

**ANALISIS PERBANDINGAN STABILITAS *RETAINING WALL* DENGAN PERKUATAN DAN TANPA PERKUATAN PADA *REST AREA* KM 456 TOL SEMARANG-SOLO**

**Alan Crespo<sup>1</sup>, Sugeng Purwanto<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tangerang  
Jl. Perintis Kemerdekaan I No. 33, Cikokol, Kec. Tangerang, Kota Tangerang, Provinsi Banten

\*Co Responden Email: [alan Crespo01@gmail.com](mailto:alan Crespo01@gmail.com)

**Abstrak**

*Didasari oleh pentingnya kebutuhan akan konstruksi Rest area, saya mengambil studi kasus tentang pembangunan rest area pada proyek rest area km 456 Semarang-Solo dengan konsentrasi khusus pada dinding penahan tanah dengan tipe Mechanically Stabilized Earth (MSE) sistem Geoframe. Metode penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dimana penelitian ini lebih berfokus pada analisa stabilitas dinding penahan tanah dengan tipe Mechanically Stabilized Earth (MSE) sistem geoframe dengan data berupa hasil boring log dan cone penetration test (CPT) yang kemudian data tersebut disimpulkan menjadi sebuah properti material tanah sebagai parameter untuk melakukan simulasi numerik. Hasil analisis perbandingan penurunan tanah pada dinding penahan tanah yang diberi perkuatan dan tidak diberi perkuatan geotekstil bahwa penurunan tanah pada lereng lebih besar terjadi pada dinding penahan tanah tanpa diberi perkuatan geotekstil dengan nilai 0,08 m dibandingkan dengan yang diberi perkuatan geotekstil dengan nilai 0,07 m. Hasil analisis perbandingan safety factor pada dinding penahan tanah yang diberi perkuatan didapatkan hasil sebesar 2,3302 sedangkan dinding penahan tanah yang tidak diberi perkuatan geotekstil didapatkan hasil sebesar 1,2123.*

**Kata kunci:** Geotekstil, Mechanically Stabilized Earth (MSE), Retaining Wall

**Abstract**

*Driven by the importance of the need for rest area construction, I have chosen a case study on the development of the rest area at km 456 Semarang-Solo, with a special focus on the retaining walls using the Mechanically Stabilized Earth (MSE) system with Geoframe. This research employs a quantitative method, concentrating on the stability analysis of the retaining walls with the Mechanically Stabilized Earth (MSE) system using data from boring logs and cone penetration tests (CPT). This data is then summarized into soil material properties as parameters for conducting numerical simulations. The results of the comparative analysis of ground settlement on retaining walls with and without geotextile reinforcement show that the settlement on the slope is greater for the retaining wall without geotextile reinforcement, measuring 0.08 m, compared to the one with geotextile reinforcement, which measures 0.07 m. The analysis of the safety factor for the retaining wall with reinforcement yielded a result of 2.3302, while the retaining wall without geotextile reinforcement yielded a result of 1.2123.*

**Keyword:** Geotextile, Stabilized Earth (MSE), Retaining Wall

**I. PENDAHULUAN**

Menstabilkan suatu lereng merupakan tantangan yang cukup unik. Seringkali masalah erosi dan pergerakan lereng terjadi karena kurangnya vegetasi, tingginya permukaan air, drainase yang buruk, dan lereng yang terlalu terjal. *Geoframe* merupakan salah satu solusi yang sangat ramah lingkungan untuk mengatasi masalah stabilitas lereng pada area timbunan dengan lahan terbatas

sehingga membutuhkan kemiringan lereng yang terjal bahkan hampir tegak.

*Geoframe* adalah sebuah sistem perkuatan lereng atau dinding penahan tanah yang terdiri dari material *geogrid*, geotekstil *non-woven*, dan *frame*. Fungsi dari material *geogrid* adalah memberikan perkuatan melalui kekakuan yang tinggi dalam menahan gaya yang bekerja pada lereng atau dinding *geoframe*. Fungsi dari material geotekstil *non-woven* adalah

sebagai lapisan penyaring agar butiran tanah tidak tererosi namun memungkinkan air keluar dari sistem dinding *geoframe*. Fungsi dari material *frame* adalah sebagai material pengkaku dan memberikan kerapihan *facing* yang baik dalam sistem dinding penahan tanah.

Dasar dari perkuatan tanah terutama tanah yang berada di sekitar lereng adalah kekuatan dan stabilitas dari sistem dinding penahan tanah. *Geoframe* merupakan pengganti perkuatan dinding batu kali dan dinding beton. Fungsi yang stabil dari *geoframe* sebagai perkuatan lereng, dinding penahan tanah, dan perkuatan timbunan karena adanya kuat tarik material *geogrid* yang mengikat pada tanah timbunan. Hal ini menyebabkan stabilitas pada tanah sekitar lereng sangat kuat.

Sistem *geoframe* merupakan kombinasi antara perkuatan tanah manual menggunakan *geogrid* dan *geoframe*, yang merupakan *galvanized wiremesh* yang dipasang sebagai *facing*. Sistem *geoframe* menyediakan kekuatan yang mampu menggantikan perkuatan konvensional seperti bronjong atau perkuatan tanah kaku lainnya.

Didasari oleh pentingnya kebutuhan akan konstruksi *rest area*, saya mengambil studi kasus tentang pembangunan *rest area* pada proyek *rest area* km 456 Semarang-Solo dengan konsentrasi khusus pada dinding penahan tanah dengan tipe *Mechanically Stabilized Earth (MSE)* sistem *Geoframe*.

*Geoframe* adalah sebuah sistem perkuatan lereng atau dinding penahan tanah yang terdiri dari material *geogrid*, geotekstil *non-woven*, dan *frame*. Fungsi dari material geotekstil *non-woven* adalah sebagai lapisan penyaring agar butiran tanah tidak tererosi namun memungkinkan air keluar dari sistem dinding *geoframe*. Fungsi dari material *frame* adalah sebagai material pengkaku dan memberikan kerapihan *facing* yang baik dalam sistem dinding penahan tanah.

Dasar dari perkuatan tanah terutama yang berada di sekitar lereng adalah kekuatan dan stabilitas dari sistem dinding penahan tanah. *Geoframe* merupakan pengganti perkuatan dinding batu kali dan dinding beton. Fungsi yang stabil dari *geoframe* sebagai perkuatan lereng, dinding penahan tanah, dan perkuatan timbunan karena adanya kuat tarik material *geogrid* yang mengikat pada tanah timbunan. Hal ini menyebabkan stabilitas pada tanah sekitar lereng sangat kuat.

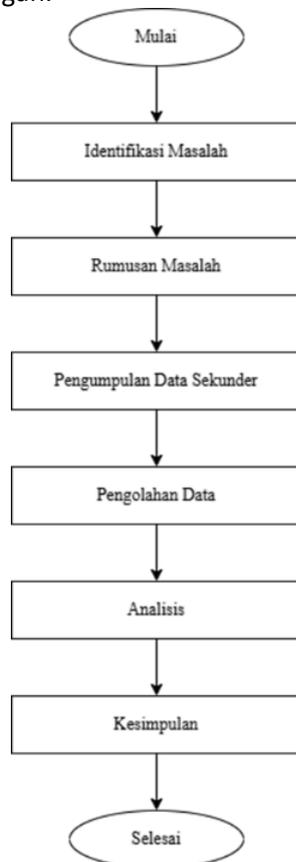
Geotekstil banyak digunakan untuk perkuatan tanah dasar pada struktur perkerasan jalan. Geotekstil juga telah sering digunakan untuk stabilisasi timbunan badan jalan yang terletak pada pondasi tanah lunak. Pengaruh penting yang menguntungkan dari macam-macam pemakaian geotekstil untuk perkuatan timbunan adalah berfungsi utama sebagai pemisah, geotekstil juga berfungsi sebagai tulangan atau perkuatan yang menaikkan kapasitas dukung tanah dasar oleh kekuatan komposit tanah dengan geotekstil.

Geotekstil meliputi woven (tenun) dan non-woven (tanpa tenun). Tenun dihasilkan dari interlaying antara benang-benang melalui proses tenun, sedangkan non-woven dihasilkan dari beberapa proses seperti: *heat bonded* (dengan panas), *needle punched* (dengan jarum), dan *chemical bonded* (menggunakan bahan kimia). Baik woven maupun non-woven dihasilkan dari benang dan serat polimer terutama: *polypropelene*, *poliester*, *polythilene* dan *polyamide*.

Timbunan yang dibangun pada tanah lunak mempunyai kecenderungan bergerak ke arah lateral, karena akibat dari tekanan tanah horizontal yang bekerja pada timbunan tersebut. Tekanan ini menyebabkan timbulnya tegangan geser pada dasar timbunan yang harus ditahan oleh tanah pondasi yang lunak tersebut agar tidak mengalami keruntuhan. Oleh karena itu, pada dasar timbunan dapat dipasang geotekstil dengan kuat tarik tinggi yang berguna untuk menambah nilai stabilitas timbunan tersebut

## II. METODOLOGI

Metode penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dimana penelitian ini lebih berfokus pada analisa stabilitas dinding penahan tanah dengan tipe *Mechanically Stabilized Earth (MSE)* sistem *geoframe* dengan data berupa hasil boring log dan *cone penetration test (CPT)* yang kemudian data tersebut disimpulkan menjadi sebuah properti material tanah sebagai parameter untuk melakukan simulasi numerik dan mendapatkan *output* berupa angka yang akan digunakan untuk perbandingan.



Gambar 2.1 Diagram alir

Adapun metode yang digunakan dalam proses analisis dinding penahan tanah yang diberi perkuatan dan tanpa perkuatan meliputi:

1. Identifikasi masalah adalah proses mengenali dan memahami permasalahan. Tujuannya untuk menemukan akar penyebab masalah sehingga dapat dicarikan

solusi. Tahap pertama yang dilakukan adalah mengidentifikasi masalah tentang dinding penahan tanah pada segmen 15 terkait kontur tanah, karakteristik tanah, dan kemiringan lereng.

2. Rumusan masalah adalah pernyataan yang jelas dan terfokus mengenai masalah yang ingin diselesaikan. Fungsi dari rumusan masalah itu sendiri sebagai panduan untuk menentukan tujuan, metode, dan arah penyelesaian masalah. Tahap kedua yang dilakukan adalah merumuskan masalah mengenai berapakah perbandingan nilai penurunan dinding penahan tanah tanpa perkuatan dengan dinding penahan tanah yang diperkuat dengan sistem *geoframe* dan bagaimana perbandingan nilai angka aman (*safety factor*) pada dinding penahan tanah tanpa perkuatan dengan dinding penahan tanah yang diperkuat dengan sistem *geoframe*.
3. Pengumpulan data-data sekunder meliputi data *boring log* atau NSPT, data *cone penetration test (CPT)* atau sondir, *Shop Drawing*, *resume* stabilitas timbunan.
4. Pengolahan data *boring log* atau NSPT, dan data *cone penetration test (CPT)* atau sondir diolah menjadi sebuah data parameter tanah untuk diinput kedalam proses analisis numerik.
5. Metode yang digunakan dalam menganalisis data yang sudah didapatkan yaitu: Metode analisis menggunakan *software* (Plaxis 8.6 2D). Metode ini digunakan untuk mengetahui perbandingan nilai penurunan, nilai angka aman pada dinding penahan tanah tanpa perkuatan dengan dinding penahan tanah yang diberikan perkuatan dengan sistem *geoframe*.

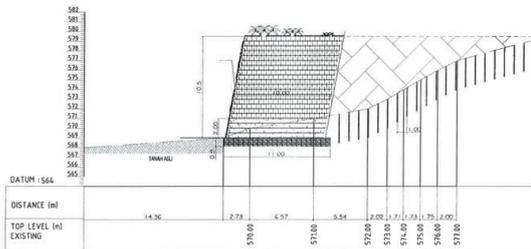
6. Tahap akhir adalah menyimpulkan mengenai perbandingan penurunan dan safety faktor dinding penahan tanah yang diberi perkuatan dan tanpa perkuatan.

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada penelitian ini akan menjelaskan bagaimana analisis perbandingan stabilitas dinding penahan tanah yang di beri perkuatan dan tanpa perkuatan pada Rest Area Semarang-Solo Km 456 menggunakan Software Plaxis 2D 8.6.

**3.1 Analisa Data Lereng**

Data lereng diperoleh dari proyek Pembangunan Rest area Km 456 Tol Semarang-Solo yang telah dikerjakan oleh PT. Astari Marga Sarana. Mengacu pada data yang diperoleh, gambar potongan melintang lereng dapat dilihat pada Gambar 3.1



SEGMENT 15  
SCALE 1 : 150

Gambar 3.1 Potongan melintang lereng segmen 15.

Sumber: PT. Astari Marga Sarana

**3.2 Data Parameter Tanah dan Beban**

**3.2.1 Data Parameter Tanah**

Selain data potongan jalan, diperoleh data parameter tanah yang digunakan pada proyek. Data parameter tanah tersebut dapat dilihat pada Tabel berikut ini

Tabel 3.1 Data Parameter Tanah

Name	Type	$\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{unsat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$V'$ [-]	$E_{int}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$C_{int}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Phi$ [°]	$Cc/Cs$
Dense Sand	Drained	19.6	17.6	0.3	40000	10	35	
Softclay	Undrained	17.6	15.9	0.3	-	25	18	0.4/0.04
Base	Drained	21	21	0.2	70000	3	50	
gabion	Drained	18	16	0.3	30000	10	33	
Timbunan	Drained	15	13	0.3	12000	40	23	
Geoframe	Drained	15	13	0.3	10000	40	20	
Filler tanah	Drained	15	13	0.3	10000	40	20	
padas	Drained	18	16	0.3	20000	8	30	
Sirtu	Drained	18	16	0.3	20000	8	30	
Perbaikan Tanah	Undrained	14	12	0.3	4000	12	8	
padas tidak padat	Undrained	14	12	0.3	4000	12	8	

Sumber: PT Astari Marga Sarana

**3.2.2 Data Beban Gempa**

Beban rencana:

a) Geostatik

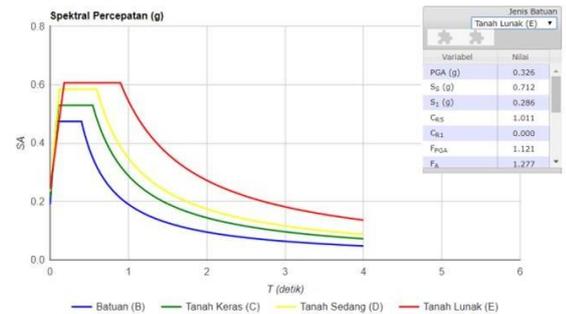
Backfill: 15kN/m<sup>3</sup>

Lalu lintas: 20 kN/m<sup>3</sup>

b) Beban dinamik

Daerah Tol Semarang-Solo Km

456 memiliki nilai GPA: 0.32



Gambar 3.2 Nilai PGA daerah Tol Semarang-Solo Km 456

Sumber: PT. Geoforce Indonesia

**3.2.3 Data Geotekstil**

Data geotekstil yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.2 Data Geotekstil

Parameter	Notasi	Nilai	Satuan
KuatTarik	T	60	kN/m
Ijin			
Regangan	$\epsilon$	20	%
Kekakuan	EA	260	kN/m
Normal			

Sumber: PT. Teknikindo Geosistem Unggul

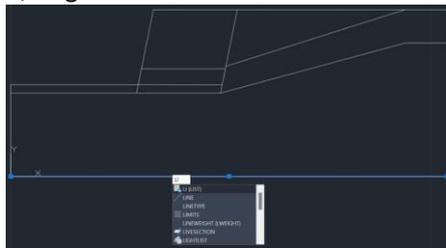
**3.3 Analisa Stabilitas Dinding Penahan Tanah Tanpa Perkuatan**

Langkah pertama yang dilakukan adalah mencari *safety factor* dari timbunan tanah asli tanpa tambahan perkuatan dan

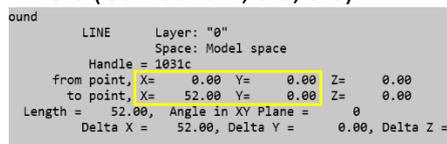
mencari bentuk bidang longsor dari timbunan tanah asli. Dalam menganalisis dua hal tersebut digunakan *software* PLAXIS 2D 8.6. Analisis yang ditampilkan dibawah ini adalah timbunan dengan tinggi 10 meter dengan berikut tahap-tahap analisa stabilitas dinding penahan tanah tanpa perkutan dengan ketinggian 10 meter.

a. Pemodelan Timbunan 10 meter

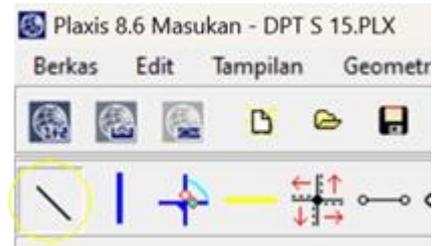
Pemodelan awal timbunan menggunakan data potongan melintang lereng dan data parameter tanah yang diperoleh, pemodelan meliputi geometri timbunan, properti tanah, beban merata sebesar 20 kN/m akibat beban struktur dan lalu lintas. Sementara beban gempa berdasarkan peta zonasi gempa Indonesia diperoleh percepatan puncak sebesar 0,3-0,4 g. Berdasarkan Melo dan Sharma (2004) beban gempa tersebut dikalikan 1/3 hingga 1/3 dari PGA. Maka dari itu digunakan beban sebesar 1/3 dari 0,4 g yaitu sebesar 0,13 g.



Gambar 3.3 Modeling di Autocad  
Modeling di Autocad adalah langkah untuk mempermudah pemodelan di Plaxis 2D 8.6 dengan cara mengambil koordinat suatu garis gambar yang akan di inputkan ke software Plaxis 2D 8.6 (Gambar 3.4, 3.5, 3.6).

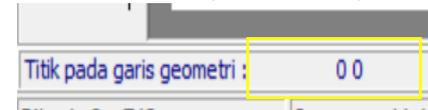


Gambar 3.4 Output koordinat dari autocad

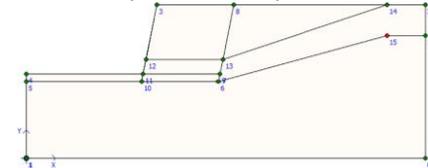


Gambar 3.5 Garis geometri

Sebelum menginputkan koordinat dari autocad ke plaxis harus mengklik icon garis geometri terlebih dahulu (Gambar 3.4).

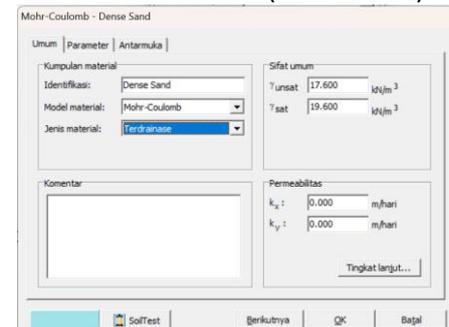


Gambar 3.6 Input titik koordinat  
Setelah mengklik icon garis geometri kemudian inputkan output koordinat dari autocad ke kolom tersebut (Gambar 3.5).



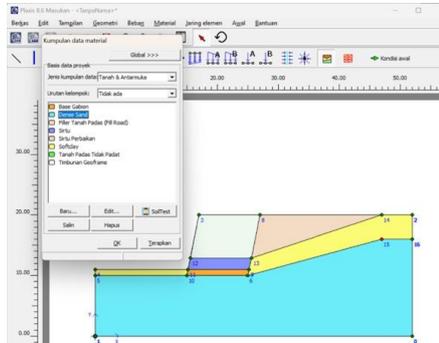
Gambar 3.7 Model gambar di Plaxis 2D 8.6

Setelah koordinat-koordinat garis di autocad di inputkan ke Plaxis 2D 8.6 maka dinding penahan tanah telah berhasil dimodelkan (Gambar 3.6).



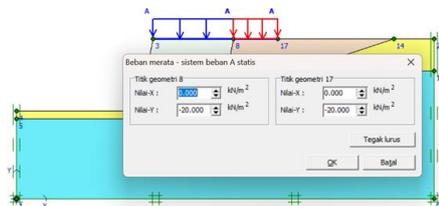
Gambar 3.8 Input parameter data tanah

Data tanah yang di inputkan pada gambar tersebut dapat di lihat pada Tabel 3.1 Data parameter tanah.



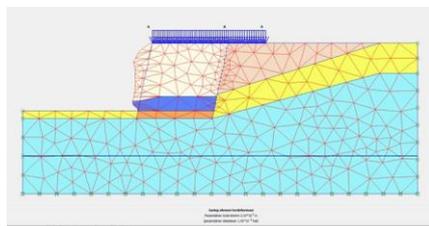
Gambar 3.9 Data tanah telah terinput

Setelah data-data tanah telah di inputkan sesuai data pada tabel 3.1 maka telah berhasil untuk menyesuaikan kondisi atau karakteristik tanah pada lokasi proyek.



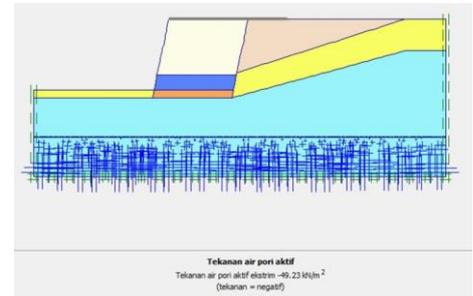
Gambar 3.10 Input beban

Input beban dilakukan ketika model dinding penahan tanah telah selesai di modelkan sesuai kondisi dilapangan (Gambar 3.10).



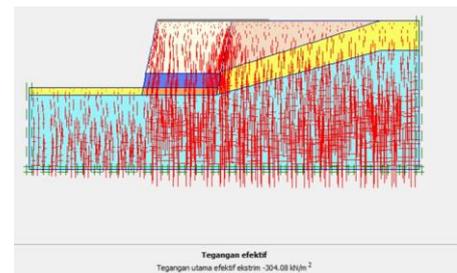
Gambar 3.11 General meshing

Setelah selesai melakukan pemodelan maka dilakukan tahapan *meshing*. Tingkat kekerasan *meshing* yang digunakan pada level halus. Hasil *general meshing* dapat dilihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3.12 Tekanan pori air

Setelah melakukan *general meshing* langsung dilanjutkan ke perhitungan kondisi awal. Pertama menentukan tekanan pori air yang terjadi. Tekanan pori air dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.13 General initial stress

Setelah mengetahui tekanan pori air, kemudian ke tahapan menentukan *initial stress* (Gambar 3.13).

- b. Tahapan kalkulasi dinding penahan tanah tanpa perkuatan.

Setelah menyelesaikan tahapan pemodelan, maka masuk tahap kalkulasi. Tahapan kalkulasi pertama adalah memasukkan *Base Soil*, kedua timbunan, ketiga beban struktur dan beban lalu lintas, keempat adalah perhitungan *safety factor* beban struktur, dan yang kelima adalah terkait konsolidasi.

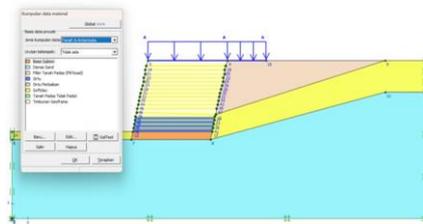
### 3.4 Analisa Stabilitas Dinding Penahan Tanah yang Diberi Perkuatan

- a. Pemodelan dinding penahan tanah yang diberi perkuatan.

Untuk pemodelan hampir sama dengan pemodelan dinding penahan tanah tanpa perkuatan baik beban dan karakteristik tanahnya perbedaannya terletak pada adanya perkuatan pada dinding penahan ini yaitu berupa material geotekstil yang dimodelkan untuk setiap lapisan tanahnya.

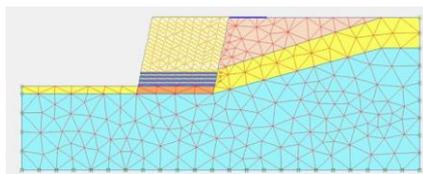


Gambar 3.14 Input material geogrid



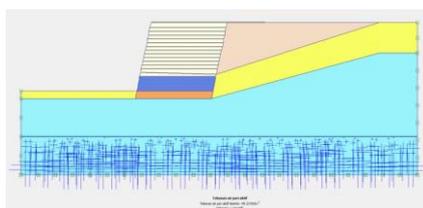
Gambar 3.15 Model dengan tambahan perkuatan geotekstil

Material geotekstil diberikan setiap tingkat kepadatan tanah sebesar 50 cm (Gambar 3.15).



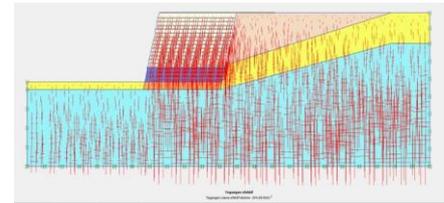
Gambar 3.16 General meshing

Setelah selesai melakukan pemodelan maka dilakukan tahapan meshing. Tingkat kekerasan meshing yang digunakan pada level halus (Gambar 3.16).



Gambar 3.17 Tekanan pori air

Setelah melakukan general meshing, langsung dilanjutkan ke perhitungan kondisi awal. Pertama menentukan tekanan pori air yang terjadi (Gambar 3.17).



Gambar 3.18 General initial stress

Setelah mengetahui tekanan pori air, kemudian masuk ke tahapan menentukan initial stress (Gambar 3.18).

- b. Tahapan kalkulasi dinding penahan tanah diberi perkuatan.

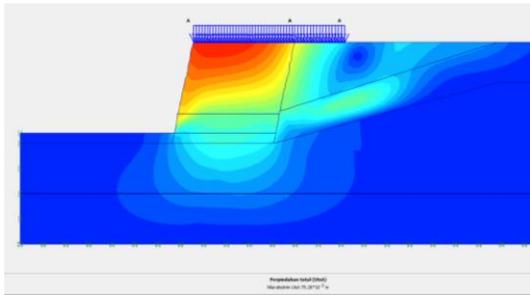
Setelah menyelesaikan tahapan pemodelan, maka masuk tahap kalkulasi. Tahapan kalkulasi pertama adalah memasukkan Base Soil, kedua timbunan, ketiga beban struktur dan beban lalu lintas, keempat adalah perhitungan safety factor beban struktur, dan yang kelima adalah terkait konsolidasi.

### 3.5 Hasil analisis perbandingan penurunan tanah pada dinding penahan tanah yang diberi perkuatan dan tanpa perkuatan geotekstil.

Tabel 3.2 Perbandingan penurunan tanah

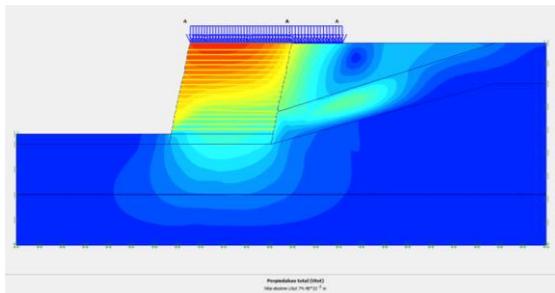
DPT	Tinggi Timbunan (m)	Penurunan Tanah (m)
Diberi Perkuatan	10	0,07
Tanpa Perkuatan	10	0.08

Sumber: data peneliti



Gambar 3.4 Penurunan tanah pada dinding penahan tanah tanpa perkuatan

Sumber: data peneliti



Gambar 3.5 Penurunan tanah pada dinding penahan tanah yang diberi perkuatan

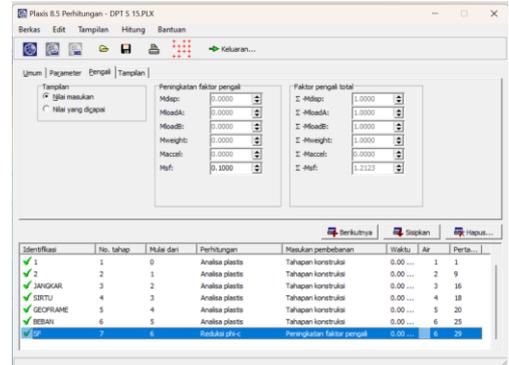
Sumber: data peneliti

Dari tabel 3.2 disimpulkan bahwa penurunan tanah pada lereng lebih besar terjadi pada dinding penahan tanah tanpa diberi perkuatan geotekstil dengan nilai 0,08 m dibandingkan dengan yang diberi perkuatan geotekstil dengan nilai 0,07 m. Deformasi penurunan tanah pada dinding penahan tanah tanpa kekuatan dapat dilihat pada (Gambar 3.4), dan penurunan tanah pada dinding penahan tanah yang diberi perkuatan dapat dilihat pada (Gambar 3.5).

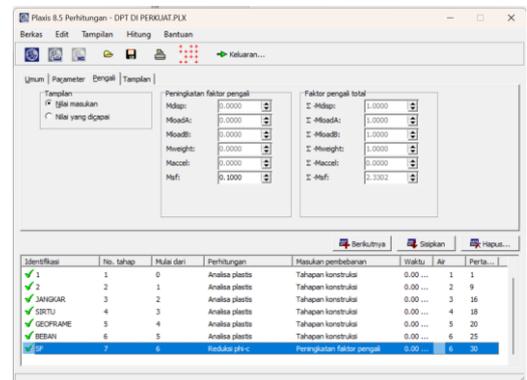
### 3.6 Perbandingan safety factor pada dinding penahan tanah.

Tabel 3.3 Perbandingan safety factor

DPT	Tinggi Timbunan (m)	Safety Factor
Diberi Perkuatan	2,3301	2,3302
Tanpa Perkuatan	1,2123	1,2123



Gambar 3.6 hasil Kalkulasi dinding penahan tanah tanpa perkuatan  
Sumber: data peneliti



Gambar 3.7 Hasil Kalkulasi dinding penahan tanah yang diberi perkuatan  
Sumber: data peneliti

Dari tabel 3.3 disimpulkan bahwa perbandingan *safety factor* pada dinding penahan tanah yang diberi perkuatan didapatkan hasil sebesar  $\sum$  -Msf: 2,3302 (Gambar 3.6), sedangkan dinding penahan tanah yang tidak diberi perkuatan geotekstil didapatkan hasil sebesar  $\sum$  -Msf: 1,2123 (Gambar 3.7).

## IV. KESIMPULAN

1. Penurunan tanah pada lereng lebih besar terjadi pada dinding penahan tanah tanpa diberi perkuatan geotekstil dengan nilai 0,08 m dibandingkan dengan yang diberi perkuatan geotekstil dengan nilai 0,07 m.
2. Dinding penahan tanah yang diberi perkuatan didapatkan hasil sebesar 2,3302 sedangkan dinding penahan tanah yang tidak diberi perkuatan geotekstil didapatkan hasil

---

sebesar 1,2123. Dapat dibandingkan bahwa dinding penahan tanah yang diberi perkuatan lebih besar angka keamanannya dibandingkan dinding penahan tanah tanpaperkuatan geotekstil.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- Kharisma, H. I. 2020, "Analisa Stabilitas Lereng Menggunakan Geotekstil Dengan Program Plaxis". *Skripsi*, Fakultas Teknik, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta, Yogyakarta.
- Murti, A. W. 2023, "Analisis Perbandingan Alternatif Perkuatan Stabilitas Lereng Pada Rest area Jalan Tol Semarang-Solo (Studi Kasus Rest area Km.456)". *Tesis*, Program Pasca Sarjana Teknik Sipil, Universitas Islam Sultan Agung Semarang, Semarang.
- Rahmi, A. 2023 "Analisis Perkuatan Tanah Menggunakan Mechanically Stabilized Earth (MSE) Wall Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Ruas Pekanbaru-Padang". *Skripsi*, fakultas teknik, Universitas Medan Area, Medan.
- Soedarmo, G. D., dan Purnomo, E. 1997, *Mekanika Tanah 1*. Kanisius : Yogyakarta.