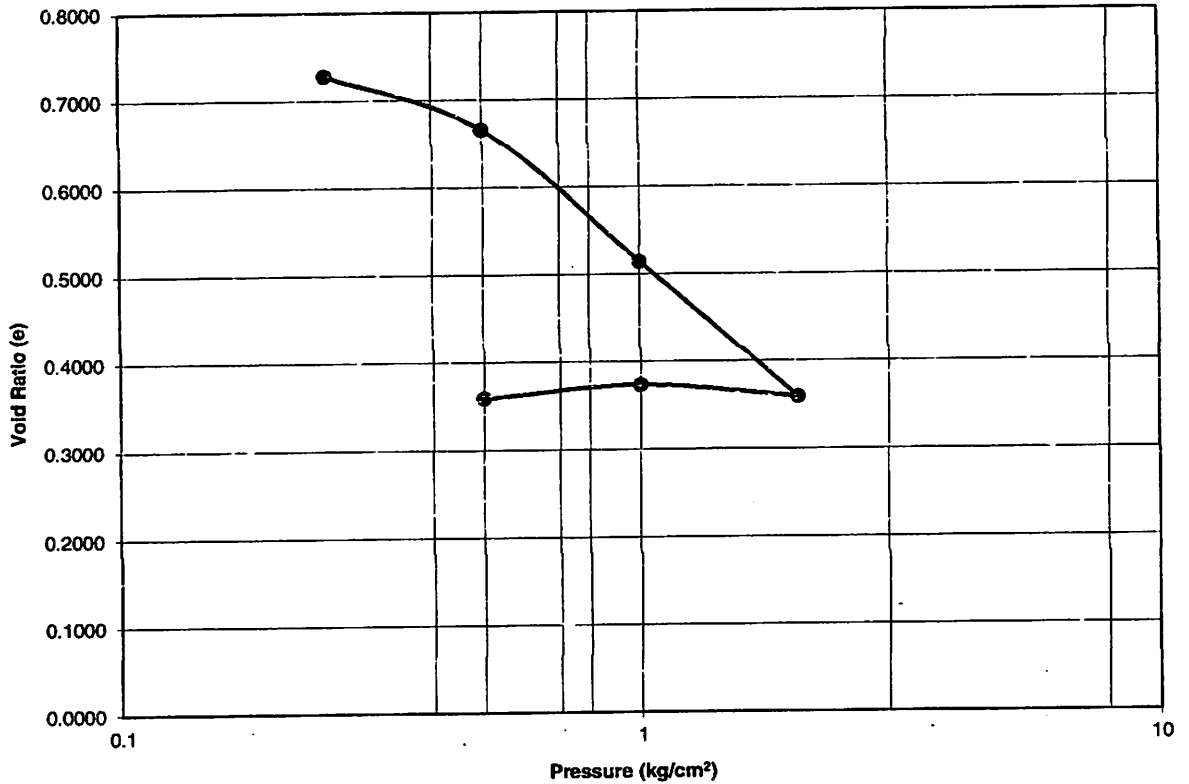
$C_v = 0.196 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{dtk}$	$C_c = 0.596$
--	---------------

Consolidation Graphic

Sample No. : BH. 10
 Project : Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit
 Location : Kumai, Pangkalan Bun - KALTENG
 Depth : - (24,50 - 25,00 m)

Tested By : Tim Lab. Geosindo
 Checked By : M. Ridwan, ST, M.Eng

Pressure And Void Ratio Graphic



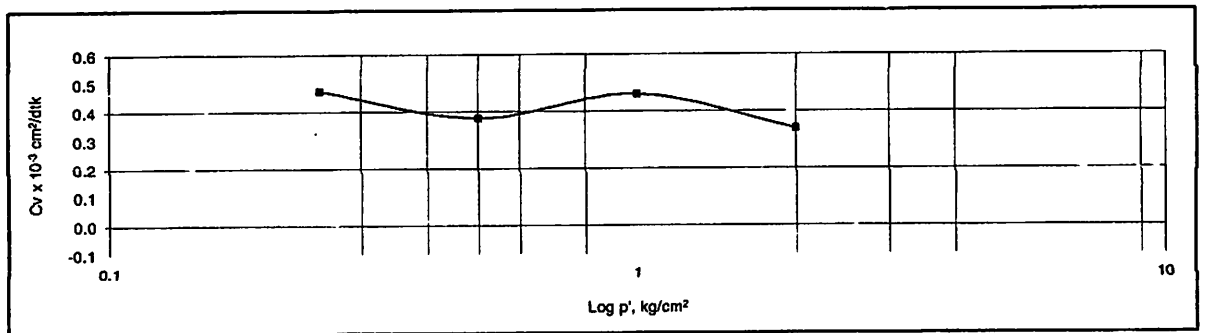
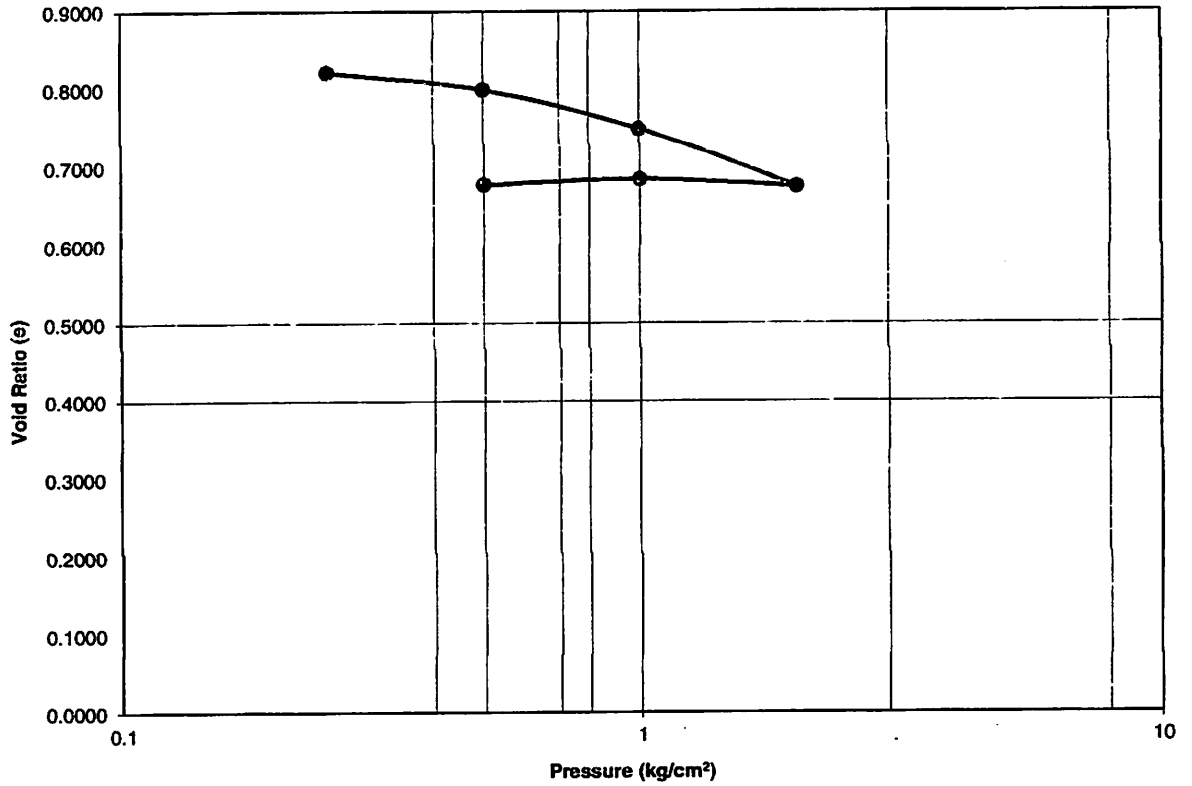
Cv = 0.200 x 10 ⁻³ cm ² /dtk	Cc = 0.504
--	------------

Consolidation Graphic

Sample No. : BH. 10
 Project : Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit
 Location : Kumai, Pangkalan Bun - KALTENG
 Depth : - (29,50 - 30,00 m)

Tested By : Tim Lab. Geosindo
 Checked By : M. Ridwan, ST, M.Eng

Pressure And Void Ratio Graphic



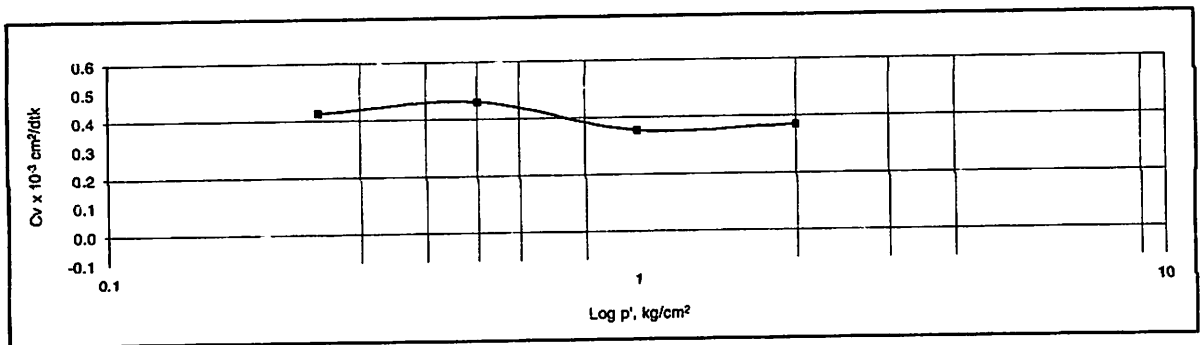
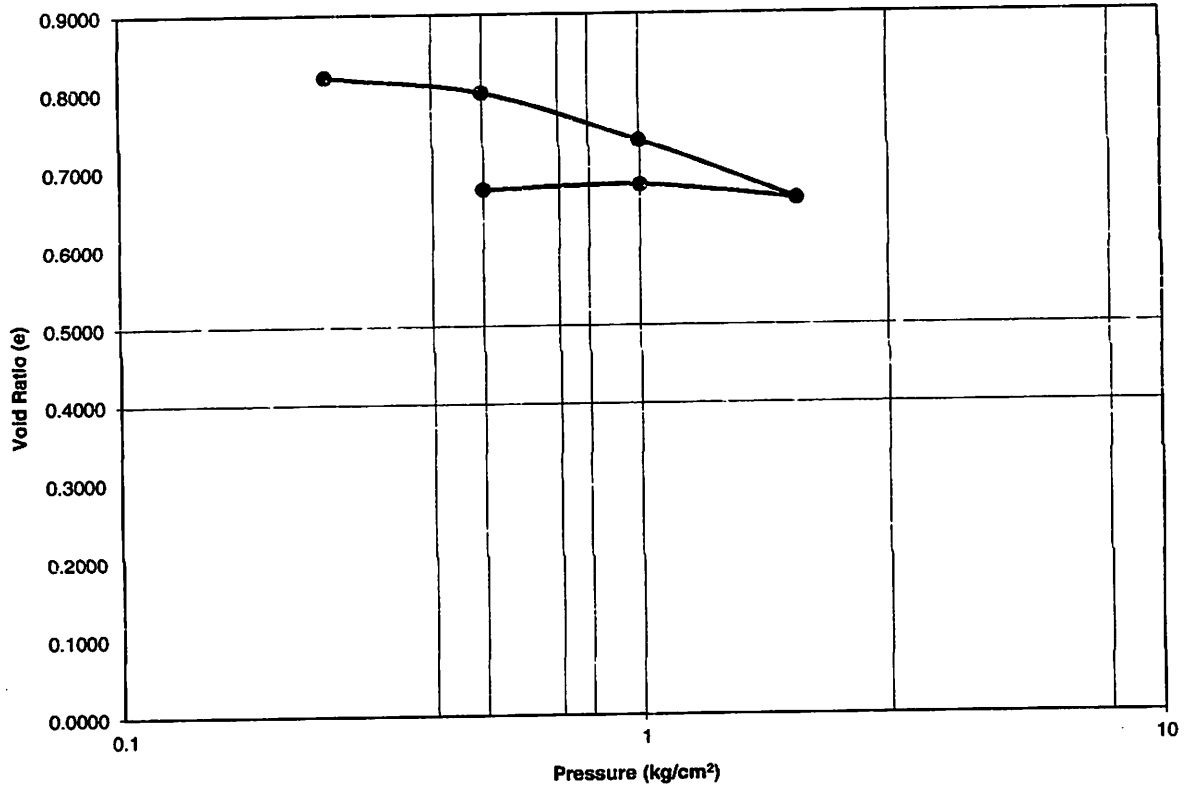
$C_v = 0.413 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{dtk}$	$C_c = 0.166$
--	---------------

Consolidation Graphic

Sample No. : BH. 10
 Project : Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit
 Location : Kumai, Pangkalan Bun - KALTENG
 Depth : - (34,50 - 35,00 m)

Tested By : Tim Lab. Geosindo
 Checked By : M. Ridwan, ST, M.Eng

Pressure And Void Ratio Graphic



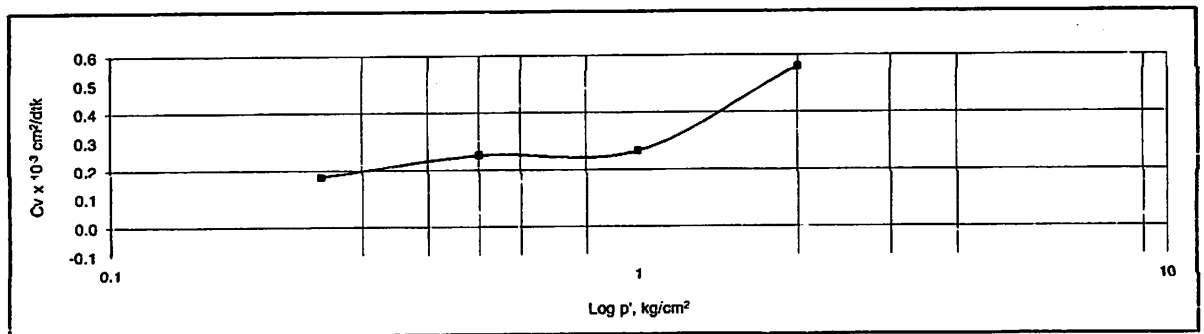
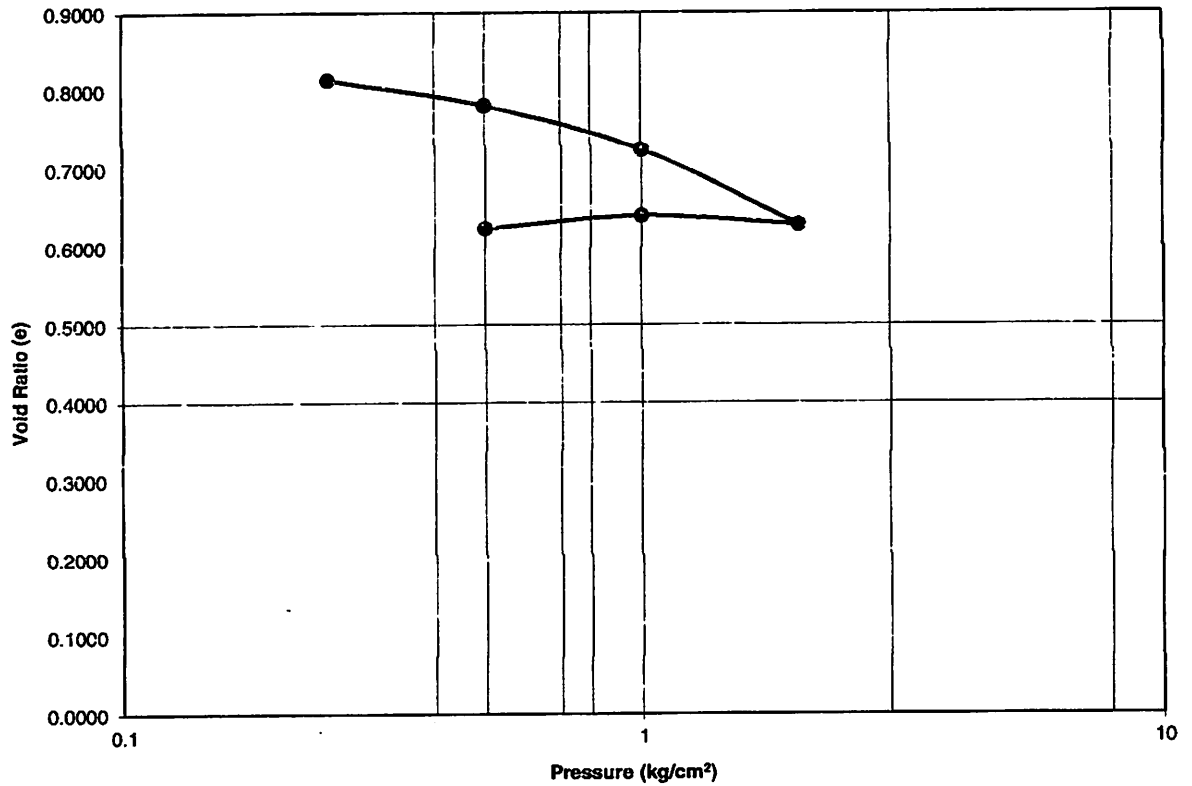
Cv = 0.403 x 10 ⁻³ cm ² /dtk	Cc = 0.206
--	------------

Consolidation Graphic

Sample No. : BH. 10
 Project : Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit
 Location : Kumai, Pangkalan Bun - KALTENG
 Depth : - (39,50 - 40,00 m)

Tested By : Tim Lab. Geosindo
 Checked By : M. Ridwan, ST, M.Eng

Pressure And Void Ratio Graphic



Cv = 0.314 x 10 ⁻³ cm ² /dtk	Cc = 0.188
--	------------

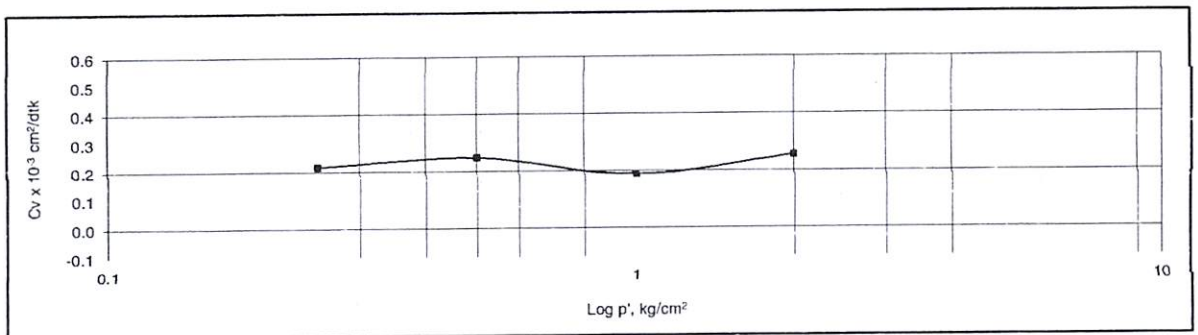
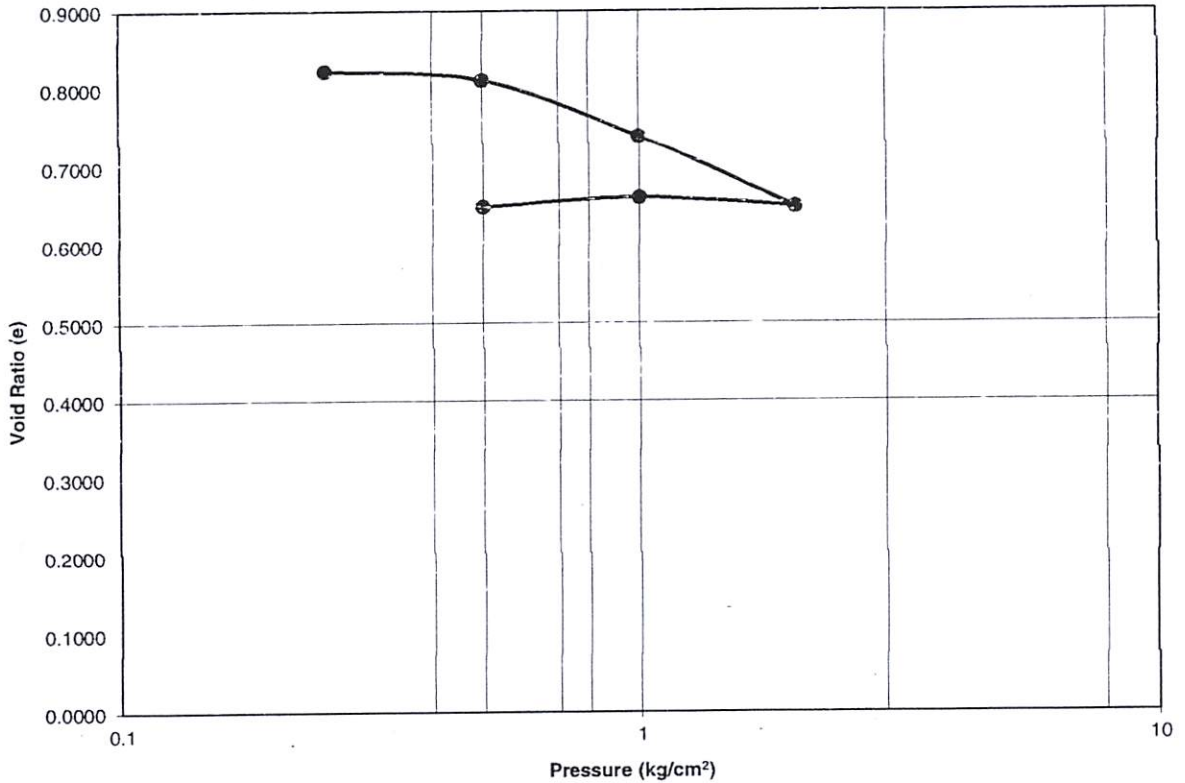


Consolidation Graphic

Sample No. : BH. 10
 Project : Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit
 Location : Kumai, Pangkalan Bun - KALTENG
 Depth : - (44,50 - 45,00 m)

Tested By : Tim Lab. Geosindo
 Checked By : M. Ridwan, ST, M.Eng

Pressure And Void Ratio Graphic



$C_v = 0.227 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{dtk}$	$C_c = 0.241$
--	---------------

CeTeau-Drain CT-D832

Drain Body

Extrusion profile of 100% polypropylene with the following important properties:

- environmental safe
- large water flow capacity
- flexible
- high tensile strength and toughness
- inert to natural occurring acids alkalis and salt
- workable and easy to handle at low temperatures
- no wet shrinkage or growth

Filter Jacket

Nonwoven fabric of 100% polyester without any binders, with the following important properties:

- balanced strength in both directions
- high tensile strength and toughness
- no wet shrinkage or growth
- good resistance to rot, moisture and insects
- high water permeability
- inert to natural occurring acids, alkalis and salt
- excellent filtration characteristics
- tear, burst and puncture resistant
- environmental safe

Physical properties		Unit	CT-D832
Drain Body	Configuration	-	standard
	Material	-	PP
	Colour	-	white
Filter Jacket	Material	-	PET
	Colour	-	grey
Assembled Drain	Weight	g/m	80
	Width	mm	5
	Thickness	mm	100

Mechanical properties	Symbol	Test	Unit	CT-D832
Filter Jacket				
Grab Tensile Strength	F	ASTM D4632	N	480
Elongation	ϵ	ASTM D4632	%	32
Tear Strength		ASTM D4533	N	120
Pore Size	O	ASTM D4751	μm	< 75
Permeability	k	ASTM D4491	m/s	> 1.0×10^4
Assembled Drain				
Tensile Strength	F	ASTM D4595	kN	3
Elongation at break	ϵ	ASTM D4595	%	40
Strength at 10% elongation	F	ASTM D4595	kN	2.3
Elongation at 1 kN tensile strength	ϵ	ASTM D4595	%	2.0
Discharge capacity at 100 kPa	q	ASTM D4716	m ³ /s	173×10^{-6}
Discharge capacity at 150 kPa	q	ASTM D4716	m ³ /s	167×10^{-6}
Discharge capacity at 200 kPa	q	ASTM D4716	m ³ /s	161×10^{-6}
Discharge capacity at 250 kPa	q	ASTM D4716	m ³ /s	155×10^{-6}
Discharge capacity at 300 kPa	q	ASTM D4716	m ³ /s	148×10^{-6}
Discharge capacity at 350 kPa	q	ASTM D4716	m ³ /s	142×10^{-6}

Transport details	Unit	CT-D832
Roll length	m	250
Outside diameter roll	m	1.10
Inside diameter roll	m	0.15
Weight roll	kg	20
40ft container	m	105,000

Agent & Distributor In Indonesia Area :



PT. TEKNINDO GEOSISTEM UNGGUL

Wisma SIER Building, 1st Floor

Jl. Rungkut Industri Raya No.10 Surabaya 60293

Tel. 62-31-8475062 Fax. 62-31-8475063

Email : info@geosistem.co.id Website : www.geosistem.co.id

(CT-032011)

All information, illustrations and specifications are based on the latest product information available at the time of printing. The right is reserved to make changes at any time without notice.

All mechanical properties are average values. Standard variations in mechanical strength of 10% and in hydraulic flow and pore size of 20% have to be allowed for.

LAMPIRAN 3

Surat – surat



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

NI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor : ITN-1006.01/21/B/TA/I/gnp 13-14
Lampiran : -
Perihal : **Bimbingan Skripsi**

10 Juni 2014

Kepada Yth : **Bpk./ Ibu Ir. Eding Iskak Imananto, MT**

Dosen Institut Teknologi Nasional Malang

Di -

MALANG

Dengan Hormat,

Bersama ini kami beritahukan, bahwa sesuai dengan kesediaan saudara/i. atas permohonan dari Mahasiswa :

Nama : **Eko Purnomo**
Nim : **1221910**
Prodi : Teknik Sipil (S-1)

Untuk dapat Membimbing Skripsi dan Mendampingi Seminar Skripsi dengan judul :
“Perbaikan Tanah Dengan Metode Preloading Kombinasi Vertikal Drain Untuk Mengatasi Penurunan Tanah”.

Maka dengan ini kami menugaskan Saudara sebagai dosen pembimbing Skripsi.

Waktu penyelesaian Skripsi tersebut selama 6 (Enam) bulan terhitung mulai tanggal :
10 Juni 2014 2013 ^{*/d} 09 Desember 2014. Apabila melebihi batas waktu yang telah di tentukan tetapi belum selesai, maka mahasiswa yang bersangkutan wajib memperpanjang masa bimbingannya.

Demikian atas perhatiannya kami di sampaikan banyak terima kasih.

Ketua Program Studi Teknik Sipil (S-1)
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan


Ir. A. Agus Santosa, MT
NIP. 101 87 00155

Tembusan Kepada Yth :

1. Arsip.



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor : ITN-1006.02/21/B/TA/I/gnp 13-14

10 Juni 2014

Lampiran : -

Perihal : **Bimbingan Skripsi**

Kepada Yth : **Bpk./ Ibu Ir. Munasih, MT**

Dosen Institut Teknologi Nasional Malang

Di -

MALANG

Dengan Hormat,

Bersama ini kami beritahukan, bahwa sesuai dengan kesediaan saudara/i. atas permohonan dari Mahasiswa :

Nama : **Eko Purnomo**

Nim : **1221910**

Prodi : **Teknik Sipil (S-1)**

Untuk dapat Membimbing Skripsi dan Mendampingi Seminar Skripsi dengan judul :
“Perbaikan Tanah Dengan Metode Preloading Kombinasi Vertikal Drain Untuk Mengatasi Penurunan Tanah”.

Maka dengan ini kami menugaskan Saudara sebagai dosen pembimbing Skripsi.

Waktu penyelesaian Skripsi tersebut selama 6 (Enam) bulan terhitung mulai tanggal :
10 Juni 2014 2013 ⁹/₄ 09 Desember 2014. Apabila melebihi batas waktu yang telah di tentukan tetapi belum selesai, maka mahasiswa yang bersangkutan wajib memperpanjang masa bimbingannya.

Demikian atas perhatiannya kami di sampaikan banyak terima kasih.

Ketua Program Studi Teknik Sipil (S-1)
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan

Ir. A. Agus Santosa, MT
NIP. 101 87 00155

Tembusan Kepada Yth :

1. Arsip.



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
 Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Telp. (0341) 551431 Malang

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI

**PERBAIKAN TANAH DENGAN METODE PRELOADING KOMBINASI
 VERTIKAL DRAIN UNTUK MENGATASI PENURUNAN TANAH**

Nama : EKO PURNOMO (12.21.910)

Program Studi : Teknik Sipil S-1

Dosen Pembimbing : Ir. Eding Iskak Imananto, MT

No	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
1	02/07'14	- lengkap data tanah setiap UDS letak m.o.t ? organik / rowa → v.v. soft. timbunan di lapangan mulai clay.	
2	14/07'14	- hitung data se t alibat H _{max} . dan d _{ul} < 0 = H _{tr} < H _{max}	
3	18/07'14	Se tiap lapisan ok of apa jenis of pasir. prinsip preloading di lapangan & timbunan terapan	
4	23/07'14	US → 100 m prinsip preloading lapisan preloading TPVD di sisi lain setiap 5 PVD lanjutan	
5	11/08'14	- gr. grafik t vs se gabung tanah preloading.	
6	12/08'14	- gr. grafik t vs se gabung semua lapisan 1, 2, 3, & dibuat 22 minggu → Usab > 90% timbunan lapisan strip preloading	

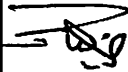
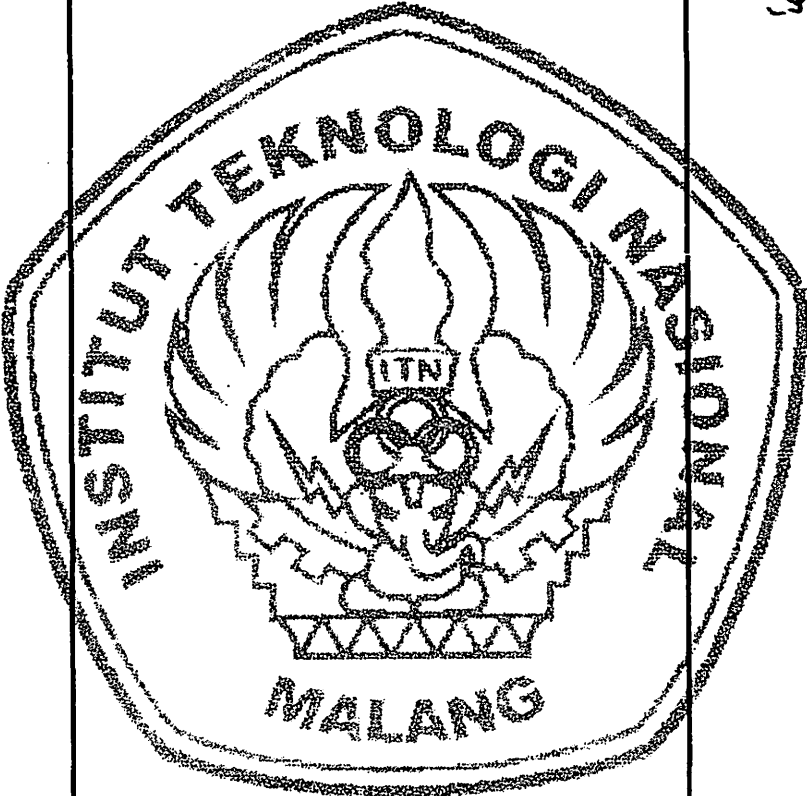


INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
Jl. Bundungan Sigura-gura No.2 Telp. (0341) 551431 Malang

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI

**PERBAIKAN TANAH DENGAN METODE PRELOADING KOMBINASI
VERTIKAL DRAIN UNTUK MENGATASI PENURUNAN TANAH**

Nama : EKO PURNOMO (12.21.910)
Program Studi : TEKNIK SIPIL S-1
Desen Pembimbing : IR. EDING ISKAK IMANANTO, MT

No	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
7	14/08	- skripsi, bisa seminar hasil & Stephen yjiam	
			



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Telp. (0341) 551431 Malang

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI

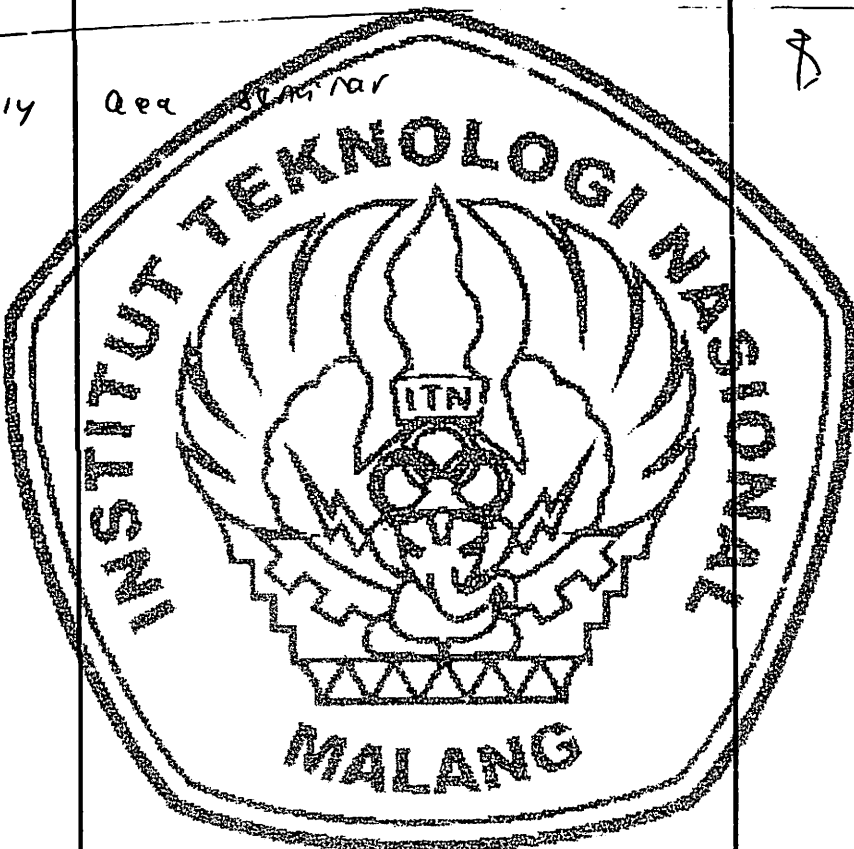
PERBAIKAN TANAH DENGAN METODE PRELOADING KOMBINASI
VERTIKAL DRAIN UNTUK MENGATASI PENURUNAN TANAH

Nama : EKO PURNOMO (12.21.910)

Program Studi : Teknik Sipil S-1

Dosen Pembimbing : Ir. Munasih, MT

No	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
1	13/8.2014	high stabilitas tanah	
2	17/8.2014	see seminar	





**FORM REVISI / PERBAIKAN
 BIDANG _____**

Nama : BKO P

NIM : _____

Hari / tanggal : _____ / _____

Perbaikan materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi :

- > Kata pengantar
- > ABSTRAKSI ?
- > Kesimpulan
- > Satuan ... $g_0 = \dots$

Perbaikan Seminar Hasil Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Seminar. Bila melebihi 14 hari, maka tidak dapat diikuti Ujian Skripsi.

Pengumpulan berkas untuk ujian skripsi dengan menyertakan lembar pengesahan dari dosen pembahas dan kaprodi

Skripsi telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, _____ 20
 Dosen Pembahas

Malang, _____ 20
 Dosen Pembahas



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Bendungan Sigura-gura 2
Jl. Raya Karanglo Km. 2
Malang

SEMINAR HASIL SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG GEOTEKNIK

Nama : EKO PURNOMO

NIM : 12.21.910

Hari / tanggal : Selasa, 19 Agustus 2014

Perbaikan materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi :

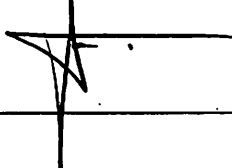
- Perbaiki dan sesuaikan antara
tujuan & keinsipulan.

Perbaikan Seminar Hasil Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Seminar. Bila melebihi 14 hari, maka tidak dapat diikuti Ujian Skripsi.

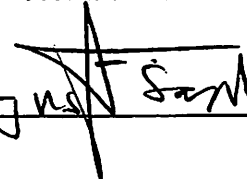
Pengumpulan berkas untuk ujian skripsi dengan menyertakan lembar pengesahan dari dosen pembahas dan kaprodi

Skripsi telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 20 - 08 - 2014
Dosen Pembahas

()

Malang, 19 - 08 - 2014
Dosen Pembahas

( A. Agus Santosa)



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Beahangan Sigura-gura 2
Jl. Raya Kacanglo Kra. 2
Malang

UJIAN SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG _____

Nama : EKO PURNOMO

NIM : _____

Hari / tanggal : _____ / _____

Perbaikan materi Skripsi meliputi :

Perbaikan Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Ujian dilaksanakan. Bila melebihi masa 14 hari, maka tidak dapat diikutkan Yudisium.

Tugas Akhir telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, _____ 2010

Dosen Penguji

Malang, _____ 2010

Dosen Penguji



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
 Jl. Bendungan Siguru-guru 2
 Jl. Raya Karanglo Km. 2
 Malang

UJIAN SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG GEOTEKNIK

Nama : EKO PURNOMO
 NIM : 1221910
 Hari / Tanggal : JUM'AT, 22-11-2014

Perbaikan materi Skripsi meliputi :

(The content of this section is mostly obscured by a large handwritten mark, likely a signature or a large 'X', indicating that the revision details are not legible.)

Perbaikan Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Ujian dilaksanakan. Bila melebihi masa 14 hari, maka tidak dapat diikutkan Yudisium.

Tugas Akhir telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 26 - 11 - 2014
 Dosen Penguji

(A. Agus Santosa.)

Malang, 22 - 11 - 2014
 Dosen Penguji

(A. Agus Santosa.)