

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PENGGUNAAN GEOFOAM  
SEBAGAI PENGANTI TIMBUNAN  
DI AREA AKSES RANCAKALONG  
Sta. 0+675 – 0+775 JALAN TOL CISUMDAWU**

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Menyelesaikan  
Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung**



**Disusun Oleh :**

**Maulida Nurul Azizah  
NIM : 30202100002**

**Rifka Annisa Rini Nur A.  
NIM : 30202100182**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG**

**2025**

## **TUGAS AKHIR**

# **ANALISIS PENGGUNAAN *GEOFOAM* SEBAGAI PENGANTI TIMBUNAN DI AREA AKSES RANCAKALONG Sta. 0+675 – 0+775 JALAN TOL CISUMDAWU**

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Menyelesaikan  
Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung**



**Disusun Oleh :**

**Maulida Nurul Azizah  
NIM : 30202100002**

**Rifka Annisa Rini Nur A.  
NIM : 30202100182**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG  
2025**

## LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PENGGUNAAN GEOFOAM SEBAGAI PENGANTI  
TIMBUNAN DI AREA AKSES RANCAKALONG Sta. 0+675 – 0+775 JALAN  
TOL CISUMDAWU

Diajukan oleh :



**Maulida Nurul Azizah**

**NIM : 30202100002**



**Rifka Annisa Rini Nur A.**

**NIM : 30202100182**

Telah disetujui dan disahkan di Semarang, Januari 2024 :

Tim Penguji :

1. Lisa Fitriyana, ST., M.Eng.

NIDN : 0631128901

2. Dr. Abdul Rochim, ST., MT.

NIDN : 0608067601

Tanda Tangan:



**Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.**

**NIDN: 0625059102**

## BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

No : 29 / A.2 / SA – T / IX / 2025

Pada hari ini tanggal 14 Desember 2024 berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung perihal penunjukan Dosen Pembimbing :

Nama : Lisa Fitriyana, ST., M.Eng.

Jabatan Akademik : Asisten Ahli

Jabatan : Dosen Pembimbing Pendamping

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut dibawah ini telah menyelesaikan bimbingan Tugas Akhir :

**Maulida Nurul Azizah**

**NIM : 30202100002**

**Rifka Annisa Rini Nur Azizah**

**NIM : 30202100182**

**Judul : “ANALISIS PENGGUNAAN GEOFOAM SEBAGAI PENGANTI  
TIMBUNAN PADA JALAN AKSES RANCAKALONG Sta. 0+675 – 0+775  
JALAN TOL CISUMDAWU”**

Dengan tahapan Sebagai Berikut :

| No | Tahapan                     | Tanggal    | Keterangan |
|----|-----------------------------|------------|------------|
| 1  | Penunjukan Dosen Pembimbing | 30/09/2024 | ACC        |
| 2  | Seminar Proposal            | 26/11/1014 |            |
| 3  | Pengumpulan Data            | 09/01/2025 |            |
| 4  | Analisis Data               | 13/01/2025 |            |
| 5  | Penyusunan Laporan          | 14/01/2025 |            |
| 6  | Selesai Laporan             | 17/01/2025 | ACC        |

Demikian Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir dibuat untuk diketahui dan dipergunakan seperlunya oleh pihak-pihak yang berkepentingan.

Dosen Pembimbing

  
**Lisa Fitriyana ST., M.Eng.**

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Sipil

  
**Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.**

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

1. NAMA : Maulida Nurul Azizah  
NIM : 30202100002
2. NAMA : Rifka Annisa Rini Nur Azizah  
NIM : 30202100182

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul :  
ANALISIS PENGGUNAAN *GEOFOAM* SEBAGAI PENGGANTI TIMBUNAN  
DI AREA AKSES RANCAKALONG Sta 0+675 - 0+775 JALAN TOL  
CISUMDAWU

Benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 2025

Yang Membuat Pernyataan,



**Maulida Nurul Azizah**  
NIM : 30202100002

**Rifka Annisa Rini Nur Azizah**  
NIM : 30202100182

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

1. NAMA : Maulida Nurul Azizah  
NIM : 30202100002
2. NAMA : Rifka Annisa Rini Nur Azizah  
NIM : 30202100182

Judul: ANALISIS PENGGUNAAN *GEOFOAM* SEBAGAI PENGANTI  
TIMBUNAN DI AREA AKSES RANCAKALONG Sta 0+675 - 0+775 JALAN  
TOL CISUMDAWU

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan kami sendiri. Kami tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan-bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka kami bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.  
Demikian pernyataan ini saya buat.

Semarang, 2025

Yang Membuat Pernyataan,



**Maulida Nurul Azizah**  
NIM : 30202100126

**Rifka Annisa Rini Nur Azizah**  
NIM : 30202100186

## MOTTO

لَئِنْ كُنْتُمْ خَيْرَ إِبْرَآءٍ ۖ أَخْرَجَ الْإِنْسَانَ تَأْمُرُونَ بِالْعُرْفِ وَأَنْتُمْ عَنْ الْمُنكَرِ وَأَنْتُمْ بِالْهَلٰلِ وَالْأَمَنِ أَوَ هٰذَا لَكُنَّ خَيْرًا لَّهُمْ مِم مَّنْهُمْ ۚ أَلَمْ يُؤْمِنُوا وَآ كَرُّهُمْ الْفَسْقُ ۚ وَنَ

“Kamu (umat Islam) adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia (selama) kamu menyuruh (berbuat) yang makruf, mencegah dari yang mungkar, dan beriman kepada Allah. Seandainya Ahlulkitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka. Di antara mereka ada yang beriman dan kebanyakan mereka adalah orang-orang fasik”

(Q.S Ali 'Imran : 110)

مَنْ خَرَجَ فِي طَلَبِ الْعِلْمِ فَهُوَ فِي سَبِيلِ اللَّهِ حَتَّى يَرْجِعَ

“Barangsiapa yang keluar untuk menuntut ilmu, maka ia berada di jalan Allah hingga ia pulang”. (HR Tirmidzi)

فَإِنَّ مَعَ فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرَ يُسْرًا ، إِنَّ مَعَ الْعُسْرَ يُسْرًا

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan.” (QS. Al-Insyirah: 5-6)

مِنْ أَمْسَى كَالِمْ نِ عَمَلٍ يَدِيهِ أَمْسَى مَغْفُورًا لَهُ

“Barangsiapa yang di waktu sore merasa capek karena bekerja dengan kedua tangannya dalam mencari nafkah maka di saat itu diampuni dosa baginya”

(HR Thabrani)

## PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Segala puji bagi Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, kami memohon pertolongan, pengampunan serta petunjuk-Nya. Serta Shalawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW. Dengan ini, saya persembahkan laporan Tugas Akhir ini kepada :

1. Yang paling utama untuk kedua orang tua saya tercinta, Bapak Nur Hamid dan Ibu Harni yang selalu memberikan doa, kasih sayang, dukungan tiada henti, dari segala bentuk motivasi dan materil. Terima kasih telah menjadi panutan dan sumber semangat dalam menjalani hari.
2. Seluruh keluarga besar yang selalu memberikan doa dan dukungan sehingga saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Terimakasih kepada partner Tugas Akhir saya Rifka Annisa Rini Nuru Azizah yang telah membantu saya dan menjadi partner yang baik selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
4. Teman-teman mahasiswa/i Teknik Sipil angkatan 2021, yang telah memberikan pengalaman dan kenangan selama masa perkuliahan saya.
5. Terakhir, teruntuk saya sendiri. Terimakasih telah bertahan selama ini melewati berbagai hal yang berat. Mari terus bertumbuh dan berkembang menjadi lebih baik lagi, semangat yaa.

**Maulida Nurul Azizah**

**NIM : 30202100002**

## PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Segala puji bagi Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, kami memohon pertolongan, pengampunan serta petunjuk-Nya. Serta Shalawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW. Dengan ini, saya persembahkan laporan Tugas Akhir ini kepada :

1. Yang paling utama untuk kedua orang tua saya tercinta, Bapak Tejo dan Ibu saya Sri Musrini yang selalu memberikan doa, kasih sayang, dukungan tiada henti, dari segala bentuk motivasi dan materil. Terima kasih telah menjadi panutan dan sumber semangat dalam menjalani hari.
2. Seluruh keluarga besar untuk Kakek, Nenek, Adik-adikku, Om, dan Tante yang selalu memberikan doa dan dukungan hingga saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Terimakasih kepada partner Tugas Akhir saya Maulida Nurul Azizah yang telah membantu saya dan menjadi partner yang baik selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
4. Teman-temanku Hanung. Terima kasih banyak atas segala support dan bantuan kepada saya selama mengerjakan Tugas Akhir ini.
5. Teman-teman mahasiswa/i Teknik Sipil angkatan 2021, yang telah memberikan pengalaman dan kenangan selama masa perkuliahan saya.
6. Terakhir, teruntuk saya sendiri. Terimakasih telah bertahan selama ini melewati berbagai hal yang berat. Mari terus bertumbuh dan berkembang menjadi lebih baik lagi, semangat yaa.

**Rifka Annisa Rini Nur Azizah**

**NIM : 30202100182**

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.,

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **“ANALISIS PENGGUNAAN GEOFOAM SEBAGAI PENGANTI TIMBUNAN DI AREA AKSES RANCAKALONG Sta. 0+675 – 0+775 JALAN TOL CISUMDAWU”** guna untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Dalam penyelesaian Tugas Akhir ini penulis memperoleh bantuan bebrapa pihak, dalam kesempatan ini kami ucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Abdul Rochim, ST.,M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Bapak Muhamad Rusli Ahyar, ST.,M.Eng. selaku Ketua Program Studi Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang yang telah membantu dalam urusan akademik.
3. Ibu Lisa Fitriyana, ST.,M.Eng. selaku Dosen Pendamping yang selalu memberikan waktu dalam memberikan bimbingan dan arahan dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Seluruh Dosen Program Studi Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang yang telah memberikan wawasan ilmu pengetahuan kepada penulis selama menempuh Sarjana Strata 1 (S1) Program Studi Teknik Sipil.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat baik bagi penulis maupun para pembaca.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Semarang,

2025

## DAFTAR ISI

|                                                                                  |             |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>HALAMAN JUDUL .....</b>                                                       | <b>i</b>    |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>                                                  | <b>ii</b>   |
| <b>KATA PENGANTAR .....</b>                                                      | <b>viii</b> |
| <b>LEMBAR ASISTENSI.....</b>                                                     | <b>ix</b>   |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                                                           | <b>xi</b>   |
| <b>DAFTAR TABEL.....</b>                                                         | <b>xiv</b>  |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>                                                       | <b>xv</b>   |
| <b>ABSTRAK.....</b>                                                              | <b>xvii</b> |
| <b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>                                                   | <b>1</b>    |
| 1.1 Latar Belakang .....                                                         | 1           |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                                                        | 2           |
| 1.3 Maksud dan Tujuan.....                                                       | 3           |
| 1.4 Batasan Masalah .....                                                        | 3           |
| 1.5. Sistematika Penulisan .....                                                 | 3           |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>                                              | <b>5</b>    |
| 2.1. Pengertian Tanah.....                                                       | 5           |
| 2.1.1 Klasifikasi Tanah .....                                                    | 5           |
| 2.1.2. Kegagalan pada Struktur Tanah.....                                        | 8           |
| 2.2. Pengertian Lereng .....                                                     | 9           |
| 2.3. Tanah Timbunan .....                                                        | 10          |
| 2.4. Penurunan Tanah.....                                                        | 10          |
| 2.5. Perkuatan <i>Geofoam</i> .....                                              | 11          |
| 2.5.1 Indeks Properties <i>Geofoam</i> .....                                     | 12          |
| 2.6. Perhitungan Penurunan Tanah dengan Menggunakan <i>Software Plaxis</i> ..... | 17          |
| 2.7. Studi Yang Terkait Sebelumnya .....                                         | 17          |

|                                                                                                       |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>                                                             | <b>19</b> |
| 3.1. Umum .....                                                                                       | 19        |
| 3.2. Lokasi Penelitian.....                                                                           | 19        |
| 3.3 Langkah-Langkah Penelitan .....                                                                   | 19        |
| 3.3.1 Studi Literatur .....                                                                           | 19        |
| 3.3.2 Pengumpulan Data.....                                                                           | 20        |
| 3.3.3 Analisis Data.....                                                                              | 21        |
| 3.4. Bagan Alir.....                                                                                  | 21        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>                                                               | <b>5</b>  |
| 4.1 Data - Data Material.....                                                                         | 23        |
| 4.1.1 Data Tanah.....                                                                                 | 23        |
| 4.1.2 Data <i>Geofoam</i> .....                                                                       | 24        |
| 4.2 Analisis Menggunakan <i>Software Plaxis V20</i> .....                                             | 25        |
| 4.2.1 <i>Project Properties</i> .....                                                                 | 25        |
| 4.2.2 <i>Material Setting</i> .....                                                                   | 25        |
| 4.2.3 Permodelan .....                                                                                | 28        |
| 4.3 Analisis Penurunan Tanah Tanpa Perkuatan Menggunakan <i>Software Plaxis</i> .....                 | 34        |
| 4.4 Analisis Bidang Longsor dengan <i>Software Plaxis</i> .....                                       | 34        |
| 4.5 Analisis Penurunan Tanah Menggunakan Perkuatan <i>Geofoam</i> dengan <i>Software Plaxis</i> ..... | 34        |
| 4.6 Pembahasan.....                                                                                   | 37        |
| 4.6.1 Hasil Perhitungan Penurunan Tanah Timbunan Tanpa Menggunakan Perkuatan.....                     | 37        |
| 4.6.2 Hasil Perhitungan Penurunan Tanah Timbunan Menggunakan Perkuatan <i>Geofoam</i> .....           | 38        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>                                                               | <b>40</b> |
| 5.1. Kesimpulan .....                                                                                 | 40        |

|                             |           |
|-----------------------------|-----------|
| 5.2. Saran .....            | 40        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b> | <b>41</b> |



## DAFTAR TABEL

|                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabel 2.1</b> Kelompok Klasifikasi AASHTO.....                                                         | 6  |
| <b>Tabel 2.2</b> Tabel Klasifikasi Tanah dengan Sistem AASHTO Sesuai AASHTO M 145 (atau ASTM D 3282)..... | 8  |
| <b>Tabel 2.3</b> ASTM C 578-95 kekuatan lentur EPS .....                                                  | 13 |
| <b>Tabel 2.4</b> Jenis EPS di Inggris .....                                                               | 14 |
| <b>Tabel 2.5</b> Persentase Volume Penyerapan Air (van Dorp,1988) .....                                   | 16 |
| <b>Tabel 2.6</b> Standar ASTM untuk geofoam (Ne-gussey 1997) .....                                        | 16 |
| <b>Tabel 4.1</b> Klasifikasi Berdasarkan Jenis Material Dan Nilai SPT (ASTM D2487) .....                  | 23 |
| <b>Tabel 4.2</b> Parameter desain untuk model tanah Mohr Coulomb (Yogaswara, 2021) .....                  | 24 |
| <b>Tabel 4.3</b> Properti EPS (Anwar, 2019) .....                                                         | 24 |
| <b>Tabel 4.4</b> Hasil Perhitungan Tanpa Menggunakan Perkuatan.....                                       | 38 |
| <b>Tabel 4.5</b> Hasil Perhitungan Menggunakan Perkuatan Geofoam.....                                     | 39 |



## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Gambar 2.1</b> Rentang batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI) untuk tanah yang masuk dalam kelompok A-2, A-4, A-5, A-6, dan A-7 ..... | 8  |
| <b>Gambar 2.2</b> Gelincir Lingkaran (a) dan Gelincir Translasi (b). (DPUPR, 2004) 10                                                         |    |
| <b>Gambar 2.3</b> Material <i>Geofoam</i> .....                                                                                               | 12 |
| <b>Gambar 2.4</b> Grafik Modulus tangen awal untuk <i>EPS Geofoam</i> (Dus-kov, 1997 dan Eriksson dan Trank, 1991).....                       | 14 |
| <b>Gambar 2.5</b> Gesekan Antarmuka EPS (Sheeley, 2000) .....                                                                                 | 15 |
| <b>Gambar 3.1</b> Lokasi Penelitian Jalan Tol Cisumdawu Sta. 0+675-0+775 .....                                                                | 19 |
| <b>Gambar 3.2</b> Bagan Alir .....                                                                                                            | 22 |
| <b>Gambar 4.1</b> Project Properties .....                                                                                                    | 25 |
| <b>Gambar 4.2</b> Material Setting Lempung Lanauan <i>very soft</i> .....                                                                     | 26 |
| <b>Gambar 4.3</b> Material Setting Lempung Lanauan <i>firm-stiff</i> .....                                                                    | 26 |
| <b>Gambar 4.4</b> Material Setting Lempung Lanauan <i>very stiff-hard</i> .....                                                               | 27 |
| <b>Gambar 4.5</b> Material Setting Tanah Timbunan <i>common fill</i> .....                                                                    | 27 |
| <b>Gambar 4.6</b> Material Setting <i>Geofoam</i> .....                                                                                       | 28 |
| <b>Gambar 4.7</b> Permodelan Tanah Timbunan Tanpa Perkuatan .....                                                                             | 29 |
| <b>Gambar 4.8</b> Permodelan Muka Air Tanah .....                                                                                             | 29 |
| <b>Gambar 4.9</b> Jendela <i>Mesh</i> .....                                                                                                   | 30 |
| <b>Gambar 4.10</b> Output <i>Mesh</i> .....                                                                                                   | 30 |
| <b>Gambar 4.11</b> Titik <i>Nodes</i> .....                                                                                                   | 30 |
| <b>Gambar 4.12</b> Permodelan Tanah Timbunan Tanpa Perkuatan .....                                                                            | 31 |
| <b>Gambar 4.13</b> Permodelan Tanah Timbunan Menggunakan Perkuatan <i>Geofoam</i> .....                                                       | 31 |
| <b>Gambar 4.14</b> Permodelan Muka Air Tanah.....                                                                                             | 32 |
| <b>Gambar 4.15</b> Jendela <i>Mesh</i> .....                                                                                                  | 32 |
| <b>Gambar 4.16</b> Output <i>Mesh</i> .....                                                                                                   | 32 |
| <b>Gambar 4.17</b> Titik <i>Nodes</i> .....                                                                                                   | 33 |
| <b>Gambar 4.18</b> Deformasi Total Pada Konsolidasi Timbunan Tanah Tanpa Perkuatan .....                                                      | 34 |
| <b>Gambar 4.19</b> Nilai SF Pada Konsolidasi Timbunan Tanah Tanpa Perkuatan .....                                                             | 34 |
| <b>Gambar 4.20</b> Nilai SF Pada Konsolidasi Timbunan Tanah Tanpa Perkuatan .....                                                             | 34 |

|                    |                                                          |    |
|--------------------|----------------------------------------------------------|----|
| <b>Gambar 4.21</b> | Deformasi Total Pada Konsolidasi Timbunan 15 m .....     | 35 |
| <b>Gambar 4.22</b> | Nilai SF Pada Timbunan 15 m .....                        | 35 |
| <b>Gambar 4.23</b> | Deformasi Total Pada Konsolidasi Timbunan 1 Tahun .....  | 35 |
| <b>Gambar 4.24</b> | Nilai SF Pada Konsolidasi Timbunan 1 Tahun .....         | 36 |
| <b>Gambar 4.25</b> | Deformasi Total Pada Konsolidasi Timbunan 3 Tahun .....  | 36 |
| <b>Gambar 4.26</b> | Nilai SF Pada Konsolidasi Timbunan 3 Tahun .....         | 36 |
| <b>Gambar 4.27</b> | Deformasi Total Pada Konsolidasi Timbunan 10 Tahun ..... | 37 |
| <b>Gambar 4.28</b> | Nilai SF Pada Konsolidasi Timbunan 10 Tahun .....        | 37 |



## ABSTRAK

Salah satu pembangunan infrastruktur jalan yang sedang berkembang di Indonesia adalah Jalan Tol Cisumdawu yang menghubungkan wilayah sekitar Cileunyi, Kota Sumedang, dan Dawuan. Berikut jalan tol Cisumdawu adalah salah satu jalan bebas hambatan yang memiliki dari panjang total sekitar 62,6 kilometer. Jika dilihat dari segi arah memanjang pada jalan, lokasi ini merupakan salah satu daerah yang memiliki cekungan dengan posisi terendah di sekitar STA 0+700. Maka diharuskan pemberian crossing drain dengan tujuan sebagai pengalir limpasan air pada permukaan dari lingkungan disekitar, dan pada saluran samping di sisi sebelah kiri badan jalan ke sisi sebelah kanan.

Dalam penyusunan penelitian ini menggunakan data sekunder. Data yang digunakan yaitu data parameter tanah serta N-SPT yang diperoleh dari hasil borlog pengeboran teknik di sekitar lokasi rencana badan jalan ini dari penelitian yang dilakukan oleh Yogaswara (2021) dalam jurnalnya yang berjudul “Penanganan Tanah Lunak pada Timbunan Tinggi di Area Akses Rancakalong Sta. 0+675 – Sta. 0+775 Jalan Tol Cisumdawu” dengan data yang didapat sebagai acuan dalam perhitungan dan pembuatan model analisa.

Dari hasil dan pembahasan Analisa perhitungan dengan analisis perhitungan numerik permodelan dengan software Plaxis V20 di atas dapat disimpulkan Hasil analisis perhitungan penurunan tanah timbunan ke 15 tanpa diberikan perkuatan pada pemodelan software plaxis V20 menghasilkan nilai sebesar 0,2947 m dan menghasilkan nilai SF sebesar 1. Hasil dari analisis perhitungan bidang longsor pada tanah timbunan ke 15 tanpa diberikan perkuatan pada pemodelan software plaxis V20 menghasilkan nilai SF sebesar 1 (kritis). Kemudian hasil dari penurunan konsolidasi akhir menggunakan perkuatan geofoam pada pemodelan software plaxis V20 menghasilkan nilai sebesar 0,3459 m dan menghasilkan nilai SF sebesar 2,617.

Kata Kunci : Tanah Lunak; *Plaxis V20*; *Geofoam*; penurunan tanah; Jalan Tol Cisumdawu.

## ABSTRAK

*One of the developing road infrastructure developments in Indonesia is the Cisumdawu Toll Road which connects the area around Cileunyi, Sumedang City, and Dawuan. The following Cisumdawu toll road is one of the expressways that has a total length of about 62.6 kilometers. When viewed in terms of the longitudinal direction of the road, this location is one of the areas that has the lowest basin around STA 0+700. Therefore, it is required to provide a crossing drain with the aim of channeling water runoff on the surface of the surrounding environment, and on the side channel on the left side of the road body to the right side.*

*In the preparation of this study, secondary data is used. The data used are soil parameter data and N-SPT obtained from the results of engineering drilling borlogs around the location of this road body plan from research conducted by Yogaswara (2021) in its journal entitled "Handling Soft Soil in High Piles in the Rancakalong Access Area Sta. 0+675 – Sta. 0+775 Cisumdawu Toll Road" with data obtained as a reference in the calculation and making of analysis models.*

*From the results and discussion of the analysis of calculations using the numerical calculation analysis of modeling with the Plaxis V20 software above, it can be concluded that the results of the calculation analysis for the settlement of the 15th embankment without reinforcement in the Plaxis V20 modeling software produced a value of 0.2947 m and produced an SF value of 1. The results of the calculation analysis of the landslide area for the 15th embankment without reinforcement in the Plaxis V20 modeling software produced an SF value of 1 (critical). Then the results of the final consolidation reduction using geofoam reinforcement in the Plaxis V20 modeling software produced a value of 0.3459 m and produced an SF value of 2.617.*

*Keywords: Soft Soil; Plaxis V20; Geofoam; land subsidence; Cisumdawu Toll Road.*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Salah satu pembangunan infrastruktur jalan yang sedang berkembang di Indonesia adalah Jalan Tol Cisumdawu yang menghubungkan wilayah Cileunyi, Sumedang, dan Dawuan. Jalan tol Cisumdawu adalah jalan bebas hambatan yang memiliki panjang total sekitar 62,6 kilometer. (Yogaswara, 2021) mengatakan dalam pembangunan Jalan Tol Cisumdawu Seksi 2 akses jalan Rancakalong di Sta. 0+675 – 0+775 berada pada tata guna lahan kebun palawija, berdasarkan pengamatan lokasi ini berada pada daerah longsor lama. Jika dilihat dari arah memanjang jalan, lokasi ini merupakan daerah cekungan dengan posisi terendah di sekitar STA 0+700. Maka diharuskan adanya *crossing drain* untuk mengalirkan limpasan air permukaan dari lingkungan sekitar dan saluran samping di sisi kiri badan jalan ke sisi kanan.

Kestabilan timbunan adalah salah satu keutamaan dalam desain perencanaan geoteknik. Kestabilan lereng timbunan adalah kondisi yang stabil terhadap bentuk dan dimensi lereng (Wyllie & Mah, 2017). Lereng merupakan suatu permukaan tanah yang memiliki kemiringan dan membentuk sudut tertentu terhadap bidang horizontal dan tidak terlindungi. Lereng biasanya terdapat di tepi jalan maupun di sungai sungai (Kurniawan & Rahayu, 2022). Salah satu faktor kestabilan timbunan bergantung pada daya dukung tanah dasar, kuat geser tanah, rencana tinggi, dan kemiringan dari timbunan (Hardiyatmo, 2002). Daya dukung tanah dasar berguna untuk menopang beban timbunan. Sedangkan kemiringan dan tinggi timbunan menjadi faktor besarnya beban yang akan ditahan oleh tanah dasar. Apabila kestabilan timbunan tidak dijaga maka resiko keruntuhan seperti longsor yang dapat terjadi di sepanjang badan jalan serta slope timbunan. Dari 3 faktor penting penentu kestabilan timbunan tersebut, kemiringan dan tinggi timbunan yang dapat dikontrol dan dibatasi saat proses desain jalan (DAS, 2010). Salah satu metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah mengurangi berat timbunan, dengan mengganti timbunan tanah menjadi timbunan berpengisi yakni, menggunakan perkuatan *Expanded Polystyrene (EPS) Geofoam*.

Srivastava et al., (2019) menyebutkan kelebihan yang dimiliki *EPS Geofom* adalah material yang sangat ringan sehingga mampu memberikan pengurangan beban lateral, daya dukungnya dapat di ketahu dan diprediksi karena melalui proses perancangan secara teknis, memaksimalkan efektifitas dari instalasi, bahan materialnya tersedia dalam berbagai kepadatan sehingga mampu memenuhi persyaratan kekuatan yang diperlukan. Rahardjo et al., (2023) mengungkapkan penggunaan *EPS Geofom* dapat mengurangi potensi kegagalan lereng dan mempercepat waktu konstruksi proyek Jalan Tol Cisumdawu. Anwar et al., (2019) meneliti mengenai durasi waktu konsolidasi pada timbunan *EPS Geofom*, dan menemukan bahwa penggunaan blok *EPS Geofom* mengurangi waktu konsolidasi lapisan tanah lunak sebesar 45 – 51%. El-Kady & Badrawi, (2014) menggunakan timbunan *EPS Geofom* pada penelitiannya, dan menemukan bahwa stabilitas dan daya dukung yang diberikan oleh *EPS Geofom* dipengaruhi oleh lebar, ketebalan, serta posisinya dari permukaan tanah.

Semakin tingginya penggunaan lahan tanah sebagai jalan Tol atau konstruksi bangunan sipil lainnya mengakibatkan pemanfaatan lahan dengan tanah lunak. Beban diatas tanah lunak menyebabkan penurunan berlebih pada lereng Jalan Tol Cisudawu. Penurunan dapat mengakibatkan kegagalan konstruksi karena tanah asli belum pernah memikul beban yang lebih besar dibandingkan beban yang sedang bekerja, sehingga tanah tidak mampu memikul beban konstruksi yang telah dibangun. Karena itu perlu perkuatan tanah untuk memperbaiki kualitas serta meningkatkan daya dukung dari tanah sehingga dapat mencegah terjadinya perbedaan penurunan yang terlampau besar dan pembebanan awal (*preloading*) yang dimaksudkan untuk mempercepat proses pemampatan tanah. Setelah penurunan berhenti maka tanah baru dapat ditimbun lagi (penimbunan bertahap). Oleh karena itu perlu analisis untuk memperkirakan penurunan akibat beban timbunan pada tanggul Jalan Tol Cisumdawu yang berada pada tanah lunak.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas sebagai berikut :

1. Berapa besar penurunan tanah (*settlement*) yang terjadi di Jalan Tol Cisumdawu akibat beban tanah timbunan tanpa perkuatan *geofom* ?

2. Bagaimana bidang longsor yang terjadi pada timbunan Jalan Tol Cisumdawu?
3. Berapa besar penurunan tanah (*settlement*) yang terjadi di Jalan Tol Cisumdawu akibat beban tanah timbunan menggunakan perkuatan *geofoam* ?

### 1.3 Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan dari penyusunan tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Mengetahui besar penurunan tanah (*settlement*) yang terjadi di Jalan Tol Cisumdawu akibat beban tanah timbunan tanpa perkuatan *geofoam* menggunakan *software PLAXIS V20*.
2. Mengetahui bidang longsor yang terjadi pada timbunan Jalan Tol Cisumdawu.
3. Mengetahui besar penurunan tanah (*settlement*) yang terjadi di Jalan Tol Cisumdawu akibat beban tanah timbunan menggunakan perkuatan *geofoam* menggunakan *software PLAXIS V20*.

### 1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada masalah penurunan tanah dan laju penurunan tanah DI AREATol Cisumdawu Jawa Barat mencakup hal-hal sebagai berikut :

1. Lokasi penelitian berada di Jalan Tol Cileunyi – Sumedang – Dawuan (Cisumdawu) Jawa Barat.
2. Data tanah asli yang digunakan pada penelitian ini yaitu data tanah Tol Cisumdawu Jalan Akses Rancakalong Sta. 0+675-0+775 (diambil dari penelitian sebelumnya (Yogaswara, 2021)).
3. Data tanah pada penelitian ini diambil dari korelasi N-SPT
4. Analisis menggunakan *software PLAXIS V20*.
5. Untuk perhitungan penurunan tanah yang ditinjau hanya beban tanah timbunan.

### 1.5. Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini dibagi menjadi 5 (lima) bab untuk memperjelas langkah - langkah penelitian ini. Diskusi diselenggarakan sebagai berikut:

## **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi pembahasan latar belakang penelitian, Rumusan masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian, Pembatasan masalah, dan Sistematika penulisan semuanya termasuk dalam bab ini.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi pembahasan dasar teori yang sudah ada dan akan penulis gunakan sebagai bahan acuan dalam penyusunan penelitian, baik itu rumus-rumus dari para ahli, literatur ataupun hasil penelitian dari para ahli di bidangnya.

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi pembahasan tahapan-tahapan pelaksanaan penelitian untuk memperoleh hasil penelitian.

## **BAB IV HASIL PEMBAHASAN**

Bab ini berisi pembahasan data dan pengolahan data yang diperoleh dari perhitungan numerik dan permodelan menggunakan *software Plaxis V20* menggunakan metode Permodelan *Mohr-Coulomb*.

## **BAB V PENUTUP**

Bab ini berisi pembahasan kesimpulan dari hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan serta pemberian saran yang ditujukan untuk penelitian serupa berikutnya agar mendapatkan hasil yang lebih baik.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Pengertian Tanah**

Tanah adalah benda alamiah yang ada di permukaan bumi yang terdiri dari partikel-partikel mineral dan merupakan hasil pelapukan batuan dan bahan organik (sisa pelapukan hewan dan tumbuhan) yang menjadi media pertumbuhan tanaman yang mempunyai sifat-sifat tertentu sebagai akibat dari perpaduan faktor-faktor alami, seperti jasad hidup, iklim, bahan induk, lama pembentukan, dan bentuk wilayah (Saifudin Sarief, 1986).

Menurut Bowles (1989) tanah adalah campuran partikel-partikel yang terdiri dari berbagai jenis seperti berangkal, kerikil, pasir, lanau, dan lempung. Pengetahuan tentang jenis-jenis partikel ini sangat penting dalam perancangan fondasi dan konstruksi bangunan .

Dalam konteks teknik, tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat mineral-mineral padat yang tidak tersementasi satu sama lain dan bahan-bahan organik yang telah melapuk. Tanah ini penting dalam teknik sipil untuk menentukan daya dukung tanah dan stabilitas struktur (Das, 1995).

#### **2.1.1 Klasifikasi Tanah**

Klasifikasi tanah adalah pengelompokan berbagai jenis tanah ke dalam kelompok yang sesuai dengan karakteristiknya. Sistem klasifikasi ini menjelaskan secara singkat sifat-sifat umum tanah yang sangat bervariasi namun tidak ada yang benar-benar memberikan penjelasan yang tegas mengenai kemungkinan pemakainya (Das, 1995).

Dalam ilmu mekanika tanah terdapat Sistem Klasifikasi *American Association of State Highway and Transportation Official* (AASHTO). Sistem klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials Classification*) berguna untuk menentukan kualitas tanah dalam perencanaan timbunan jalan, subbase, dan subgrade. Sistem klasifikasi AASHTO membagi tanah ke dalam 8 kelompok, A-1 sampai A-7 termasuk sub-sub kelompok. Tanah-tanah dalam tiap kelompoknya dievaluasi terhadap indeks kelompoknya yang

dihitung dengan rumus-rumus empiris. Sistem klasifikasi AASHTO, tanah diklasifikasikan ke dalam tujuh kelompok besar, yaitu A-1 sampai A-7 pada **Tabel 2.1** berikut.

**Tabel 2.1** Kelompok Klasifikasi AASHTO

| Kelompok               | Deskripsi                                                                                              |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A-1, A-2, dan A-3      | tanah berbutir di mana 35% atau kurang dari jumlah butiran tanah tersebut lolos ayakan No. 200         |
| A-4, A-5, A-6, dan A-7 | Tanah di mana lebih dari 35% butirannya lolos ayakan No. 200 (sebagian besar adalah lanau dan lempung) |

Sistem klasifikasi AASHTO dibuat dengan mempertimbangkan kriteria sebagai berikut (Samtani & Nowatzki, 2006) :

1. Ukuran butir tanah
  - a) Kerikil : fraksi melewati saringan 75-mm (3-inch ) dan tertahan pada saringan No. 10 (2-mm)
  - b) Pasir : fraksi melewati saringan No 10 (2 mm) dan tertahan pada saringan No., 200 (0,075 mm)
  - c) Lumpur dan lanau : fraksi melewati saringan no 200
2. Plastisitas: Tanah disebut tanah berlumpur (*silty*) ketika fraksi halus tanah memiliki indeks plastisitas 10 atau kurang. Sedangkan tanah lempung (*clay*) adalah ketika fraksi halus tanah memiliki indeks plastisitas 11 atau lebih.
3. Bongkahan Batuan (*boulder*) dan Kerakal/Berangkal (*cobbles*) yaitu ukuran lebih besar dari 75 mm yang diuji, maka harus dipisahkan dari bagian dari sampel tanah untuk mengklasifikasinya. Namun, persentase material tersebut dicatat.

Sistem klasifikasi AASHTO yang dipakai saat ini diberikan dalam **Tabel 2.2** untuk mengklasifikasikan tanah, maka data dari hasil uji dicocokkan dengan angka-angka yang diberikan dalam **Tabel 2.2** dari kolom sebelah kiri ke kolom sebelah kanan hingga ditemukan angka-angka yang sesuai.

Mutu (kualitas) dari suatu tanah sebagai bahan lapisan tanah dasar (*subgrade*) dari suatu jalan raya dilakukan evaluasi dengan suatu angka yang dinamakan indeks grup (*group index*, *GI*) juga diperlukan selain kelompok dan subkelompok dari tanah yang bersangkutan. Nilai *GI* ini dituliskan di dalam kurung setelah nama kelompok dan sub-kelompok dari tanah yang bersangkutan (USDA, 1987 dalam (Mulyono, 2022)). Indeks grup dapat dihitung dengan Persamaan 2.1, di mana: *F* adalah persentase butiran yang lolos ayakan No. 200, *LL* merupakan batas cair (*liquid limit*) dan *PI* adalah nilai indeks plastisitas.

$$GI = (F - 35)\{0,2 + 0,005(LL - 40)\} + 0,01(F - 15)(PI - 10).... \quad (2.1)$$

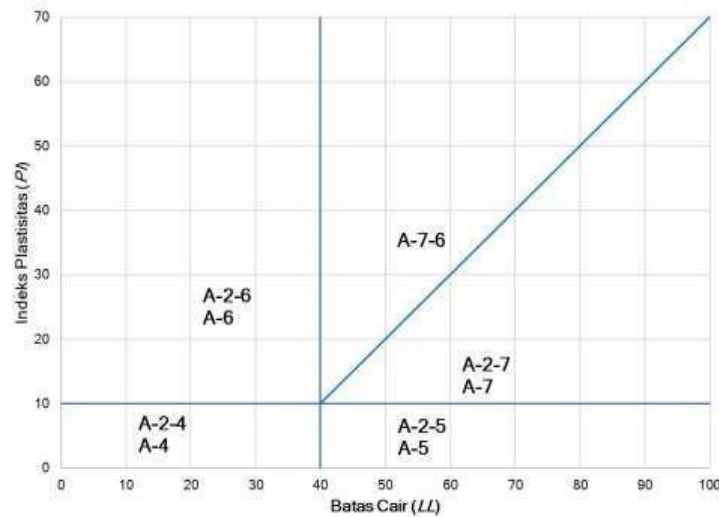
Aturan untuk menentukan harga dari indeks grup:

1. Jika nilai *GI* yang dihasilkan negatif, maka nilai *GI* dianggap nol.
2. Indeks grup (*GI*) yang dihitung dibulatkan ke angka yang paling dekat.
3. Tidak ada batas atas untuk indeks grup (*GI*).
4. Indeks grup untuk tanah yang masuk dalam kelompok A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-5, dan A-3 selalu sama dengan nol.
5. Tanah yang masuk kelompok A-2-6 dan A-2-7, hanya bagian dari indeks grup untuk *PI* saja yang digunakan, yaitu Persamaan 2.2:

$$GI = 0,01(F - 15)(PI - 10)..... \quad (2.2)$$

6. umumnya, kualitas tanah yang digunakan untuk bahan tanah dasar dapat dinyatakan sebagai kebalikan dari harga indeks grup.

Kesenjangan batas cair (*liquid limit*, *LL*) dan indeks plastisitas (*PI*) untuk tanah yang masuk dalam kelompok A-2, A-4, A-5, A-6, dan A-7, ditunjukkan pada **Gambar 2.1**.



**Gambar 2.1** Rentang batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI) untuk tanah yang masuk dalam kelompok A-2, A-4, A-5, A-6, dan A-7 (AASHTO M145 atau ASTM D3282)

| Klasifikasi Umum                                         | Tanah berbutir (35 atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200) |      |             |                                                 |       |       |      | Tanah lanau-lempung (lebih dari 35 % dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200) |      |                  |                  |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|------|-------------|-------------------------------------------------|-------|-------|------|--------------------------------------------------------------------------------------|------|------------------|------------------|
| Klasifikasi Kelompok                                     | A-1                                                                            |      | A3          | A2                                              |       |       | A-4  | A-5                                                                                  | A-6  | A-7              |                  |
|                                                          | A-1a                                                                           | A-1b |             | A-2-4                                           | A-2-5 | A-2-6 |      |                                                                                      |      | A-2-7            | A-7-5*<br>A-7-6* |
| Analisis ayakan<br>(% lolos)                             |                                                                                |      |             |                                                 |       |       |      |                                                                                      |      |                  |                  |
| No. 10                                                   | ≤ 50                                                                           | ---  | ---         | ---                                             | ---   | ---   | ---  | ---                                                                                  | ---  | ---              |                  |
| No. 40                                                   | ≤ 30                                                                           | ≤ 50 | ≤ 51        | ---                                             | ---   | ---   | ---  | ---                                                                                  | ---  | ---              |                  |
| No. 200                                                  | ≤ 15                                                                           | ≤ 25 | ≤ 10        | ≤ 35                                            | ≤ 35  | ≤ 35  | ≤ 35 | ≥ 36                                                                                 | ≥ 36 | ≥ 36             |                  |
| Sifat fraksi yang lolos ayakan No. 40<br>batas cair (LL) | ---                                                                            | ---  | ---         | ≤ 41                                            | ≥ 41  | ≤ 40  | ≥ 40 | ≤ 40                                                                                 | ≤ 41 | ≤ 40             |                  |
| Indeks elastisitas (PI)                                  | ≤ 6                                                                            | ---  | NP          | ≤ 10                                            | ≤ 10  | ≥ 11  | ≥ 11 | ≤ 10                                                                                 | ≤ 10 | ≥ 11             |                  |
| Tipe material yang paling dominan                        | Batu pecah, kerikil dan pasir                                                  |      | Pasir halus | Kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung |       |       |      | Tanah berlanau                                                                       |      | Tanah berlempung |                  |
| Penilaian sebagai bahan dasar tanah                      | Baik sekali sampai baik                                                        |      |             |                                                 |       |       |      | sedang sampai jelek                                                                  |      |                  |                  |

Keterangan :  
 \* Untuk A-7-5,  $PI \leq LL - 30$   
 \*\* Untuk A-7-6,  $PI > LL - 30$

**Tabel 2.2** Tabel Klasifikasi Tanah dengan Sistem AASHTO Sesuai AASHTO M 145 (atau ASTM D 3282)

### 2.1.2. Kegagalan pada Struktur Tanah

Kegagalan pada struktur tanah dapat terjadi akibat berbagai faktor yang mempengaruhi stabilitas dan daya dukung tanah. Berikut adalah beberapa jenis kegagalan yang umum terjadi:

#### a. Longsor

Timbunan tanah, seperti lereng, dapat mengalami longsor akibat tekanan lateral yang berlebihan atau ketidakstabilan material timbunan. Desain yang

tidak memadai atau kondisi drainase yang buruk sering menjadi penyebab utama kegagalan ini. Tekanan lateral dari tanah di atas lereng dapat meningkat akibat curah hujan tinggi atau genangan air, menyebabkan kegagalan struktural. Jika dinding penahan tidak dirancang untuk menahan gaya lateral ini, maka longsor dapat terjadi.

b. Erosi Tanah

Erosi dapat mengikis material dari permukaan lereng dan mengurangi kestabilan struktur. Erosi ini bisa disebabkan oleh air hujan atau aliran permukaan dapat mengikis lapisan lereng, menyebabkan penurunan kekuatan struktural. Pengelolaan drainase yang buruk dapat memperburuk kondisi ini. Rembesan air dari lereng tanah selama proses dewatering dapat menyebabkan akumulasi air di dalam tanah, meningkatkan risiko erosi dan longsor.

c. Kegagalan Pondasi

Fondasi yang tidak dirancang dengan baik untuk kondisi tanah tertentu dapat mengalami kegagalan. Ini termasuk kerusakan akibat kondisi tanah yang tidak stabil, kadar air yang tinggi, dan gerakan tanah.

## 2.2. Pengertian Lereng

Lereng adalah permukaan tanah yang memiliki perbedaan elevasi pada bidang horizontal. Lereng dapat secara alami atau melalui campur tangan manusia. Berdasarkan jenisnya, lereng secara umum dibagi menjadi 3 bagian :

1. Lereng alami yaitu lereng yang terbentuk karena proses alam, misalnya lereng bukit.
2. Lereng yang terbuat dari tanah yang dipadatkan, seperti tanggul atau bendungan.
3. Lereng yang terbuat dari tanah asli ketika tanah digali untuk membangun jalan atau saluran irigasi.

Pada ketiga jenis lereng ini, selalu ada kemungkinan terjadinya tanah longsor, karena komponen gravitasi dari berat tanah yang tidak rata cenderung memindahkan massa tanah dari ketinggian lebih tinggi ke ketinggian lebih rendah.

### 2.3. Tanah Timbunan

(Widyatama & Suprpty, 2018) Mengatakan, Timbunan merupakan tanah yang umumnya ditimbun secara bertahap dengan ketinggian tertentu, tujuannya agar lapisan tanah yang lemah tidak tertekan dengan tegangan yang besar sebelum dapat memperbaiki strukturnya sendiri, selain itu timbunan jika tidak ditimbun secara bertahap dapat terjadi kelongsoran pada lerengnya. Sifat teknis dari lereng timbunan dipengaruhi oleh jenis tanah, derajat kepadatan tanah dan cara penimbunan.

Timbunan di atas tanah lunak mempunyai kemungkinan dapat terjadinya gelincir yang dikarenakan tekanan air pori maupun tegangan yang berada diatasnya timbunan itu sendiri. Pada persoalan tanah lunak terdapat bidang gelincir yang terjadi ada 2 yaitu gelincir lingkaran **Gambar 2.2 (a)** dan gelincir translasi **Gambar 2.2 (b)**. Ada dua bidang gelincir, sehingga perhitungan diperlukan untuk menentukan kestabilan lereng, mengevaluasi kelongsoran yang terjadi, dan mengevaluasi efek perkuatan yang digunakan.



**Gambar 2.3** Gelincir Lingkaran (a) dan Gelincir Translasi (b). (DPUPR, 2004)

### 2.4. Penurunan Tanah

Lapisan tanah akan mengalami regangan atau penurunan jika dibebani. Penurunan tanah ini disebabkan oleh dua faktor, yaitu perubahan susunan tanah dan penurunan rongga pori di dalamnya. Regangan yang terjadi di seluruh kedalaman lapisan tanah menyebabkan penurunan total tanah. Penurunan segera dan konsolidasi dihitung

sebagai penurunan akibat beban. Setelah beban digunakan, tanah berbutir kasar dan tanah berbutir halus kering atau tidak jenuh mengalami penurunan. Penurunan dalam kondisi ini disebut penurunan segera (*immediate settlement*). Dalam tanah berbutir halus di bawah muka air tanah, terjadi penurunan konsolidasi (*consolidation settlement*). Penurunan tanah segera adalah penurunan tanah yang terjadi dalam 7 hari setelah pembebanan dan bervariasi tergantung pada kondisi lapisan tanah (Bowles JE., 1996).

Penurunan terjadi akibat pembebanan tanah karena beban bangunan (*settlement*). Tanah berperan penting dalam menopang bangunan. Ketika konstruksi dilakukan di atas tanah, dapat menyebabkan lapisan di bawahnya menjadi padat. Proses kompresi ini menyebabkan penurunan tanah. Ada dua jenis penurunan muka tanah, yang satu disebabkan oleh pembebanan seperti bangunan yang dibangun di atas tanah dan yang lainnya disebabkan oleh proses alam seperti tanah akibat beban dibagi 2 jenis yaitu :

- a. Ketika air dilepaskan dari tanah, hal itu menyebabkan tanah menjadi lebih jenuh air, yang berarti tanah kurang mampu membentuk batuan dan bongkahan secara bersamaan. Hal ini akan menyebabkan berkurangnya jumlah tanah yang dapat terkonsolidasi, yang berarti tanah menjadi kurang stabil dan mudah terurai.
- b. Tanah kering, basah, dan jenuh air semuanya akan sedikit berubah bentuk saat basah, tetapi tidak akan ada perubahan kadar air. Pengendapan ini dapat terjadi dengan segera, dan merupakan hasil dari pengendapan tanah secara langsung.

## **2.5. Perkuatan Geofom**

*Geofom* adalah material sintetis yang terbuat dari *polystyrene* yang telah diperluas (*EPS - Expanded Polystyrene*) atau yang telah dicetak (*XPS - Extruded Polystyrene*). Untuk lebih jelasnya, berikut material *geofom* dapat dilihat pada **Gambar 2.3.**



**Gambar 2.4** Material *Geofoam*

(Sumber : *GeoTech Systems Corporation*)

*Geofoam* memiliki densitas yang sangat rendah, sekitar 3% densitas material tanah, sehingga sangat ringan dan mudah digunakan dalam berbagai aplikasi geoteknik. *EPS (Expanded Polysterene)* dan *XPS (Extruded Polysterene)* adalah dua jenis *geofoam* yang tersedia. Proses pembuatan *geofoam* membedakan keduanya. Salah satu karakteristik utama material *geofoam* adalah densitasnya yang sangat rendah, yang hanya sekitar 3% dari densitas material tanah. Dalam struktur geoteknik seperti timbunan, densitas timbunan sangat dominan dalam desain gravitasi. Salah satu tujuan utama penggunaan *geofoam* sebagai pengganti material tanah adalah untuk mengurangi beban struktur timbunan.

Dengan mengurangi beban yang dipikul oleh tanah dasar, *EPS Geofoam* ini mengurangi penurunan tanah dasar sambil tetap dapat menahan beban yang bekerja di atasnya. Keunggulan lain dari penggunaan *EPS Geofoam* ini adalah kestabilannya yang tinggi. Selain itu, ketika digunakan sebagai material timbunan, *EPS Geofoam* ini tidak akan pecah atau hancur saat berada di dalam tanah. Karena pemasangannya tidak tergantung pada waktu atau cuaca, sangat praktis dan mudah.

### **2.5.1 Indeks Properties *Geofoam***

#### **a. Properti Bahan**

*EPS Geofoam*, bahan ringan yang memiliki sifat insulasi dan mampu menyerap energi, memiliki kekuatan dan kekakuan yang sebanding dengan beberapa jenis tanah.

#### b. Kepadatan (*Density*)

Kepadatan *EPS Geofom* dapat digunakan sebagai indikator utama sifatnya. Ketat *geofom* mempengaruhi kekuatan tekan, geser, tegang, lentur, kekakuan, deformasi, dan sifat mekaniknya. Padatan EPS berkisar dari 11 hingga 30 kg/m<sup>3</sup>. Balok *geofom* ringan membuatnya mudah dibuat, memungkinkan proses produksi yang lebih cepat dan efisien. Sebagai contoh, dua pekerja dapat menangani blok setengah 0,6 m x 1,2 m x 2,4 m dengan berat rata-rata 35 kg untuk *geofom* dengan berat jenis 20 kg/m<sup>3</sup>.

#### c. Kekuatan Lentur

Di pabrik yang memproduksi *EPS Geofom*, tes kekuatan lentur banyak digunakan untuk menguji kualitas produk. **Tabel 2.3** menunjukkan nilai tegangan maksimum yang dihitung dengan mengambil bahan yang elastis linier sampai keruntuhan. Namun, meskipun ini bukan asumsi yang akurat, nilai-nilai ini digunakan secara luas dalam kontrol kualitas. Jika bahan tidak memiliki kekuatan tarik yang cukup, retakan pada sisi tarik akan muncul saat keruntuhan.

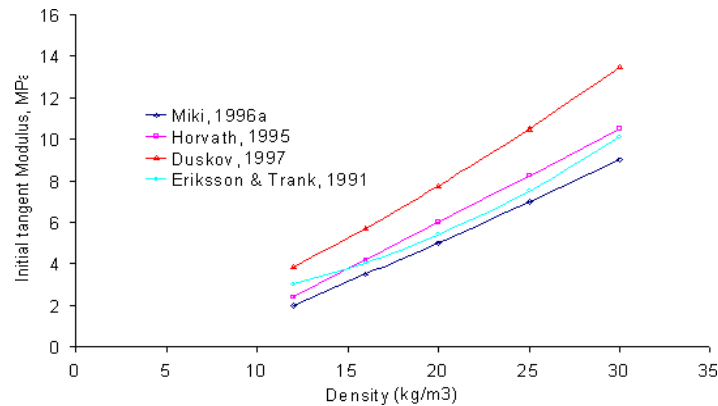
**Tabel 2.3** ASTM C 578-95 kekuatan lentur EPS

| Kepadatan (kg / m <sup>3</sup> ) | 12 | 15  | 18  | 22  | 29  |
|----------------------------------|----|-----|-----|-----|-----|
| Kekuatan lentur minimum (kPa)    | 70 | 173 | 208 | 276 | 345 |

(Sumber : ASTM C 578-95)

#### d. Modulus Elastisitas

Pada *geofom*, kurva tekanan dan regangan memiliki porsi linier awal. Modulus tangen awal adalah nilai kemiringan awal bagian ini. Juga disebut sebagai modulus elastisitas atau modulus muda. Modulus awal *EPS Geofom* dengan berat jenis 20 kg/m<sup>3</sup> berkisar antara 5 Mpa dan 7.75 Mpa, yang merupakan perbedaan 55%. Beberapa peneliti, seperti Horvath (1995b) dan Miki, H., (1996), menganggap hubungan ini sebagai hubungan linear. Namun, beberapa peneliti lain, seperti Duskov (1997) dan Eriksson dan Trank, (1991), berpendapat sebaliknya. Para peneliti menggunakan spesimen dengan berbagai dimensi.



**Gambar 2.5** Grafik Modulus tangen awal untuk *EPS Geofoam*  
(Dus-kov, 1997 dan Eriksson dan Trank, 1991)

#### e. Beban Siklik

Dalam kondisi tertentu, *geofoam* EPS dapat mengalami beban siklik, yang mencakup beban lalu lintas dan pembebanan dinamis lainnya. Setelah tiga kali pengujian terhadap beban siklik, modulus tangen pengujian beban siklik pertama lebih besar dari pengujian beban siklik kedua dan ketiga, dan sifat elastis linier dari balok *EPS Geofoam* dipertahankan dengan ketentuan bahwa regangan (*strain*) tidak lebih dari 1% (Eriksson dan Trank, 1991).

#### f. Poisson Ratio

Rasio Poisson untuk *EPS Geofoam* adalah rasio fraksi (%) dibagi dengan ekspansi fraksi (%) dari kompresi. Nilainya berkisar antara 0,05 dan 0,5, dengan nilai tertinggi untuk bahan ringan seperti air (Rasio Poisson setara 0,5) dan terendah untuk bahan kaku seperti beton (Rasio Poisson setara 0,15).

**Tabel 2.4** Jenis EPS di Inggris

| Referensi     | Yamanaka, et al (1991) | Negussey & Sun (1996) | Geotech (1999) | Duskov et al (1998) | Ooe, et al (1996) | Sanders (1996) | Momoi & Kokusyo (1996) |
|---------------|------------------------|-----------------------|----------------|---------------------|-------------------|----------------|------------------------|
| Rasio Poisson | 0.075                  | 0.09 & 0.33           | 0.05           | 0.1                 | 0.08              | 0.5 - 0.2      | 0.5                    |

(Sumber : <http://www.geofoam.org/>)

g. Efek Pembebanan

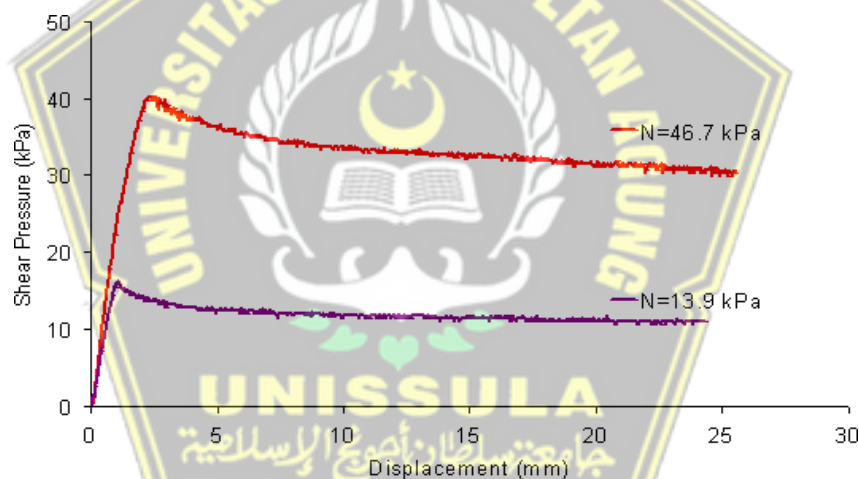
Sifat tekanan *EPS Geofom* bergantung pada laju regangan. Laju regangan yang tinggi menghasilkan modulus awal yang tinggi, yang pada gilirannya menghasilkan tekanan yang lebih tinggi (Ne-gussey, 1997).

h. Kekuatan Tarik

Kekuatan tarik bahan *EPS* dapat menunjukkan kualitas fusi *prepuffs* dan *EPS Geofom* daur ulang yang digunakan selama proses (Horvath, 1995b). Ditunjukkan bahwa kepadatan meningkat bersamaan dengan kekuatan ketegangan.

i. Gesekan Antarmuka

Sheeley (2000) menyelidiki secara menyeluruh gesekan antarmuka *geofom* untuk sampel kecil dan besar. Gambar menunjukkan kekuatan puncak dan sisa. Kekuatan antarmuka *geofom* tidak terpengaruh oleh kepadatan.



**Gambar 2.6** Gesekan Antarmuka EPS (Sheeley, 2000)

j. Penyerapan Air

Sebagaimana ditunjukkan dalam **Tabel 2.3**, EPS memiliki penyerapan air yang rendah. Namun, bantalan yang baik mengurangi jumlah air yang diserap. Studi menunjukkan bahwa bantalan yang baik menghasilkan keseimbangan volume EPS sebesar 8–9%, yang digunakan sebagai material pengisi di bawah muka air tanah (van Dorp, 1988).

**Tabel 2.5** Persentase Volume Penyerapan Air (van Dorp,1988)

| Kepadatan, kg / m <sup>3</sup> | Setelah 7 Hari | Setelah 1 Tahun |
|--------------------------------|----------------|-----------------|
| 15                             | 3.0            | 5.0             |
| 20                             | 2.3            | 4.0             |
| 25                             | 2.2            | 3.8             |
| 30                             | 2.0            | 3.5             |
| 35                             | 1.9            | 3.3             |

k. Durabilitas

Untuk daya layan normal selama seratus tahun, kekuatan EPS yang digunakan sebagai pengisi tidak berkurang. Selama gaya apung dari muka air tanah diperhitungkan, blok EPS dilindungi dari tumpahan zat pelarut dan tegangan beban mati berkisar antara tiga puluh hingga lima puluh persen kekuatan material.

l. Standar dan Manual Perencanaan

Standar ASTM untuk mengevaluasi sifat dan foam plastik sel kaku ditunjukkan dalam **Tabel 2.4**. Tidak ada manual pemasangan atau perencanaan untuk *EPS Geofoam* di Amerika Serikat.

**Tabel 2.6** Standar ASTM untuk geofoam (Ne-gussey 1997)

| Property                                   | Standard | Volume |
|--------------------------------------------|----------|--------|
| Density (Kg/m <sup>3</sup> )               | C-303    | 4.06   |
| Density (Kg/m <sup>3</sup> )               | D-1622   | 8.01   |
| Thermal Conductivity (W/(m.k))             | C-177    | 4.06   |
| Thermal Conductivity (W/(m.k))             | C-518    | 4.06   |
| Compressibility (kPa)                      | D-1621   | 8.01   |
| Flexural (kPa)                             | C-203    | 4.06   |
| Tensile/Adhesion (Mpa)                     | D-1623   | 8.01   |
| Vapor Transmission (g/m <sup>2</sup> /day) | E-96     | 4.06   |
| Absorption (AU)                            | C-272    | 4.06   |
| Thermal Expansion (m.K)                    | D-696    | 8.01   |
| Combustion; O2 Index (%)                   | D-2863   | 8.02   |
| Insulation Specification                   | C-578    | 4.06   |

## 2.6. Perhitungan Penurunan Tanah dengan Menggunakan Software Plaxis

Perekayasa sering menggunakan *software* perhitungan untuk membantu menganalisa kasus geoteknik. *Plaxis* adalah salah satu *software* komputer yang digunakan dalam bidang geoteknik. Dalam aplikasi geoteknik, *Plaxis 2d* adalah program *finite element* yang digunakan untuk memodelkan tanah dan simulasi kelakuan tanah. Dalam beberapa situasi geoteknik, program ini memiliki kemampuan untuk melakukan analisis deformasi dan stabilitas tanah. *Model plane strain* dan *axisymmetric* digunakan untuk memodelkan kondisi tanah yang sebenarnya. Beberapa permodelan ditawarkan oleh *Plaxis 2D* untuk meniru berbagai tingkah laku tanah. Suatu set persamaan matematika digunakan untuk menjelaskan hubungan antara tegangan dan regangan dalam material model. Permodelan-permodelan tersebut adalah Permodelan *Linear Elastic*, Permodelan *Mohr-Coulomb*, Permodelan *Jointed-Rock*, Permodelan *Hardening soil*, Permodelan *Soft Soil*, Permodelan *Soft Soil Creep*, dan Permodelan *User-Defined Soil*.

Permodelan *Mohr-Coulomb* digunakan untuk memperkirakan tingkah laku tanah umum. Permodelan linear elastis menggambarkan hukum *Hooke* mengenai linear elastis isotropis dan meliputi parameter kekakuan elastis, yaitu *Young's modulus* ( $E$ ), *Poisson's ratio* ( $\nu$ ), kohesi ( $c$ ), sudut geser ( $\phi$ ), dan sudut dilatasi ( $\psi$ ). Namun, permodelan ini tidak dapat digunakan untuk menggambarkan kelakuan tanah. Struktur yang kaku di tanah biasanya menggunakan permodelan ini.

## 2.7. Studi Yang Terkait Sebelumnya

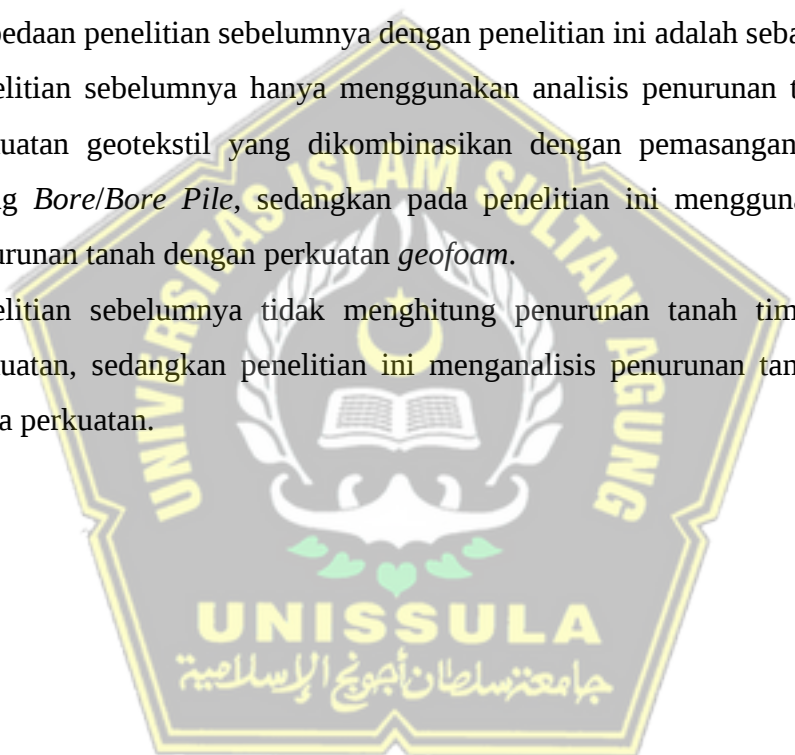
Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Yogaswara (2021) dalam penelitiannya yang berjudul “Penanganan Tanah Lunak pada Timbunan Tinggi di Area Akses Rancakalong Sta. 0+675 – Sta. 0+775 Jalan Tol Cisumdawu.” Penelitian tersebut mempunyai tujuan untuk menghitung faktor keamanan timbunan pada Sta. 0+675 – 0+775 yang sudah diperkuat dengan bantuan metode elemen hingga sehingga memenuhi faktor keamanan timbunan yaitu 1.3. Jenis penelitian ini menggunakan metode kuantitatif karena menggunakan data numerik yang dikumpulkan melalui data kontrak kerja.

Persamaan penelitian sebelumnya dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Lokasi yang diteliti adalah sama menggunakan sample dari Jalan Tol Cisumdawu DI AREA akses Rancakalong Sta. 0+675-0+775.
2. Jenis metode pendekatan penelitian yang digunakan sama – sama menggunakan metode kuantitatif.
3. Fokus penelitian untuk mengetahui faktor keamanan timbunan dengan menggunakan perkuatan tanah.
4. Menggunakan analisis penurunan tanah dengan berdasarkan data N – SPT.
5. Melakukan analisis penurunan tanah menggunakan *software Plaxis*.

Perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian sebelumnya hanya menggunakan analisis penurunan tanah dengan perkuatan geotekstil yang dikombinasikan dengan pemasangan gabion dan Tiang *Bore/Bore Pile*, sedangkan pada penelitian ini menggunakan analisis penurunan tanah dengan perkuatan *geofoam*.
2. Penelitian sebelumnya tidak menghitung penurunan tanah timbunan tanpa perkuatan, sedangkan penelitian ini menganalisis penurunan tanah timbunan tanpa perkuatan.



## **BAB III**

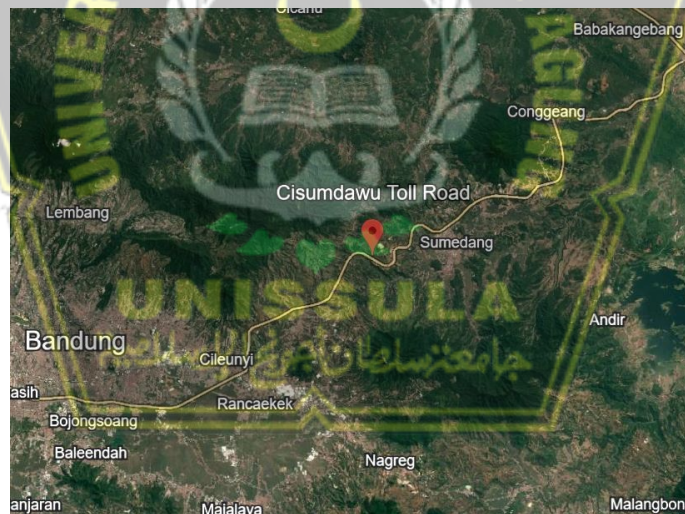
### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Umum**

Pembuatan model pada Tugas Akhir ini bertujuan untuk menganalisis penggunaan *geofoam* sebagai pengganti timbunan di Jalan Tol Cisumdawu Jawa Barat. Tahap permodelan dan analisis yang digunakan untuk pada penelitian dalam Tugas Akhir ini menggunakan *software PLAXIS V20* berdasarkan parameter tertentu. Parameter yang digunakan yaitu besaran gempa, data SPT, dan Muka Air Tanah pada lokasi tersebut.

#### **3.2. Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian ini berada DI AREATol Cisumdawu dengan Jalan Akses Rancakalong Sta. 0+675-0+775. Untuk uji geoteknik di lapangan menggunakan alat bor mesin sampai pada kedalaman -20.00 - 40.00.



**Gambar 3.1** Lokasi Penelitian Jalan Tol Cisumdawu Sta. 0+675-0+775

(Sumber : Google Earth)

#### **3.3 Langkah-Langkah Penelitan**

##### **3.3.1 Studi Literatur**

Literatur yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir ini didasarkan pada hasil penelitian para ahli yang telah melakukan kajian untuk melakukan perhitungan faktor keamanan timbunan yang sudah diperkuat dengan bantuan metode elemen

hingga sehingga memenuhi faktor keamanan timbunan sebesar 1.3. Selain mengacu pada beberapa literatur yang relevan dengan topik pembahasan dan mempunyai persamaan dengan permasalahan tanah DI AREATol Cisumdawu. Jurnal, makalah, diktat, laporan statistik pemerintah, dan berbagai tulisan lainnya termasuk dalam bentuk literatur yang digunakan. Beberapa literatur tersebut diperoleh dan dijadikan acuan untuk menentukan metode yang akan digunakan dalam menganalisis besaran bidang longsor dan besaran penurunan tanah (*settlement*) tanpa perkuatan dan dengan perkuatan *geofoam* serta sebagai salah satu dasar dalam membangun landasan teori.

### 3.3.2 Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data di bagi menjadi 2, yaitu data Primer dan data Sekunder. Data Primer adalah data yang di peroleh secara langsung di tempat yang ingin di lakukan penelitian dengan cara melakukan beberapa langkah penelitian di lapangan dan juga melakukan penyampaian pertanyaan ke warga yang berada di area penelitian. Data Sekunder adalah sebuah hasil data yang di dapatkan secara tidak langsung. Dalam kata lain data ini di peroleh dari beberapa hasil penelitian seperti, paper, journal, maupun informasi-informasi yang berkaitan dengan area penelitian dengan dasar data-data yang di dapatkan tersebut sesuai dan ilmiah.

Untuk melakukan analisa dalam permasalahan ini diperlukan adanya data lapangan dan data yang diperoleh harus didapatkan secara langsung di lapangan dengan cara membuat beberapa penelitian dengan metode yang ditentukan agar dapat mengetahui kondisi tanah secara langsung di lapangan.

Dalam penyusunan penelitian ini menggunakan data sekunder. Data yang digunakan yaitu data parameter tanah serta N-SPT yang diperoleh dari hasil borlog pengeboran teknik di sekitar lokasi rencana badan jalan ini dari penelitian yang dilakukan oleh Yogaswara (2021) dalam jurnalnya yang berjudul “Penanganan Tanah Lunak pada Timbunan Tinggi di Area Akses Rancakalong Sta. 0+675 – Sta. 0+775 Jalan Tol Cisumdawu” dengan data yang didapat sebagai acuan dalam perhitungan dan pembuatan model analisa.

### 3.3.3 Analisis Data

Analisa data pada penelitian ini menggunakan *software Plaxis*. *Plaxis* adalah program elemen hingga untuk aplikasi geoteknik di mana digunakan model-model tanah untuk melakukan simulasi terhadap perilaku dari tanah (Bokko, 2019).

Urutan sistematika pada penelitian ini menggunakan *PLAXIS V20* sebagai berikut:

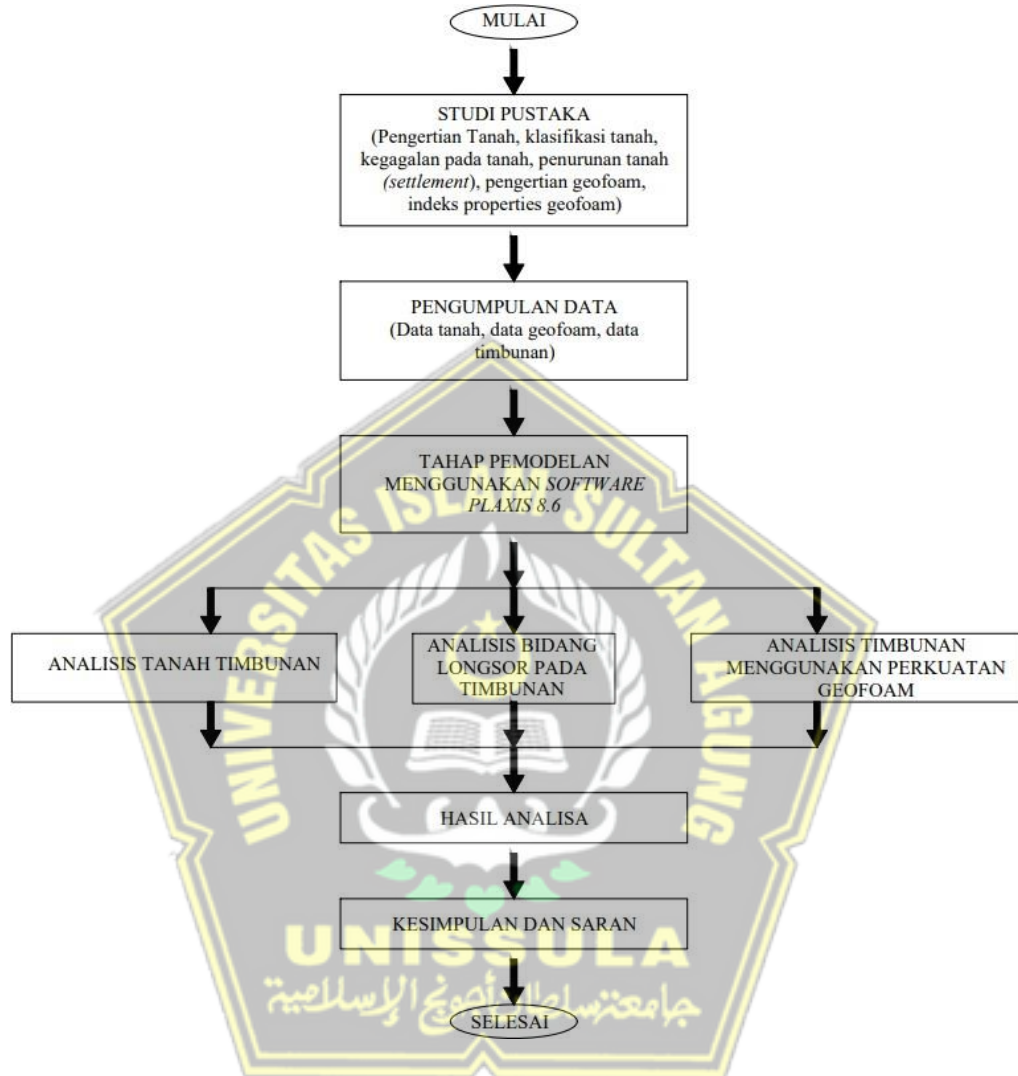
1. Membuat Permodelan tanah dasar menggunakan data tanah yang diambil dari Yogaswara (2021)
2. Menginput data parameter tanah ke dalam *PLAXIS V20*.
3. Membuat model timbunan tanah, serta menginput parameternya dari data Tol Cisumdawu
4. Melaksanakan *running* untuk mendapatkan besar penurunan tanah yang terjadi (tanpa perkuatan *geofoam*)
5. Memberi perkuatan dengan *geofoam* dari menginput data propertisnya.
6. Kemudian di analisa *settlement* agar memperoleh hasil penurunan tanah setelah menggunakan perkuatan *geofoam*.

### 3.4. Bagan Alir

Untuk dapat mencapai maksud dan tujuan studi ini maka perlu dilakukan beberapa tahapan yang dianggap perlu antara lain :

1. **Tahap pertama** adalah studi kepustakaan terhadap *text book* dan jurnal jurnal terkait *settlement*
2. **Tahap kedua** adalah pengumpulan data-data serta diskusi membahas tentang data data yang telah didapatkan bersama dosen pembimbing berdasarkan teori-teori terkait dalam pembahasan ini.
3. **Tahap ketiga** adalah membuat permodelan menggunakan *software Plaxis V20*.
4. **Tahap keempat** adalah menghitung besar penurunan tanah timbunan dari data-data yang sudah didapat menggunakan *software Plaxis V20*.
5. **Tahap Kelima** adalah menghitung besar bidang longsor pada timbunan.
6. **Tahap Keenam** adalah menghitung besar penurunan tanah timbunan yang terjadi menggunakan perkuatan *geofoam* dengan metode *software Plaxis V20*.
7. **Tahap Ketujuh** adalah membuat hasil dari analisa perhitungan sebelumnya.

8. **Tahap Kedelapan** adalah kesimpulan. Tahapan penelitian dapat dilihat pada **Gambar 3.3**.



**Gambar 3.2** Bagan Alir

## BAB IV

### HASIL PEMBAHASAN

#### 4.1 Data - Data Material

##### 4.1.1 Data Tanah

##### 4.1.1.1 Data Tanah Lapangan

Dari data borlog hasil pengeboran yang diambil dari penelitian Yogaswara (2021) di lokasi rencana badan Jalan Akses Rancakalong Sta 0+672 - 0+775 dapat diketahui stratifikasi perlapisan tanah sebagai berikut :

Lapis 1, kedalaman 0 – 5 m: lempung lanauan dengan konsistensi sangat lunak (*very soft*), nilai SPT dalam rentang 1 - 3 dan mempunyai rata-rata NSPT = 2.

Lapis 2, kedalaman 5 m – 19 m: lempung lanauan sisipan tufa dengan konsistensi teguh (*firm*) hingga kenyal (*stiff*), nilai SPT dalam rentang 6 – 12 dan mempunyai rata-rata NSPT = 10.

Lapis 3, kedalaman 19 m – 40 m: lempung lanauan hingga tufa breksian lapuk dengan konsistensi sangat kenyal (*very stiff*) hingga keras (*hard*), nilai dalam rentang SPT 16 – 41 dan mempunyai rata-rata NSPT = 26.

Rujukan yang digunakan untuk menyusun klasifikasi tanah berdasarkan nilai SPT dan jenis material adalah yang direkomendasikan ASTM D2487, sebagaimana disajikan pada **Tabel 4.1**.

**Tabel 4.1** Klasifikasi Berdasarkan Jenis Material Dan Nilai SPT (ASTM D2487)

| PENETRATION RESISTANCE<br>(RECORDED AS BLOWS / 0.5 FT) |             |             |             |                            |
|--------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|----------------------------|
| SAND & GRAVEL                                          |             | SILT & CLAY |             |                            |
| RELATIVE DENSITY                                       | BLOWS/FOOT* | CONSISTENCY | BLOWS/FOOT* | COMPRESSIVE STRENGTH (TSF) |
| VERY LOOSE                                             | 0 - 4       | VERY SOFT   | 0 - 2       | 0 - 0.25                   |
| LOOSE                                                  | 4 - 10      | SOFT        | 2 - 4       | 0.25 - 0.50                |
| MEDIUM DENSE                                           | 10 - 30     | FIRM        | 4 - 8       | 0.50 - 1.0                 |
| DENSE                                                  | 30 - 50     | STIFF       | 8 - 15      | 1.0 - 2.0                  |
| VERY DENSE                                             | OVER 50     | VERY STIFF  | 15 - 30     | 2.0 - 4.0                  |
|                                                        |             | HARD        | OVER 30     | OVER 4.0                   |

\* NUMBER OF BLOWS OF 140 LB HAMMER FALLING 30 INCHES TO DRIVE A 2 INCH O.D. (1-3/8 INCH I.D.) SPLIT-BARREL SAMPLER THE LAST 12 INCHES OF AN 18-INCH DRIVE (ASTM-1586 STANDARD PENETRATION TEST).

#### 4.1.1.2 Data Parameter tanah

Data parameter tanah yang digunakan adalah data parameter tanah yang dikorelasikan dari data N-SPT.

**Tabel 4.2** Parameter desain untuk model tanah *Mohr Coulomb* (Yogaswara, 2021)

| ID | Name                         | Type       | $\gamma_{\text{unsat}}$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\gamma_{\text{sat}}$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $k_x$<br>[m/day] | $k_y$<br>[m/day] | $\nu$<br>[ - ] | $E_{\text{ref}}$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $c_{\text{ref}}$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\phi$<br>[ ° ] |
|----|------------------------------|------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------|------------------|----------------|------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------|
| 1  | Common Fill                  | UnDrained  | 17                                              | 18                                            | 0.00086          | 0.00086          | 0.3            | 40000                                    | 20                                       | 25              |
| 2  | Blinding Stone               | Drained    | 17                                              | 18                                            | 0.1              | 0.1              | 0.3            | 30000                                    | 1                                        | 27              |
| 3  | Sand drainage                | Drained    | 17                                              | 18                                            | 1                | 1                | 0.3            | 50000                                    | 1                                        | 30              |
| 4  | Lantai gabion                | Non-porous | 24                                              | 24                                            | 0                | 0                | 0.15           | 20487000                                 | 60                                       | 45              |
| 5  | Lempung lanauan_stiff        | UnDrained  | 17                                              | 18                                            | 0.0075           | 0.0075           | 0.3            | 30000                                    | 18                                       | 21              |
| 6  | Tufa breksian_very stiff-har | UnDrained  | 17.5                                            | 18.5                                          | 0.000086         | 0.000086         | 0.3            | 75000                                    | 22                                       | 27              |
| 7  | Lempung lanauan_lunak-fir    | UnDrained  | 16                                              | 17                                            | 0.001            | 0.001            | 0.2            | 18461.54                                 | 10                                       | 24              |

#### 4.1.2 Data Geofom

Data *EPS Geofom* yang digunakan properti untuk model HS didasarkan pada pengukuran dari penelitian lain oleh Abdel Salam et al. (2018) dan Abdel Salam et al. (2019) dan setelah mempertimbangkan efek ukuran berdasarkan dimensi balok *EPS Geofom*. Dengan demikian, modulus elastisitas awal EPS,  $E_{\text{Hai}}$ , kohesi ( $c$ ), dan sudut gesekan internal ( $\phi$ ) ditentukan seperti yang dirangkum dalam **Tabel 4.3** yang juga mencakup rasio Poisson ( $\nu$ ), dan faktor reduksi antarmuka,  $R_{\text{antar}}$ .

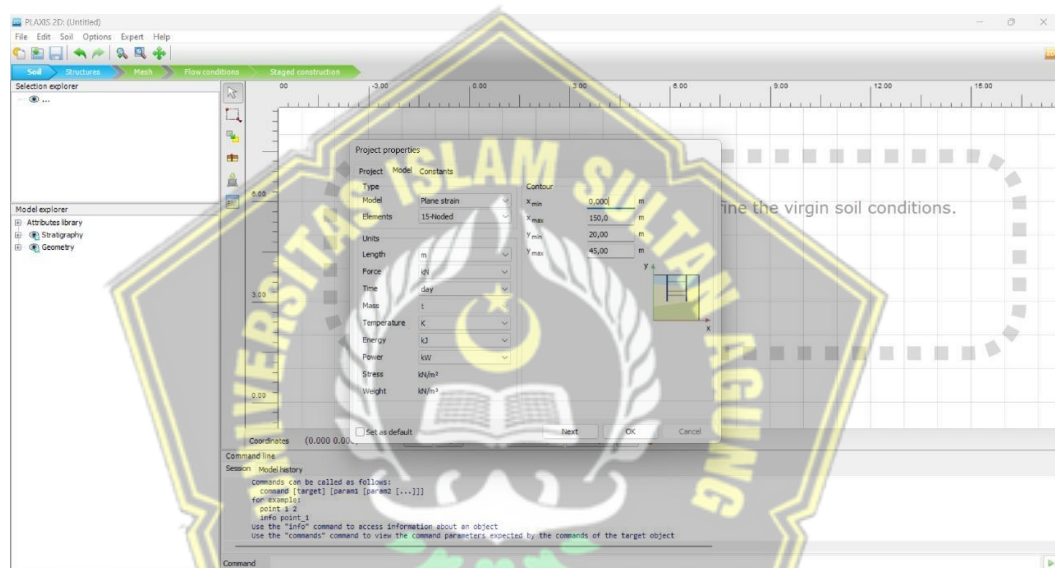
**Tabel 4.3** Properti EPS (Anwar, 2019)

| Model Konstitusif                              | Pengerasan Tanah (HS) |
|------------------------------------------------|-----------------------|
| $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )                  | 0,35                  |
| Kohesi, $c$ (kPa)                              | 84                    |
| Sudut gesekan, $\phi$ (°)                      | 35                    |
| Sudut Dilatasi, $\psi$ (°)                     | 6                     |
| Initial stiffness, $E_0$ (kPa)                 | 4924                  |
| Secant stiffness, $E_{50}$ (kPa)               | 4672                  |
| Poisson's ratio, $\nu$                         | 0.20                  |
| Interface reduction factor, $R_{\text{inter}}$ | 0,60                  |

## 4.2 Analisis Menggunakan Software Plaxis V20

### 4.2.1 Project Properties

Pada Analisa numerik dengan *Software Plaxis V20*, dimensi geometri yang digunakan yaitu dengan panjang 150 m dan kedalaman 65 m. Dimensi panjang geometri 150 m dan kedalaman tanah 65 m digunakan berdasarkan data sekunder tanah di Jalan Tol Cisumdawu dengan Jalan Akses Rancakalong Sta. 0+675-0+775 dari data hasil borlog pengeboran teknik di sekitar lokasi rencana badan jalan ini dari penelitian yang dilakukan oleh Yogaswara (2021). Untuk lebih jelasnya, *project properties* pada permodelan ini dapat dilihat pada **Gambar 4.1** berikut.



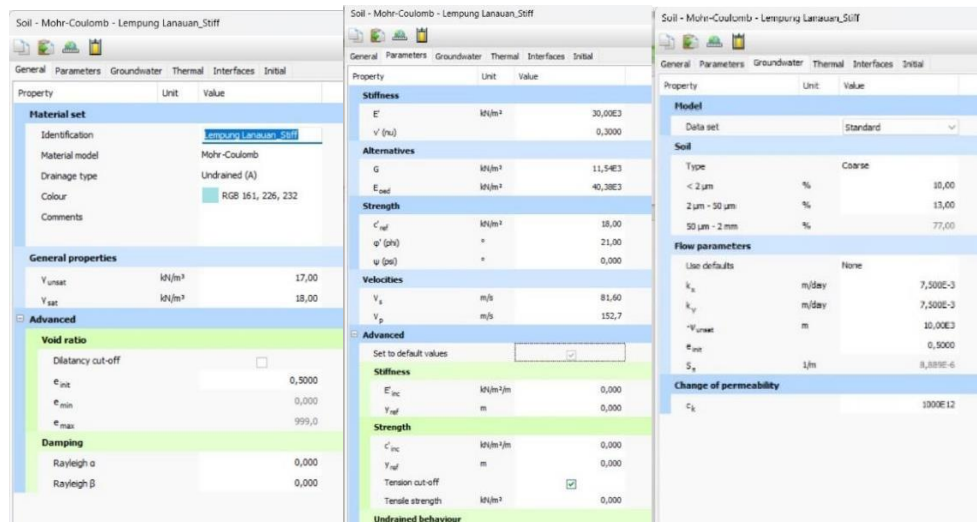
**Gambar 4.1** Project Properties

### 4.2.2 Material Setting

Untuk memasukkan parameter material tanah dan perkuatan tanah di Jalan Tol Cisumdawu Sta 0+625-0+775 dapat dilakukan dengan *input material* pada jendela *soil* kemudian pilih *option show material*. Untuk lebih jelasnya, *material setting* sebagai berikut :

1. Lapisan Lempung Lanauan\_very soft (0 - 5 m)

Pada lapisan lempung lanauan\_very soft, *material setting* yang dimasukan mulai dari *general*, *mechanical*, dan *groundwater* sesuai parameter berdasarkan data tanah yang ada. Untuk lebih jelasnya, *material setting* lempung lanauan\_very soft dapat dilihat pada **Gambar 4.2** berikut :



**Gambar 4.2** *Material Setting Lempung Lanauan\_very soft*

2. Lapisan Lempung Lanauan\_firm-stiff (5 – 19 m)

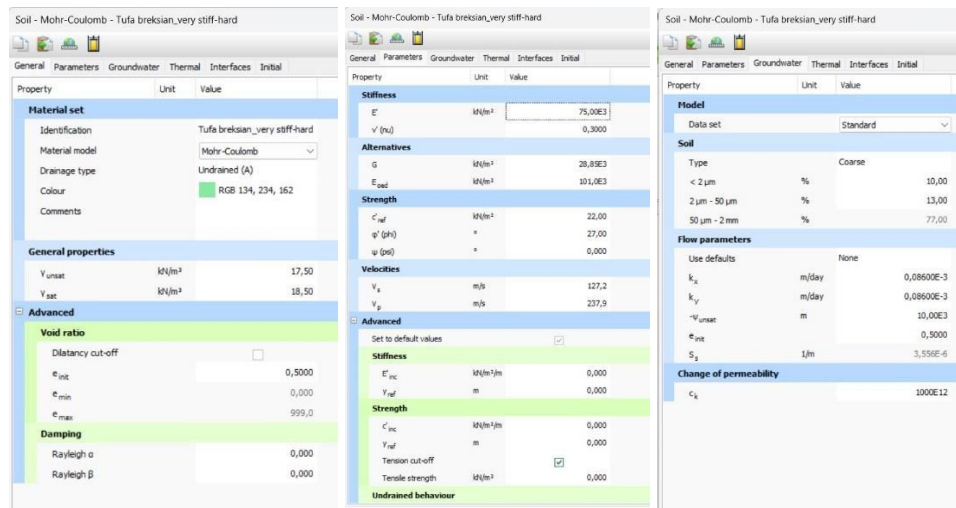
*Material setting* untuk lapisan lempung lanauan\_firm-stiff dapat dilihat pada **Gambar 4.3** berikut :



**Gambar 4.3** *Material Setting Lempung Lanauan\_firm-stiff*

3. Lapisan Lempung Lanauan\_very stiff-hard (19 – 40 m)

*Material setting* untuk lapisan lempung lanauan\_very stiff-hard dapat dilihat pada **Gambar 4.4** berikut :



**Gambar 4.4** Material Setting Lempung Lanauan\_very stiff-hard

4. Lapisan Tanah Timbunan\_common fill (0 – 19 m)

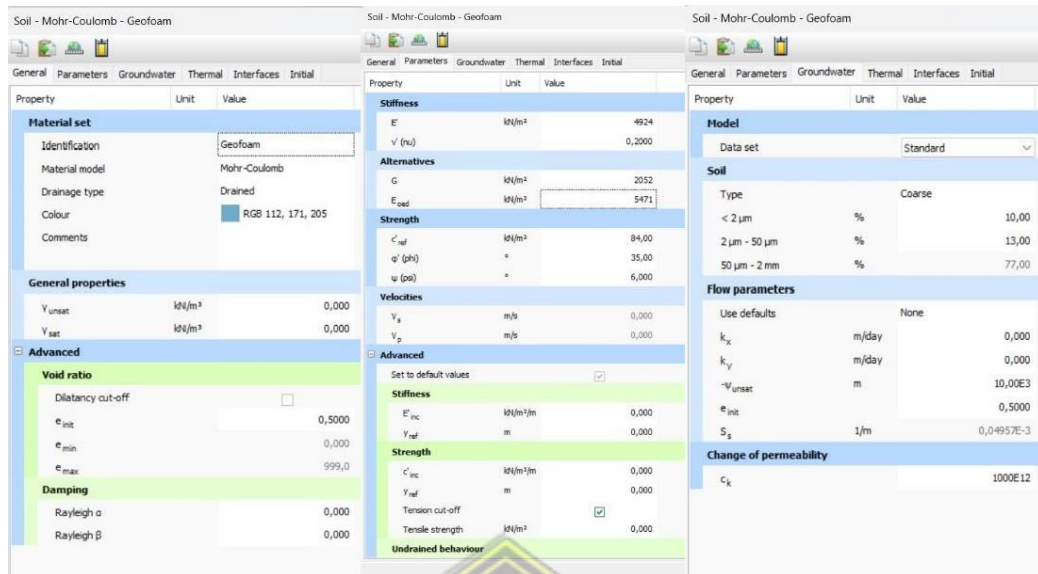
Material setting untuk lapisan tanah timbunan\_common fill dapat dilihat pada Gambar 4.5 berikut :



**Gambar 4.5** Material Setting Tanah Timbunan\_common fill

5. Lapisan Geofoam (0 – 14 m)

Pada lapisan geofoam di atasnya terdapat lapisan tanah timbunan\_common fill setinggi 5 m. Material setting untuk lapisan geofoam dapat dilihat pada Gambar 4.6 berikut :



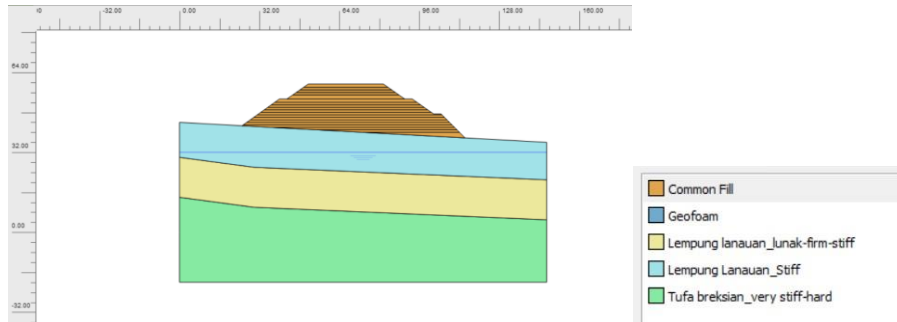
**Gambar 4.6** Material Setting Geofoam

#### 4.2.3 Permodelan

Permodelan pada *Plaxis V20* ini menggambarkan kondisi tanah yang ada di Jalan Tol Cisumdawu Jalan Akses Rancakalong Sta. 0+675-0+775 berdasarkan data sekunder yang ada. Pada permodelan ini, terbagi menjadi 4 lapisan tanah yaitu lempung lanauan (*very soft*) dengan kedalaman 0 – 5 m, Lempung Lanauan (*firm-stiff*) dengan kedalaman 5 – 19 m, Lempung Lanauan (*very stiff-hard*) dengan kedalaman 19 – 40 m, serta untuk tanah timbunan (*common fill*) dengan ketinggian 0 – 19 m, dan yang terakhir yaitu *geofoam* dengan ketinggian 0 – 14 m. Permodelan yang dibuat sebanyak 3 permodelan yaitu dengan permodelan tanah timbunan tanpa menggunakan perkuatan, permodelan menghitung seberapa besar bidang longsor, dan yang terakhir yaitu permodelan tanah timbunan menggunakan perkuatan *geofoam*. Untuk lebih jelasnya sebagai berikut :

##### 1. Tanah Timbunan Tanpa Perkuatan

- Permodelan Tanah Timbunan Tanpa Perkuatan dapat dilihat pada **Gambar 4.7**



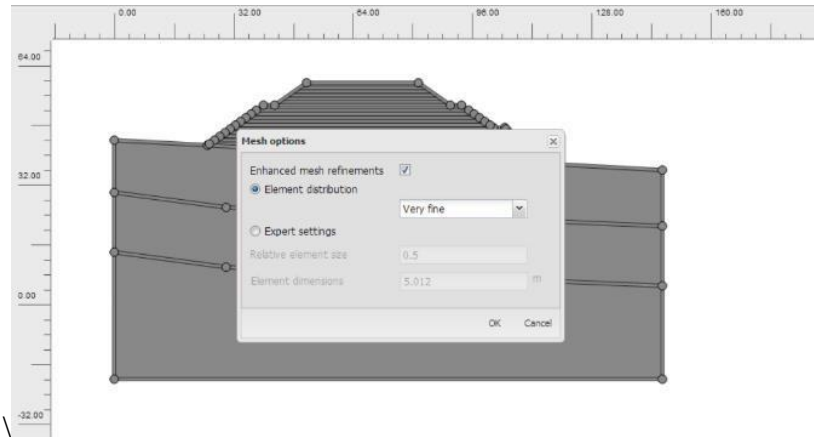
**Gambar 4.7** Permodelan Tanah Timbunan Tanpa Perkuatan

- Permodelan muka air tanah pada kedalaman 32 m dapat dilihat pada **Gambar 4.8**

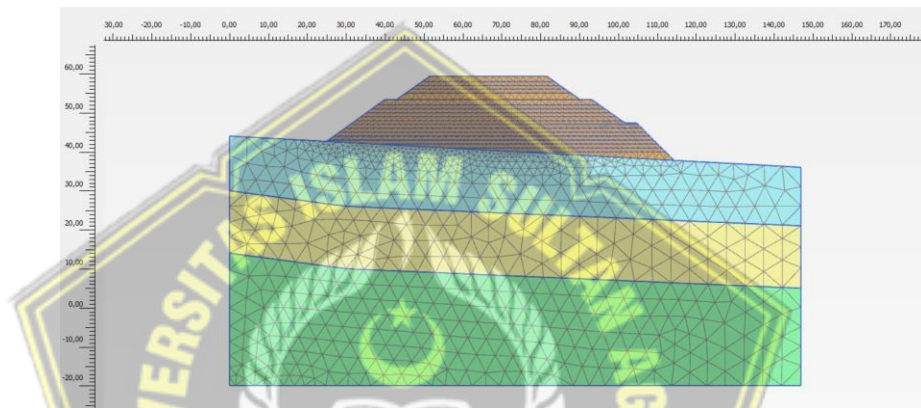


**Gambar 4 8** Permodelan Muka Air Tanah

- Elemen *mesh* yang digunakan yaitu elemen *very fine* untuk mendapatkan hasil yang baik pada permodelan. *Mesh* dapat dilihat pada Gambar **4.10**



**Gambar 4.9** Jendela *Mesh*



**Gambar 4.10** Output *Mesh*

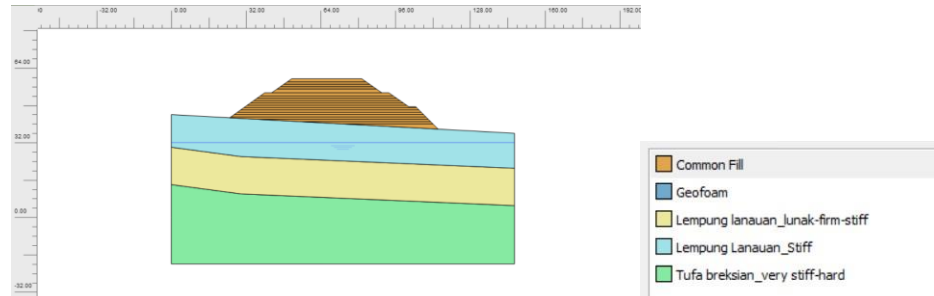
- Pada permodelan ini terdapat beberapa penentuan titik monitoring (*nodes*) untuk mengetahui hasil *output* dari plaxis, dapat dilihat pada gambar 4.11



**Gambar 4.11** Titik *Nodes*

## 2. Analisis Bidang Longsor

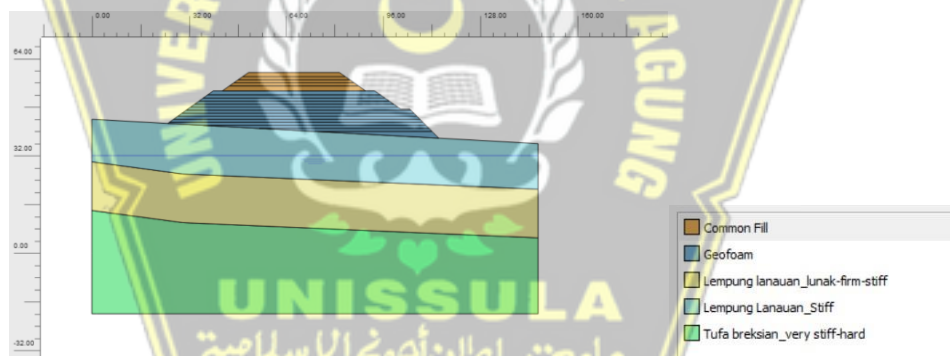
Permodelan analisis bidang longsor mengacu pada pemodelan tanah timbunan tanpa perkuatan yang telah dibuat sebelumnya, output yang digunakan pada analisis bidang longsor ini yaitu pada nilai SF.



**Gambar 4.12** Permodelan Tanah Timbunan Tanpa Perkuatan

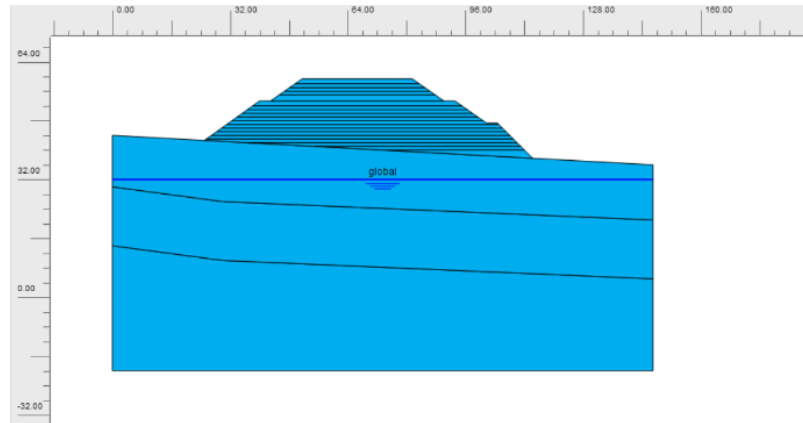
## 3. Tanah Timbunan Menggunakan Perkuatan *Geofoam*

- Permodelan tanah timbunan menggunakan perkuatan *geofoam* dapat dilihat pada **Gambar 4.13**



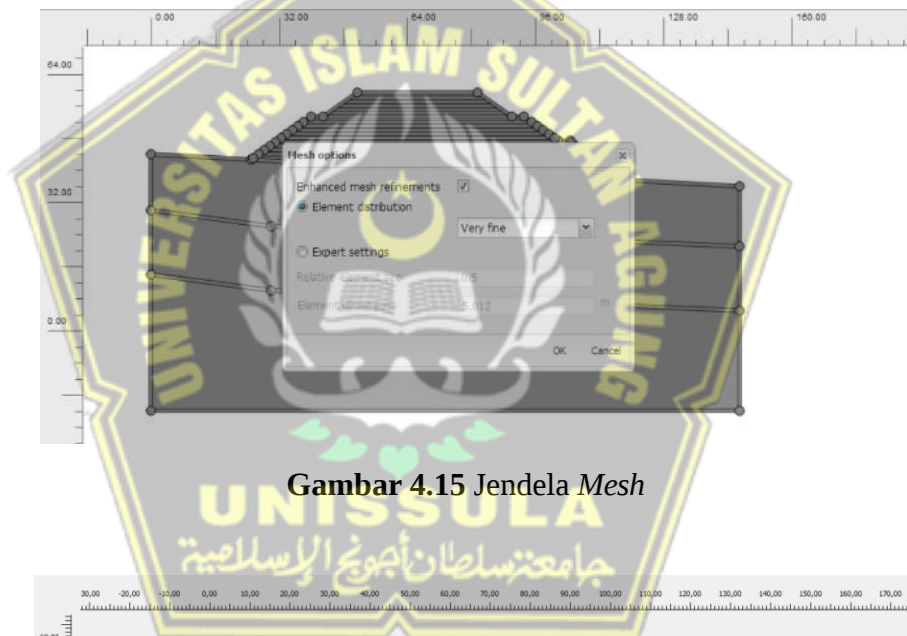
**Gambar 4.13** Permodelan Tanah Timbunan Menggunakan Perkuatan *Geofoam*

- Permodelan muka air tanah pada kedalaman 32 m dapat dilihat pada **Gambar 4.14**

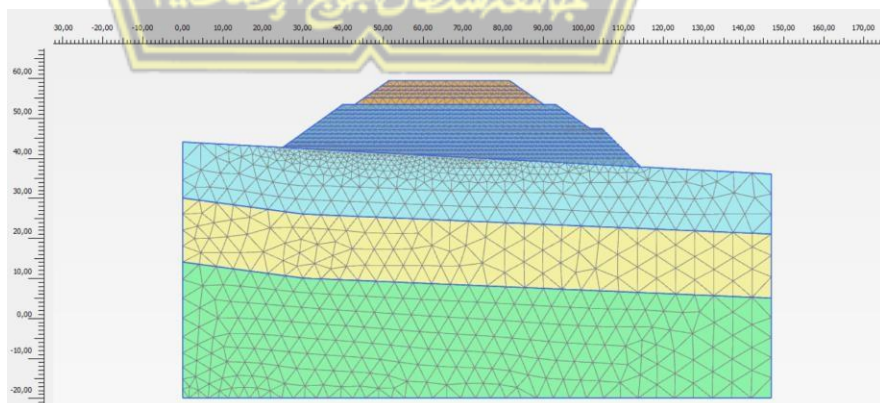


**Gambar 4.14** Permodelan Muka Air Tanah

- Elemen *mesh* yang digunakan yaitu elemen *very fine* untuk mendapatkan hasil yang baik pada permodelan. *Mesh* dapat dilihat pada Gambar 4.15

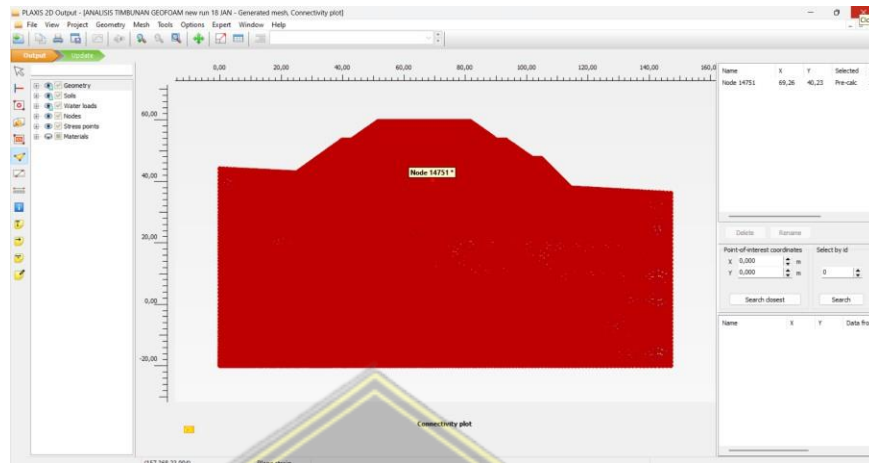


**Gambar 4.15** Jendela *Mesh*



**Gambar 4.16** Output *Mesh*

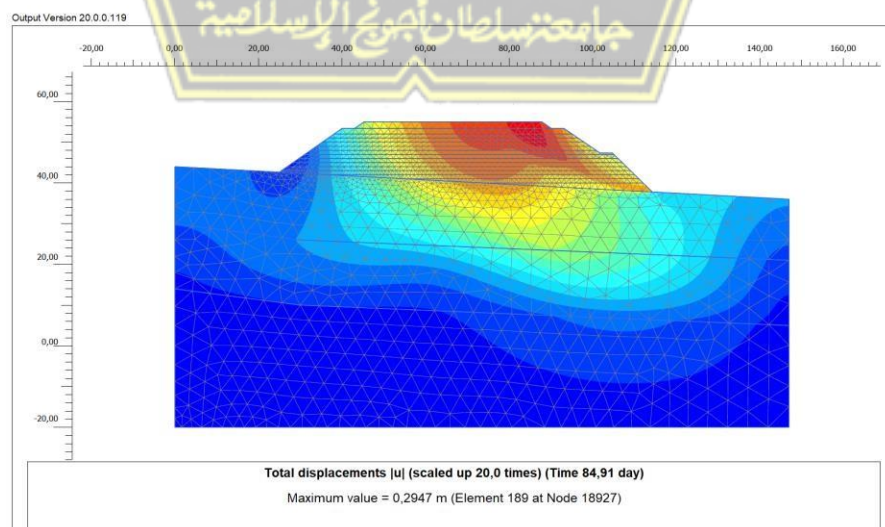
- Pada permodelan ini terdapat beberapa penentuan titik monitoring (*nodes*) untuk mengetahui hasil *output* dari *plaxis*, dapat dilihat pada gambar 4.17



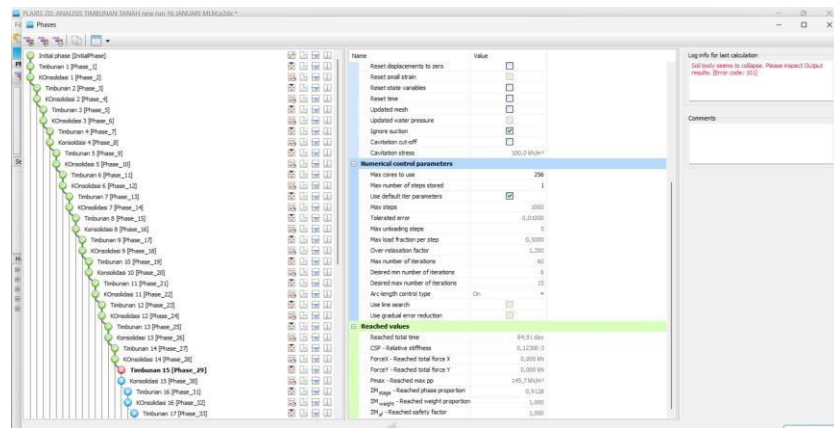
Gambar 4.17 Titik Nodes

#### 4.3. Analisis Penurunan Tanah Tanpa Perkuatan Menggunakan Software PLAXIS V20

Hasil analisis penurunan tanah timbunan tanpa diberikan perkuatan pada pemodelan *software plaxis V20* menghasilkan nilai sebesar 0,2947 m dan menghasilkan nilai SF sebesar 1 yang terjadi pada timbunan ke 15 m sesuai gambar 4.18 dan 4.19. Bisa disimpulkan bahwa timbunan tanah tanpa perkuatan ini mengalami kegagalan pada timbunan 15 m.



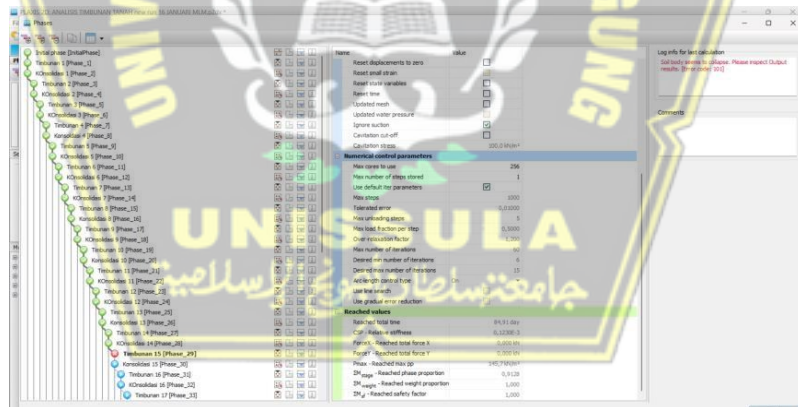
**Gambar 4.18** Deformasi Total Pada Konsolidasi Timbunan Tanah Tanpa Perkuatan



**Gambar 4.19** Nilai SF Pada Konsolidasi Timbunan Tanah Tanpa Perkuatan

#### 4.4. Analisis Bidang Longsor dengan *Software Plaxis*

Berdasarkan hasil analisis penurunan tanah timbunan tanpa diberikan perkuatan pada pemodelan yang telah dibuat menghasilkan nilai SF sebesar 1 sesuai gambar 4.20

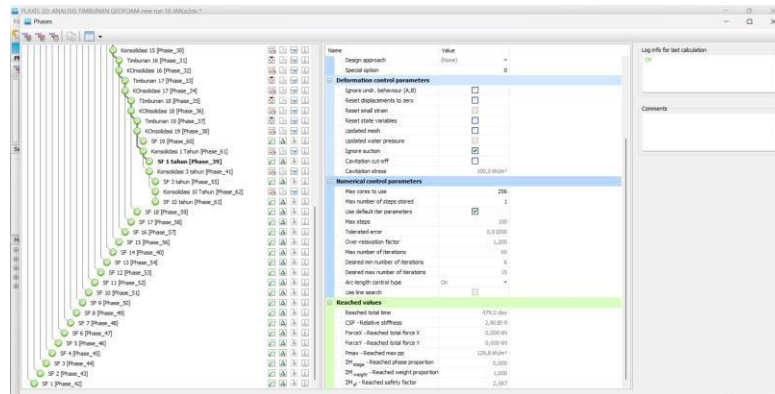


**Gambar 4.20** Nilai SF Pada Konsolidasi Timbunan Tanah Tanpa Perkuatan

#### 4.5. Analisis Penurunan Tanah Menggunakan Perkuatan *Geofoam* dengan *Software Plaxis*

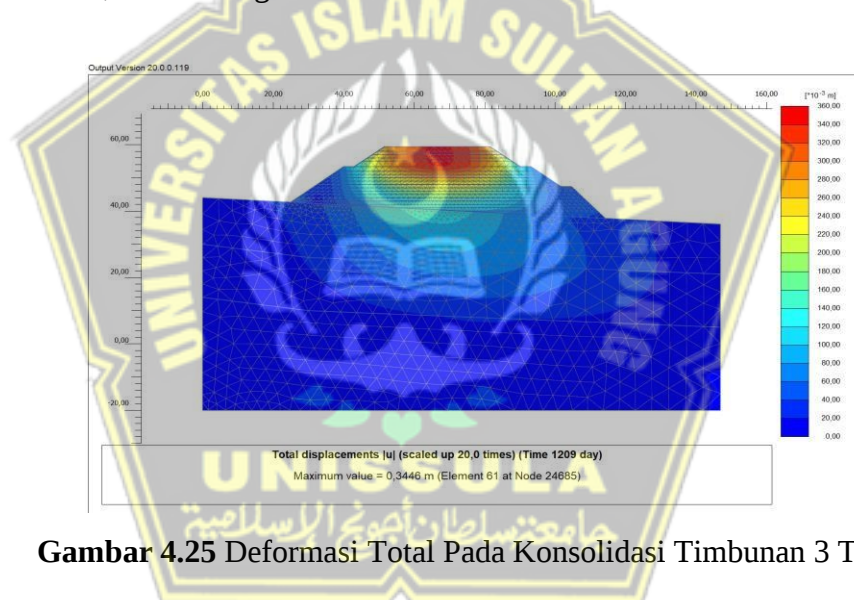
Hasil analisis penurunan tanah jika diberikan perkuatan menggunakan *Geofoam* pada pemodelan *software plaxis V20* menghasilkan nilai sebesar 0,08801 m pada timbunan ke 15 dengan nilai SF 4,865 sesuai gambar 4.21 dan 4.22



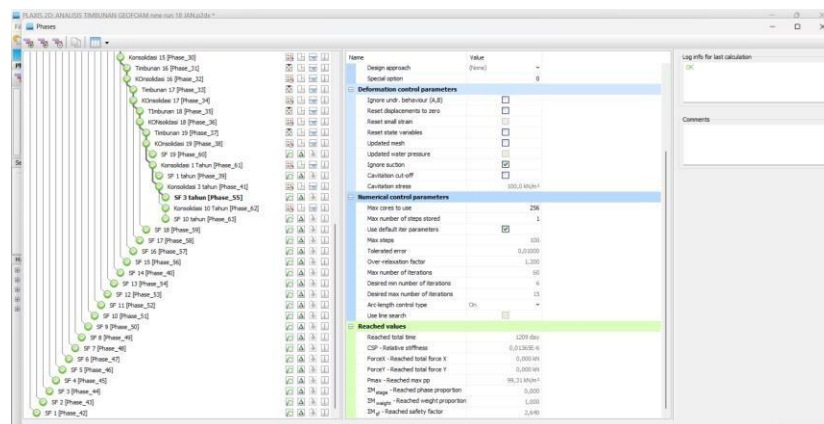


**Gambar 4.24** Nilai SF Pada Konsolidasi Timbunan 1 Tahun

- b. Hasil dari penurunan konsolidasi 3 tahun pada pemodelan *software plaxis* V20 menghasilkan nilai sebesar 0,3446 m dan menghasilkan nilai SF sebesar 2,640 sesuai gambar 4.25 dan 4.26

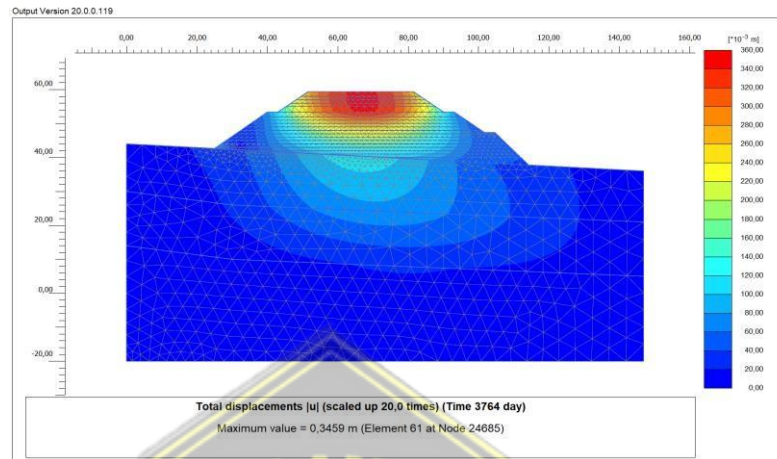


**Gambar 4.25** Deformasi Total Pada Konsolidasi Timbunan 3 Tahun



**Gambar 4.26** Nilai SF Pada Konsolidasi Timbunan 3 Tahun

- c. Hasil dari penurunan konsolidasi 10 tahun pada pemodelan *software plaxis* V20 menghasilkan nilai sebesar 0,3459 m dan menghasilkan nilai SF sebesar 2,617 sesuai gambar 4.27 dan 4.28



**Gambar 4.27** Deformasi Total Pada Konsolidasi Timbunan 10 Tahun



**Gambar 4.28** Nilai SF Pada Konsolidasi Timbunan 10 Tahun

#### 4.5. Pembahasan

Pada penelitian ini membahas perbandingan nilai penurunan tanah akibat beban tanah timbunan dengan penurunan tanah jika diberikan perkuatan *geofoam* pada timbunan tinggi di Area Akses Rancakalong Sta. 0+675 – Sta. 0+775 Jalan Tol Cisumdawu yang dihasilkan dari perhitungan menggunakan *software plaxis* V20.

#### 4.5.1 Hasil Perhitungan Penurunan Tanah Timbunan Tanpa Menggunakan Perkuatan

Dalam permodelan perhitungan penurunan tanah timbunan tanpa menggunakan perkuatan, konsolidasi dilakukan setiap timbunan 1 m. Berikut hasil pada perhitungan konsolidasi tanah timbunan tanpa menggunakan perkuatan memiliki *safety factor* yang menurun disetiap timbunan per meternya, dan demikian juga hasil penurunan konsolidasi tanah timbunan mengalami kenaikan di setiap meternya.

**Tabel 4.4** Hasil Perhitungan Tanpa Menggunakan Perkuatan

| No | Perhitungan               | <i>Safety Factor</i> (SF) | Penurunan Konsolidasi |
|----|---------------------------|---------------------------|-----------------------|
| 1  | Konsolidasi Timbunan 1 m  | 4                         | 0,02342 m             |
| 2  | Konsolidasi Timbunan 2 m  | 2,992                     | 0,03070 m             |
| 3  | Konsolidasi Timbunan 3 m  | 2,454                     | 0,04025 m             |
| 4  | Konsolidasi Timbunan 4 m  | 2,133                     | 0,05074 m             |
| 5  | Konsolidasi Timbunan 5 m  | 1,899                     | 0,06181 m             |
| 6  | Konsolidasi Timbunan 6 m  | 1,721                     | 0,07341 m             |
| 7  | Konsolidasi Timbunan 7 m  | 1,582                     | 0,08556 m             |
| 8  | Konsolidasi Timbunan 8 m  | 1,467                     | 0,09830 m             |
| 9  | Konsolidasi Timbunan 9 m  | 1,388                     | 0,1116 m              |
| 10 | Konsolidasi Timbunan 10 m | 1,340                     | 0,1267 m              |
| 11 | Konsolidasi Timbunan 11 m | 1,276                     | 0,1466 m              |
| 12 | Konsolidasi Timbunan 12 m | 1,223                     | 0,1692 m              |
| 13 | Konsolidasi Timbunan 13 m | 1,175                     | 0,1940 m              |
| 14 | Konsolidasi Timbunan 14 m | 1,085                     | 0,2294 m              |
| 15 | Konsolidasi Timbunan 15 m | 1                         | 0,2947 m              |

#### 4.5.2 Hasil Perhitungan Penurunan Tanah Menggunakan Perkuatan *Geofoam*

Dalam permodelan perhitungan penurunan tanah timbunan menggunakan perkuatan *geofoam*, konsolidasi dilakukan setiap timbunan 1 m. Berikut hasil pada perhitungan konsolidasi tanah timbunan menggunakan perkuatan memiliki *safety factor* yang menurun disetiap timbunan per meternya, dan demikian juga hasil penurunan konsolidasi tanah timbunan mengalami kenaikan di setiap meternya.

**Tabel 4.5** Hasil Perhitungan Menggunakan Perkuatan *Geofoam*

| No | Perhitungan                      | <i>Safety Factor</i><br>(SF) | Penurunan<br>Konsolidasi |
|----|----------------------------------|------------------------------|--------------------------|
| 1  | Konsolidasi Timbunan 1 m         | 5,879                        | 0,02464 m                |
| 2  | Konsolidasi Timbunan 2 m         | 5,889                        | 0,02531 m                |
| 3  | Konsolidasi Timbunan 3 m         | 5,885                        | 0,02570 m                |
| 4  | Konsolidasi Timbunan 4 m         | 5,892                        | 0,02596 m                |
| 5  | Konsolidasi Timbunan 5 m         | 5,909                        | 0,02619 m                |
| 6  | Konsolidasi Timbunan 6 m         | 5,916                        | 0,02739 m                |
| 7  | Konsolidasi Timbunan 7 m         | 5,907                        | 0,02657 m                |
| 8  | Konsolidasi Timbunan 8 m         | 5,921                        | 0,02673 m                |
| 9  | Konsolidasi Timbunan 9 m         | 5,930                        | 0,02688 m                |
| 10 | Konsolidasi Timbunan 10 m        | 5,929                        | 0,02702 m                |
| 11 | Konsolidasi Timbunan 11 m        | 5,930                        | 0,02715 m                |
| 12 | Konsolidasi Timbunan 12 m        | 5,931                        | 0,02728 m                |
| 13 | Konsolidasi Timbunan 13 m        | 5,932                        | 0,02739 m                |
| 14 | Konsolidasi Timbunan 14 m        | 5,933                        | 0,02750 m                |
| 15 | Konsolidasi Timbunan 15 m        | 4,865                        | 0,08801 m                |
| 16 | Konsolidasi Timbunan 16 m        | 4,101                        | 0,1388 m                 |
| 17 | Konsolidasi Timbunan 17 m        | 3,423                        | 0,1892 m                 |
| 18 | Konsolidasi Timbunan 18 m        | 2,886                        | 0,2391 m                 |
| 19 | Konsolidasi Timbunan Akhir       | 2,393                        | 0,3055 m                 |
| 20 | Konsolidasi Timbunan 1 Tahun     | 2,587                        | 0,3383 m                 |
| 21 | Konsolidasi Timbunan 3 Tahun     | 2,640                        | 0,3446                   |
| 22 | Konsolidasi Timbunan 10<br>Tahun | 2,617                        | 0,3459                   |

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Dari hasil dan pembahasan Analisa perhitungan dengan analisis perhitungan numerik permodelan dengan *software Plaxis V20* di atas dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil analisis perhitungan penurunan tanah timbunan ke 15 tanpa diberikan perkuatan pada pemodelan *software plaxis V20* menghasilkan nilai sebesar 0,2947 m dan menghasilkan nilai SF sebesar 1.
2. Hasil dari analisis perhitungan bidang longsor pada tanah timbunan ke 15 tanpa diberikan perkuatan pada pemodelan *software plaxis V20* menghasilkan nilai SF sebesar 1 (kritis).
3. Kemudian hasil dari penurunan konsolidasi akhir menggunakan perkuatan *geofoam* pada pemodelan *software plaxis V20* menghasilkan nilai sebesar 0,3459 m dan menghasilkan nilai SF sebesar 2,617.

#### **5.2. Saran**

1. Perlu dilakukan studi geoteknik lebih mendalam untuk penambahan data pada pengujian tanah agar hasil analisa yang didapatkan lebih akurat.
2. Penggunaan pondasi yang sesuai dengan kondisi tanah dan beban yang akan ditanggung. Pondasi berat seperti pondasi palung atau pondasi berat lainnya dapat membantu mengurangi penurunan tanah.
3. Perlu dilakukan analisa dengan perkuatana yang berbeda-beda untuk mempertimbangkan hasil analisa.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, M. B., Abdelsalam, S. S., & Eskander, S. S. (2019). *Use of Eps for Roadway Embankments on Soft Soils*. April 2021.
- Bokko, J. (2019). Analisis Kelongsoran Jalan Poros Sangalla-Batualu Dengan Program Plaxis. *Journal Dynamic Saint*, 4(1), 764–772. <https://doi.org/10.47178/dynamicsaint.v4i1.690>
- Bowles, J. E. (1989). Sifat-sifat fisis dan Geoteknis Tanah. Erlangga. Jakarta.
- Bowles Joseph E. (1996). Foundation Analysis And Design. In *Foundation Analysis and Desing: Vol. 5 Th'*.
- Das, B. M. (1995). Rekayasa Geoteknis ). *Erlangga*, 258.
- DAS, B. M. (2010). Principles Geotechnical Engineering. In *Encyclopedia of Geology: Volume 1-6, Second Edition* (Vol. 6). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.12508-4>
- DPUPR. (2004). *Perencanaan Konstruksi Timbunan Jalam diatas gambut dengan metode prapembanan*, PD T-06-2004-B.
- El-Kady, M. S., & Badrawi, E. F. (2014). *International Conference on Civil and Architecture Engineering Effect of Geofoam on Slope Stabilizing*. 27–29.
- Hardiyatmo, H. C. (2002). Mekanika Tanah I Jilid III. *Gadjah Mada University Press*, 1.
- Kurniawan, A., & Rahayu, H. (2022). Kajian Stabilitas Tanah Dengan Steel Sheet Pile Dan Corugated Concrete Sheet Pile Pada Tikungan Luar Sungai Citanduy. *Science and Engineering National Seminar 7 ( SENS 7)*, 7(Sens 7).
- Mulyono, T. (2022). *Klasifikasi Tanah*. March.
- Rahardjo, P. P., Anggoro, B. W., Wijaya, M., & Seourin, D. P. (2023). EPS-Geofoam as Lightweight material for Replacement of Embankment Fill to Overcome Landslide Problems at STA 40+200 of Cisumdawu Toll Road, West Java. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1249(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1249/1/012001>
- Saefudin, S. (1986). Konservasi Tanah dan Air. Pustaka Buana. Bandung. Samtani, N., & Nowatzki, PE, Ph.D., E. (2006). *Reference Manual – Volume I*. II(132012).

- Srivastava, D. K., Srivastava, A., Misra, A. K., & Sahu, V. (2019). Sustainability assessment of EPS-geofoam in road construction: a case study. *International Journal of Sustainable Engineering*, 12(5), 341–348. <https://doi.org/10.1080/19397038.2018.1508319>
- Widyatama & Suprpty. (2018). Bab II Landasan Teori. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Wyllie, D. C., & Mah, C. W. (2017). Rock slope engineering: Civil and mining, 4th edition. *Rock Slope Engineering: Fourth Edition*, 1–432. <https://doi.org/10.1201/9781315274980>
- Yogaswara, D. (2021). Penanganan Tanah Lunak pada Timbunan Tinggi di Area Akses Rancakalong Sta. 0+675 – Sta. 0+775 Jalan Tol Cisumdawu. *Jurnal Konstruksi*, 18(2), 93–100. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.18-2.835>

