

**TUGAS AKHIR - MO184804**

**ANALISIS STABILITAS TIMBUNAN TANAH MENGGUNAKAN  
PERKUATAN GEOTEXTILE PADA PROJECT LAND  
PREPARATION PT CHANDRA ASRI ALKALI**

**AGNI LINTANG PININGGIL**  
NRP 5020201110

Dosen Pembimbing  
**Dr. Eng. M. Zikra, S.T., M.Sc.**  
NIP 197702252002121002  
**Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc**  
NIP 196012141989031001

Program Studi Teknik Kelautan  
Departemen Teknik Kelautan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2024

**TUGAS AKHIR - MO184804**

**ANALISIS STABILITAS TIMBUNAN TANAH MENGGUNAKAN  
PERKUATAN GEOTEXTILE PADA PROJECT LAND  
PREPARATION PT CHANDRA ASRI ALKALI**

**AGNI LINTANG PININGGIL**  
NRP 5020201110

Dosen Pembimbing  
**Dr. Eng. M. Zikra, S.T., M.Sc.**  
NIP 197702252002121002  
**Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc**  
NIP 196012141989031001

**Program Studi Teknik Kelautan**  
Departemen Teknik Kelautan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2024

**FINAL PROJECT - M0184804**

**ANALYSIS OF SOIL EMBANKMENT STABILITY USING  
GEOTEXTILE REINFORCEMENT IN PT CHANDRA ASRI  
ALKALILAND PREPARATION PROJECT**

**AGNI LINTANG PININGGIL**  
NRP 5020201110

Advisor  
**Dr. Eng. M. Zikra, S.T., M.Sc.**  
NIP 197702252002121002  
**Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc**  
NIP 196012141989031001

**Study Program Ocean Engineering**  
Departement of Ocean Engineering  
Faculty of Marine Technology  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2024

## LEMBAR PENGESAHAN

# ANALISIS STABILITAS TIMBUNAN TANAH MENGUNAKAN PERKUATAN GEOTEXTILE PADA PROJECT LAND PREPARATION PT CHANDRA ASRI ALKALI

### TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat  
memperoleh gelar Sarjana Teknik di  
Program Studi Teknik Kelautan  
Departemen Teknik Kelautan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh : **AGNI LINTANG PININGGIL**

NRP. 5020201110

Disetujui oleh Tim Penguji Proposal Tugas Akhir:

1. Dr. Eng. M. Zikra, S.T., M.Sc..... (Pembimbing I)
2. Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc..... (Pembimbing II)
3. Prof. Drs. M. Mustain, M.Sc., Ph.D..... (Penguji I)
4. Ir. R. Haryo D A, ST., M.Eng., Ph.D..... (Penguji II)



**SURABAYA**

**MARET, 2024**

## APPROVAL SHEET

# ANALYSIS OF SOIL EMBANKMENT STABILITY USING GEOTEXTILE REINFORCEMENT IN PT CHANDRA ASRI ALKALILAND PREPARATION PROJECT

### FINAL PROJECT

Submitted to fulfill one of the requirements  
for obtaining a degree in Ocean Engineering at  
Undergraduate Study Program of Ocean Engineering  
Department of Ocean Engineering  
Faculty of Marine Technology  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

By: **AGNI LINTANG PININGGIL**

NRP. 5020201110

Approved by Final Project Examiner Team:

1. Dr. Eng. M. Zikra, S.T., M.Sc..... (Advisor I)
2. Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc..... (Advisor II)
3. Prof. Drs. M. Mustain, M.Sc., Ph.D..... (Examiner I)
4. Ir. R. Haryo D A, ST., M.Eng., Ph.D..... (Examiner II)

SURABAYA  
MARCH, 2024

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama mahasiswa / NRP : Agni Lintang Pininggil / 5020201110

Departemen : Teknik Kelautan

Dosen pembimbing / NIP : Dr. Eng. M. Zikra, S.T., M.Sc. / 197702252002121002

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul “**Analisis Stabilitas Timbunan Tanah Menggunakan Perkuatan Geotextile Pada Project Land Preparation PT Chandra Asri Alkali**” adalah hasil karya sendiri, bersifat orisinal, dan ditulis dengan mengikuti kaidah penulisan ilmiah.

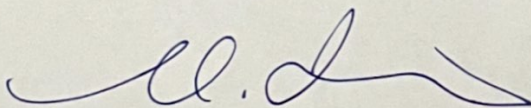
Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, 30 Juli 2024

Mengetahui

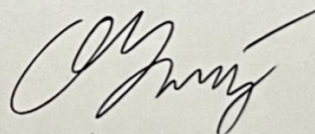
Dosen Pembimbing

Mahasiswa,



(Dr. Eng. M. Zikra, S.T., M.Sc)

NIP. 197702252002121002



(Agni Lintang Pininggil)

NRP.5020201110

## STATEMENT OF ORIGINALITY

The undersigned below:

Name of student / NRP : Agni Lintang Pininggil / 5020201110

Department : Ocean Engineering

Advisor / NIP : Dr. Eng. M. Zikra, S.T., M.Sc. / 197702252002121002

Hereby declare that the Final Project with the title of "**Analysis of Soil Embankment Stability Using Geotextile Reinforcement In PT Chandra Asri Alkali**" is the result of my own work, is original, and is written by following the rules of scientific writing.

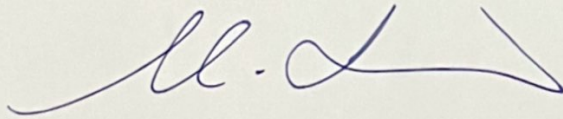
If in the future there is a discrepancy with this statement, then I am willing to accept sanctions in accordance with the provisions that apply at Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, 30 Juli 2024

Acknowledged

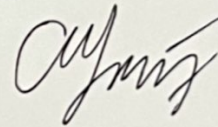
Advisor

Student,



(Dr. Eng. M. Zikra, S.T., M.Sc)

NIP. 197702252002121002



(Agni Lintang Pininggil)

NRP.5020201110

**ANALISIS STABILITAS TIMBUNAN TANAH MENGGUNAKAN  
PERKUATAN GEOTEXTILE PADA PROJECT LAND PREPARATION  
PT CHANDRA ASRI ALKALI**

**Nama / NRP** : Agni Lintang Pininggil / 5020201110  
**Departemen** : Teknik Kelautan FTK - ITS  
**Dosen Pembimbing** : Dr. Eng. M. Zikra, S.T., M.Sc.  
Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc.

**ABSTRAK**

Proyek land preparation PT CHANDRA ASRI ALKALIdi cilegon bagian barat, khususnya pada area antara zona 1 hingga zona 7 menunjukkan keberagaman kondisi tanah. Wilayah ini meliputi lahan datar, rawa dengan air, dan kubangan lumpur. Kondisi ini berpotensi menyebabkan penurunan tanah (settlement) dan risiko longsor. Oleh karena itu, diperlukan analisis stabilitas tanah untuk mengevaluasi keamanan timbunan di atas tanah rawa yang akan digunakan sebagai lokasi pembangunan pabrik baterai alkali.

Metode yang akan digunakan pada perbaikan tanah ini adalah dengan teknik timbunan tanah yang akan dikombinasikan dengan perkuatan geotekstil yang akan analisis menggunakan software plaxis 2d untuk mendapatkan safety factor dan penarikan simpulan. Timbunan tanah yang aman adalah timbunan yang memenuhi syarat angka aman yaitu  $\geq 1,25$ .

Dengan menganalisis timbunan tanah yang tidak diperkuat oleh geotekstil menggunakan software plaxis 2d dengan ketinggian tanah timbunan 2,30 meter yaitu mengalami collaps. Hasil analisis menunjukkan bahwa faktor keamanan (SF) sebesar  $0,7052 < 1,25$  (tidak aman) dan pada lereng yang diperkuat oleh geotekstil menunjukkan nilai SF sebesar  $2,0090 > 1,25$  (aman).

Kata kunci : Timbunan Tanah, Faktor keamanan ,Geotekstil



**ANALYSIS OF SOIL EMBANKMENT STABILITY USING  
GEOTEXTILE REINFORCEMENT IN PT CHANDRA ASRI  
ALKALILAND PREPARATION PROJECT**

**Name./ NRP** : Agni Lintang Pininggil / 5020201110  
**Department** : Ocean Engineering  
**Advisor** : Dr. Eng. M. Zikra, S.T., M.Sc.  
Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc

**ABSTRACT**

Land preparation project of PT CHANDRA ASRI ALKALIn western Cilegon, particularly in the area spanning from Zone 1 to Zone 7, exhibits diverse soil conditions. This region encompasses flat land, marshes with water, and mud pits. These conditions pose potential risks such as soil settlement and landslides. Therefore, soil stability analysis is required to evaluate the safety of embankments on marshy land intended for the construction site of an alkali battery factory.

The method to be used for soil improvement involves soil embankment combined with geotextile reinforcement, which will be analyzed using PLAXIS 2D software to obtain the safety factor and draw conclusions. A safe soil embankment is one that meets the safety criterion of  $\geq 1.25$ .

By analyzing the soil embankment without geotextile reinforcement using PLAXIS 2D software, with a height of 2.30 meters, it experienced collapse. The analysis results indicate that the safety factor (SF) is 0.7052, which is less than 1.25 (unsafe). Conversely, for the slope reinforced with geotextile, the SF is 2.0090, which is greater than 1.25 (safe).

*Keyword : Soil Embankment, Safety Factor, Geotextile*

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas segala rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penulisan Laporan Proposal ini dengan baik dan lancar. Proposal ini berjudul “Analisis Stabilitas Timbunan Tanah Menggunakan Perkuatan Geotextile Pada Preobject Land Preparation PT Chandra Asri Alkali”.

Proposal ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan serta guna mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya

Dalam proses pengerjaan dan penulisan Proposal ini, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya kritik dan saran serta masukan kepada penulis demi perbaikan dan pengembangan dari Proposal ini dimasa yang akan datang.

Surabaya, 29 Juli 2024

Agni Lintang Pininggil  
NRP.5020201110

## DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
STATEMENT OF ORIGINALITY.....	v
BAB I PENDAHULUAN.....	10
1.1 Latar Belakang .....	10
1.2 Rumusan Masalah.....	13
1.3 Tujuan .....	13
1.4 Manfaat .....	13
1.5 Batasan Masalah .....	13
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	14
2.1 Tinjauan Pustaka.....	14
2.2 Dasar Teori .....	15
2.2.1 Tanah .....	15
2.2.2 Klasifikasi Tanah .....	15
2.2.3 Kuat Geser Tanah .....	16
2.2.4 Stabilitas Lereng .....	18
2.2.5 Metode perkuatan geotextile.....	19
2.2.6 Faktor yang mempengaruhi Settlement .....	21
2.2.7 Perhitungan Penurunan Kosolidasi.....	23
2.2.8 Safety Factor .....	27
2.2.9 Perkuatan Menggunakan Geotextile.....	28
2.2.10 Plaxis 2d.....	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	38
3.1 Metode Penelitian .....	38
BAB I V ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	42
4.1 Analisis Percepatan Konsolidasi.....	42
4.2 Tinggi Timbunan Rencana dan Perubahan Tegangan Tanah .....	42
4.3 Perubahan Tegangan Tanah Setelah Pembebanan dan Penurunan Tanah Total ..	43
4.4 Load Ratio.....	43
4.5 Timbunan Bongkar .....	43
4.6 Konsolidasi .....	44
4.7 Data Parameter Prefabricated Vertical Drain .....	45
4.8 Derajat Konsolidasi.....	45
4.9 Analisis Data Lereng .....	47

4.9.1	Data Potongan Melintang .....	47
4.9.2	Data Parameter Tanah.....	47
4.10	Data Beban Struktur.....	48
4.11	Data Geotextile .....	48
4.12	Analisis Stabilitas Lereng Tanpa Perkuatan .....	49
4.13	Analisis Stabilitas Lereng yang di Perkuat Geotextile .....	57
4.14	Rekap Hasil Permodelan Stabilitas Lereng yang di Perkuat Geotextile.....	65
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>66</b>
5.1	Kesimpulan .....	66
5.2	Saran .....	66

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Layout land preparation PT Chandra Asri Alkali.....	10
Gambar 1. 2 Kondisi tanah pada land preparation PT Chandra Asri Alkali .....	11
Gambar 1. 3 Sketsa instalasi geotextile (Sumber: PT. Chandra Asri Alkali).....	12
Gambar 2. 1 Penggolongan tanah berdasarkan butiran .....	16
Gambar 2. 2 Geotekstil woven .....	20
Gambar 2. 3 Geotekstil non woven .....	20
Gambar 2. 4 Pemasangan geotekstil pada timbunan .....	21
Gambar 2. 5 Hubungan pemampatan dan waktu selama konsolidasi untuk suatu penambahan beban yang diberikan (Das, 1995).....	22
Gambar 2. 6 Diagram distribusi tekanan tanah lateral .....	28
Gambar 2. 7 Bidang longsor untuk menentukan panjang geotekstil.....	30
Gambar 2. 8 Logo plaxis professional version .....	32
Gambar 2. 9 Permodelan timbunan .....	34
Gambar 2. 10 Penginputan beban merata pada timbunan .....	35
Gambar 2. 11 Generate mesh .....	35
Gambar 2. 12 Proses kalkulasi .....	36
Gambar 2. 13 Total displacement.....	36
Gambar 2. 14 Total stress .....	37
Gambar 2. 15 Nilai faktor keamanan .....	37
Gambar 3. 1 Diagram alir metodologi penelitian .....	38
Gambar 3. 2 Lapisan PVD.....	39
Gambar 3. 3 Pola Pemasangan PrefabricatedAspar & Fitriani, 2023 .....	40
Gambar 4. 1 Grafik derajat konsolidasi.....	44
Gambar 4. 2 Potongan melintang .....	47
Gambar 4. 3 Lapisan tanah pada timbunan .....	48
Gambar 4. 4 Permodelan timbunan 2.30 m tanpa perkuatan menggunakan program plaxis 2d .....	49
Gambar 4. 5 Permodelan generate mesh timbunan 2.30 m tanpa perkuatan dengan menggunakan program plaxis 2d.....	49
Gambar 4. 6 Permodelan initial condition timbunan 2.30 m tanpa perkuatan dengan menggunakan program plaxis 2d.....	50

Gambar 4. 7 Permodelan generate water pressures timbunan 2.30 m tanpa perkuatan dengan menggunakan program plaxis 2d.....	50
Gambar 4. 8 Permodelan generate initial stresses timbunan 2.30 m tanpa perkuatan dengan menggunakan program plaxis 2d.....	51
Gambar 4. 9 Kalkulasi perhitungan timbunan 2.30 m tanpa perkuatan dengan menggunakan program plaxis 2d .....	51
Gambar 4. 10 Nilai SF timbunan 2.30 m tanpa perkuatan dengan menggunakan program plaxis 2d.....	52
Gambar 4. 11 Deformed mesh timbunan 2.30 m tanpa perkuatan dengan menggunakan plaxis 2d .....	52
Gambar 4. 12 Effective stresses konsolidasi timbunan 2.30 m tanpa perkuatan dengan menggunakan plaxis 2d .....	53
Gambar 4. 13 Total stresses timbunan 2.30 m tanpa perkuatan menggunakan plaxis 2d .....	53
Gambar 4. 14 Bidang longsor timbunan 2.30 m tanpa perkuatan dengan plaxis 2d.....	54
Gambar 4. 15 Kalkulasi perhitungan timbunan 2.30 m setelah terkonsolidasi tanpa perkuatan dengan menggunakan program plaxis 2d .....	54
Gambar 4. 16 Nilai SF timbunan 2.30 m setelah terkonsolidasi tanpa perkuatan geotextile ..	55
Gambar 4. 17 Deformed mesh setelah terkonsolidasi pada timbunan 2.30 m tanpa perkuatan dengan menggunakan plaxis 2d.....	55
Gambar 4. 18 Effective stresses setelah terkonsolidasi pada timbunan 2.30 m tanpa perkuatan dengan menggunakan plaxis 2d.....	56
Gambar 4. 19 Total stresses setelah terkonsolidasi pada timbunan 2.30 m tanpa perkuatan dengan menggunakan plaxis 2d.....	56
Gambar 4. 20 Bidang longsor timbunan 2.30 m setelah terkonsolidasi tanpa perkuatan dengan menggunakan plaxis 2d .....	57
Gambar 4. 21 Permodelan timbunan 2.30 m yang diperkuat dengan geotekstil woven .....	58
Gambar 4. 22 Permodelan generate mesh timbunan 2.30 m dengan perkuatan geotextile .....	58
Gambar 4. 23 Permodelan initial condition timbunan 2.30 m dengan perkuatan geotextile ...	59
Gambar 4. 24 Permodelan generate water pressures timbunan 2.30 m.....	59
Gambar 4. 25 Permodelan generate initial stresses timbunan 2.30 m .....	60
Gambar 4. 26 Kalkulasi perhitungan timbunan 2.30 m dengan perkuatan geotextile dengan menggunakan program plaxis 2d.....	60

Gambar 4. 27 Excess pore pressures dengan nilai Extreme excess pore pressures sebesar - 183,08 kN/m <sup>2</sup> pada tahap penimbunan 2,30 m tanpa beban merata.....	61
Gambar 4. 28 Nilai SF timbunan 2.30 m sebelum diberi beban merata.....	61
Gambar 4. 29 Excess pore pressures dengan nilai Extreme excess pore pressures sebesar - 16,79 kN/m <sup>2</sup> pada tahap konsolidasi setelah penimbunan 2,30 m tanpa beban merata. ....	62
Gambar 4. 30 Nilai SF konsolidasi timbunan 2.30 m sebelum diberi beban merata. ....	62
Gambar 4. 31 Excess pore pressures dengan nilai Extreme excess pore pressures sebesar - 44,87 kN/m <sup>2</sup> pada tahap penambahan beban merata pada timbunan 2,30 m. ....	63
Gambar 4. 32 Nilai SF timbunan 2.30 m setelah diberi beban merata.....	63
Gambar 4. 33 Excess pore pressures dengan nilai Extreme excess pore pressures sebesar - 30,04 kN/m <sup>2</sup> pada tahap konsolidasi setelah penimbunan 2,30 m dengan beban merata. ....	64
Gambar 4. 34 Nilai SF konsolidasi timbunan 2.30 m setelah diberi beban merata.....	64

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Hubungan konsistensi tanah terhadap tekanan konus dan kohesi .....	17
Tabel 2. 2 Hubungan antara sudut geser dalam dengan jenis tanah .....	18
Tabel 2. 3 Nilai modulus young dan angka poisson (Das, B.M, 1994).....	24
Tabel 2. 4 Variasi faktor waktu terhadap derajat konsolidasi (Braja M. Das, 1985) .....	26
Tabel 2. 5 Faktor keamanan lereng .....	27
Tabel 4. 1 Tabel perhitungan tegangan over burden efektif ( $P'o$ ) .....	42
Tabel 4. 2 Tabel perhitungan tinggi timbunan rencana dan perubahan tegangan .....	42
Tabel 4. 3 Tabel perubahan tegangan setelah pembebanan dan total penurunan tanah .....	43
Tabel 4. 4 perhitungan beban timbunan maksimal.....	43
Tabel 4. 5 Tabel perhitungan H bongkar .....	43
Tabel 4. 6 perhitungan konsolidasi sebelum di PVD .....	44
Tabel 4. 7 data parameter PVD .....	45
Tabel 4. 8 Perhitungan derajat konsolidasi setelah terkonsolidasi oleh PVD .....	45
Tabel 4. 9 Data parameter pada tanah .....	47
Tabel 4. 10 Data geotextile.....	48
Tabel 4. 11 Rekapitulasi hasil analisis angka aman .....	65
Tabel 4. 12 Rekapitulasi hasil analisis penurunan tanah .....	65



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Penurunan tanah atau land subsidence telah menjadi permasalahan serius di berbagai wilayah di seluruh dunia, terutama di kota-kota besar yang terletak di sekitar pantai atau dataran tinggi. Dampak dari fenomena ini tidak hanya terbatas pada kerusakan fisik, tetapi juga dapat merusak struktur tatanan Swilayah yang sudah ada maupun yang sedang dalam proses pembangunan. Oleh karena itu, penurunan tanah harus menjadi pertimbangan utama dalam setiap tahap perencanaan, pelaksanaan pembangunan, dan pemeliharaan infrastruktur.

PT Chandra Asri Alkali merupakan anak perusahaan dari PT Chandra Asri Petrochemical Tbk (CAP), yang merupakan perusahaan petrokimia terbesar di Indonesia. PT Chandra Asri Alkali fokus pada produksi dan pemasaran produk kimia dasar, khususnya alkali. alkali merupakan jenis senyawa kimia yang memiliki sifat basa dan biasanya digunakan dalam berbagai industri, seperti industri petrokimia, farmasi, kertas, deterjen, makanan, dan lainnya. PT Chandra Asri Alkali berperan penting dalam menyediakan bahan baku kimia dasar untuk berbagai sektor industri di Indonesia. Karena permintaan terus meningkat, diperlukan pemeliharaan fasilitas dan Perluasan Lahan yang optimal di PT Chandra Asri Alkali ini untuk memenuhi kebutuhan saat ini dan masa depan.



**Gambar 1. 1** Layout land preparation PT Chandra Asri Alkali

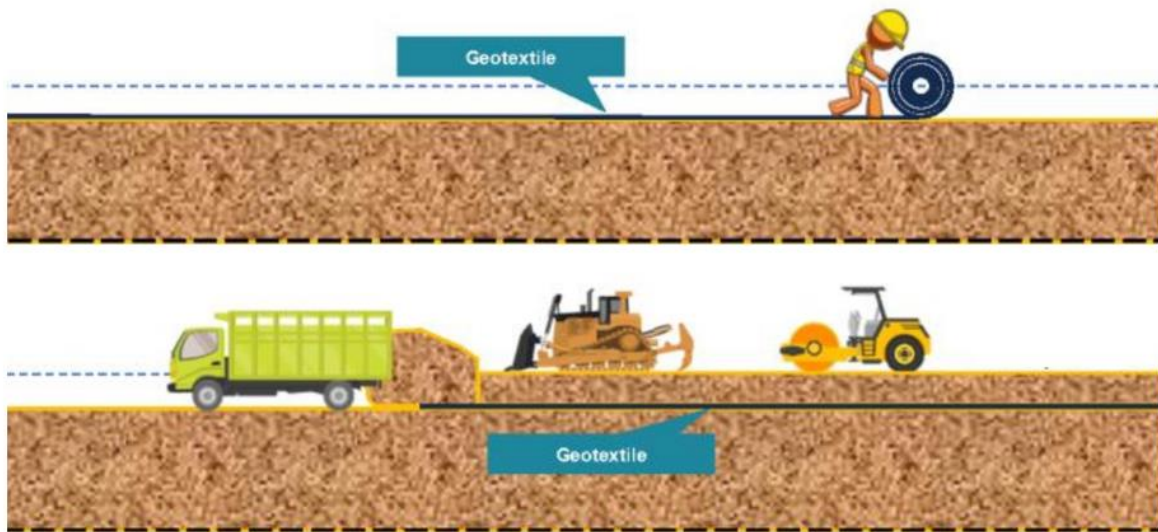


**Gambar 1. 2** Kondisi tanah pada land preparation PT Chandra Asri Alkali

Dalam proyek Land Preparation PT Chandra Asri Alkali di cilegon bagian barat, khususnya pada area antara zona 1 hingga zona 7 menunjukkan keberagaman kondisi tanah. Wilayah ini meliputi lahan datar, rawa dengan air, dan kubangan lumpur. Kondisi ini berpotensi menyebabkan penurunan tanah (settlement) dan risiko longsor. Oleh karena itu, diperlukan analisis stabilitas tanah untuk mengevaluasi keamanan timbunan di atas tanah rawa yang akan digunakan sebagai lokasi pembangunan pabrik baterai alkali. Detail mengenai kondisi tanah pada lokasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.2

Dalam analisis stabilitas timbunan, salah satu strategi perkuatan yang akan digunakan adalah pemanfaatan geotekstil untuk perkuatan tanah dengan menggunakan perangkat lunak pqlaxis 2d. Perkuatan tanah dengan menggunakan bantuan geotextile merupakan metode geoteknik yang memanfaatkan bahan sintesis polimer, yang dikenal sebagai geosintetik. Instalasi geotextile dimulai dengan persiapan lokasi yang meliputi pembersihan area dari puing-puing, tanaman, dan benda tajam yang dapat merusak material. Setelah area siap, permukaan tanah harus dipadatkan untuk memastikan kestabilan dan kelancaran pemasangan. Geotextile kemudian dipotong sesuai ukuran yang dibutuhkan dan ditempatkan secara hati-hati di area yang telah disiapkan, memastikan material tidak mengalami kerutan atau lipatan berlebihan. Untuk menyambung geotextile, metode yang umum digunakan meliputi tumpang tindih dengan jarak minimal 15-30 cm atau sambungan heat welded untuk hasil yang lebih permanen dan kuat. Setelah geotextile terpasang, pastikan untuk menutupnya dengan material tanah atau

agregat tambahan untuk melindungi dari kerusakan dan memastikan fungsionalitasnya dalam aplikasi struktur. Dapat dilihat pada Gambar 1.3 dibawah ini untuk sketsa instalasi geotextile.



**Gambar 1. 3** Sketsa instalasi geotextile  
(Sumber: PT. Chandra Asri Alkali)

Fungsi utama geotextile adalah sebagai penahan potensi longsor yang mungkin terjadi pada lereng. Penggunaan geotextile ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan metode perkuatan lereng lainnya. Beberapa kelebihan tersebut meliputi:

1. Pemanfaatan geotextile sebagai perkuatan dinding penahan tanah menjadi pilihan yang lebih sederhana dan efisien dalam pelaksanaannya. Geotextile sebagai bahan yang sudah jadi menawarkan keunggulan dibanding konstruksi dinding penahan tanah dengan beton bertulang atau batu kali, yang membutuhkan waktu pengolahan bahan yang cukup lama seperti campuran semen, pasir, kerikil, baja tulangan, air, dan bahan konstruksi lainnya. Bahan geotekstil yang digunakan untuk dinding penahan tanah dapat langsung ditempatkan di permukaan tanah yang dapat mengurangi biaya galian dan tinggi total konstruksi.
2. Geotextile memiliki sifat tembus air (porous), mampu menahan tarikan, dan memiliki kemampuan menahan geser akibat gesekan antara geotextile dengan tanah. Oleh karena itu, geotextile dapat berperan sebagai penguat struktural pada tanah, mirip dengan fungsi tulangan pada konstruksi beton.
3. Pemasangan geotextile tidak menyebabkan polusi suara dan getaran yang dapat membahayakan bangunan di sekitarnya, serta tidak menyebabkan risiko kenaikan muka tanah.

## **1.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana Stabilitas timbunan tanah tanpa geotextile ?
2. Bagaimana Stabilitas timbunan tanah menggunakan perkuatan geotextile ?
3. Bagaimana penurunan tanah dengan ketinggian timbunan yang disarankan ?

## **1.3 Tujuan**

1. Mengetahui nilai stabilitas tanah timbunan sebelum diperkuat geotextile.
2. Mengetahui nilai stabilitas tanah timbunan setelah diperkuat geotextile.
3. Mengetahui besar penurunan tanah setelah dilakukan penimbunan.

## **1.4 Manfaat**

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini mencakup kemampuan untuk menentukan desain yang paling efektif dalam land preparation dengan memanfaatkan perkuatan geotekstil. Selain itu, manfaat lainnya adalah bahwa tugas akhir ini dapat memberikan kontribusi yang signifikan pada pemahaman penulis mengenai topik tersebut. Untuk para pembaca, khususnya di bidang mekanika tanah, penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang berharga. Tugas akhir ini juga diharapkan dapat menjadi sumber masukan dan alternatif yang bermanfaat dalam konteks perkuatan tanah dan timbunan pada proses land preparation.

## **1.5 Batasan Masalah**

Untuk memusatkan fokus penelitian ini maka di perlukan batasan penelitian sebagai berikut.

1. Studi kasus pada penelitian ini mengambil lokasi pada pekerjaan land preparation PT. Chandra Asri Alkali.
2. Metode perbaikan tanah menggunakan perkuatan geotextile.
3. Data tanah yang digunakan berasal dari laporan bor log yang didapatkan dari uji spt pada pekerjaan Land preparation PT. Chandra Asri Alkali ( sumber : PT. PP Persero Tbk).
4. Menganalisis stabilitas tanah timbunan dengan menghitung penurunan yang terjadi.
5. Pembebanan sesuai dengan peraturan dari departemen pekerjaan umum.
6. Tinggi timbunan yang akan di analisis berasal dari beban timbunan maksimal.
7. Analisis menggunakan bantuan software Plaxis 2d.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Dalam menghadapi peningkatan beban pada konstruksi seiring waktu, kebutuhan untuk berbagai jenis struktur semakin mendesak. Salah satu alternatif variasi struktur adalah penerapan timbunan berlereng. Menurut sumber umum, timbunan dengan sudut lereng lebih berisiko karena kemungkinan penurunan kekuatan tanah, terutama akibat rembesan air tanah (Terzaghi, 1943). Dampak dari penurunan kekuatan tanah dapat mengakibatkan ketidakcukupan angka keamanan, berpotensi menyebabkan penurunan konstruksi yang berlebihan hingga mencapai titik kegagalan. Dengan kata lain, akar permasalahan utama pada fondasi konstruksi dapat terlihat dari kebutuhan konstruksi, termasuk spesifikasi beban konstruksi dan beban hidup, kondisi tanah dasar, tanah timbunan, dan langkah-langkah perkuatan yang diambil untuk meningkatkan kekuatan tanah. Inovasi dalam konstruksi terus dilakukan, salah satunya dengan penerapan geotekstil pada timbunan. Geotekstil woven banyak dipakai sebagai perkuatan tanah timbunan. Diharapkan dengan adanya geotekstil woven pada konstruksi di atas tanah timbunan, konstruksi dapat berjalan dengan lebih efisien, aman, dan ekonomis (Richard & Tjandra, 2018).

Terdapat penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian tugas akhir mengenai Analisis Perkuatan tanah timbunan. Pada penelitian tugas akhir milik Anisah Nabilah Saleh (2020) dengan judul " Analisis Perbandingan Perkuatan Tanah Dasar Pada Badan Timbunan Runway Bandara Tanah Grogot, Kalimantan Timur", Analisa stabilitas timbunan dilakukan untuk mengevaluasi stabilitas timbunan yang sudah direncanakan. Stabilitas yang direncanakan  $SF=1,5$ . Apabila timbunan yang direncanakan tidak memenuhi kriteria  $SF=1,5$  maka perlu adanya perkuatan terhadap timbunan. Untuk menganalisa stabilitas timbunan, diperlukan  $H$  kritis timbunan terlebih dahulu.  $H$  kritis merupakan kemampuan tinggi timbunan yang dapat diterima oleh tanah dasar. Lalu menganalisa stabilitas timbunan menggunakan  $x$  stable. Berdasarkan percobaan analisa yang dilakukan didapatkan nilai  $SF$  melebihi nilai  $SF$  rencana yaitu 1,5. Pada perencanaan stabilisasi kapur dengan Geotextile, penggunaan geotextile tidak diperlukan karena kuat dukung dari stabilisasi kapur sedalam 2 m dapat menahan beban yang diterima oleh tanah. Namun, saat pelaksanaan konstruksi stabilisasi kapur hanya dapat dilakukan sedalam 60 cm. Dari hasil analisa dapat dinyatakan tanah dasar dapat menopang beban di atasnya dan biaya

yang di perlukan untuk perkuatan tanah tersebut yaitu yang paling ekonomis adalah menggunakan stabilisasi kapur dibandingkan menggunakan PVD dengan geotextile.

## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1 Tanah**

Tanah merupakan material yang terdiri dari agregat atau butiran mineral padat yang tidak terikat secara kimia satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel tersebut (Das, 1995). Tanah terbentuk melalui proses pelapukan batuan menjadi partikel-partikel yang lebih kecil karena adanya pengaruh mekanis dan kimia. Pelapukan mekanis dapat terjadi karena perubahan suhu yang berulang-ulang, seperti pemuaihan dan penyusutan batuan, yang akhirnya menyebabkan batuan tersebut hancur.

Istilah seperti pasir, lempung, lanau, atau lumpur digunakan untuk menggambarkan ukuran partikel pada batas ukuran butiran yang telah ditentukan. Namun, istilah-istilah tersebut juga digunakan untuk menggambarkan sifat-sifat khusus dari tanah. Sebagai contoh, lempung adalah jenis tanah yang memiliki sifat kohesif dan plastis, sementara pasir digambarkan sebagai tanah yang tidak kohesif dan tidak plastis (H. Hardiyatmo, 2009).

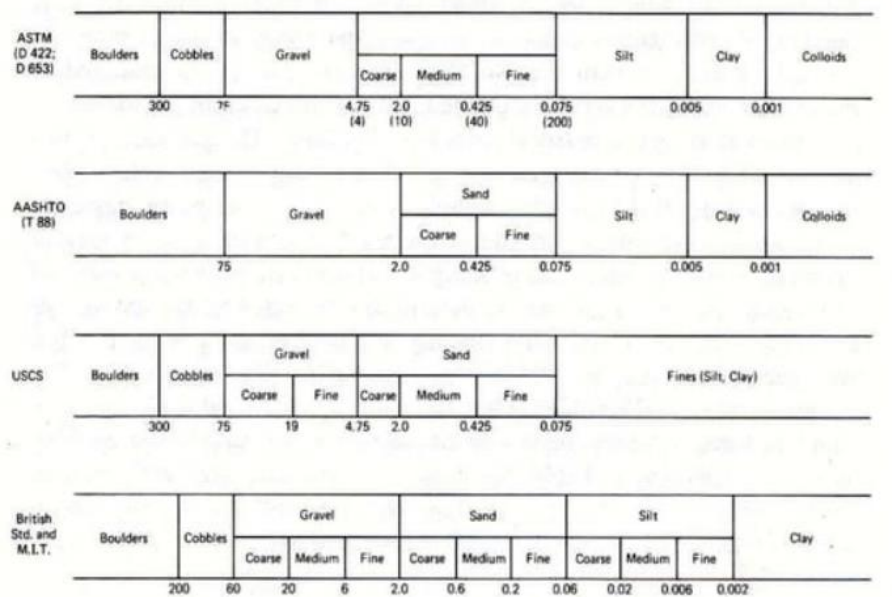
Tanah diartikan sebagai kumpulan mineral, bahan organik, dan endapan yang berada dalam keadaan relatif longgar, terletak di atas batuan dasar (bedrock). Ikatan antarbutiran yang relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida yang mengendap di antara partikel-partikel. Ruang di antara partikel-partikel dapat berisi air, udara, atau keduanya. Proses pelapukan batuan atau proses geologi lainnya yang terjadi di dekat permukaan bumi membentuk tanah. Pembentukan tanah dari batuan induknya dapat melibatkan proses fisik dan kimia. Proses fisik terjadi akibat pengaruh erosi, angin, air, es, manusia, atau hancurnya partikel tanah karena perubahan suhu atau cuaca. Partikel-partikel tersebut mungkin memiliki bentuk bulat, bergerigi, atau bentuk lainnya. Secara umum, pelapukan kimia dapat terjadi melalui pengaruh oksigen, karbon dioksida, air (terutama yang mengandung asam atau alkali), dan proses kimia lainnya (H. Hardiyatmo, 2009).

### **2.2.2 Klasifikasi Tanah**

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu pendekatan untuk mengelompokkan berbagai jenis tanah yang berbeda namun memiliki karakteristik serupa, tergantung pada tujuan penggunaan tanah tersebut. Sistem ini memberikan suatu bahasa yang sederhana untuk menggambarkan dengan singkat sifat-sifat umum tanah yang sangat beragam, tanpa perlu penjelasan rinci. Sebagian besar sistem klasifikasi tanah yang dikembangkan untuk keperluan rekayasa berfokus

pada sifat-sifat indeks tanah yang relatif mudah diukur, seperti distribusi ukuran butiran dan plastisitas (Das, 1995).

Gambar 2.1 menunjukkan batas interval ukuran butiran untuk lempung, lanau, pasir, dan kerikil sesuai dengan unified soil classification system, ASTM, MIT, dan international nomenclature. Ini membantu dalam mengklasifikasikan tanah berdasarkan ukuran partikelnya, memungkinkan pemahaman yang lebih baik tentang sifat-sifat mekanik dan hidrologi dari tanah tersebut (H. Hardiyatmo, 2009).



**Gambar 2.1** Penggolongan tanah berdasarkan butiran

Gambar 2.1 menjelaskan Sebagian besar jenis tanah terdiri dari campuran atau lebih dari satu ukuran partikel. Sebagai contoh, tanah lempung tidak selalu terdiri dari partikel lempung saja bisa saja tercampur dengan butiran lanau, pasir, bahkan mungkin mengandung bahan organik. Ukuran partikel tanah dapat bervariasi secara signifikan, mulai dari lebih besar dari 100 mm hingga kurang dari 0,001 mm.

### 2.2.3 Kuat Geser Tanah

Kuat geser tanah adalah kemampuan tanah untuk menahan tegangan geser saat terjadi beban. Keruntuhan geser tanah terjadi bukan karena butiran tanah hancur, melainkan karena adanya gerakan relatif antara butiran tanah tersebut. Dengan dasar pemahaman ini, saat tanah mengalami beban, tanah akan menahan tegangan geser oleh (H. Hardiyatmo, 2009):

1. Kohesi pada tanah bergantung pada jenis tanah dan kepadatannya, namun tidak dipengaruhi oleh tegangan normal pada bidang geser.

2. Gesekan antara butir-butir tanah berbanding lurus dengan tegangan normal pada bidang geser.

Beberapa metode yang digunakan untuk menentukan kuat geser tanah melibatkan:

1. Pengujian geser langsung (Direct shear test)
2. Pengujian triaksial (Triaksial test)
3. Pengujian tekan bebas (Unconfined compression test)

Penelitian ini menggunakan metode pengujian triaksial dan pengujian geser langsung untuk menentukan parameter kuat geser tanah, yaitu kohesi ( $c$ ) dan sudut geser dalam ( $\phi$ ). Penelitian ini akan memanfaatkan metode pengujian triaksial (Triaksial test) dan pengujian geser langsung untuk mengevaluasi kuat geser tanah. Pengujian kuat geser ini bertujuan untuk mendapatkan parameter kuat geser, seperti kohesi ( $c$ ) dan sudut geser dalam ( $\phi$ ).

### 1. Kohesi

Kohesi adalah gaya tarik antar partikel tanah dan batuan. Secara bersamaan dengan sudut geser dalam, kohesi merupakan parameter kuat geser tanah yang memengaruhi ketahanan tanah terhadap deformasi akibat tegangan lateral. Nilai kohesi ( $c$ ) diperoleh melalui pengujian laboratorium, seperti pengujian triaksial (triaxial test) dan pengujian geser langsung (direct shear test). Untuk hubungan konsistensi tanah dapat dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2. 1** Hubungan konsistensi tanah terhadap tekanan konus dan kohesi

NO	Konsentrasi Tanah	Tekanan Konus $q_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Kohesi (kg/cm <sup>2</sup> )
1	Very Soft	< 2,50	< 1,25
2	Soft	2,50 – 5,0	1,25 – 2,50
3	Medium Stiff	5,0 – 10,0	2,50 – 5,0
4	Stiff	10,0 – 20,0	5,0 – 10,0
5	Very Stiff	20,0 – 40,0	10,0 – 20,0
6	Hard	> 40,0	20

(sumber : Bowles, 1996)



## 2. Sudut Geser Dalam ( $\phi$ ).

Sudut geser dalam adalah sudut yang terbentuk antara tegangan normal dan tegangan geser dalam bahan tanah. Sama seperti kohesi, sudut geser tanah digunakan untuk menilai ketahanan tanah terhadap tegangan lateral. Nilai sudut geser dalam (direct shear test).

**Tabel 2. 2** Hubungan antara sudut geser dalam dengan jenis tanah

Jenis Tanah	Sudut Geser Dalam ( $\phi$ )
Kerikil kepasiran	35 – 40
Kerikil kerakal	35 – 40
Pasir padat	35 – 40
Pasir lepas	30
Lempung	25 – 30
Lanau	20 - 25

(sumber : Bowles, 1996)

### 2.2.4 Stabilitas Lereng

Analisis stabilitas lereng adalah untuk menentukan faktor aman dari bidang longsor. Faktor aman didefinisikan sebagai nilai banding antara gaya yang menahan dan gaya yang menggerakkan atau,

$$F = \frac{\tau}{\tau_d}$$

Dimana:

$\tau$  = tahanan geser maksimum yang dapat dikearahkan oleh tanah

$\tau_d$  = tegangan geser yang terjadi akibat gaya berat tanah yang akan longsor

F = faktor aman

Mohr – Coulomb, tahanan geser ( $\tau$ ) yang dapat dikerahkan tanah sepanjang bidang longsornya dinyatakan :

$$\tau = c + \sigma \tan \phi$$

Dimana:

$c$  = Kohesi tanah ( $\text{kN/m}^2$ )

$\sigma$  = Tegangan normal ( $\text{kN/m}^2$ )

$\varphi$  = Sudut geser dalam tanah (derajat)

Dimana nilai  $c$  dan  $\varphi$  adalah parameter kuat geser tanah disepanjang bidang longsornya. Persamaan geser yang terjadi akibat beban tanah dan beban lain pada bidang longsornya ;

$$\tau_d = c_d + \sigma \operatorname{tg}\varphi$$

Dengan  $c_d$  dan  $\varphi_d$  adalah kohesi dan sudut gesek dalam yang terjadi atau yang dibutuhkan untuk keseimbangan pada bidang longsornya. Sehingga persamaan menjadi ;

$$F = \frac{c + \sigma \operatorname{tg}\varphi}{c_d + \sigma \operatorname{tg}\varphi_d}$$

atau

$$C_d + \sigma \operatorname{tg}\varphi_d = \frac{c}{F} + \sigma \frac{\operatorname{tg}\varphi}{F}$$

Dengan ;

$$F_c = \frac{c}{c_d}$$

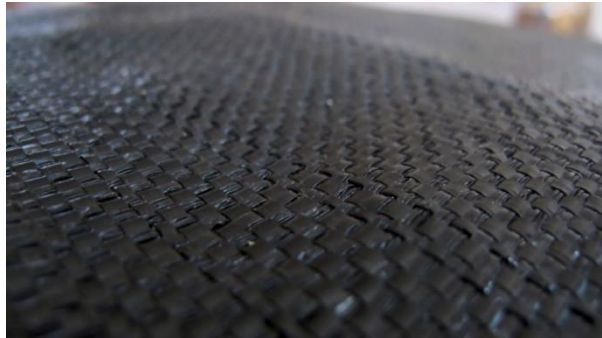
$$F_\varphi = \frac{\operatorname{tg}\varphi}{\operatorname{tg}\varphi_d}$$

### 2.2.5 Metode perkuatan geotextile

Geotekstil adalah sejenis material lembaran yang terbuat dari bahan tekstil polimerik. Geotekstil dapat terbentuk dari bahan nir-anyam (non woven) atau rajutan (woven) yang memiliki sifat yang memungkinkan air untuk melewatinya. Material ini digunakan dalam berbagai aplikasi teknik sipil, di mana geotekstil ditempatkan dalam kontak dengan tanah, batu, atau material lainnya (Hardiyatmo, 2013). Geotekstil umumnya digunakan sebagai penguat untuk tanah dasar pada struktur perkerasan jalan.

Penggunaan geotekstil juga sering diterapkan dalam stabilisasi timbunan pada pondasi tanah lunak di badan jalan. Pengaruh yang signifikan dari berbagai aplikasi geotekstil untuk perkuatan timbunan melibatkan fungsi utama sebagai pemisah. Selain itu, geotekstil juga berperan sebagai tulangan atau penguat yang dapat meningkatkan kapasitas daya dukung tanah dasar melalui kekuatan komposit antara tanah dan geotekstil, ada 2 tipe geotekstil yang biasa digunakan untuk perkuatan yaitu antara lain :

1. Woven (tenun) : tenun dihasilkan dari 'interlaying' antara benang-benang melalui proses tenun.



**Gambar 2. 2** Geotekstil woven

(Sumber : <http://www.geogeninc.ca>)

2. Non woven (tanpa tenun) : non woven dihasilkan dari beberapa proses seperti : heat bonded (dengan panas), needle punched (dengan jarum), dan chemical bonded (penggunakan bahan kimia).



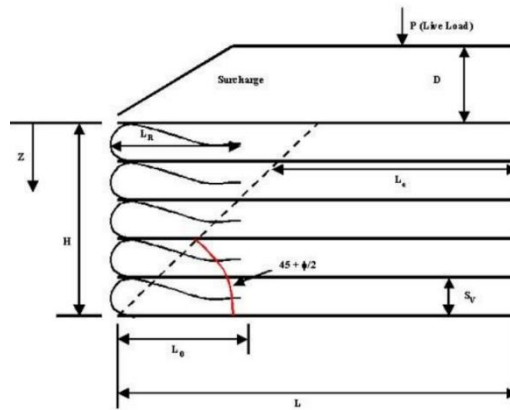
**Gambar 2. 3** Geotekstil non woven

(Sumber: <http://www.geomuanyag.hu>)

Pada proyek timbunan yang dibangun di atas tanah lunak, sering terjadi kecenderungan untuk bergeser lateral, hal ini disebabkan oleh tekanan tanah horizontal yang diberikan pada timbunan tersebut. Tekanan ini dapat menciptakan tegangan geser di dasar timbunan yang harus diatasi oleh tanah pondasi yang lunak, agar menghindari terjadinya keruntuhan. Oleh karena itu, untuk meningkatkan stabilitas timbunan, geotekstil dengan kekuatan tarik tinggi dapat dipasang di dasar tanah timbunan (Lelono, 2022).

Pemasangan geotekstil pada timbunan harus memiliki nilai faktor keamanan yang disyaratkan, untuk timbunan yang sifatnya sementara ataupun permanen. Perancangan lereng timbunan dianggap pada kondisi kritis jika:

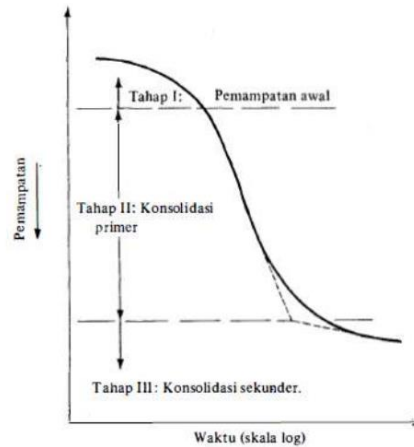
1. Keruntuhan lereng mengakibatkan adanya korban atau kerusakan pemukiman yang signifikan.
2. Adanya gaya tarik termobilisasi dalam tulangan perkuatan pada umur rancangan struktur.
3. Keruntuhan tulangan perkuatan mengakibatkan runtuhnya struktur. Perkuatan geotekstil dapat dipasang satu lapis atau lebih tergantung besarnya gaya geser yang akan ditahan, seperti pada Gambar 2.4 berikut ini.



**Gambar 2. 4** Pemasangan geotekstil pada timbunan  
(Sumber: Bowles, J.E. 1989)

### 2.2.6 Faktor yang mempengaruhi Settlement

Struktur di atas permukaan tanah yang membebani tanah akan menyebabkan terjadinya penurunan (Settlement). Penurunan tersebut terjadi karena disebabkan oleh adanya deformasi partikel tanah, relokasi partikel, serta keluarnya air dan udara dari dalam pori-pori tanah. Pada tanah berbutir kasar Konsistensi Tanah Lempung Identifikasi di Lapangan  $q_u$  ( $\text{kg/cm}^2$ ) Sangat lunak Dengan mudah ditembus beberapa inchi dengan kepalan tangan 0.47 seperti pasir, penurunan segera dan penurunan konsolidasi dapat terjadi secara bersama karena pori tanah yang cukup besar. Namun pada tanah berbutir halus, waktu terjadinya konsolidasi bias mencapai ratusan tahun. Tahapan konsolidasi dapat ditunjukkan dengan grafik hubungan antara pemampatan dan waktu.



**Gambar 2. 5** Hubungan pemampatan dan waktu selama konsolidasi untuk suatu penambahan beban yang diberikan (Das, 1995)

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa terdapat tiga tahapan yang berbeda yang dapat dijalankan, antara lain :

- Tahap 1 : Penurunan awal / initial compression, penurunan yang pada umumnya disebabkan oleh beban yang sudah bekerja. Penurunan ini terjadi akibat proses penekanan udara keluar dari dalam pori.
- Tahap 2 : Penurunan awal / initial compression, penurunan yang pada umumnya disebabkan oleh beban yang sudah bekerja. Penurunan ini terjadi akibat proses penekanan udara keluar dari dalam pori.
- Tahap 3 : Konsolidasi sekunder / secondary consolidation, yang terjadi setelah tekanan air pori seluruhnya telah hilang. Penurunan yang terjadi disebabkan oleh penyesuaian yang bersifat plastis dari butir-butir tanah.

Penurunan mayoritas terjadi karena berkurangnya porositas. Hampir semua tanah akan mengalami penurunan porositasnya ( $e$ ) saat beban vertikal meningkat, dan sebaliknya, porositas akan meningkat ketika beban vertikal berkurang. Penambahan tegangan dalam tanah akibat beban fondasi bangunan selalu diikuti oleh regangan yang menyebabkan penurunan pada struktur (H. C. Hardiyatmo, 2002).

Penurunan tanah dapat disebabkan oleh beberapa faktor akibat pembebanan di atasnya. Beberapa penyebab umum meliputi:

1. Kegagalan atau keruntuhan geser terjadi ketika kapasitas dukung tanah terlampaui.

2. Fondasi yang mengalami kerusakan atau defleksi besar dapat menyebabkan penurunan tanah di sekitarnya.
3. Terjadi distorsi geser (shear distortion) dari tanah pendukung, yang dapat mengakibatkan penurunan pada permukaan tanah.
4. Turunnya tanah disebabkan perubahan angka pori, yang dapat dipicu oleh faktor-faktor seperti pengurangan porositas akibat beban vertikal.

### 2.2.7 Perhitungan Penurunan Kosolidasi

Penurunan segera (Immediate settlement) merupakan penurunan akibat dari deformasi elastis tanah kering, basah, dan jenuh air tanpa adanya perubahan kadar air. Perhitungan penurunan ini pada umumnya didasarkan pada penurunan yang diturunkan dari teori elastisitas (Das, 1993). Bentuk persamaan tersebut yaitu :

$$\rho_i = \rho \cdot B \frac{1-\mu^2}{E} \cdot I_p \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

$\rho_i$  = penurunan segera (m)

p = tekanan bersih yang dibebankan (t/m<sup>2</sup>)

B = lebar timbunan (m)

$\mu$  = angka poisson

E = modulus elastisitas tanah (modulus Young)

$I_p$  = faktor pengaruh (influence factor) yang tidak mempunyai dimensi

Menurut (Daun 2022), selama fase konsolidasi primer, tanah mengalami penurunan yang disebabkan oleh perubahan volume yang dipengaruhi oleh aliran air pori. Dalam fase ini, ada dua jenis konsolidasi: konsolidasi normal dan konsolidasi berlebihan. Konsolidasi normal terjadi ketika tekanan beban efektif saat ini sama dengan tekanan maksimum yang pernah dialami oleh tanah, sedangkan konsolidasi berlebihan terjadi ketika tekanan beban efektif saat ini lebih rendah dari tekanan beban efektif sebelumnya. Untuk menentukan apakah tanah berada dalam kondisi konsolidasi normal atau konsolidasi berlebihan, kita dapat menggunakan nilai overconsolidated Ratio (OCR). Persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai OCR yaitu:

$$OCR = \frac{P'_c}{P'_o}$$

Dimana:

$P'_c$  = Tegangan konsolidasi efektif di masa lampau (effective past overburden pressure) (kN/m<sup>2</sup>).

$P'_o$  = Tekanan tanah vertikal efektif dari suatu titik di tengah-tengah lapisan ke-i akibat beban (effective overburden pressure) (kN/m<sup>2</sup>).

Persamaan berikut dapat digunakan untuk menentukan besar penurunan akibat konsolidasi primer:

$$S_C = H \frac{\Delta e}{1+e_o}$$

Untuk tanah normally consolidated (NC-soil) OCR = 1

$$S_C = \frac{C_c \times H}{1+e_o} \log \left( \frac{P'_o + \Delta p}{P'_o} \right)$$

Dimana:

$S_C$  = Pemampatan konsolidasi pada lapisan tanah yang di tinjau

$H$  = Tebal lapisan tanah kompresibel

$C_c$  = Index kompresi

$e_o$  = Angka pori awal (initial void ratio)

$\Delta p$  = Perubahan tegangan pada tanah (kN/m<sup>2</sup>).

**Tabel 2. 3** Nilai modulus young dan angka poisson (Das, B.M, 1994)

Jenis Tanah	Modulus Young (E) (KN/m <sup>2</sup> )	Angka Poisson ( $\mu$ )
Lempung Lunak	1380 – 3450	0.15 – 0.25
Lempung Keras	6865 – 13800	0.2 – 0.5
Pasir Lepas	10350 – 27600	0.2 – 0.4
Pasir Padat	34500 - 69000	0.25 – 0.45

Konsolidasi pada tanah lempung berlangsung dalam kurun waktu yang cukup lama. Perbandingan antara pemampatan tanah pada saat t dengan pemampatan total terjadi disebut juga sebagai derajat konsolidasi. Untuk menghitung derajat konsolidasi dapat dihitung dengan persamaan :

$$U = \left(2\sqrt{\frac{T_v}{\pi}}\right) 100\% \dots\dots\dots(2.2)$$

Derajat konsolidasi > 60% dirumuskan dengan

$$U = (100-a)\%$$

Dimana :

U = Derajat konsolidasi

Tv = Faktor waktu

$$a = 10 \left(\frac{1,781-T}{0,933}\right)$$

Pemampatan pada lapisan tanah dasar yang terjadi karena keluarnya air pori ke lapisan yang lebih porous yaitu ke atas dan kebawah saja (single drainage) atau ke atas dan ke bawah (double drainage). Untuk waktu konsolidasi single drainage didapatkan dengan persamaan :

$$t = \frac{T_v.Hdr^2}{c_v} \times 100\% \dots\dots\dots(2.3)$$

Sedangkan untuk double drainage dapat dihitung dengan

$$t = \frac{T_v\left(\frac{Hdr^2}{2}\right)}{c_v} \times 100\% \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

t : waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pemampatan konsolidasi

Hdr : panjang aliran air (drainage)

Tv : faktor waktu

Cv : koefisien konsolidasi vertical



**Tabel 2. 4** Variasi faktor waktu terhadap derajat konsolidasi (Braja M. Das, 1985)

Derajat Konsolidasi (U%)	Faktor Waktu (Tv)	Lama Konsolidasi (detik)	Lama Konsolidasi (Tahun)
0	0	0	
10	0.008	38771485	1.23
20	0.031	150239503	4.76
30	0.071	344096927	10.91
40	0.126	610650884	19.36
50	0.197	954747810	30.27
60	0.287	1390927013	44.11
70	0.403	1953113541	61.93
80	0.567	2747928977	87.14
90	0.848	4109777377	130.32
100			

Dalam menghitung penurunan tanah atau settlement, terutama pada konsolidasi, beberapa parameter yang perlu dipertimbangkan yaitu :

1. Tebal lapisan compressible

Dimana Tebal lapisan compressible mengacu pada ketebalan lapisan tanah yang mengalami perubahan volumetrik atau kompresibilitas signifikan saat diberi beban.

2. Beban (surcharge)

Surcharg merupakan besarnya beban yang bekerja di atas permukaan tanah asli (compressible soil) dalam satuan tegangan. Persamaan yang digunakan yaitu :

$$q = \gamma_{\text{timbunan}} \times H_{\text{timbunan}}$$

Keterangan:

$\gamma_{\text{timbunan}}$  = Berat Volume Tanah Timbunan (kN/m<sup>2</sup>)

$H_{\text{timbunan}}$  = Tinggi Timbunan (kN/m<sup>2</sup>)

3. Compressible dan Swelling Index

Nilai compression index (Cc) dan swelling index (Cs) didapatkan melalui hasil tes laboratorium (consolidation test).

4. Angka pori (initial void ratio)

Angka pori awal ( $e_0$ ) didapatkan melalui hasil tes laboratorium (Volumetric dan Gravimetric).

5. Tegangan overburden effective ( $p'_{o}$ )

Tegangan vertikal efektif dari tanah mula-mula atau Overburden pressure effective ( $p'_{o}$ ). Persamaan yang digunakan yaitu:

$$p'_{o} = \gamma' \times h$$

Keterangan:

$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_{air}$  (bila berada dibawah permukaan air tanah) (kN/m<sup>3</sup>)

$h$  = Setengah dari lapisan tanah yang diperhitungkan (m)

### 2.2.8 Safety Factor

Faktor keamanan lereng secara sederhana dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara gaya penahan dan gaya penggerak. Stabilitas lereng dalam konteks kegiatan penambangan dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk kondisi geologi di daerah tersebut, bentuk keseluruhan lereng, situasi air tanah lokal, serta faktor eksternal seperti getaran akibat peledakan atau aktivitas alat mekanis. Selain itu, teknik penggalian yang diterapkan dalam pembuatan lereng juga turut berperan. Faktor-faktor pengendali ini sangat bervariasi tergantung pada situasi penambangan yang berbeda. Oleh karena itu, sangat penting untuk memiliki pedoman umum yang dapat digunakan untuk menetapkan tingkat kemiringan atau kecuraman lereng guna memastikan stabilitasnya. Faktor keamanan lereng menjadi krusial dalam memastikan bahwa kondisi keseluruhan suatu lereng dapat dipertahankan dengan aman dalam konteks kegiatan penambangan. Dapat dilihat Pada Tabel 2.5 yang menunjukkan Faktor keamanan lereng dengan Intensitas lerengnya.

**Tabel 2. 5** Faktor keamanan lereng

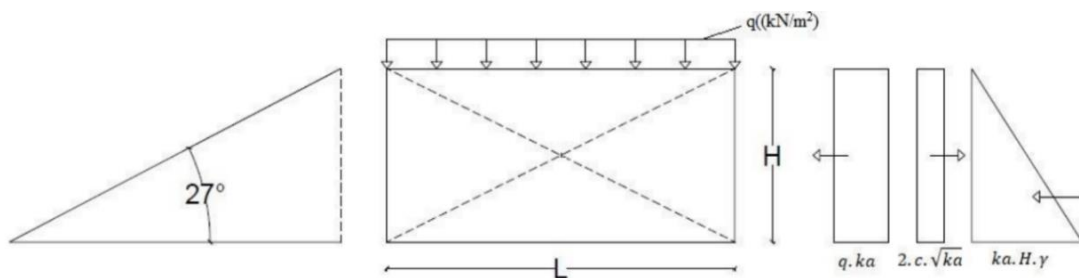
Faktor Keamanan	Status Lereng	Intensitas Lereng
< 1,07	Lereng Labil	Longsor sering terjadi
1,07 – 1,25	Lereng Kritis	Longsor pernah terjadi
≥ 1,25	Lereng relatif stabil	Longsor jarang terjadi

(Sumber: Bowles J.E., 1989)

Lereng yang labil merujuk pada lereng yang cenderung mengalami longsor secara reguler, yang dapat diamati melalui nilai faktor aman (SF) yang berada di bawah 1,07. Lereng kritis mengacu pada lereng yang pernah mengalami longsor, yang dapat dikenali melalui rentang nilai faktor aman (SF) antara 1,07 hingga 1,25. Sementara itu, lereng yang relatif stabil merujuk pada lereng yang jarang mengalami longsor dan dapat dianggap aman, yang tercermin dari nilai faktor aman (SF) yang berada di atas 1,25. Penilaian ini memungkinkan untuk mengklasifikasikan tingkat stabilitas suatu lereng berdasarkan perilakunya terhadap kemungkinan terjadinya longsor.

### 2.2.9 Perkuatan Menggunakan Geotextile

Stabilitas eksternal mencakup kestabilan terhadap berbagai kondisi eksternal, termasuk stabilitas terhadap geser, guling, eksentrisitas, dan kapasitas dukung tanah. Kestabilan terhadap gaya-gaya internal seperti panjang geotekstil yang tumpang tindih (*overlapping*) dan panjang efektif geotekstil termasuk dalam kategori stabilitas internal. Adapun diagram distribusi tekanan tanah lateral pada lereng dapat dilihat pada Gambar 2.6



**Gambar 2. 6** Diagram distribusi tekanan tanah lateral

Analisis gaya-gaya yang beroperasi pada stabilitas terhadap gaya-gaya internal melibatkan pemahaman terhadap tegangan yang terjadi dalam struktur seperti dinding penahan tanah. Dalam konteks ini, teori klasik Rankine dan Coulomb sering digunakan untuk melakukan analisis tegangan. Metode yang dapat digunakan dalam analisis ini umumnya melibatkan dua asumsi bentuk longsor tanah, yaitu segitiga dan trapesium. Namun, penting untuk dicatat bahwa kedua metode tersebut masih dalam tahap penelitian lanjutan, yang berarti bahwa mereka masih memerlukan validasi lebih lanjut dan mungkin belum sepenuhnya diadopsi secara umum dalam praktik rekayasa. Selanjutnya perhitungan akan ditinjau dari stabilitas internal dan eksternal sebagai berikut ini:

#### 1. Stabilitas Internal

Tegangan horizontal tanah merujuk pada tegangan yang dihasilkan oleh pergerakan tanah ke arah horizontal. Dalam penelitian ini, tegangan horizontal dipengaruhi oleh

dua faktor utama, yaitu tegangan yang berasal dari tanah itu sendiri dan tegangan yang timbul akibat beban yang bekerja di atas timbunan. Dibawah ini merupakan persamaan untuk menghitung tekanan tanah horizontal.

$$\sigma_{hc} = q \cdot K_a + K_a \cdot H_i \cdot \gamma$$

Keterangan :

$H_i$  = tinggi tanah yang ditinjau dihitung dari permukaan tanah (m),

$\gamma$  = berat volume tanah ( $\text{kN/m}^3$ ),

$\sigma_{hc}$  = tekanan tanah horizontal ( $\text{Kn/m}^2$ ),

$q$  = beban merata ( $\text{Kn/m}$ ),

$K_a$  = Koefisien tanah aktif,

Selanjutnya menghitung jarak vertikal antar lapisan geotekstil ( $S_v$ ) dapat dihitung menggunakan Persamaan sebagai berikut.

$$S_v = \frac{T_{all}}{\sigma_{hc} \cdot SF}$$

Keterangan :

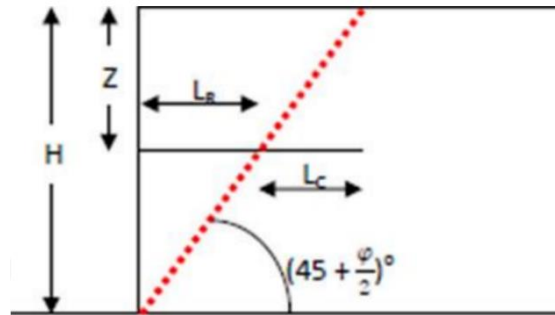
$\sigma_{hc}$  = tekanan tanah horizontal ( $\text{Kn/m}^2$ ),

SF = faktor keamanan

$S_v$  = jarak vertikal antar lapisan geotekstil (m),

$T_{all}$  = kuat tarik ijin geotextile ( $\text{Kn/m}$ ),

Analisis panjang geotekstil dilakukan dengan asumsi bentuk bidang longsor yang memiliki sudut kemiringan sebesar  $(45 - \frac{\phi}{2})$ .



**Gambar 2. 7** Bidang longsor untuk menentukan panjang geotekstil

Untuk menentukan panjang geotekstil (L) sesuai dengan hasil perhitungan jarak vertikal geotekstil ( $S_v$ ) di atas, Dengan kata lain, panjang terbesar geotekstil di setiap zona dapat dihitung menggunakan hasil perhitungan jarak vertikal ( $S_v$ ) sebagai acuan. berikut merupakan Persamaan untuk menghitung tekanan tanah vertikal.

$$\sigma_v = \gamma \cdot H_i$$

Keterangan :

$H_i$  = tinggi tanah yang ditinjau dari permukaan tanah (m),

$\sigma_v$  = tekanan tanah vertikal ( $\text{kN/m}^2$ ),

$\gamma$  = berat volume tanah ( $\text{kN/m}^3$ ),

Berikut ini persamaan untuk menghitung panjang geotextile di daerah longsoran aktif.

$$L_R = \frac{H - Z_i}{\tan(45 + \frac{\phi}{2})}$$

Keterangan:

$Z_i$  = tinggi tanah yang ditinjau dari permukaan tanah (m),

$\phi$  = sudut geser dalam ( $^\circ$ ),

$L_R$  = panjang geotextile di daerah longsoran aktif (m),

$H$  = tinggi tanah timbunan (m),

Berikut merupakan persamaan untuk menghitung panjang geotextile yang bekerja sebagai anchor.

$$L_c = \frac{1}{\beta} \frac{T_{all}}{2(c + \sigma_v \cdot \tan \varphi)}$$

Keterangan:

$\sigma_v$  = tekanan tanah vertikal (kN/m<sup>2</sup>),

$\varphi$  = sudut geser dalam (°),

$L_c$  = panjang geotextile yang bekerja sebagai angker (m),

$\beta$  = koefisien interface tanah terhadap geotekstil,

$T_{all}$  = kuat tarik geotextile (kN/m<sup>2</sup>),

$c$  = kohesi tanah (kN/m<sup>2</sup>),

Perhitungan  $L_R$  dan  $L_c$  di atas selanjutnya akan dijumlahkan dan menjadi panjang geotekstil total, seperti pada Persamaan berikut,

$$L_{tot} = L_R + L_c$$

$L_R$  = panjang geotextile di daerah longsoran aktif (m),

$L_c$  = panjang geotextile yang bekerja sebagai angker (m),

Panjang overlapping geotekstil tidak memerlukan analisis khusus secara teoritis, namun dalam prakteknya, dilakukan untuk memastikan bahwa konstruksi menjadi satu kesatuan. Untuk menghitung panjang overlapping ( $L_o$ ), dapat digunakan Persamaan dibawah ini sebagai acuan.

$$L_o = \frac{1}{\beta} \frac{T_{all}}{4(c + \sigma_v \cdot \tan \varphi)} \geq 1 \text{ m}$$

Keterangan:

$c$  = kohesi tanah (kN/m<sup>2</sup>),

$\sigma_v$  = tekanan tanah vertikal (kN/m<sup>2</sup>),

$\varphi$  = sudut geser dalam (°).

$L_o$  = panjang overlapping geotekstil (m),

$\beta$  = koefisien interface tanah terhadap geotekstil,

$T_{all}$  = kuat tarik geotekstil (kN/m),

### 2.2.10 Plaxis 2d

Plaxis merupakan perangkat lunak khusus yang berkemampuan untuk menganalisis stabilitas tanah menggunakan metode elemen hingga, mampu memberikan hasil analisis yang mendekati perilaku sebenarnya. Dengan fokus pada penilaian stabilitas lereng, fondasi, dinding penahan tanah, serta struktur geoteknik lainnya, metode ini memberikan alat yang sangat berguna dalam analisis kestabilan.

Simulasi kondisi lapangan dalam program Plaxis ini memiliki tujuan untuk mengintegrasikan langkah-langkah pelaksanaan di lapangan ke dalam proses pengerjaan pada program tersebut. Harapannya, pelaksanaan di lapangan dapat mendekati sebanyak mungkin dengan simulasi dalam program, sehingga respons yang dihasilkan oleh program dapat dianggap sebagai cerminan dari kondisi sebenarnya di lapangan. Dengan pendekatan ini, program Plaxis dapat memberikan gambaran yang akurat tentang bagaimana struktur atau tanah akan merespons terhadap kondisi tertentu yang dihadapi di lapangan.



**Gambar 2. 8** Logo plaxis professional version

Untuk permodelan pada penelitian analisis stabilitas timbunan tanah menggunakan perkuatan geotextile dibutuhkan berbagai macam input untuk melakukan analisis geoteknik yang komprehensif. Berikut adalah beberapa jenis input yang dibutuhkan:

1. Material model: model material mengacu pada model matematis yang digunakan untuk memprediksi perilaku mekanik tanah dalam berbagai kondisi beban dan lingkungan. Contoh model material termasuk mohr-coulomb, hardening soil, cam-clay. Model ini mendefinisikan bagaimana tegangan dan regangan akan berinteraksi dalam pemodelan tanah.

2. Type of behavior: Ini merujuk pada perilaku mekanik dasar tanah, seperti kompresibilitas, stabilitas, dan daya dukungnya di bawah beban tertentu. Jenis perilaku dapat didefinisikan sebagai elastis, plastis, elastoplastic, kohesif, non-kohesif.
3. Dry soil weight: berat kering tanah adalah berat dari tanah per satuan volume ketika tidak ada air bebas yang hadir di dalamnya. Ini sering digunakan dalam perhitungan daya dukung pondasi.
4. Wet soil weight: Berat basah tanah adalah berat dari tanah per satuan volume ketika air bebas hadir di dalamnya. Ini termasuk berat tanah itu sendiri ditambah berat air yang terperangkap di dalam pori-pori tanah.
5. Horizontal permeability: Ini adalah ukuran dari kemampuan tanah untuk memungkinkan air mengalir dalam arah horizontal. Satuan yang umum digunakan adalah meter per detik (m/s) atau sentimeter per detik (cm/s).
6. Vertical permeability: Ini adalah ukuran dari kemampuan tanah untuk memungkinkan air mengalir dalam arah vertikal, yang sering kali lebih rendah dibandingkan dengan permeabilitas horizontal. Satuan yang umum digunakan sama seperti horizontal, yaitu meter per detik (m/s) atau sentimeter per detik (cm/s).
7. Young's modulus: modulus young adalah ukuran kekakuan atau kekakuan tanah. Ini adalah parameter penting dalam model elastis dan menunjukkan seberapa banyak tanah akan mengalami deformasi elastis di bawah beban tertentu. Satuannya adalah pascal (Pa) atau megapascal (MPa).
8. Poisson's ratio: poisson's ratio adalah rasio antara perubahan relatif dalam diameter tanah terhadap perubahan relatif dalam panjangnya pada saat diberi beban. Ini juga merupakan parameter dalam model elastis dan menentukan bagaimana tanah akan berdeformasi di bawah tekanan. Poisson's ratio adalah angka tanpa satuan, dengan nilai yang umumnya antara 0,1 hingga 0,5 untuk tanah.
9. Cohesion: kohesi adalah kekuatan internal tanah yang disebabkan oleh daya tarik antar partikel tanah. Ini adalah komponen dari kekuatan geser tanah dalam model mohr-coulomb. Satuannya adalah pascal (Pa) atau megapascal (MPa).
10. Friction angle: sudut geser adalah sudut antara bidang geser maksimum dan bidang normal pada saat kegagalan terjadi dalam tanah. Ini adalah parameter kunci dalam model kekuatan geser tanah seperti mohr-coulomb. Sudut geser dinyatakan dalam derajat.

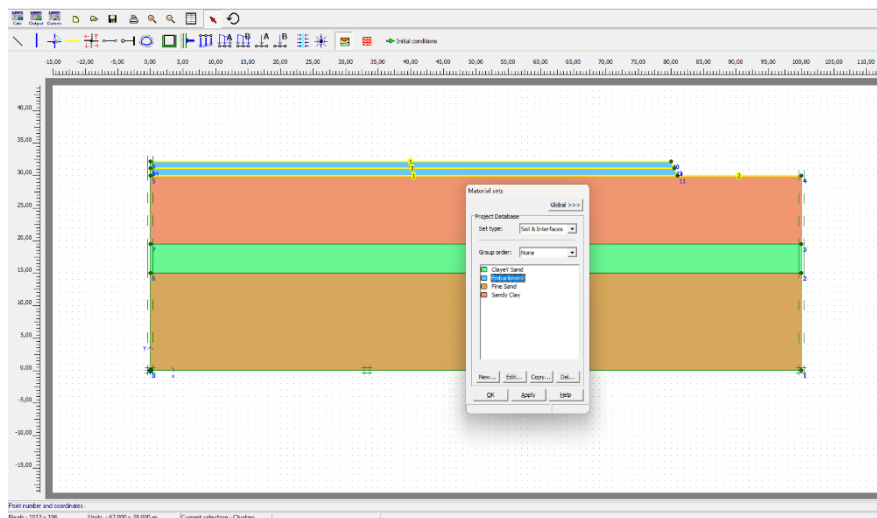


11. Geotextile Parameter: parameter geotextile yang nantinya akan digunakan untuk perkuatan kelongsoran lereng yang akan dianalisis berupa kuat tarik ijin satuannya adalah (kN/m), regangan dan kekakuan normal.

Setelah memperoleh data yang dibutuhkan, langkah selanjutnya adalah melakukan proses pengolahan data. Berikut adalah urutan langkah-langkahnya:

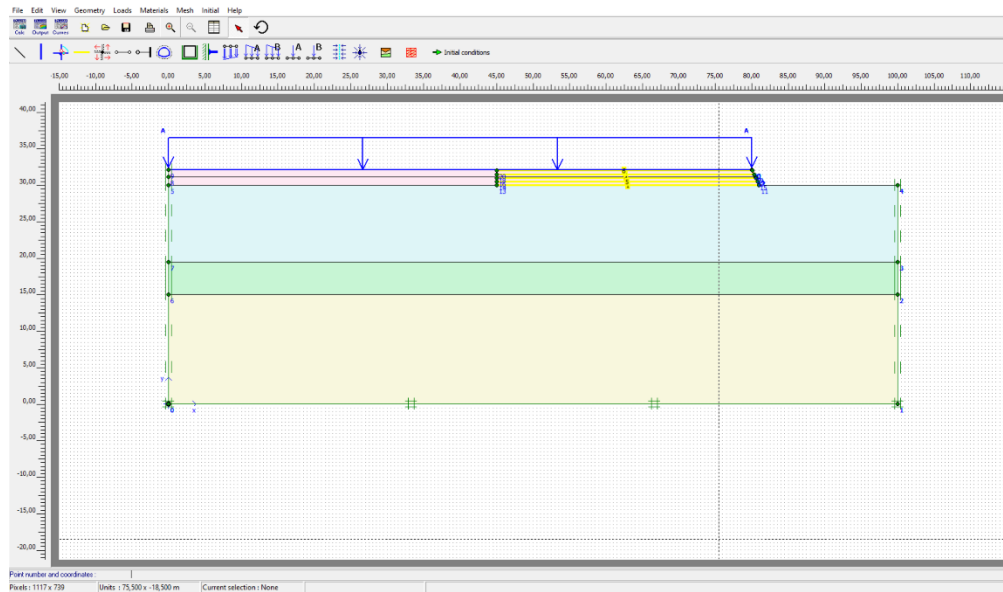
### 1. Input

Proses pemodelan timbunan ini melibatkan beberapa langkah penting untuk mensimulasikan perilaku geoteknik dari struktur timbunan. Permodelan geometri timbunan, permodelan ini melibatkan menentukan dimensi timbunan seperti tinggi, lebar, dan panjangnya. setelah itu penentuan material, ini mencakup sifat-sifat mekanik tanah seperti kekuatan geser, modulus elastisitas, dan parameter lain yang relevan. selanjutnya mengatur Boundary Conditions, Kondisi batas ini didefinisikan untuk memperhitungkan pengaruh lingkungan sekitar terhadap timbunan. Misalnya, kondisi tanah asli di sekitar timbunan dan pengaruh beban dari struktur di atasnya.



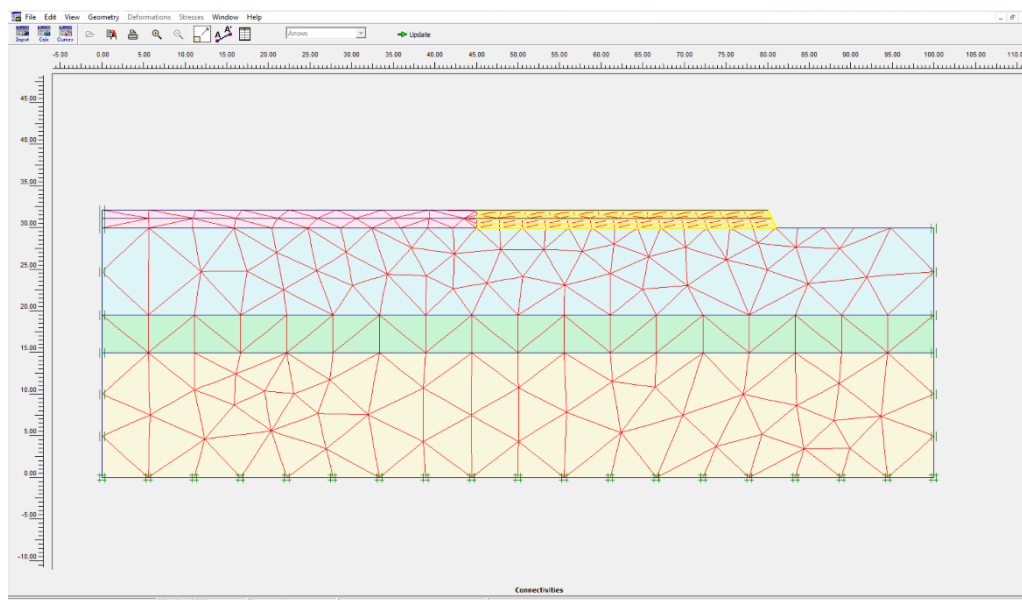
**Gambar 2. 9** Pemodelan timbunan

Selanjutnya beban-beban yang dikenakan pada timbunan harus ditentukan dan dimasukkan ke dalam model. Baban ini bisa berupa beban statik seperti beban merata, beban dari bangunan atau beban dinamis seperti beban dari lalu lintas kendaraan.



**Gambar 2. 10** Penginputan beban merata pada timbunan

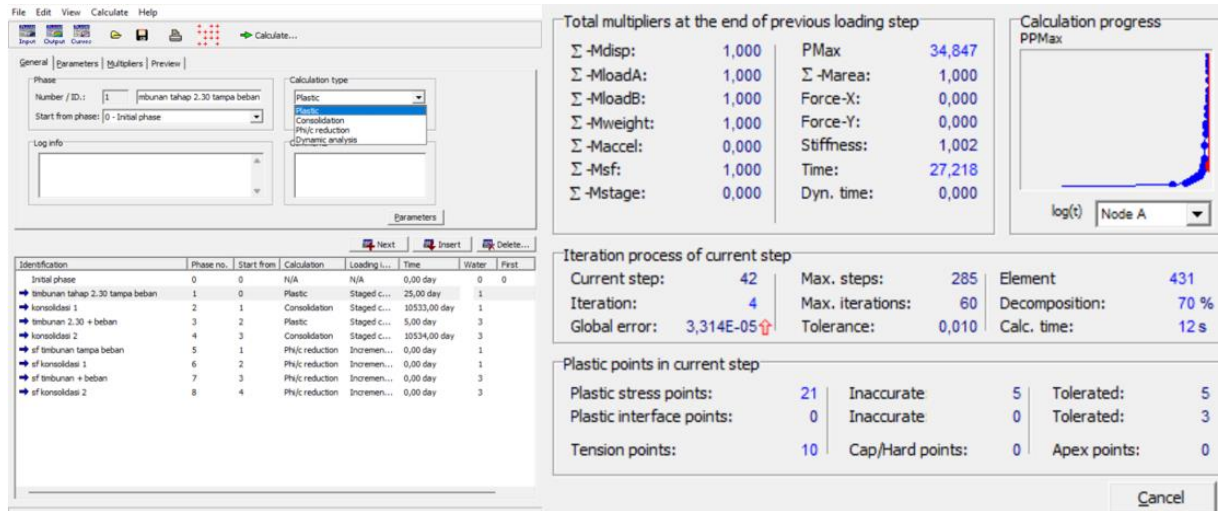
Generate mesh berfungsi untuk menentukan cara elemen finite yang akan dibuat dan ditempatkan di sepanjang model semakin halus element distributin yang dipilih maka hasil akan semakin teliti. Dengan memilih pengaturan yang sesuai untuk mesh, dapat meningkatkan akurasi analisis geoteknik dan memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang perilaku tanah atau struktur dalam berbagai kondisi beban.



**Gambar 2. 11** Generate mesh

## 2. Proses kalkulasi

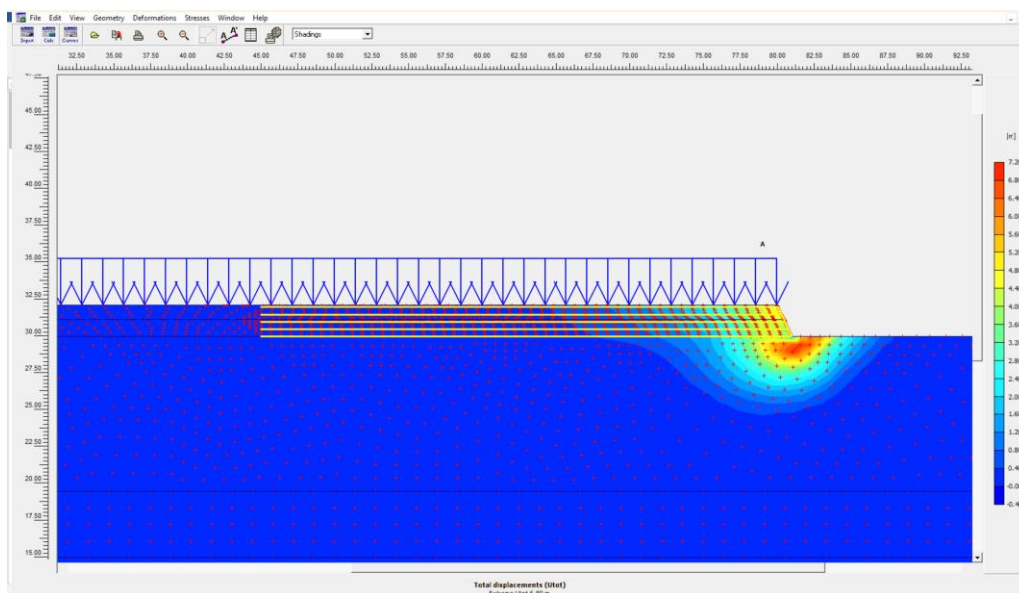
Proses kalkulasi merupakan inti dari analisis numerik geoteknik yang canggih, yang memberikan pengguna alat untuk memahami respons tanah dan struktur dalam kondisi yang berbeda secara mendalam dan akurat.



Gambar 2. 12 Proses kalkulasi

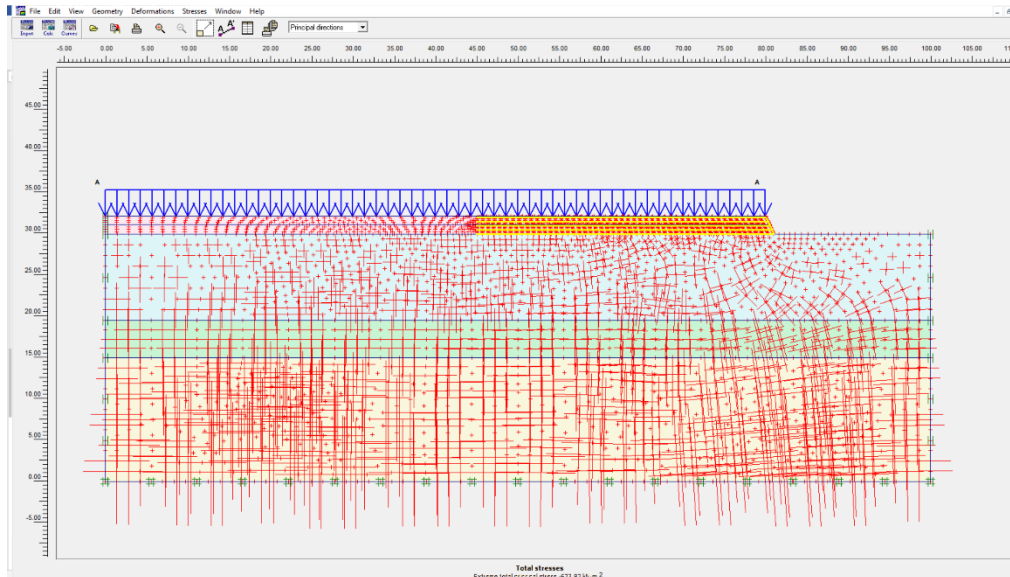
## 3. Output

Setelah proses kalkulasi berhasil dengan ditandai semua identification berupa ceklis hijau maka kita dapat melihat beberapa output yang dihasilkan salah satunya yaitu total displacement. Perpindahan, total displacement ini merupakan total dari titik-titik tertentu dalam model, ini mencakup perpindahan horizontal dan vertikal.



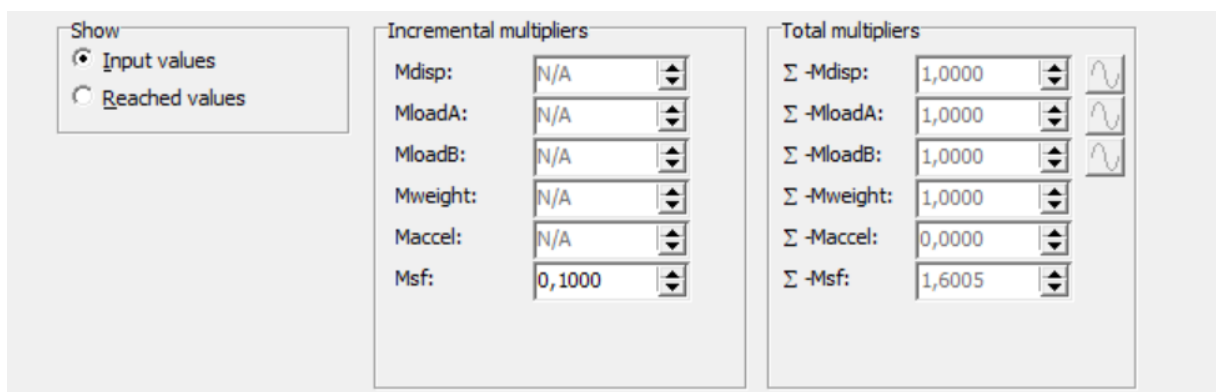
Gambar 2. 13 Total displacement

Total stress merupakan total tekanan atau beban per unit area yang diterima oleh tanah atau struktur tanah dari semua sumber beban yang dikenakan padanya. Ini termasuk berat sendiri tanah (self-weight), beban hidrostatis dari air tanah atau air permukaan, dan beban dari struktur bangunan, jalan, atau infrastruktur lainnya yang berada di atas tanah.



**Gambar 2. 14** Total stress

faktor keamanan merupakan parameter yang digunakan dalam analisis geoteknik untuk mengevaluasi keandalan atau keamanan suatu struktur atau elemen terhadap kondisi beban yang berbeda. Faktor keamanan yang lebih tinggi menunjukkan bahwa struktur memiliki kapasitas yang lebih besar daripada beban yang diterapkan, yang dianggap lebih aman.



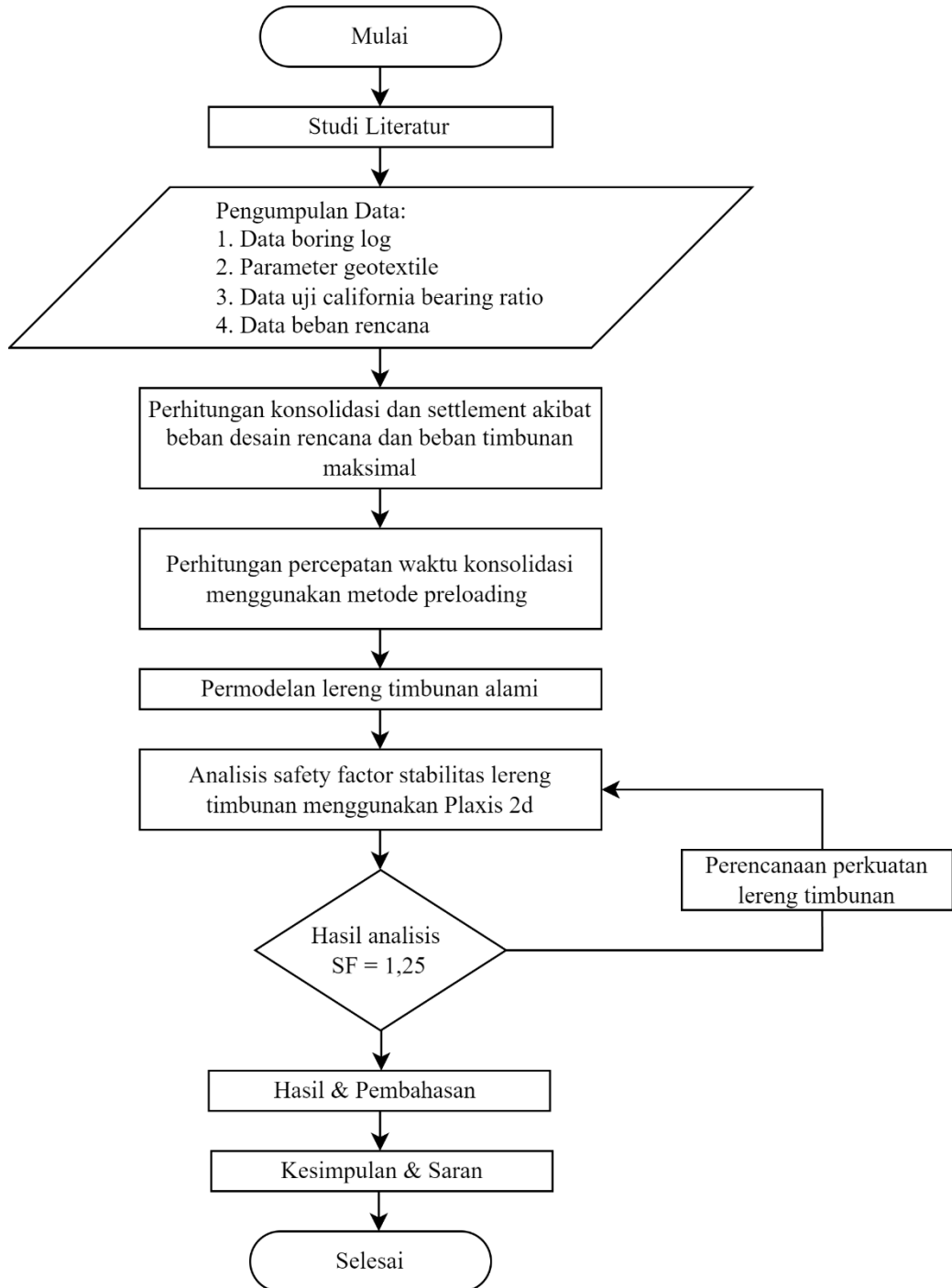
**Gambar 2. 15** Nilai faktor keamanan

# BAB III

## METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Metode Penelitian

Diagram Alir dari pengerjaan analisis ini ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 3. 1 Diagram alir metodologi penelitian

Untuk menyelesaikan uji perbandingan analisa diberikan penjelasan rincian mengenai langkah-langkah dari diagram alir, sebagai berikut :

### **1. Studi Literatur**

Studi literatur dilakukan peneliti untuk memberikan pandangan dan pengertian-pengertian permasalahan melalui referensi yang tersedia. Tahapan ini juga menambah pengetahuan bagi peneliti untuk mengetahui hal apa saja yang harus menjadi pertimbangan dalam menyelesaikan uji analisa ini.

### **2. Pengumpulan Data**

Penting untuk melakukan pengumpulan data sebelum memulai pengerjaan Analisis. Data yang diperlukan untuk Analisis ini mencakup data boring log, parameter geotextile Area dan data uji california bearing ratio. Data-data tersebut kemudian akan diolah agar dapat digunakan dalam proses pemodelan. Sumber data berasal dari Laporan CA/EDC Project Land Preparation PT Chandra Asri Alkali.

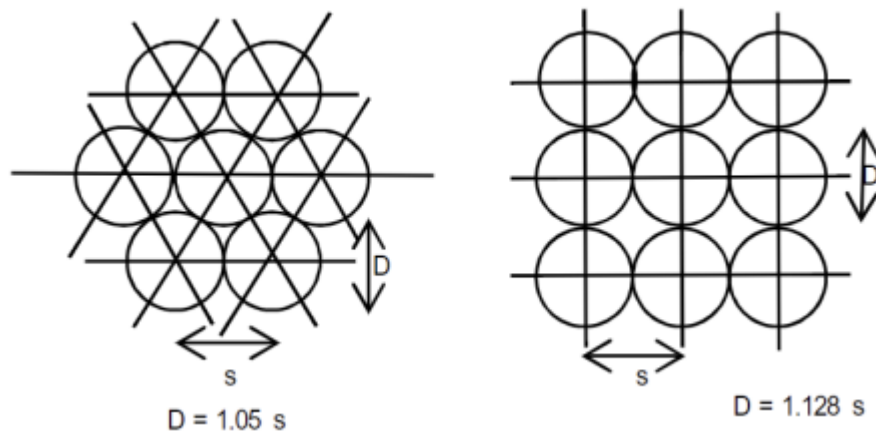
### **3. Konsolidasi**

Analisis penurunan dan waktu konsolidasi tanah menggunakan Metode Terzaghi akan dilakukan secara manual dengan bantuan perangkat lunak Excel. Analisis ini akan dibagi menjadi dua bagian, yaitu untuk tanah tanpa penggunaan PVD (Vertical Drains) dan untuk tanah dengan penggunaan PVD. Berdasarkan SNI 8460-2017 PVD terbuat dari material geosintetik komposit yang digunakan dalam perancangan perbaikan tanah lunak berpermeabilitas rendah, berkompresibilitas tinggi yang dikombinasikan dengan prapembebanan (preloading) berupa tanah timbunan. Karakteristik PVD ini terbuat dari bahan yang tahan terhadap kerusakan dan pembusukan. Untuk spesifikasi PVD yang akan digunakan yaitu menggunakan kapasitas pengaliran (Discharge Capacity) dengan nilai sebesar  $75 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{sec}$   $2.365_e +9 \text{ m}^3/\text{tahun}$ , dengan kuat tarik pada regangan  $\leq 10\%$ .



**Gambar 3. 2** Lapisan PVD

Terdapat 2 konfigurasi pola pemasangan PVD yaitu pola segitiga dan pola segiempat, dapat dilihat pada Gambar 3.3 dibawah ini, dan pola yang akan digunakan pada analisis konsolidasi ini menggunakan pola segi empat.



**Gambar 3. 3** Pola Pemasangan PrefabricatedAspar & Fitriani, 2023

(Sumber: Aspar & Fitriani, 2023)

#### 4. Permodelan Analisis Stabilitas Lereng

Setelah mendapatkan data yang diperlukan, langkah selanjutnya adalah melakukan pemodelan menggunakan software Plaxis 2d. Sebelum memulai simulasi model, tahap awal melibatkan pembuatan model dan Setelah itu simulasi dilakukan untuk mengamati kondisi Lereng di lokasi penelitian, dengan tujuan mendapatkan nilai angka keamanan. Untuk perkuatan lereng timbunan akan menggunakan perkuatan geotextile. Geotextile ini berbahan teknik yang terbuat dari serat sintesis seperti poliester, polipropilena, atau nilon, dan tersedia dalam berbagai struktur seperti woven (dijalin), nonwoven (tidak dijalin), dan knitted (dirajut). Karakteristik utamanya mencakup kemampuan untuk memisahkan, menguatkan, memfilter, dan mendrainase material tanah, yang meningkatkan stabilitas dan integritas struktur tanah. Untuk parameter input geotextile yang akan digunakan pada software plaxis 2d diantaranya :

1. Kuat tarik izin (kN/m)
2. Regangan (%)
3. Kekakuan normal (kN/m)

#### 5. Analisis dan Pembahasan

Dalam pembahasan, akan dilakukan analisis terhadap hasil pemodelan yang mencakup tinggi timbunan tanah pada lokasi penelitian. Selain itu, dilakukan analisis terhadap perbedaan hasil pemodelan dengan menggunakan perkuatan geotextile pada setiap pemodelan tinggi

timbunan tanah. Data yang diperoleh dari pemodelan akan dievaluasi untuk mengevaluasi dampak konsolidasi dan hasil analisis ini dapat memberikan wawasan tentang bagaimana Penurunan konsolidasi tanah akan terjadi pasca konstruksi.

## **6. Kesimpulan dan Saran**

Setelah melalui semua pembahasan, langkah selanjutnya adalah melakukan penarikan kesimpulan guna menjawab rumusan masalah yang telah disusun sebelumnya. Kesimpulan ini akan mencerminkan temuan dan hasil analisis dari pemodelan yang dilakukan. Setelah itu, akan diberikan saran terkait penelitian berikutnya, yang dapat mencakup perbaikan metode, pengembangan model, atau penambahan aspek-aspek tertentu yang dapat memperkaya pemahaman terhadap fenomena yang sedang dipelajari. Hal ini bertujuan untuk memberikan kontribusi positif dan relevan terhadap penelitian di masa depan.



## BAB IV

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Analisis Percepatan Konsolidasi

Tahap awal melibatkan penentuan Tegangan Over Burden Efektif ( $P'o$ ). Tegangan Over Burden Efektif ini merupakan konsep yang digunakan dalam rekayasa geoteknik untuk menggambarkan tegangan yang dihadapi oleh lapisan tanah di bawah permukaan tanah di bawah beban. Ini merupakan kombinasi dari berbagai faktor termasuk berat sendiri tanah, beban tambahan dari struktur di atasnya, dan tekanan air tanah. Tabel 4.1 menunjukkan tegangan tanah sebelum diberikan beban timbunan.

**Tabel 4. 1** Tabel perhitungan tegangan over burden efektif ( $P'o$ )

Lapisan Tanah	Kedalaman		Tebal lapisan tanah	Setengah Tebal Lapisan Tanah (h)	$\gamma_{sat}$	$\gamma' (\gamma_{sat} - \gamma_w)$	$P'o$
	(m)		(m)	(m)	(kN/m <sup>3</sup> )	(kN/m <sup>3</sup> )	(kN/m <sup>2</sup> )
1 Sandy Clay	0	10.5	10.5	5.25	18.00	8.19	45
2 Clayey Sand	10.5	15	4.5	2.25	22.00	12.19	115.6788
3 Fine Sand	15	30	15	7.5	22.00	12.19	234.5313

#### 4.2 Tinggi Timbunan Rencana dan Perubahan Tegangan Tanah

setelah itu menentukan tinggi timbunan rencana dan tegangan tanah yang dihasilkan setelah diberikan timbunan tersebut. Bisa dilihat pada Tabel 4.2 beban sebesar 20 kpa dengan rencana elevasi akhir setinggi 0.7 meter dan elevasi awal 0.23 meter maka dibutuhkan penimbunan setinggi 0.47 meter, tinggi timbunan tersebut memberikan tegangan tanah ( $\Delta p$ ) sebesar 27.52 (kN/m<sup>2</sup>). Tabel 4.2 menunjukkan nilai perubahan tegangan setelah pembebanan.

**Tabel 4. 2** Tabel perhitungan tinggi timbunan rencana dan perubahan tegangan

Design Load	Rencana Elevasi Final	Existing Elevasi	Tinggi Timbunan Akhir EL. +0.7	$\Delta p$
kPa	m. LWS	m. LWS	(m)	(kN/m <sup>2</sup> )
20	0.7	0.23	0.47	27.52

### 4.3 Perubahan Tegangan Tanah Setelah Pembebanan dan Penurunan Tanah Total

setelah menentukan tinggi timbunan rencana yaitu mencari perubahan tegangan setelah pembebanan dan akan mendapatkan nilai settlement total. Dapat dilihat pada Tabel 4.3 untuk masing-masing total penurunan tanah.

**Tabel 4. 3** Tabel perubahan tegangan setelah pembebanan dan total penurunan tanah

Lapisan Tanah		Kedalaman		Tebal lapisan tanah	Cc	eo	P'o	$\Delta p$	P'o + $\Delta p$	Sc
		(m)	(m)	(m)			(kN/m <sup>2</sup> )	(kN/m <sup>2</sup> )	(kN/m <sup>2</sup> )	(m)
1	Sandy Clay	0	10.5	10.5	0.48	0.80	45	28	73	0.58
2	Clayey Sand	10.5	15	4.5	0.14	0.29	116	28	143	0.05
3	Fine Sand	15	30	15	0.12	0.29	235	28	262	0.07
									Sc Total	0.69

### 4.4 Load Ratio

Selanjutnya menentukan beban timbunan maksimal agar penurunan yang terjadi juga maksimal sehingga resiko terjadinya settlement berlebihan sangat kecil. Tabel 4.4 menunjukkan beban timbunan maksimal yang dibutuhkan.

**Tabel 4. 4** perhitungan beban timbunan maksimal

Design Load	Rencana Elevasi Final	Existing Elevasi	Tinggi Timbunan untuk EL. +0.7	Operational Load	Load Factor	Improvement Load
kPa	m. LWS	m. LWS	(m)	kPa		kPa
20	0.7	0.23	0.47	27.52	1.3	35.8

### 4.5 Timbunan Bongkar

setelah itu didapatkan hasil tinggi timbunan yaitu setinggi 2.30 m dan dikarenakan rencana Elevasi akhirnya yaitu setinggi 0.7 meter kita harus membongkar kembali setinggi 1.14 meter agar mencapai target Elevasi Finalnya yaitu setinggi 0.7 meter.

**Tabel 4. 5** Tabel perhitungan H bongkar

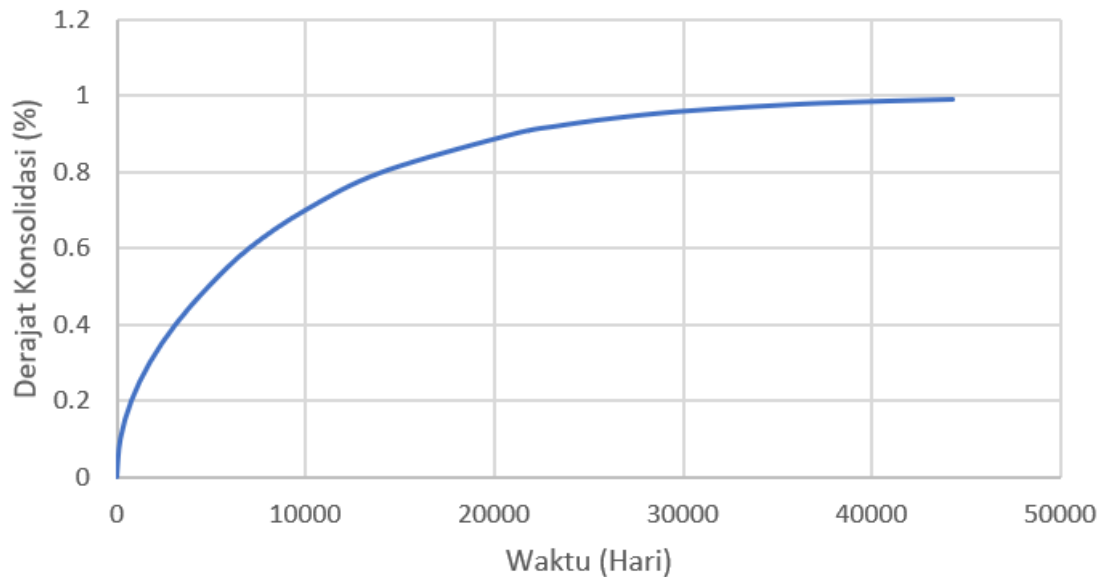
H Inisial tanpa Vacuum	H Final	Settlement	Permanent Fill	H Surcharge
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
2.30	0.47	0.69	1.16	1.14

#### 4.6 Konsolidasi

Untuk mencapai penurunan maksimal yaitu 0.69 m dibutuhkan waktu sekitar 21.067 hari atau sekitar kurang lebih 58 tahun. Dapat dilihat pada Tabel 4.6 untuk perhitungan konsolidasi sebelum di PVD.

**Tabel 4. 6** perhitungan konsolidasi sebelum di PVD

t	tv	Uv	Sc (total)	S
hari			(m)	(m)
0	0.000	0.0%	0.69	0
195	0.008	10.0%	0.69	0.06902
780	0.031	20.0%	0.69	0.138039
1755	0.071	30.0%	0.69	0.207059
3120	0.126	40.0%	0.69	0.276079
4875	0.196	50.0%	0.69	0.345098
7021	0.283	60.0%	0.69	0.414118
10008	0.403	70.0%	0.69	0.483138
14090	0.567	80.0%	0.69	0.552157
21067	0.848	90.0%	0.69	0.621177
23313	0.938	92.0%	0.69	0.634981
26209	1.055	94.0%	0.69	0.648785
30291	1.219	96.0%	0.69	0.662589
37268	1.500	98.0%	0.69	0.676393
44246	1.781	99.0%	0.69	0.683295



**Gambar 4. 1** Grafik derajat konsolidasi

#### 4.7 Data Parameter Prefabricated Vertical Drain

**Tabel 4. 7** data parameter PVD

Pola Pemasangan PVD	Segiempat		
Jarak Antar PVD	s	1	m
Lebar PVD	a	98	mm
Tebal PVD	b	3	mm
Diameter Ekuivalen	dw	0.064331	m
Diameter Terganggu PVD	D	1.128	m
Panjang PVD	Hdr	15	m
Koefisien Konsolidasi Vertikal	Cv	9.06E-03	m <sup>2</sup> /hari
Koefisien Konsolidasi Horizontal	Ch	1.81E-02	m <sup>2</sup> /hari
Faktor Jarak PVD	Fn	2.114157	

#### 4.8 Derajat Konsolidasi

Setelah dikonsolidasi menggunakan bantuan PVD Sampai dengan derajat 90% didapatkan hasil waktu konsolidasi hanya 42 hari atau hanya sekitar 1 bulan dengan penurunan tanah mencapai 0.69 meter. hal ini dipengaruhi oleh jarak instalasi PVD, semakin rapat jarak instalasi antar PVD maka waktu konsolidasi akan semakin efisien. Untuk perhitungan derajat konsolidasi setelah terkonsolidasi oleh pvd dapat dilihat pada Tabel 4.8.

**Tabel 4. 8** Perhitungan derajat konsolidasi setelah terkonsolidasi oleh PVD

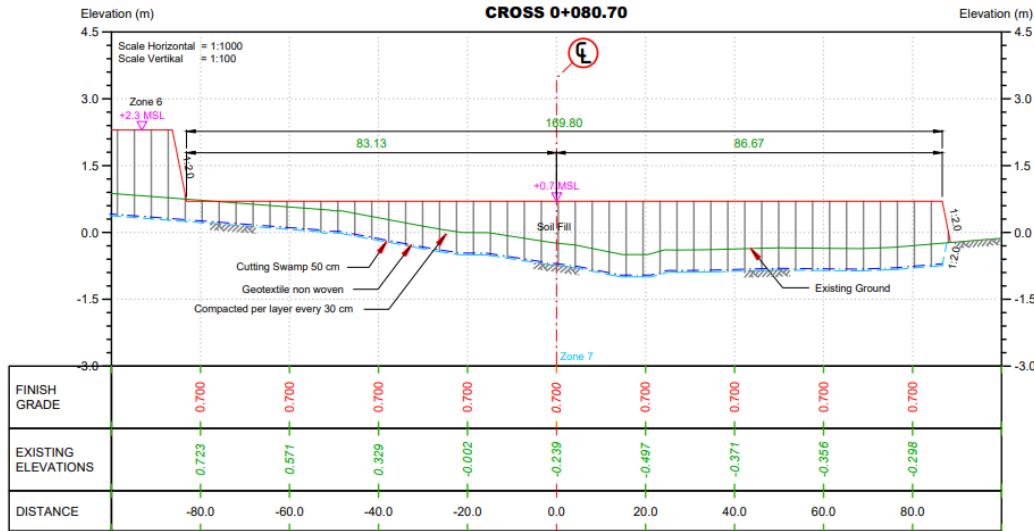
t	Tv	Uv	Th	Uh	U	Sc (total)	S
hari						(m)	(m)
1	4.03E-05	0.007161	0.014236	0.052444	5.9%	0.69	0.04088
2	8.05E-05	0.010127	0.028472	0.102138	11.1%	0.69	0.076771
3	1.21E-04	0.012403	0.042708	0.149225	16.0%	0.69	0.110278
4	1.61E-04	0.014322	0.056944	0.193843	20.5%	0.69	0.141759
5	2.01E-04	0.016012	0.07118	0.236121	24.8%	0.69	0.171412
6	0.00024152	0.01754	0.085416	0.276182	29%	0.69	0.199383
7	2.82E-04	0.018946	0.099652	0.314142	32.7%	0.69	0.225788
8	3.22E-04	0.020254	0.113888	0.350111	36.3%	0.69	0.25073
9	3.62E-04	0.021482	0.128124	0.384194	39.7%	0.69	0.2743
10	4.E-04	0.022644	0.14236	0.416489	43.0%	0.69	0.296579
11	4.E-04	0.02375	0.156596	0.447091	46%	0.69	0.317644
12	5.E-04	0.024806	0.170832	0.476088	48.9%	0.69	0.337564
13	5.E-04	0.025819	0.185068	0.503564	52%	0.69	0.356404
14	5.64E-04	0.026793	0.199304	0.529599	54.2%	0.69	0.374226
15	6.04E-04	0.027734	0.21354	0.554269	56.7%	0.69	0.391086
16	6.44E-04	0.028643	0.227776	0.577644	59.0%	0.69	0.407038
17	6.84E-04	0.029525	0.242012	0.599794	61.2%	0.69	0.422131
18	7.25E-04	0.030381	0.256248	0.620783	63.2%	0.69	0.436414
19	7.65E-04	0.031213	0.270484	0.640671	65.2%	0.69	0.44993
20	8.05E-04	0.032024	0.28472	0.659515	67.0%	0.69	0.462721

t	Tv	Uv	Th	Uh	U	Sc (total)	S
hari						(m)	(m)
21	8.45E-04	0.032815	0.298956	0.677372	68.8%	0.69	0.474827
22	8.86E-04	0.033587	0.313192	0.694292	70.5%	0.69	0.486285
23	9.26E-04	0.034342	0.327428	0.710324	72.0%	0.69	0.497129
24	9.66E-04	0.035081	0.341664	0.725516	73.5%	0.69	0.507395
25	1.01E-03	0.035804	0.3559	0.739911	74.9%	0.69	0.517111
26	1.05E-03	0.036513	0.370136	0.753551	76.3%	0.69	0.526309
27	1.09E-03	0.037209	0.384372	0.766476	77.5%	0.69	0.535016
28	1.13E-03	0.037891	0.398608	0.778723	78.7%	0.69	0.543259
29	1.17E-03	0.038562	0.412844	0.790327	79.8%	0.69	0.551062
30	1.21E-03	0.039221	0.42708	0.801323	80.9%	0.69	0.558449
31	1.25E-03	0.03987	0.441316	0.811743	81.9%	0.69	0.565443
32	1.29E-03	0.040508	0.455552	0.821616	82.9%	0.69	0.572064
33	1.33E-03	0.041136	0.469788	0.830971	83.8%	0.69	0.578332
34	1.37E-03	0.041754	0.484024	0.839836	84.7%	0.69	0.584267
35	1.41E-03	0.042364	0.49826	0.848235	85.5%	0.69	0.589887
36	1.45E-03	0.042965	0.512496	0.856194	86.2%	0.69	0.595207
37	1.49E-03	0.043557	0.526732	0.863736	87.0%	0.69	0.600244
38	1.53E-03	0.044142	0.540968	0.870882	87.7%	0.69	0.605014
39	1.57E-03	0.044719	0.555204	0.877654	88.3%	0.69	0.60953
40	1.61E-03	0.045289	0.56944	0.88407	88.9%	0.69	0.613806
41	1.65E-03	0.045852	0.583676	0.89015	89.5%	0.69	0.617855
42	1.69E-03	0.046407	0.597912	0.895911	90.1%	0.69	0.621689
43	1.73E-03	0.046957	0.612148	0.90137	90.6%	0.69	0.625319
44	1.77E-03	0.047499	0.626384	0.906542	91.1%	0.69	0.628756
45	1.81E-03	0.048036	0.64062	0.911444	91.6%	0.69	0.632011
46	1.85E-03	0.048567	0.654856	0.916088	92.0%	0.69	0.635094
47	1.89E-03	0.049092	0.669092	0.920489	92.4%	0.69	0.638012
48	1.93E-03	0.049612	0.683328	0.924658	92.8%	0.69	0.640776
49	1.97E-03	0.050126	0.697564	0.92861	93.2%	0.69	0.643393
50	2.01E-03	0.050635	0.7118	0.932354	93.6%	0.69	0.645871
60	2.42E-03	0.055467	0.85416	0.960528	96.3%	0.69	0.664464
70	2.82E-03	0.059912	0.99652	0.976967	97.8%	0.69	0.675252
80	3.22E-03	0.064048	1.13888	0.98656	98.7%	0.69	0.681515
90	3.62E-03	0.067933	1.28124	0.992158	99.3%	0.69	0.685152
100	4.03E-03	0.071608	1.4236	0.995424	99.6%	0.69	0.687264
110	4.43E-03	0.075103	1.56596	0.99733	99.8%	0.69	0.688492

## 4.9 Analisis Data Lereng

### 4.9.1 Data Potongan Melintang

Data tanah dalam penelitian ini berasal dari PT. Pembangunan Perumahan dalam proyek Perluasan lahan untuk pembangunan Pabrik Baterai PT Alkali Chandra Asri Alkali. Tersedia juga gambar potongan melintang yang terlampir pada Gambar 4.1.



**Gambar 4. 2** Potongan melintang

(Sumber: Dokumen PT Chandra Asri Alkali)

### 4.9.2 Data Parameter Tanah

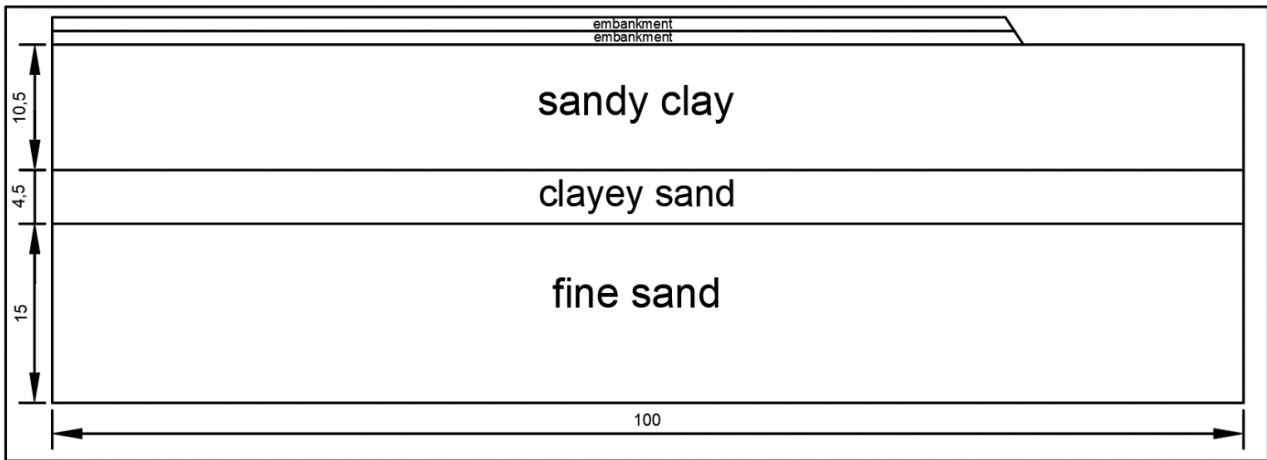
Selain informasi mengenai potongan melintang, tersedia juga data mengenai parameter tanah yang digunakan dalam proyek ini. Detail data parameter tanah dapat ditemukan dalam Tabel 4.2 yang terlampir.

Parameter	Name	Sandy Clay	Clayey Sand	Fine Sand	Embankment	Unit
Material model	Model	MC	MC	MC	MC	-
Type of behaviour	Type	Undrained	Undrained	Drained	Drained	-
Dry soil wight	$\gamma_{dry}$	15.4	20.7	22	16	kN/m3
Wet soil weight	$\gamma_{wet}$	18	22	22	19	kN/m3
Horizontal permeability	Kx	$1.10^{-4}$	$2.10^{-3}$	1	1	m/Day
Vertical permeability	Ky	$1.10^{-4}$	$1.10^{-3}$	1	1	m/Day
Young's modulus	$E_{ref}$	10934	29619	45743	9006	kN/m2
Poisson's ratio	$\nu$	0.3	0.33	0.33	0.3	-
Cohesion	$C_{ref}$	0.25	8	8	2.5	kN/m2
Friction angle	$\phi$	26	42	47	31	-
N-SPT		1	39	59	10	-

**Tabel 4. 9** Data parameter pada tanah

(Sumber: Dokumen PT X)

Berdasarkan data parameter tanah yang tersedia, maka jika diplot pada desain lapisan tanah akan seperti Gambar 4.3.



#### 4.10 Data Beban Struktur

**Gambar 4. 3** Lapisan tanah pada timbunan

Untuk analisis stabilitas lereng, beban maksimum yang diterapkan adalah 125.273 ton atau setara dengan 1.228.503 kN. Beban ini merupakan beban struktur warehouse yang akan didistribusikan menjadi beban merata dengan dimensi 122m x 503m. Berdasarkan data tersebut, tekanan tanah (beban terdistribusi secara merata) diperkirakan sebesar 2,0 ton/m<sup>2</sup> atau 20 kN/m<sup>2</sup>. Perhitungan Beban merata akan dijelaskan di bawah ini.

$$\begin{aligned} \text{Load} &= 1.228.508 \text{ kN} \\ \text{Warehouse} &= 503 \text{ m} \times 122 \text{ m} \\ \text{Ground Pressure} &= 1.228.508 \text{ kN} / (503 \text{ m} \times 122 \text{ m}) \\ &= 20.019 \text{ kN/m}^2 \approx 20 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

#### 4.11 Data Geotextile

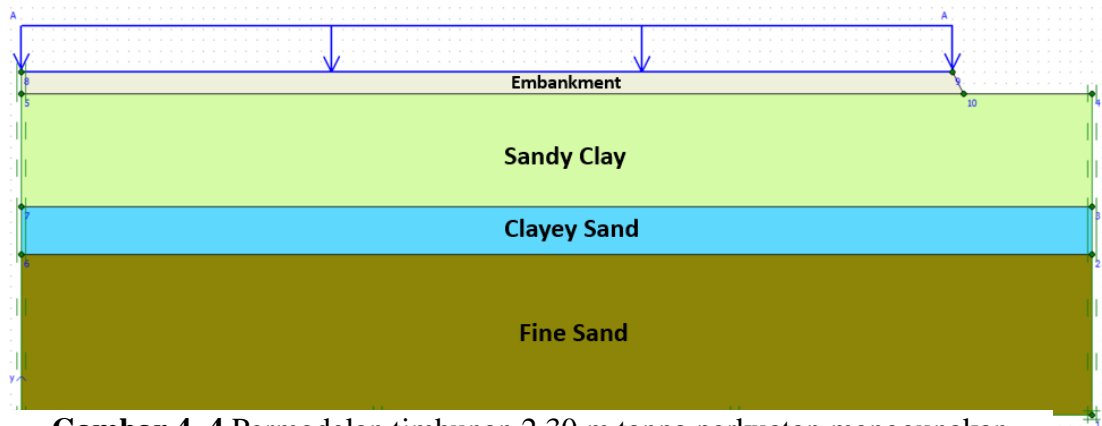
Sementara Geotekstil yang digunakan adalah produk Geotextile Non-Woven 250 gr/m<sup>2</sup>, 100% polypropylene dari PT.Teknindo Geosistem Unggul. Data Geotekstil yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 5.2 berikut ini

**Tabel 4. 10** Data geotextile

PARAMETRE GEOTEXTILE			
Parameter	Notasi	Nilai	Satuan
Kuat Tarik Ijin	T	19	kN/m
Regangan	ε	5	%
Kekakuan Normal	EA	222.73	kN/m

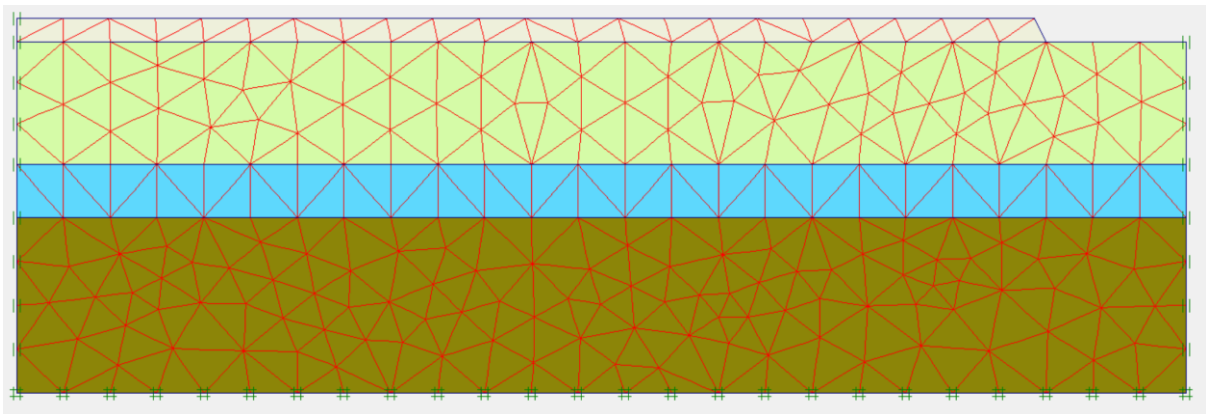
#### 4.12 Analisis Stabilitas Lereng Tanpa Perkuatan

Tahap awal melibatkan penentuan Safety Factor dari timbunan tanah asli tanpa Perkuatan Geotextile dan identifikasi bentuk bidang longsor menggunakan program plaxis 2d. Analisis di bawah ini Merupakan timbunan dengan ketinggian 2.30 m. Berikut adalah hasil analisis stabilitas dari timbunan tanpa perkuatan geotextile. Pemodelan timbunan disusun seperti kondisi lapangan yang ada dan disesuaikan dengan tinggi timbunan yang akan direncanakan, yaitu 2.30 meter. Detail pemodelan menggunakan program Plaxis 8.2 dapat dilihat pada Gambar 4.4.



**Gambar 4. 4** Permodelan timbunan 2.30 m tanpa perkuatan menggunakan program plaxis 2d.

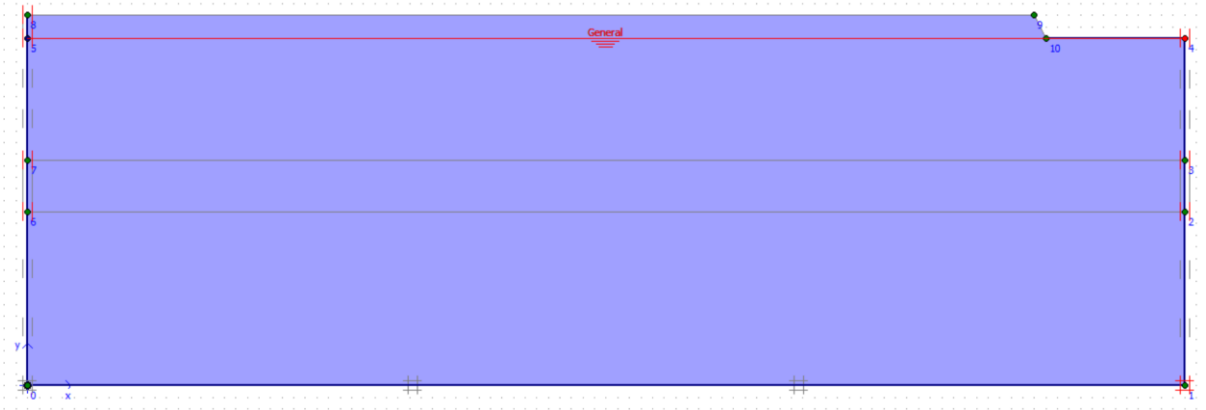
Setelah melakukan pemodelan, tahap selanjutnya adalah generate meshing, generate meshing merupakan proses pembentukan jaringan elemen hingga elemen tanah yang digunakan dalam pemodelan geoteknik, representasi geometri dan material tanah dalam pemodelan numerik membutuhkan pemecahan domain tanah menjadi elemen-elemen yang lebih kecil, yang memungkinkan analisis yang lebih akurat. Tingkat kekerasan yang digunakan pada analisis ini adalah level Fine. Hasil dari generate mesh dapat dilihat pada Gambar 4.5.



**Gambar 4. 5** Permodelan generate mesh timbunan 2.30 m tanpa perkuatan dengan menggunakan program plaxis 2d.

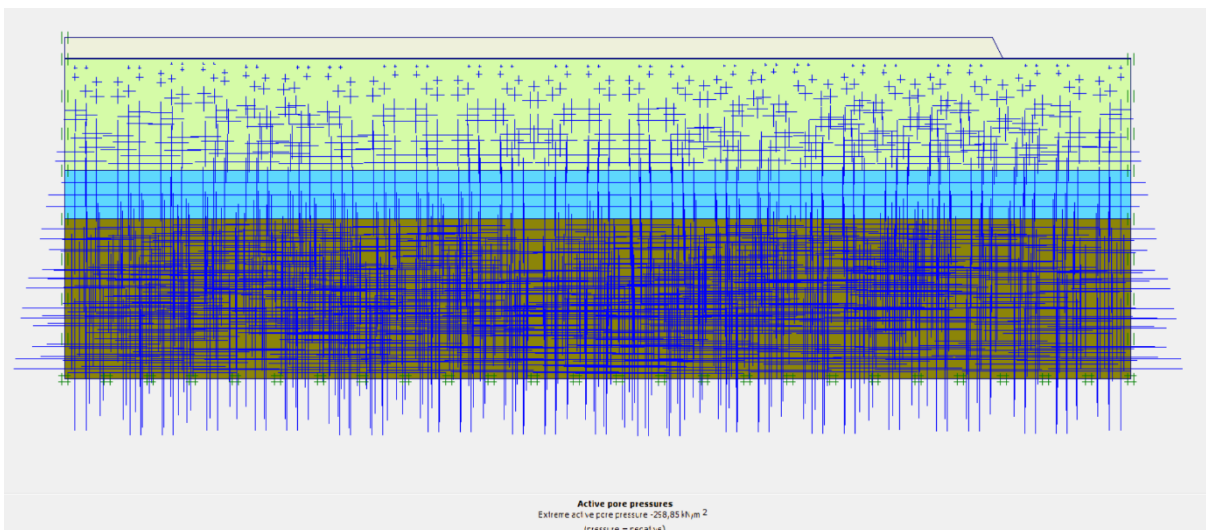


Selanjutnya masuk kedalam pemodelan initial condition untuk mengatur muka air tanah yaitu dibawah tanah timbunan. Untuk pemodelan gambar initial condition dapat dilihat pada Gambar 4.6 di bawah ini.



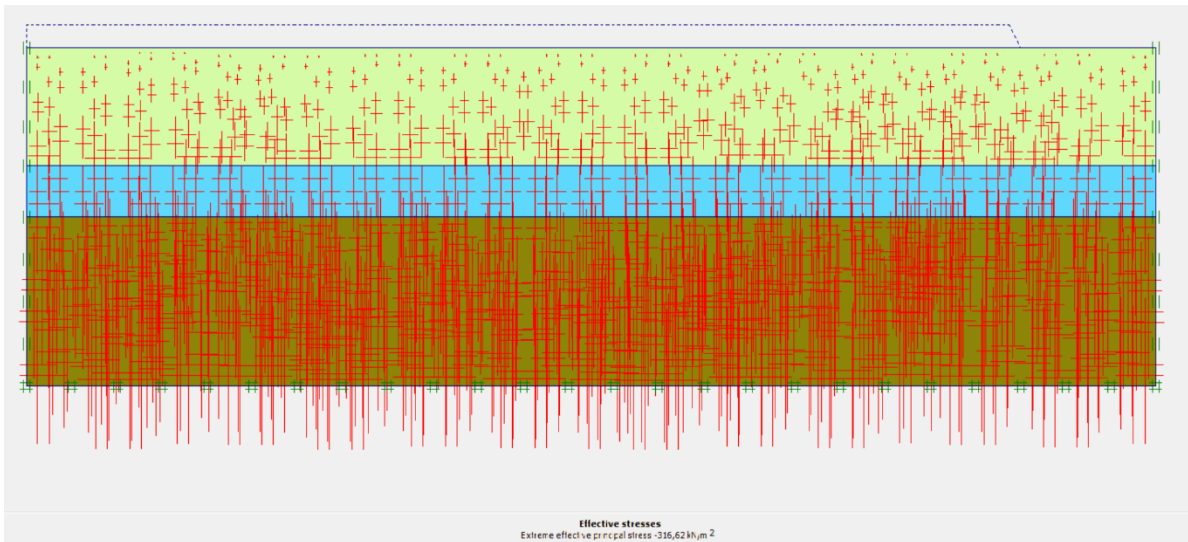
**Gambar 4. 6** Permodelan initial condition timbunan 2.30 m tanpa perkuatan dengan menggunakan program plaxis 2d.

Setelah masuk ke tahap initial condition selanjutnya masuk ke tahap generate water Pressures, bisa dilihat pada Gambar 4.7 dibawah ini



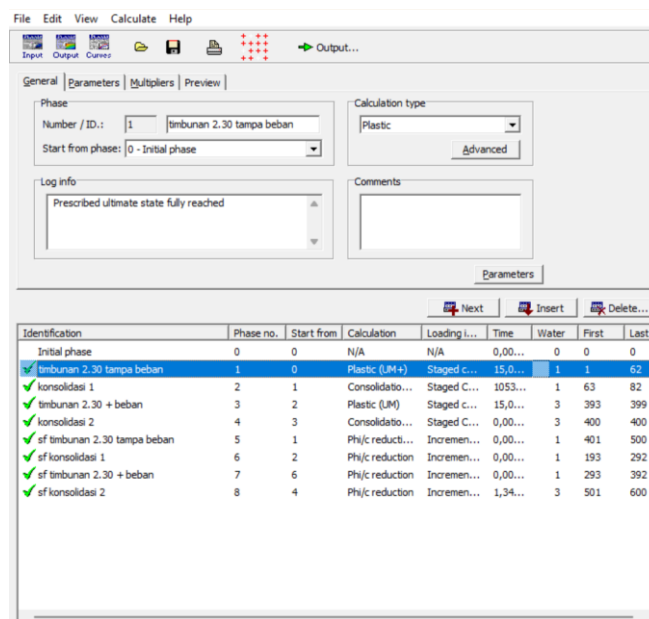
**Gambar 4. 7** Permodelan generate water pressures timbunan 2.30 m tanpa perkuatan dengan menggunakan program plaxis 2d

Lalu dilanjutkan dengan masuk ketahap selanjutnya yaitu generate initial stressse, karena kondisi aktual dilapangan belum terdapat tanah timbunan oleh karna itu tanah timbunan pada permodelan dimatikan untuk mendapatkan nilai initial stresses dan didapatkan nilai effective stresses sebesar 316,62 kN/m<sup>2</sup> bisa dilihat pada Gambar 4.8 dibawah ini.



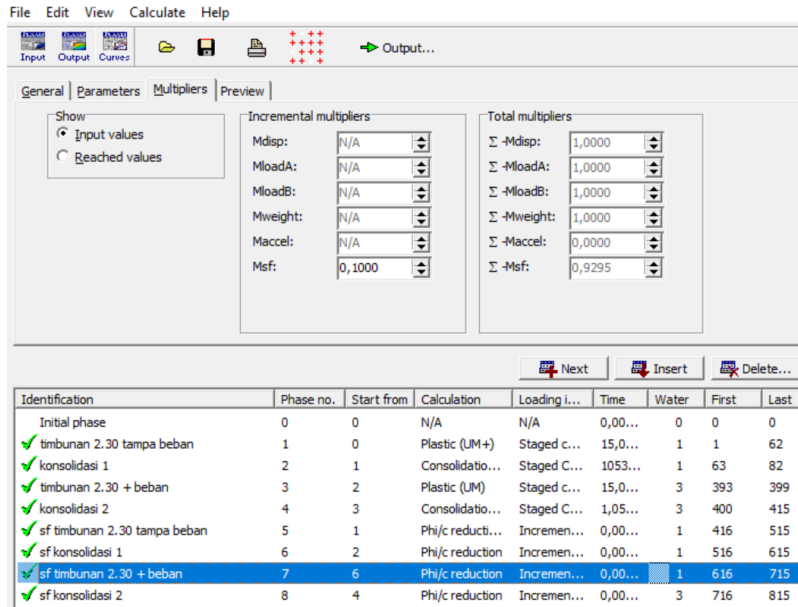
**Gambar 4. 8** Permodelan generate initial stresses timbunan 2.30 m tanpa perkuatan dengan menggunakan program plaxis 2d

Selanjutnya adalah masuk ketahap kalkulasi untuk mendapatkan nilai SF yang dibutuhkan, bisa dilihat pada Gambar 4.9 dibawah ini.



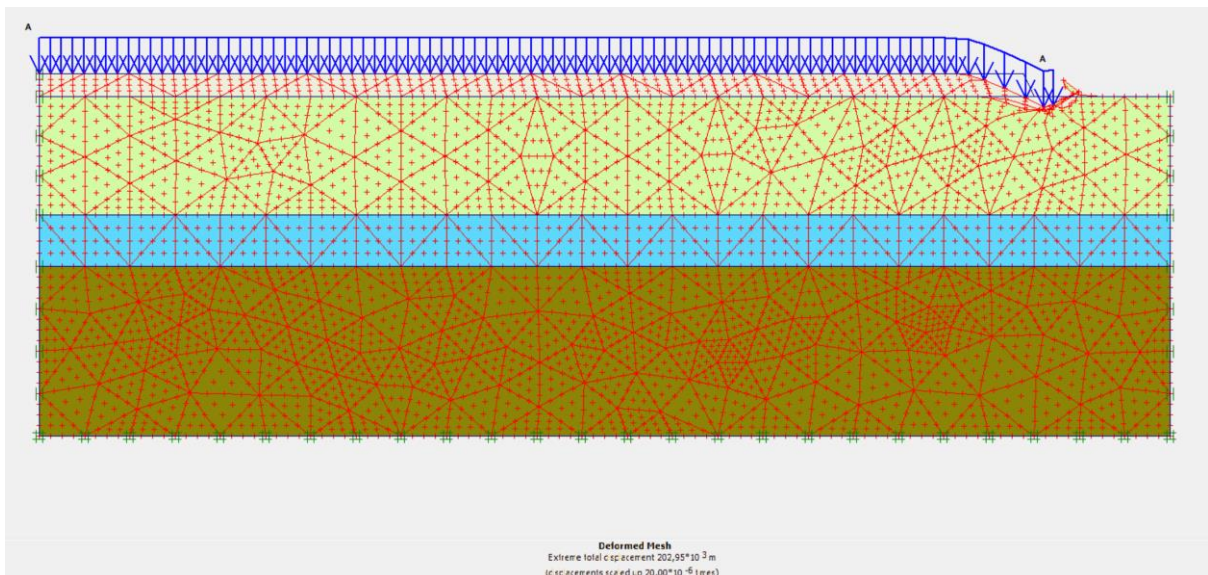
**Gambar 4. 9** Kalkulasi perhitungan timbunan 2.30 m tanpa perkuatan dengan menggunakan program plaxis 2d

Setelah melakukan tahap kalkulasi didapatkan nilai SF kurang dari nilai angka aman yaitu sebesar 0.9295 bisa dilihat pada Gambar 4.10 dibawah ini.



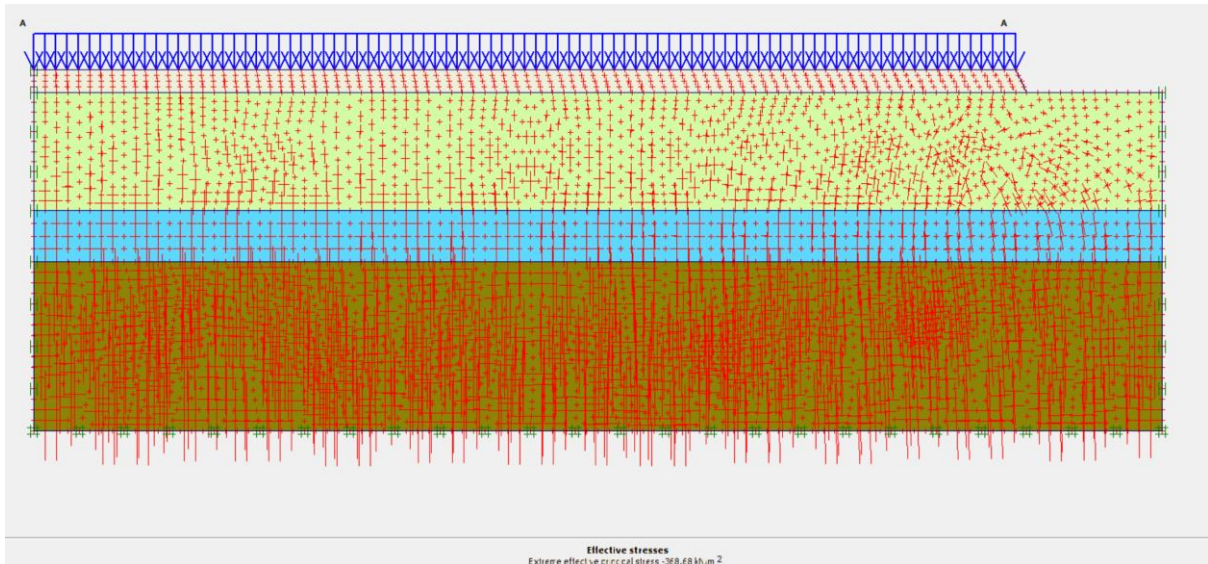
**Gambar 4. 10** Nilai SF timbunan 2.30 m tanpa perkuatan dengan menggunakan program plaxis 2d

Selanjutnya masuk ketahap deformed mesh, ketika dilakukan penimbunan setinggi 2.30 meter akan terjadi perubahan bentuk atau deformasi dan penurunan dengan signifikan sebesar 202,95 cm. Untuk bentuk deformasi bisa dilihat pada Gambar 4.11 dibawah ini.



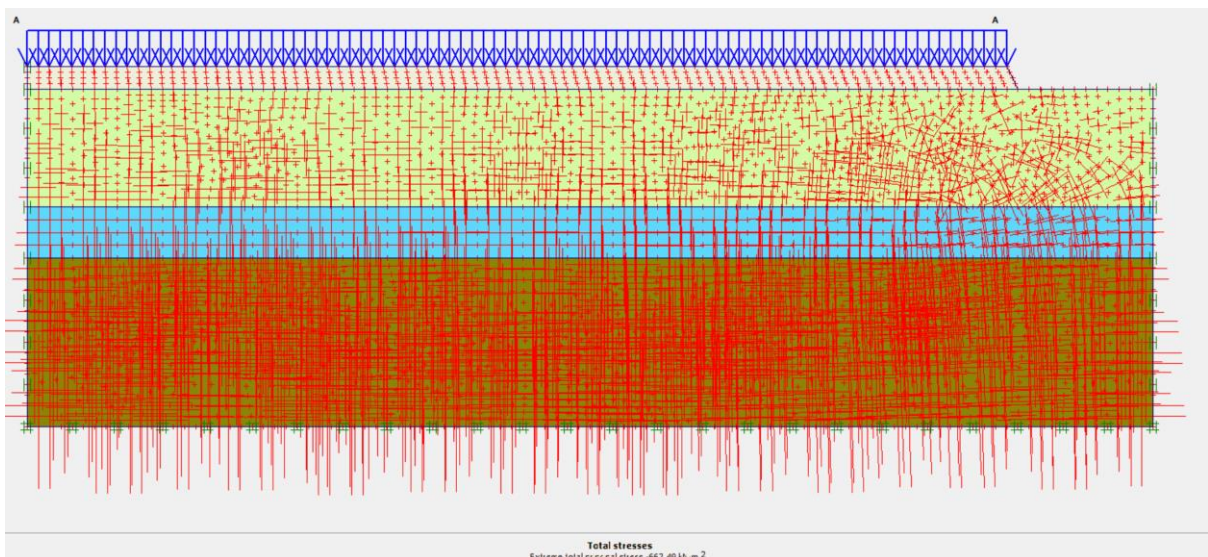
**Gambar 4. 11** Deformed mesh timbunan 2.30 m tanpa perkuatan dengan menggunakan plaxis 2d

Tahap berikutnya adalah masuk ke tahap effective stresses untuk melihat hasil tegangan stress yang terjadi pada tanah ketika diberikan beban timbunan, didapatkan nilai effective stresses sebesar  $-368,68 \text{ kN/m}^2$  dapat dilihat pada Gambar 4.12 dibawah ini.



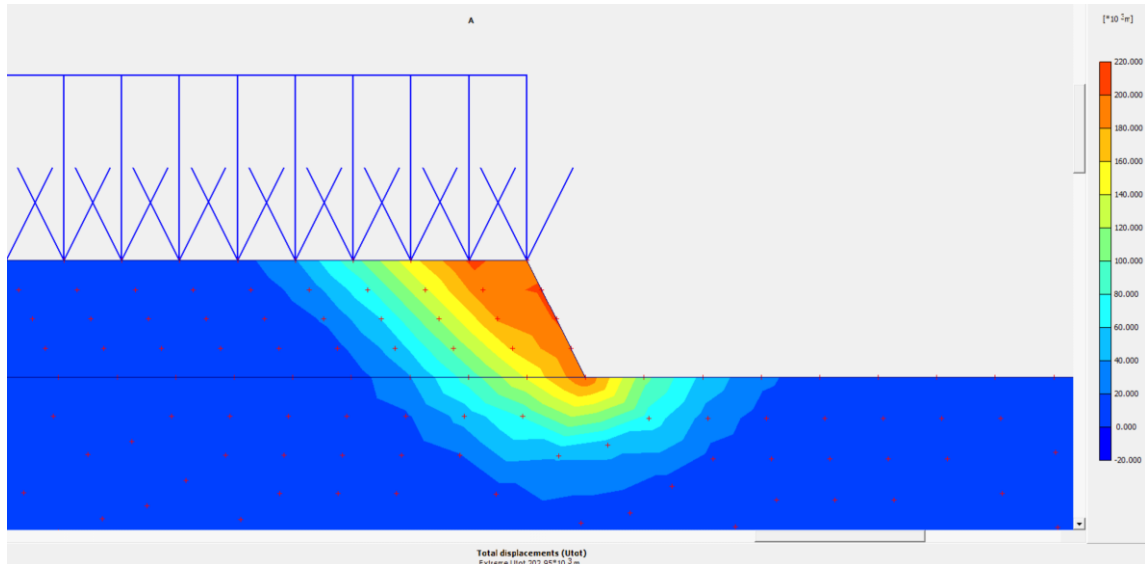
**Gambar 4. 12** Effective stresses konsolidasi timbunan 2.30 m tanpa perkuatan dengan menggunakan plaxis 2d

Selanjutnya adalah masuk ketahap total stresses beban struktur didapatkan nilai total stressesnya yaitu  $-667,49 \text{ kN/m}^2$ , untuk melihat hasil yang dihasil kan dari plaxis bisa dilihat pada Gambar 4.13 dibawah ini.



**Gambar 4. 13** Total stresses timbunan 2.30 m tanpa perkuatan menggunakan plaxis 2d

Selanjutnya masuk ketahap bidang longsor timbunan untuk mengetahui bagaimana nilai deformasi di setiap area yang dimodelkan, deformasi terbesar terletak pada gambar yang berwarna merah, dapat dilihat pada Gambar 4.14 berikut.



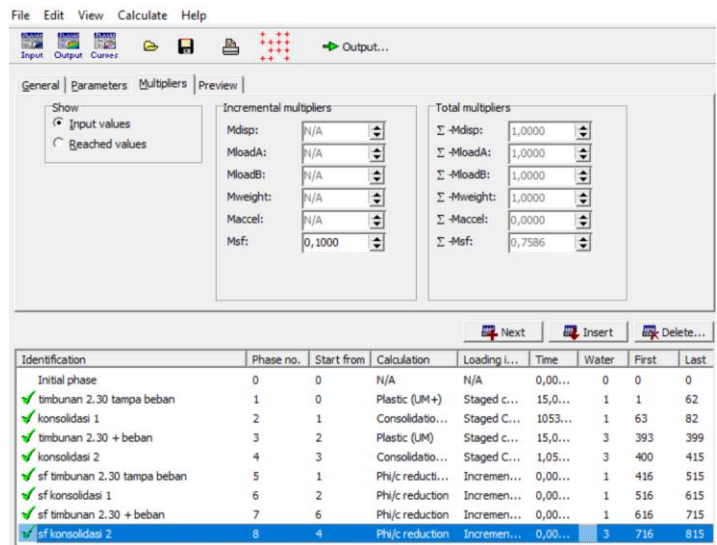
**Gambar 4. 14** Bidang longsor timbunan 2.30 m tanpa perkuatan dengan plaxis 2d

Selanjutnya adalah masuk ketahap kalkulasi untuk mendapatkan nilai SF Setelah dikonsolidasi, bisa dilihat pada Gambar 4.15 dibawah ini.

Identification	Phase no.	Start from	Calculation	Loading /...	Time	Water	First
Initial phase	0	0	N/A	N/A	0,00 day	0	0
✓ timbunan 2.30 tanpa beban	1	0	Plastic (LM)	Staged C...	32,00 day	1	703
✓ konsolidasi tanpa beban	2	1	Consolidatio...	Staged C...	2,10985 day	1	777
✓ sf timbunan tanpa beban	3	1	Phi/c reduction	Increment...	180,22 day	1	901
✓ sf konsolidasi tanpa beban	4	2	Phi/c reduction	Increment...	2,10229 day	1	901
✓ Reset Displacement	5	4	Plastic	Staged C...	2,08127 day	5	290
✓ timbunan 2.30 menggunakan beban	6	5	Plastic (LM)	Staged C...	32,00 day	6	1001
✓ konsolidasi menggunakan beban	7	6	Consolidatio...	Staged C...	21067,00 day	6	1039
✓ sf timbunan menggunakan beban	8	6	Phi/c reduction	Increment...	0,00 day	6	1056
✓ sf konsolidasi menggunakan beban	9	7	Phi/c reduction	Increment...	0,00 day	6	1156

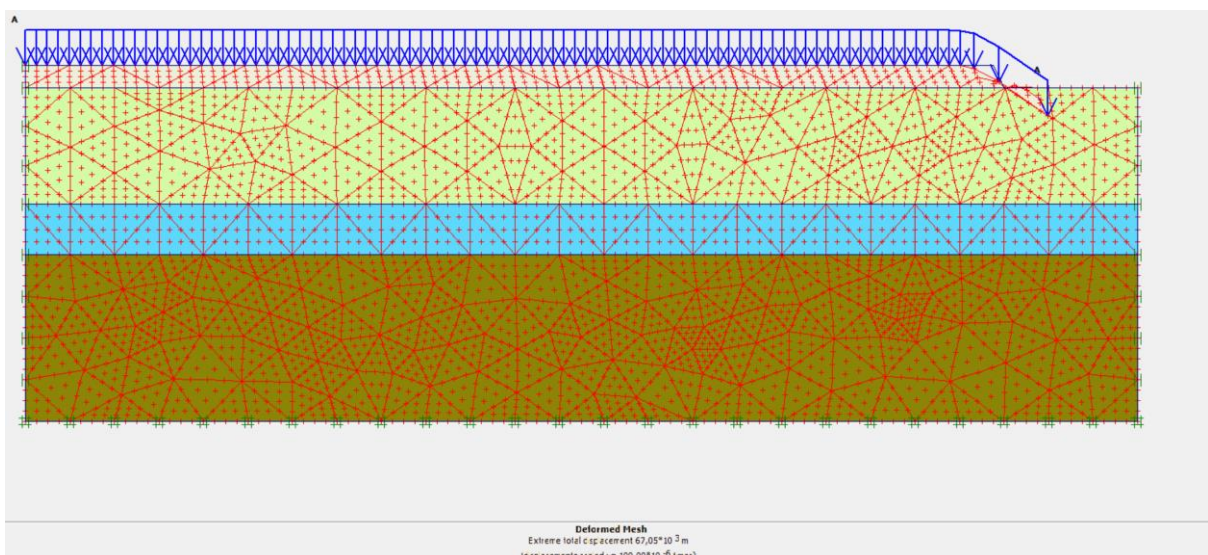
**Gambar 4. 15** Kalkulasi perhitungan timbunan 2.30 m setelah terkonsolidasi tanpa perkuatan dengan menggunakan program plaxis 2d

Setelah melakukan tahap kalkulasi didapatkan nilai SF setelah terkonsolidasi tetap kurang dari nilai angka aman yaitu sebesar 0,7586, dapat dilihat pada Gambar 4.16.



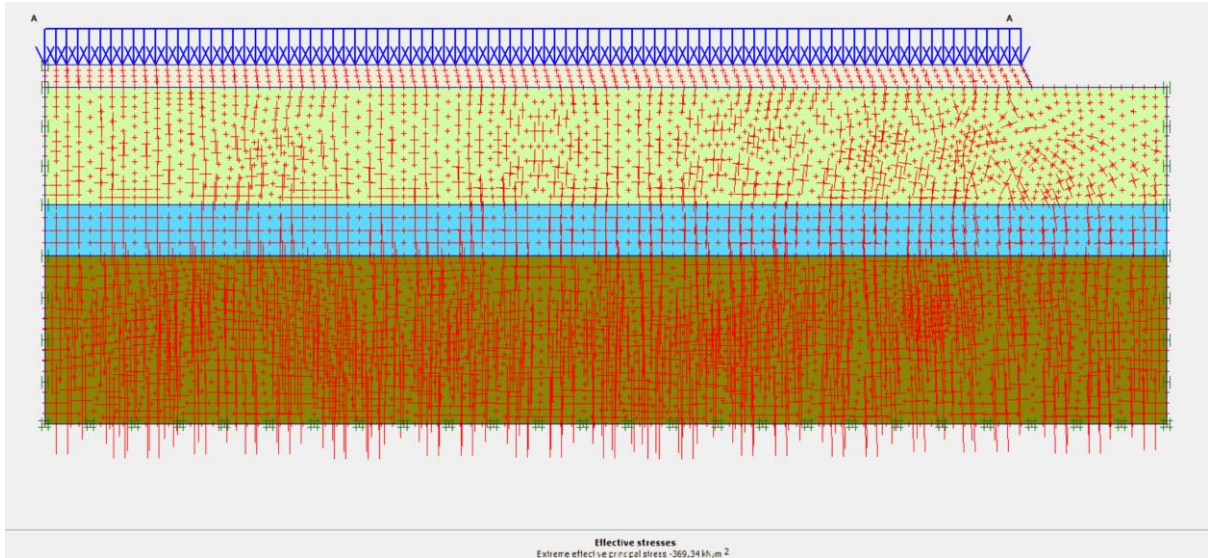
**Gambar 4. 16** Nilai SF timbunan 2.30 m setelah terkonsolidasi tanpa perkuatan geotextile

Selanjutnya masuk ketahap deformed mesh Setelah konsolidasi, tahap deformed mesh ini dilakukan untuk melihat perubahan bentuk atau deformasi dan penurunan tanah yang terjadi setelah terkonsolidasi didapatkan nilai penurunan sebesar 67,05 cm, bisa dilihat pada Gambar 4.17.



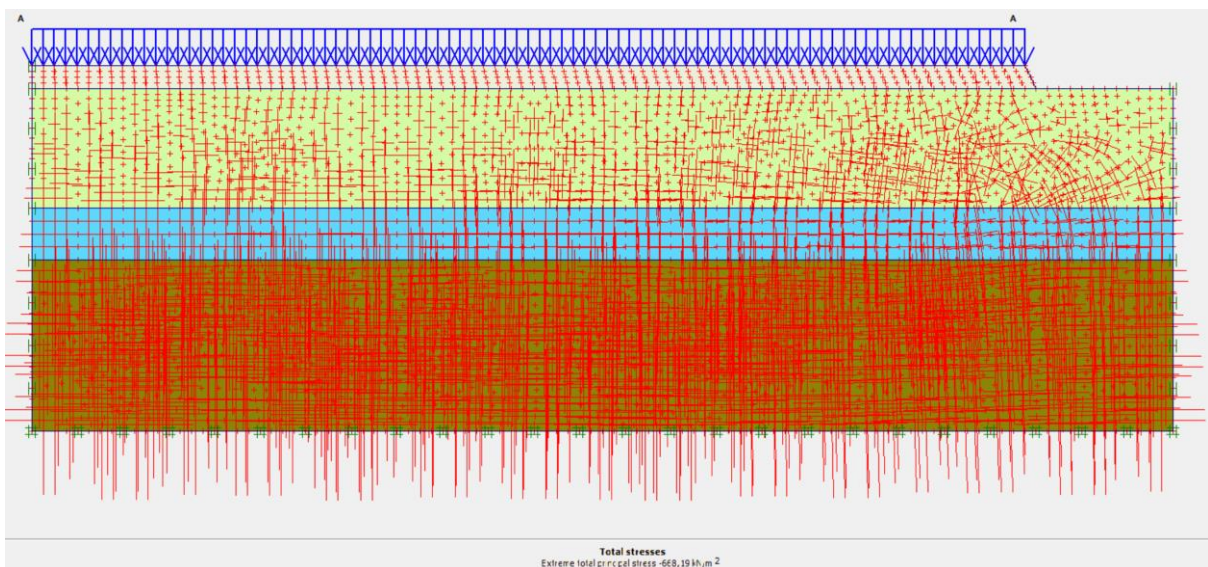
**Gambar 4. 17** Deformed mesh setelah terkonsolidasi pada timbunan 2.30 m tanpa perkuatan dengan menggunakan plaxis 2d

Tahap berikutnya adalah masuk ke tahap effective stresses setelah terkonsolidasi didapatkan nilai effective stressesnya sebesar  $-369,34 \text{ kN/m}^2$  untuk melihat hasil tegangan stress yang terjadi pada timbunan dapat dilihat pada Gambar 4.18 dibawah ini.



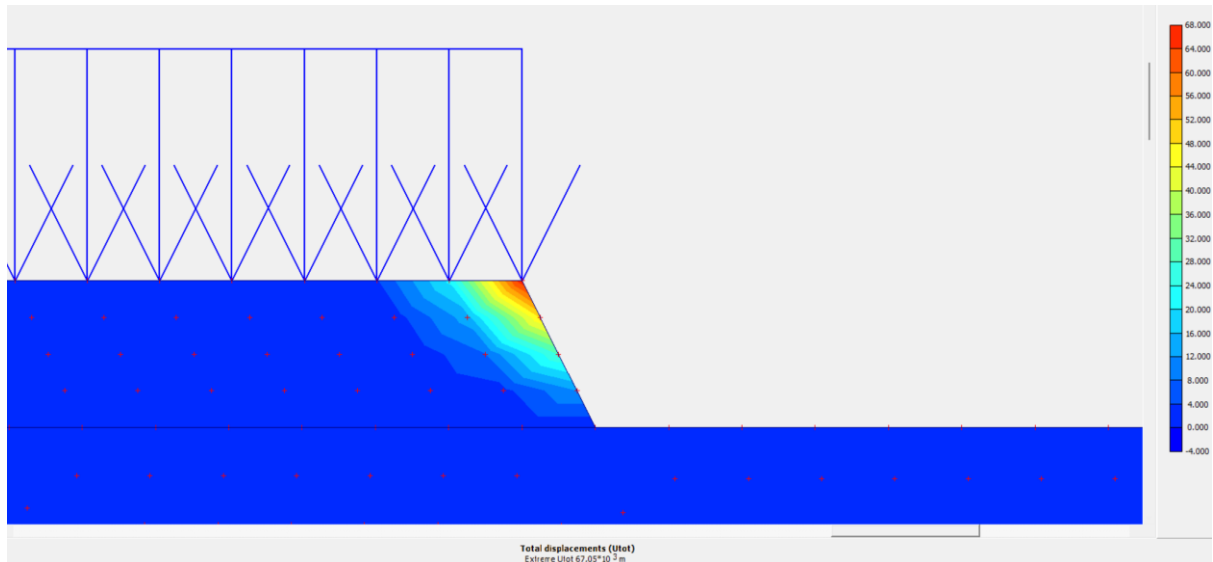
**Gambar 4. 18** Effective stresses setelah terkonsolidasi pada timbunan 2.30 m tanpa perkuatan dengan menggunakan plaxis 2d

Selanjutnya adalah masuk ketahap total stresses beban struktur setelah terkonsolidasi, pada tahap ini merujuk pada total tekanan yang diberikan pada tanah oleh semua beban yang ada di atasnya, termasuk beban yang diterapkan, tekanan air tanah, dan beban inertial seperti beban merata didapat kan nilai total stresses sebesar  $-668,19 \text{ kN/m}^2$ , untuk melihat hasil yang dihasil kan dari plaxis, bisa dilihat pada Gambar 4.19 dibawah ini.



**Gambar 4. 19** Total stresses setelah terkonsolidasi pada timbunan 2.30 m tanpa perkuatan dengan menggunakan plaxis 2d

Selanjutnya masuk ketahap bidang longsor timbunan setelah terkonsolidasi untuk mengetahui nilai deformasi terbesar yang terjadi, dapat dilihat pada Gambar 4.20 berikut.

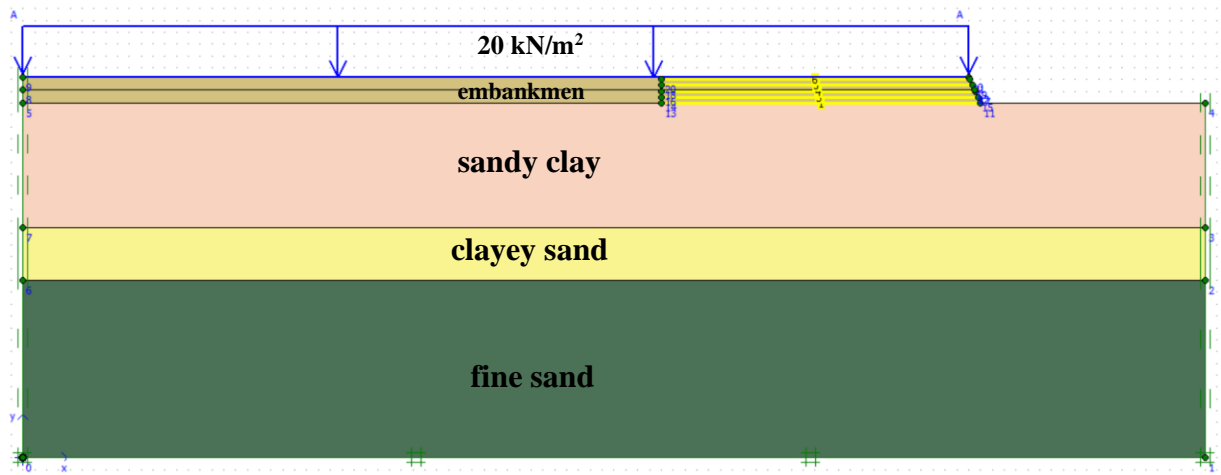


**Gambar 4. 20** Bidang longsor timbunan 2.30 m setelah terkonsolidasi tanpa perkuatan dengan menggunakan plaxis 2d

#### 4.13 Analisis Stabilitas Lereng yang di Perkuat Geotextile

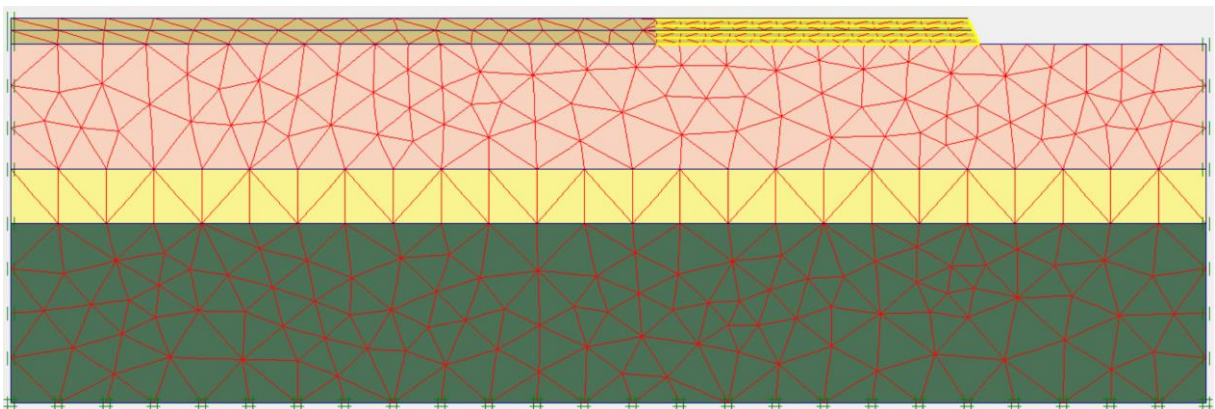
Analisis stabilitas timbunan yang diperkuat dengan geotekstil dirancang untuk mengatasi masalah collaps pada slope yang terjadi pada timbunan dengan ketinggian 2.30 meter. Dalam penelitian ini, timbunan dengan ketinggian 2.30 meter mengalami collaps, yang mengindikasikan bahwa tanah di dalam timbunan tidak mampu menahan beban atau tekanan yang diberikan. Untuk mengatasi masalah ini dilakukan dengan memasang perkuatan berupa geotekstil woven. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan stabilitas keseluruhan timbunan dengan mengurangi deformasi dan meningkatkan kemampuan tanah dalam menahan tekanan. Berikut tahapan analisis dengan perkuatan geotextile dapat di lihat pada Gambar 4.21 dibawah ini.





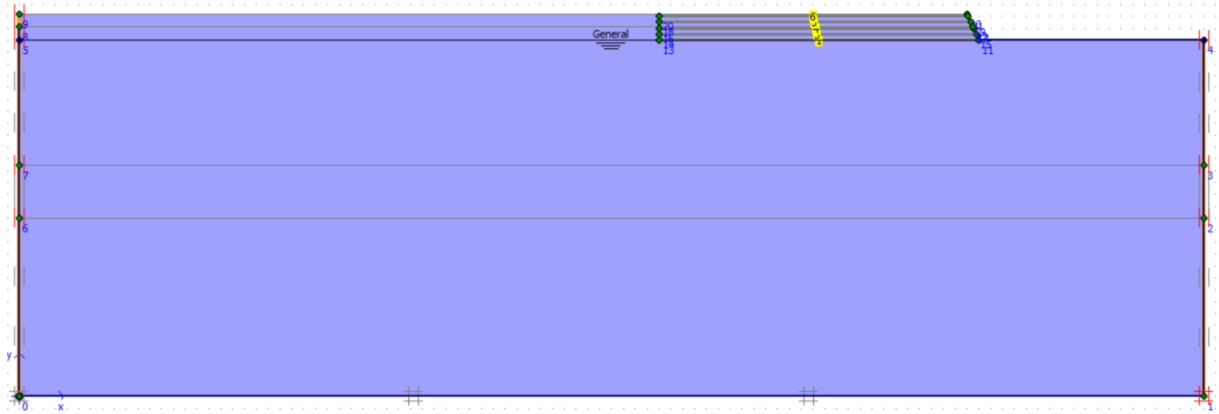
**Gambar 4. 21** Permodelan timbunan 2.30 m yang diperkuat dengan geotekstil woven

Setelah melakukan pemodelan tahap selanjutnya adalah generate meshing, dengan tingkat kekerasan yang digunakan adalah level fine. Hasil dari generate mesh dapat dilihat pada gambar 4.22 dibawah ini.



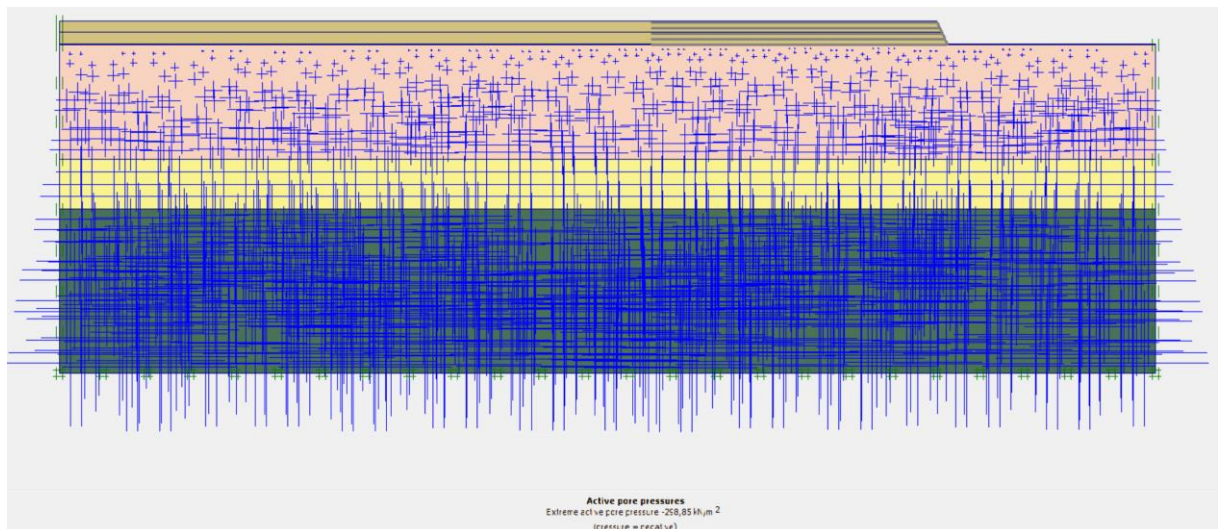
**Gambar 4. 22** Permodelan generate mesh timbunan 2.30 m dengan perkuatan geotextile

Selanjutnya masuk kedalam pemodelan initial condition untuk mengatur muka air tanah yaitu dibawah tanah timbunan. Untuk pemodelan gambar initial condition dapat dilihat pada Gambar 4.23 dibawah ini.



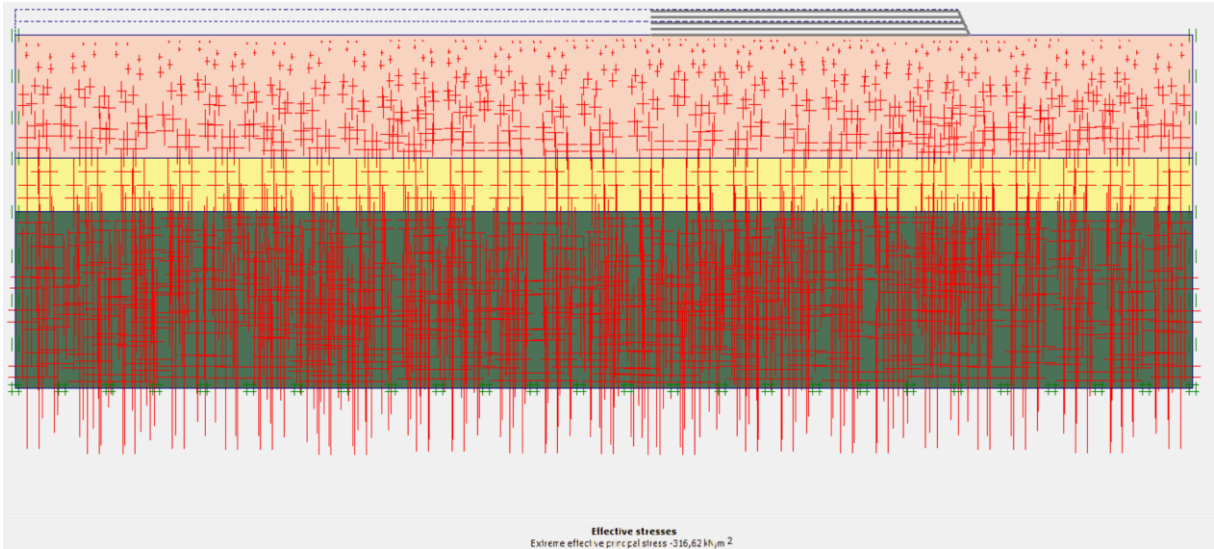
**Gambar 4. 23** Permodelan initial condition timbunan 2.30 m dengan perkuatan geotextile

Setelah masuk ke tahap initial condition selanjutnya masuk ke tahap generate water Pressures, bisa dilihat pada Gambar 4.24 dibawah ini



**Gambar 4. 24** Permodelan generate water pressures timbunan 2.30 m

dilanjutkan dengan masuk ketahap generate initial stresse, karena kondisi aktual dilapangan belum terdapat tanah timbunan oleh karna itu tanah timbunan pada permodelan dinonaktifkan untuk mendapatkan nilai initial stresses dan didapatkan nilai effective stresses sebesar  $316,62 \text{ kN/m}^2$  bisa dilihat pada Gambar 4.25 dibawah ini.



**Gambar 4. 25** Permodelan generate initial stresses timbunan 2.30 m.

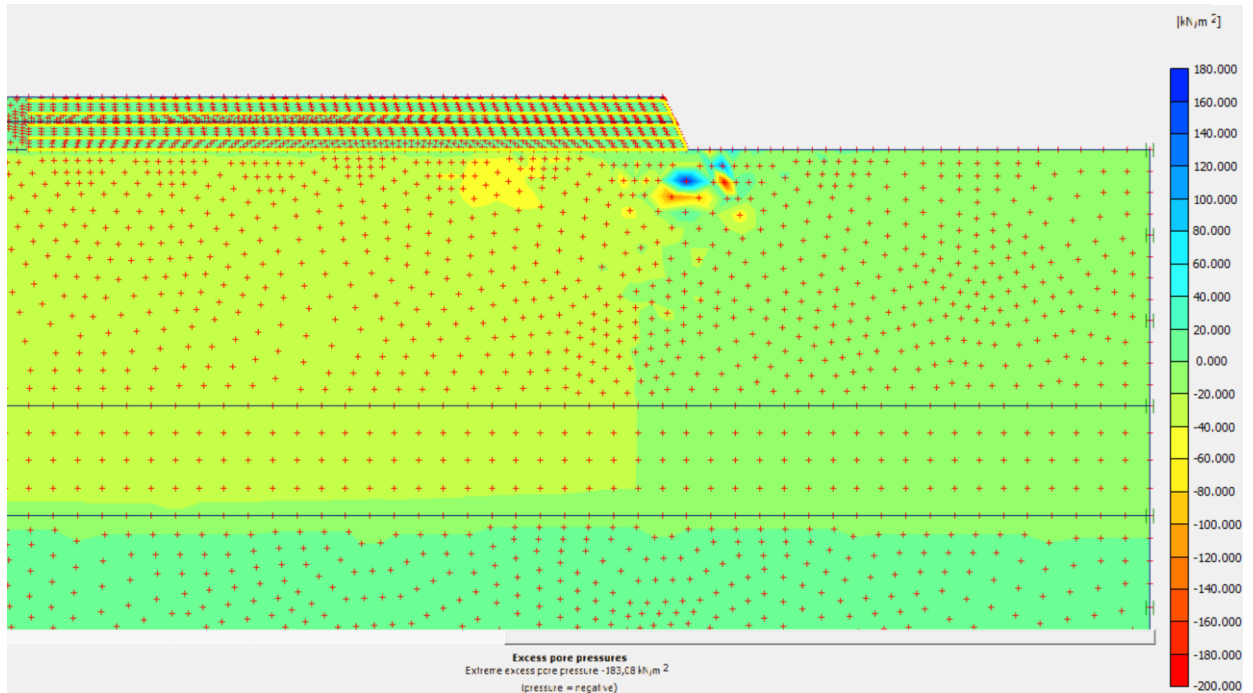
Selanjutnya adalah masuk ketahap kalkulasi untuk mendapatkan nilai SF dan output lainnya yang dibutuhkan, bisa dilihat pada Gambar 4.26 dibawah ini.

The screenshot shows the 'Parameters' tab in the Plaxis 2D software. The 'Phase' section is set to '1' with the description 'timbunan tahap 1 tanpa beban m'. The 'Calculation type' is set to 'Plastic'. The 'Log info' section shows 'Prescribed ultimate state fully reached'. Below the interface is a table of calculation phases:

Identification	Phase no.	Start from	Calculation	Loading i...	Time	Water	First	Last
Initial phase	0	0	N/A	N/A	0,00...	0	0	0
✓ timbunan tahap 1 tanpa beban merata	1	0	Plastic (UM+)	Staged c...	15,0...	1	1	38
✓ konsolidasi setelah penimbunan pertama	2	1	Consolidatio...	Staged C...	1053...	1	39	81
✓ penambahan beban merata pada timbu...	3	2	Plastic	Staged C...	15,0...	3	82	96
✓ konsolidasi setelah pembebanan	4	3	Consolidation	Staged C...	1053...	3	97	113
✓ sf timbunan tahap 1 tanpa beban merata	5	1	Phi/c reduction	Incremen...	0,00...	1	114	213
✓ sf konsolidasi setelah penimbunan	6	2	Phi/c reduction	Incremen...	0,00...	1	214	313
✓ sf timbunan setelah penambahan beban	7	3	Phi/c reduction	Incremen...	0,00...	3	314	413
✓ sf konsolidasi setelah penambahan beban	8	4	Phi/c reduction	Incremen...	0,00...	3	414	513

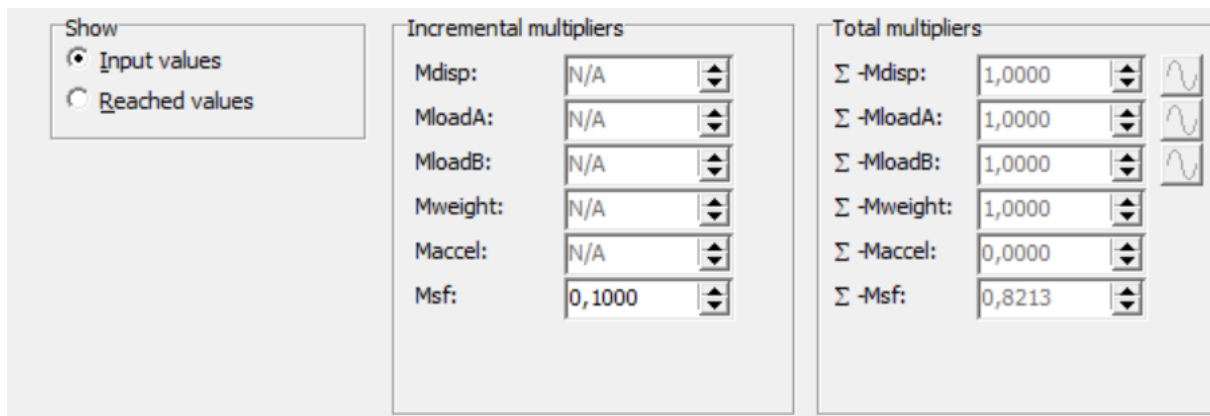
**Gambar 4. 26** Kalkulasi perhitungan timbunan 2.30 m dengan perkuatan geotextile dengan menggunakan program plaxis 2d

Setelah proses kalkulasi selesai dan indikator identification semuanya ceklis kita dapat melihat output Excess pore pressures dimana ini merupakan fenomena dalam mekanika tanah yang merujuk pada peningkatan tekanan air pori di dalam tanah. Tekanan air pori ini dapat terjadi ketika ada perubahan cepat dalam keadaan tanah, seperti beban yang diterapkan secara dinamis atau proses konsolidasi yang cepat. bisa dilihat pada Gambar 4.27 dibawah ini.



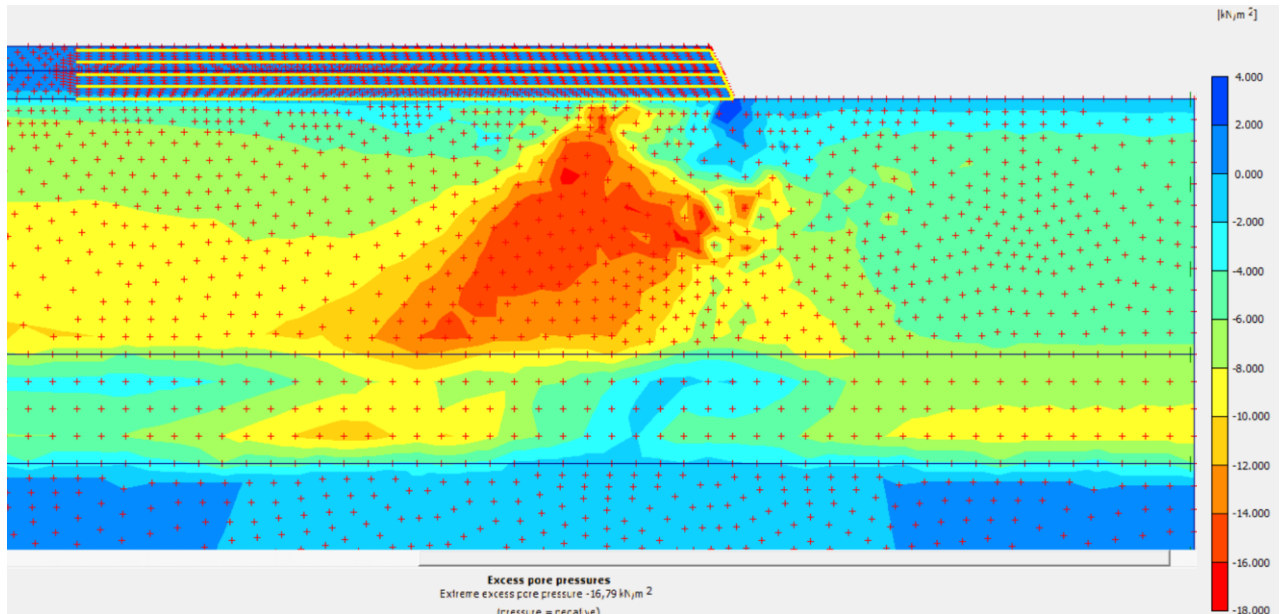
**Gambar 4. 27** Excess pore pressures dengan nilai Extreme excess pore pressures sebesar  $-183,08 \text{ kN/m}^2$  pada tahap penimbunan 2,30 m tanpa beban merata.

Setelah melakukan tahap kalkulasi di tahap timbunan 2.30 meter tanpa beban merata didapatkan nilai SF kurang dari nilai angka aman yaitu sebesar 0,8213, bisa dilihat pada Gambar 4.28 dibawah ini.



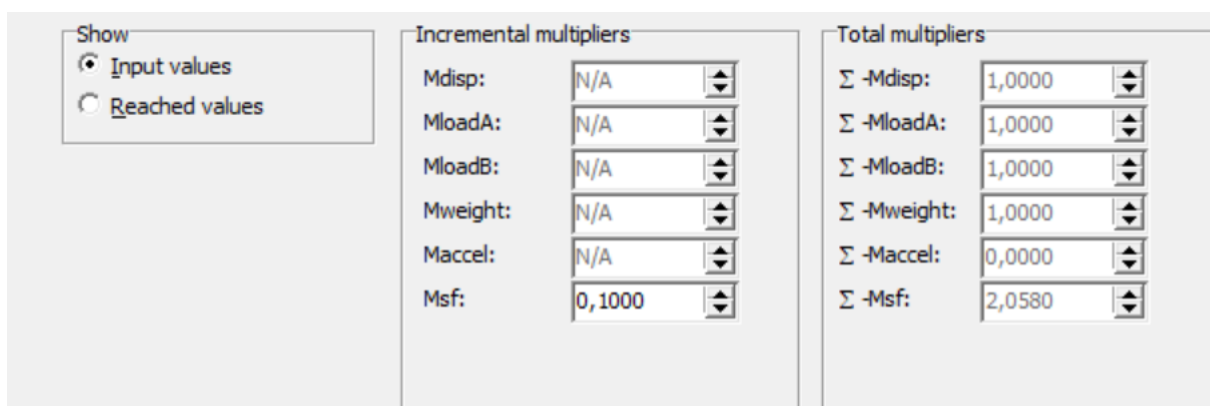
**Gambar 4. 28** Nilai SF timbunan 2.30 m sebelum diberi beban merata.

Hasil dari analisis Excess pore pressures pada identification timbunan 2.30 meter yang telah dikonsolidasi setelah timbunan pertama tanpa beban merata dilakukan, didapatkan nilai extreme excess pore pressures sebesar  $-16,79 \text{ kN/m}^2$  yang ditunjukkan pada gambar 4.29 yang berwarna merah dibawah ini.



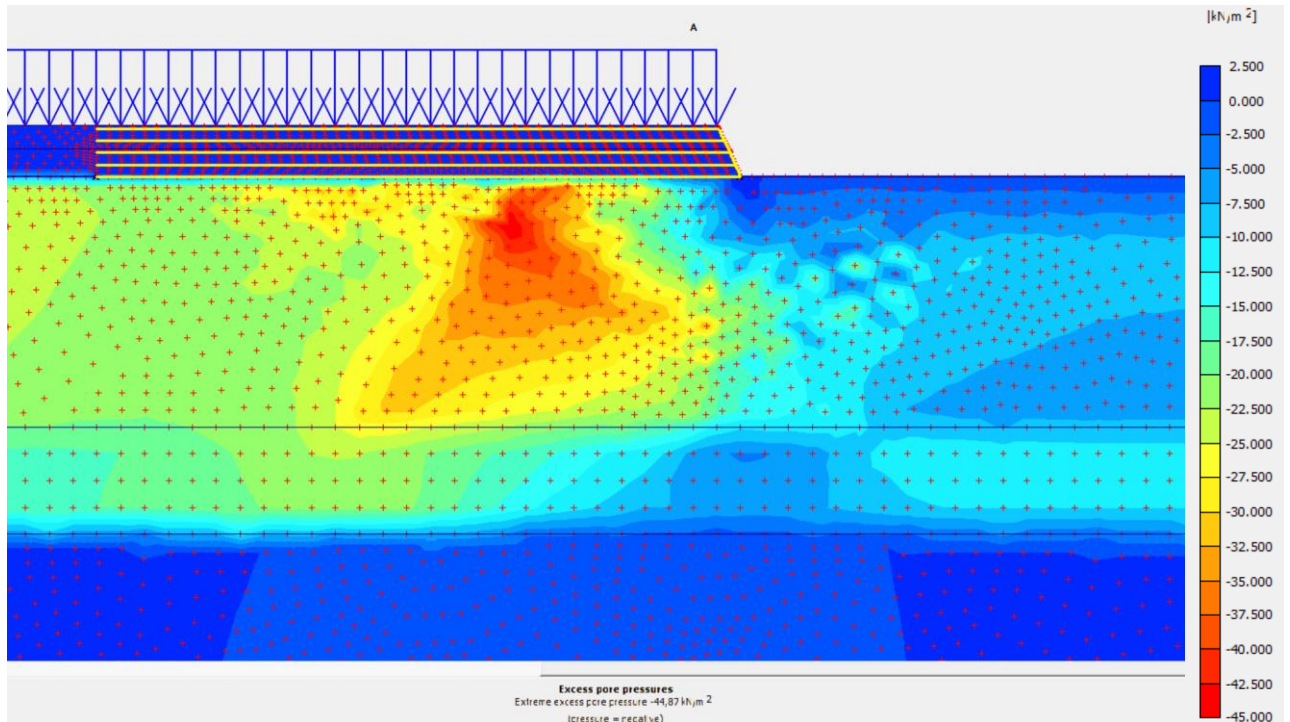
**Gambar 4. 29** Excess pore pressures dengan nilai Extreme excess pore pressures sebesar  $-16,79 \text{ kN/m}^2$  pada tahap konsolidasi setelah penimbunan 2,30 m tanpa beban merata.

Setelah melakukan tahap kalkulasi di tahap konsolidasi timbunan 2.30 meter tanpa beban merata didapatkan nilai SF menjadi meningkat yaitu sebesar 2,0580, bisa dilihat pada Gambar 4.30 dibawah ini.



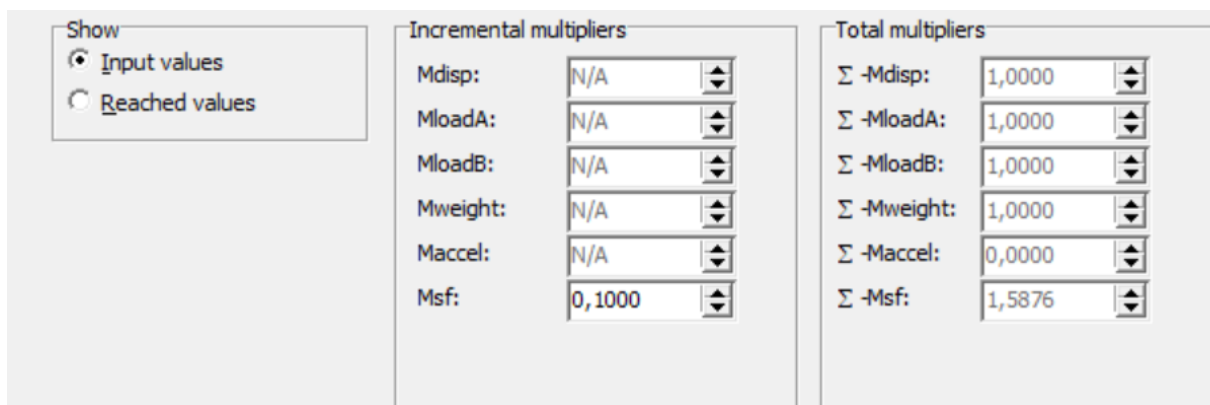
**Gambar 4. 30** Nilai SF konsolidasi timbunan 2.30 m sebelum diberi beban merata.

Hasil dari analisis Excess pore pressures pada identification timbunan 2.30 meter yang telah ditambahkan beban merata sebesar  $20 \text{ kN/m}^2$  setelah penimbunan pertama tanpa beban merata dilakukan, didapatkan nilai extreme excess pore pressures sebesar  $-44,87 \text{ kN/m}^2$  yang ditunjukkan pada gambar 4.31 yang berwarna merah dibawah ini.



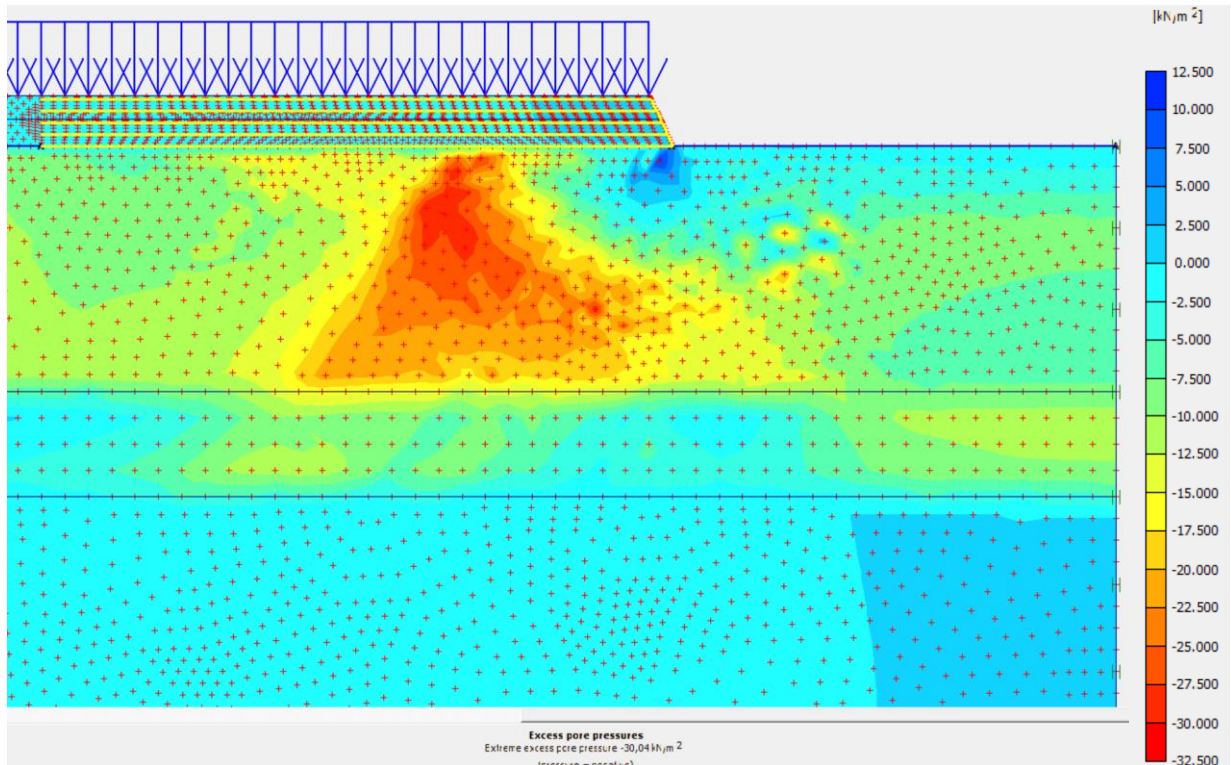
**Gambar 4. 31** Excess pore pressures dengan nilai Extreme excess pore pressures sebesar  $-44,87 \text{ kN/m}^2$  pada tahap penambahan beban merata pada timbunan 2,30 m.

Setelah melakukan tahap kalkulasi di tahap timbunan 2.30 meter yang ditambahkan beban merata didapatkan nilai SF turun kembali menjadi 1,5876, bisa dilihat pada Gambar 4.32 dibawah ini.



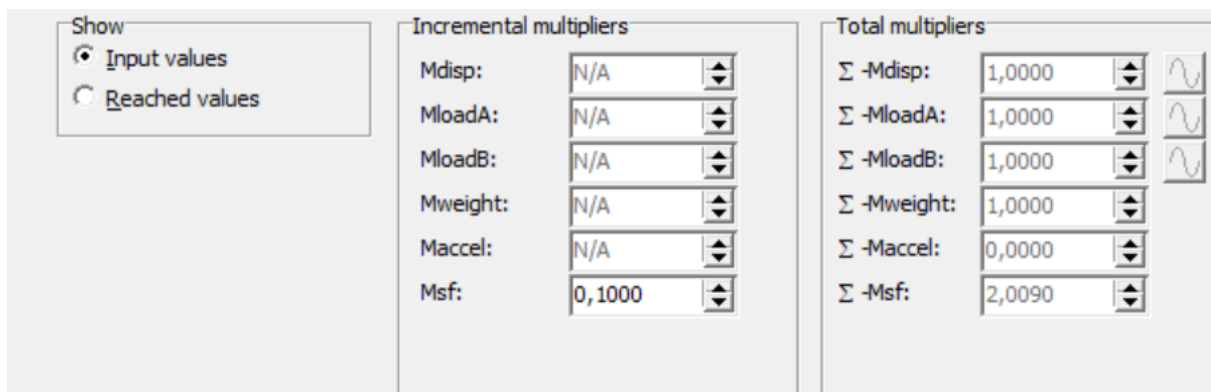
**Gambar 4. 32** Nilai SF timbunan 2.30 m setelah diberi beban merata.

Hasil dari analisis Excess pore pressures pada identification timbunan 2.30 meter dengan beban merata sebesar  $20 \text{ kN/m}^2$  yang telah dikonsolidasi setelah penimbunan tersebut dilakukan, didapatkan nilai extreme excess pore pressures sebesar  $-30,04 \text{ kN/m}^2$  yang ditunjukkan pada gambar 4.33 yang berwarna merah dibawah ini.



**Gambar 4. 33** Excess pore pressures dengan nilai Extreme excess pore pressures sebesar  $-30,04 \text{ kN/m}^2$  pada tahap konsolidasi setelah penimbunan 2,30 m dengan beban merata.

Setelah melakukan tahap kalkulasi di tahap timbunan 2.30 meter yang ditambahkan beban merata yang telah dikonsolidasi didapatkan nilai SF kembali meningkat menjadi 2,0090, bisa dilihat pada Gambar 4.34 dibawah ini.



**Gambar 4. 34** Nilai SF konsolidasi timbunan 2.30 m setelah diberi beban merata.

#### 4.14 Rekap Hasil Permodelan Stabilitas Lereng yang di Perkuat Geotextile

Rekapitulasi hasil seluruh analisis angka aman timbunan tanah dapat dilihat pada Tabel 4.11 sementara rekapitulasi hasil seluruh analisis angka penurunan tanah pada setiap lapisan tanah dapat dilihat pada Tabel 4.12.

**Tabel 4. 11** Rekapitulasi hasil analisis angka aman

Tahapan Kontruksi		Safety Factor	
		Sebelum Terkonsolidasi	Sesudah Terkonsolidasi
Tanpa Pekuatan Geotextile	Timbunan 2.30 m tanpa beban	1.2826	0.9282
	Timbunan 2.30 m dengan beban	0.9295	0.7586
Dengan Perkuatan Geotextile	Timbunan 2.30 m tanpa beban	0.8213	2.0508
	Timbunan 2.30 m dengan beban	1.5876	2.0090

**Tabel 4. 12** Rekapitulasi hasil analisis penurunan tanah

Lapisan Tanah	Nilai Penurunan
Sandy Clay	0.58 m
Clayey Sand	0.05 m
Fine San	0.07 m
<b>Total Penurunan</b>	<b>0.7 m</b>



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil analisis dan perhitungan yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil analisis stabilitas timbunan tanah tanpa diperkuat geotextile sebagai berikut :
  - a. Tinggi timbunan 2,30 meter tanpa beban merata didapatkan angka aman sebesar 1,2826 dan setelah terkonsolidasi angka aman menjadi 0,9282
  - b. Tinggi timbunan 2,30 meter dengan beban merata didapatkan angka aman sebesar 0,9295 dan setelah terkonsolidasi angka aman menjadi 0,7586
2. Hasil analisis stabilitas timbunan tanah dengan diperkuat geotextile sebagai berikut :
  - a. Tinggi timbunan 2,30 meter tanpa beban merata didapat angka aman sebesar 0,8213 dan setelah terkonsolidasi angka aman menjadi 2,0580
  - b. Tinggi timbunan 2,30 meter dengan beban merata didapatkan angka aman sebesar 1,5876 dan setelah terkonsolidasi angka aman menjadi 2,0090
3. Hasil penurunan tanah dengan total beban maksimal sebesar 35,8 kPa sebagai berikut :
  - a. Lapisan tanah sandy clay sebesar 0,58 meter
  - b. Lapisan tanah clayey sand sebesar 0,05 meter
  - c. Lapisan tanah fine sand sebesar 0,07 meter
  - d. Penurunan tanah total sebesar 0,7 meter

#### **5.2 Saran**

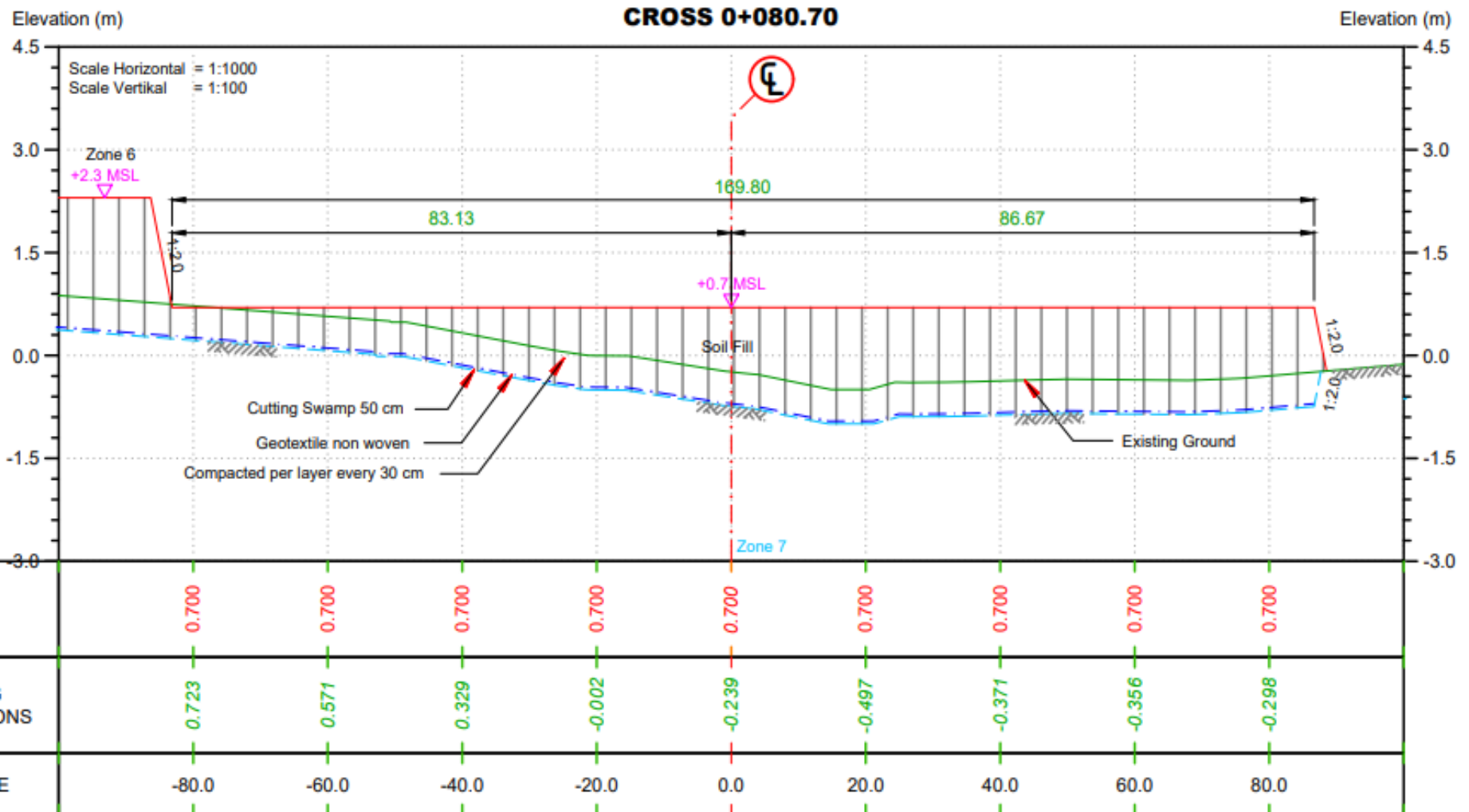
Berdasarkan kesimpulan yang tertera di atas, maka penulis merekomendasikan beberapa saran sebagai berikut.

1. Untuk jenis perkuatan pada lerengnya bisa digunakan perkuatan yang lain seperti *mini pile*, *soil nailing*, dinding penahan tanah dan lainnya.
2. Untuk permodelan dapat menggunakan software lainnya seperti SLOPE/W, Miraslope dan program lainnya.
3. Untuk penelitian selanjutnya bisa menambahkan perhitungan RAB, agar dapat memprediksikan biaya yang ekonomis namun kondisi lereng sudah jauh dari kata aman.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aspar, W. A. N., & Fitriani, E. N. (2023). Pengaruh Jarak dan Pola Prefabricated Vertical Drain (PVD) pada Perbaikan Tanah Lempung Lunak. *Majalah Ilmiah Pengkajian Industri*, 10(1), 41–50. <https://doi.org/10.29122/mipi.v10i1.102>
- Bowles, J.E. 1989. Sifat-sifat Fisik & Geoteknis Tanah. Erlangga. Daerah Khusus Ibukota Jakarta
- Das, B. M. (1995). Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik. *Penerbit Erlangga*, 1–300.
- Das, B. M., & Sobhan, K. (2018). Principles of Geotechnical Engineering. *Cengage Learning*, 819.
- Hardiyatmo, H. (2009). *Mekanika Tanah I*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Hardiyatmo, H. C. (2002). Mekanika Tanah II. In *Gadjah Mada University Press* (Vol. 91, Issue 5).
- Lelono, F. N. G. (2022). Analisis Stabilitas Timbunan Tanah Menggunakan Perkuatan Geotekstil Dengan Program Geostudio 2012 (Studi Kasus : Jalan Tol Balikpapan - Samarinda Sta. 2+300). 2012. <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/40979>
- Richard, J., & Tjandra, D. (2018). Analisis Penggunaan Geotekstil Untuk Perkuatan Timbunan Di Atas Tanah Lunak Dengan Menggunakan Aplikasi Plaxis 2D. *Jurnal Dimensi Pratama*, 188–194. <http://publication.petra.ac.id/index.php/teknik-sipil/article/view/7363>
- Setyarini, A. S., & Nurjati, C. (n.d.). (2008). *Analisa Pengaruh Penurunan Tanah (LAND SUBSIDENCE) Terhadap Nilai Tanah*. Surabaya
- Surachmat, D., Wijaya, H., & Kawanda, A. (2019). Analisis Penurunan Tanah Dengan Menggunakan Geotekstil Pada Timbunan. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 2(4), 197. <https://doi.org/10.24912/jmts.v2i4.6191>
- Terzaghi, K. (1943). Theoretical Soil Mechanics. Karl Terzaghi Copyright © 1943 John Wiley & Sons, Inc. *Theoretical Soil Mechanics*, 1–41.
- Suryolelono. 1993. Bidang Longsor untuk Menentukan Panjang Geotekstil. Yogyakarta

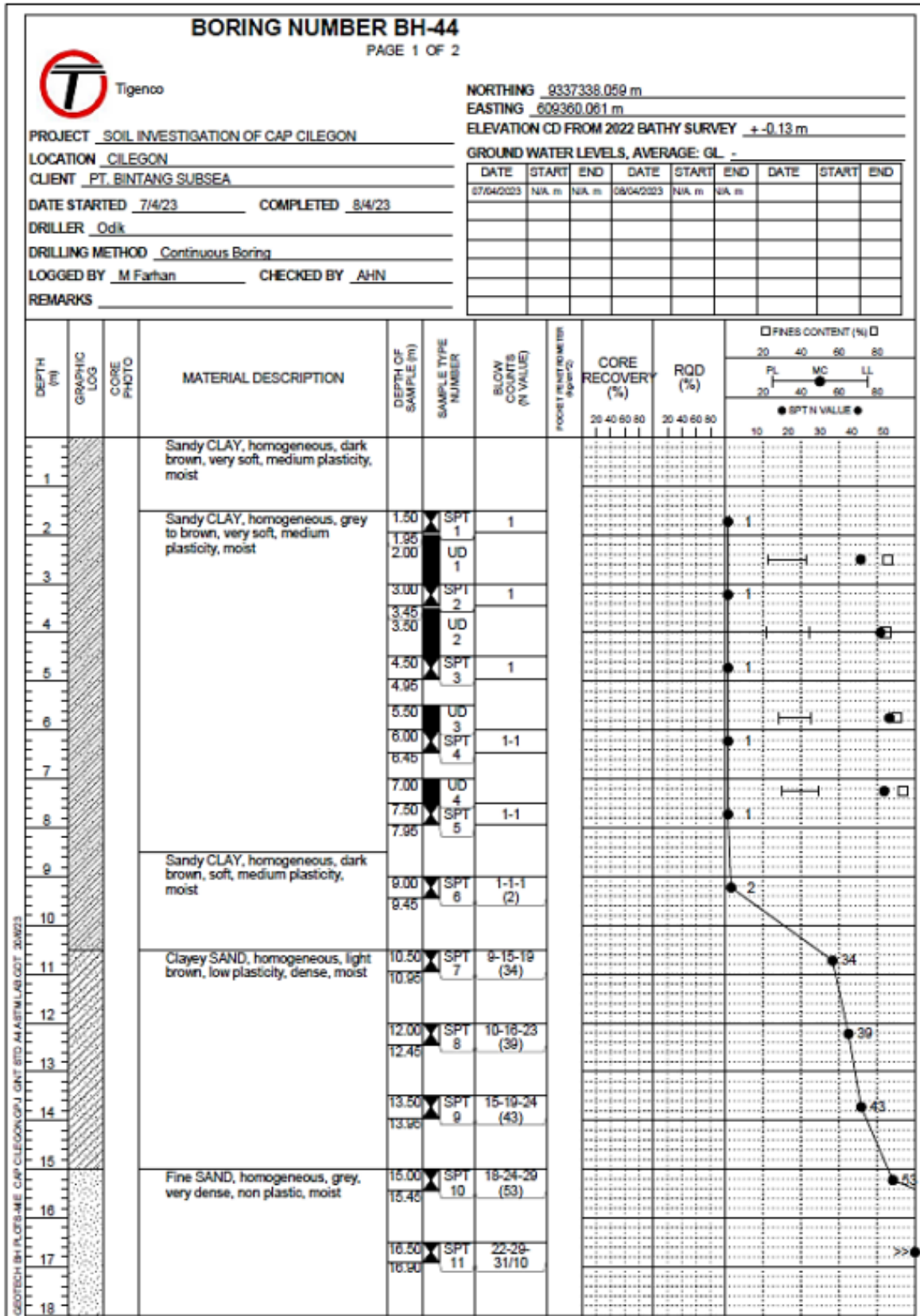
## **Lampiran 1. Gambar Potongan Melintang 0+080.70**



## **Lampiran 2. Data Parameter Tanah**

## LAMPIRAN 2.1

### DATA BORING LOG BH-44




GEOTECH BH 02/SL/ME CAP CILEGON/GPJ SNT BTD 44/ASTM/AB GDT 30/823



## **Lampiran 3. Data Parameter Geotextile**



# LAMPIRAN 3.1

## DATA GEOTEXTILE



### GEOTEXTILES

## ProFab® PP WOVEN GEOTEXTILE PP30 & PP80

### DESCRIPTION

ProFab woven geotextiles are manufactured from the extrusion of polypropylene into either a flat tape or bundled tape fabric. These geotextiles have a defined strength in both the roll and cross roll direction. These geotextiles develop strength at relatively low strains.

### APPLICATION

ProFab woven geotextiles are ideally suited for applications of separation of dissimilar materials with a secondary benefit of reinforcement. ProFab woven geotextiles are ideally suitable for the construction of paved and unpaved roads.

### TYPICAL PROPERTIES

MECHANICAL PROPERTIES	TEST METHOD	UNIT	PP30	PP80
Wide Width Tensile Strength XD	ISO 10319	kN/m	19	25
Wide Width Tensile Strength MD	ISO 10319	kN/m	19	25
Strain XD	ISO 10319	%	5	14
Strain MD	ISO 10319	%	10	19
Normal Stiffness	ISO 12236	kN/m	222	260
HYDRAULIC PROPERTIES				
Pore Size	ISO 12956	mm	0.3	0.3
Nominal Flow Rate	ISO 11058	litres/m <sup>2</sup> /s	23	20
PHYSICAL PROPERTIES				
Mass		g/m <sup>2</sup>	150	360
Roll Size		m	5.85x160	5.85 x 100
Nominal Roll Mass		kg	170	235

#### DISTRIBUTORS OF:

**Geotextiles**  
**Geogrids**  
**Dewatering Tubes**  
**Subsoil Drainage**  
**Wick Drains**  
**Erosion Control**  
**Gabions & Rock Mattresses**  
**Industrial Fabrics**  
**Lining Systems**

ProFab is a registered trademark of Global Synthetics Pty Ltd.

Polypropylene is one of the most highly durable polymers known to man. It is resistant to all natural occurring soil acids and alkalis. Polypropylene geotextiles are unaffected by bacteria and fungi. Properties of ProFab geotextiles are typical values and correspond to average values derived from in house and independent laboratory testing.

DISCLAIMER: All information provided in this publication is correct to the best knowledge of the company and is given out in good faith. The information presented herein is intended only as a general guide to the use of such products and no liability is accepted by Global Synthetics Pty Ltd and Global Synthetics QLD Pty Ltd for any loss or damage however arising, which results either directly or indirectly from the use of such information. Global Synthetics Pty Ltd and Global Synthetics QLD Pty Ltd have a policy of continuous development so information and product specifications may change without notice.

APRIL 16



Global Synthetics

#### SYDNEY

P: (02) 9725 4321

F: (02) 9725 4304

E: info@globalsynthetics.com.au

#### BRISBANE

P: (07) 3865 7000

F: (07) 3865 4444

W: www.globalsynthetics.com.au

#### PERTH

P: (08) 9459 4300

F: (08) 9459 4311

#### MELBOURNE

P: (03) 9791 1772

F: (03) 9791 1776

#### ADELAIDE

P: (08) 8384 8894

F: (08) 8384 3886

## **Lampiran 4. Data Parameter Prefabricated Vertical Drain**

## LAMPIRAN 4.1

### DATA PVD

Sifat	Metode Uji	Nilai
Lebar	ASTM D3774	98 +/- 3 mm
Tebal	ASTM D5199	3.0 +/- 0.2
Kapasitas Pengaliran ( <i>Discharge Capacity</i> )	ASTM D 4716	75*10-6 m3/sec 2.3652e+9 m3/tahun
Kuat Tarik pada Regangan $\leq 10\%$	ASTM D 4595	kN

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan banyak Terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis selama menempuh perkuliahan hingga terselesaikannya laporan tugas akhir ini, diantaranya adalah:

1. Kedua orang tua penulis Ayah Arief Dharmawan dan Ibu Ropiah, serta keluarga besar Soeyono yang menjadi motivasi penulis dalam mengerjakan tugas akhir ini.
2. Herman Pratikno, S.T., M.T., Ph.D, selaku dosen wali penulis yang telah membimbing dan memberikan motivasi serta inspirasi kepada penulis baik selama perkuliahan maupun dalam mengerjakan Tugas Akhir.
3. Dr. Eng. M. Zikra, S.T., M.Sc, dan Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc, selaku dosen pembimbing penulis yang telah mengarahkan dan memotivasi semangat penulis dalam mengerjakan tugas akhir dengan baik dan benar.
4. Dosen Penguji penulis, Ir. R. Haryo D A,ST.,M.Eng.,Ph.D dan Prof. Drs. M. Mustain, M.Sc., Ph.D, yang telah memberikan kritik dan saran kepada penulis sehingga dapat memperbaiki kekurangan dan kesalahan dalam pengerjaan tugas akhir.
5. Seluruh dosen Departemen Teknik Kelautan FTK ITS yang telah mencurahkan segenap tenaga dan pikiran untuk membagikan wawasan ilmu dan pengalamannya sehingga penulis dapat mengimplementasikan semua ilmunya dalam tugas akhir ini.
6. Pak Pande M.G Udaya Purwata Kayun B.Eng., selaku pembimbing atau mentor lapangan yang telah memberikan kesempatan penulis untuk dapat melaksanakan kerja praktik dan mendapatkan pengalaman kerja yang sangat bermanfaat.
7. Teman-teman laboratorium Mekanika Tanah dan Mas Fahrizal Aziz yang telah memberikan semangat penulis dalam mengerjakan tugas akhir ini.
8. Teman-teman B.E.R.A.N.D.A.L, yang saling memberikan suasana positif dan menyemangati penulis setiap saat dalam mengerjakan tugas kuliah selama ini di DTK.
9. Teman-teman WASTRAYAKSA P-60 L-38, kakak tingkat, dan adik tingkat yang telah mendukung dan membantu penulis selama masa perkuliahan.
10. Teman-teman kontrakan SEMOLO yang selalu memberikan tutor belajar dan semangat untuk penulis.
11. Teman-teman Komunitas Cemara Summits dan Bunga Finsyah yang telah memberikan semangat dan doa kepada penulis dalam mengerjakan tugas akhir ini.
12. Pihak-pihak lain yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

## BIODATA PENULIS



Agni Lintang Pininggil lahir di Jakarta, 13 November 2001 yang merupakan anak ke 2 dari 3 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di SDN Mangun Jaya 01 Tambun pada tahun 2008 – 2013, MTS Pondok Pesantren Modern Sahid Bogor pada tahun 2014 – 2017, dan MA Pesantren Unggul Albayan Anyer pada tahun 2017 – 2020. Pada tahun 2020, penulis melanjutkan studinya di Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Di Departemen Teknik Kelautan, penulis sempat aktif diberbagai kegiatan akademik dan non- akademik. Penulis aktif dalam organisasi kemahasiswaan, antara lain HIMATEKLA FTK

ITS sebagai Anggota Departemen Sosial Masyarakat pada tahun 2023 – 2024, dan sebagai Kepala Mapala Cemara Summits 2021. Pada tahun 2023, penulis melakukan Kerja Praktik atau On the Job Training di PT Terminal Kalibaru Tahap 1B sebagai General Engineer Intern selama 2 bulan. Berdasarkan ketertarikan selama perkuliahan dan dunia engineering, penulis memilih topik tugas Akhir “ Analisis Stabilitas Timbunan Tanah Menggunakan Perkuatan Geotextile Pada Project Land Preparation PT Chandra Asri Alkali”.

Email : [agnilintangpininggil.ad@gmail.com](mailto:agnilintangpininggil.ad@gmail.com)

Linkedin : agnilintangp