

STUDI PENGGUNAAN MATERIAL GEOSINTETIK SEBAGAI KONSTRUKSI ALTERNATIF PADA PROYEK DINDING PENAHAN TANAH CIMANGGIS

Matthew Ephraim¹ dan Andryan Suhendra²

¹Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta
matthew.325180144@stu.untar.ac.id

²Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta
andryansuhendra@yahoo.com

Masuk: 18-01-2022, revisi: 11-02-2022, diterima untuk diterbitkan: 22-02-2022

ABSTRACT

Retaining wall is a structure that is used to provide stability to the soil to prevent the collapse of slopes whose ability cannot be guaranteed by the soil itself. To improve safety, reinforcement materials are used, namely geosynthetic materials in the form of geogrids which have capabilities equivalent to conventional methods such as reinforced concrete. This study was conducted to determine how much influence the anchorage length with 3 variations, namely normal, stepped wall, trapezoidal wall. The work begins with calculating slope stability using MIDAS GTS NX to calculate the overall safety factor and the deformation, then using manual calculation to calculate the safety factor against overturning and sliding. The results of the analysis shows that the safety factor based on calculations using MIDAS GTS NX ranges from 5,4 to 5,6 and based on manual calculations are 4,2 to 5,1 for sliding and 4 to 5,1 for rolling. From the results of the deformation analysis, it is found that the total deformation is in the range of 0,29 m to 0,4 m and for the horizontal in the range of 0,01 m to 0,025 m.

Keywords: geogrid, anchorage length, MIDAS GTS NX, safety factor, deformation.

ABSTRAK

Dinding penahan tanah merupakan struktur bangunan yang digunakan untuk menahan tanah atau memberikan kestabilan pada tanah untuk mencegah terjadinya keruntuhan tanah pada lereng, dimana tanah tersebut tidak dapat menjamin kemampuan ketahanannya sendiri.. Untuk meningkatkan keamanan maka digunakan material perkuatan yaitu material geosintetik berupa geogrid yang memiliki kemampuan yang setara dengan metode konvensional seperti beton bertulang. Serta lebih kuat dari serangan mikroba karena terbuat dari bahan polimer. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa berpengaruh panjang penjangkaran dengan 3 variasi yaitu normal, stepped wall, trapezoidal wall. Pekerjaan dimulai dengan menghitung stabilitas tanah dengan penggunaan program metode elemen hingga berupa MIDAS GTS NX untuk mendapatkan faktor keamanan secara keseluruhan serta menghitung deformasi yang terjadi, kemudian dilanjutkan dengan perhitungan manual untuk mendapatkan faktor keamanan terhadap geser dan guling. Dari hasil analisis menunjukkan bahwa faktor keamanan berdasarkan perhitungan melalui MIDAS GTS NX berkisar antara 5,4 hingga 5,6 dan berdasarkan perhitungan manual yaitu 4,2 hingga 5,1 untuk geser dan 4 hingga 5,1 untuk guling. Dari hasil analisis deformasi didapatkan hasil untuk deformasi total pada kisaran 0,29 m hingga 0,4 m dan untuk horisontal pada kisaran 0,01 m hingga 0,025 m.

Kata kunci: geogrid, panjang penjangkaran, MIDAS GTS NX, faktor keamanan, deformasi.

1. PENDAHULUAN

Dinding penahan tanah merupakan salah satu infrastruktur yang sangat penting pada kehidupan manusia. Pada bidang konstruksi, tanah di Indonesia banyak yang memiliki kondisi tanah yang rawan longsor dan memiliki kondisi tanah yang lunak, sehingga digunakan dinding penahan tanah, agar kondisi tanah menjadi stabil, meningkatkan keamanan terhadap longsor dan pembangunan di daerah sekitar dapat berjalan lancar tanpa adanya resiko terjadi longsor. Pada proyek dinding penahan tanah di kawasan Cimanggis ini, merupakan dinding penahan tanah yang dibuat karena akan adanya pembangunan suatu jalan raya. Kondisi tanah yang tidak datar dan adanya risiko terjadi longsor, digunakan dinding penahan tanah berupa *backfill*. Studi penelitian dilakukan untuk mencari tahu apakah ada cara lain untuk menjaga kondisi tanah sekitar selain dengan penggunaan *backpile*. Studi penelitian yang dilakukan adalah dinding beton dengan perkuatan menggunakan material geosintetik berupa *geogrid*, yang memiliki kekuatan dalam menahan tarik seperti penggunaan penulangan pada konstruksi bangunan. Selanjutnya, dilakukan juga studi jenis variasi manakan dari 3 variasi dasar dinding penahan tanah dengan perkuatan geogrid yang memiliki factor keamanan paling

besar sehingga aman untuk digunakan dan manakah yang memiliki deformasi terbesar. Analisis dilakukan dengan menggunakan bantuan aplikasi MIDAS GTS NX. Agar perbandingan dapat di nyatakan setara, maka ketentuan desain dari semua variasi disamakan dalam hal tinggi dinding, jarak spasi vertikal, kedalaman *abudment*, dan jenis timbunan yang digunakan.

Batasan Masalah

- Data tanah yang digunakan berdasarkan hasil uji laboratorium dan lapangan proyek DPT di Cimanggis, Depok, Jawa Barat.
- Analisis dilakukan dengan bantuan program berbasis elemen hingga yaitu MIDAS GTS NX dan program lainnya bila diperlukan.
- Jenis geosintetik yang di gunakan adalah *geogrid*.
- Jenis tanah yang digunakan sebagai material *backfill* adalah lempung kelanauan (*silty clay*).
- Pemodelan menggunakan *geogrid* dengan dinding beton.
- Kondisi tanah dasar merupakan tanah keras, sehingga tidak terjadi kegagalan struktur karena kegagalan fondasi.
- Tidak memperhitungkan gaya luar.
- Pengaruh tekanan air tanah diabaikan.
- Tidak diperhitungkan pengaruh getaran akibat gempa.

Tujuan Penelitian

- Mengetahui konfigurasi panjang penjangkaran yang paling optimal untuk digunakan pada DPT dengan menggunakan *geogrid* terhadap stabilitas struktur.
- Mengetahui pengaruh penggunaan tanah *silty clay* sebagai bahan *backfill* dari DPT dengan menggunakan *geogrid*.

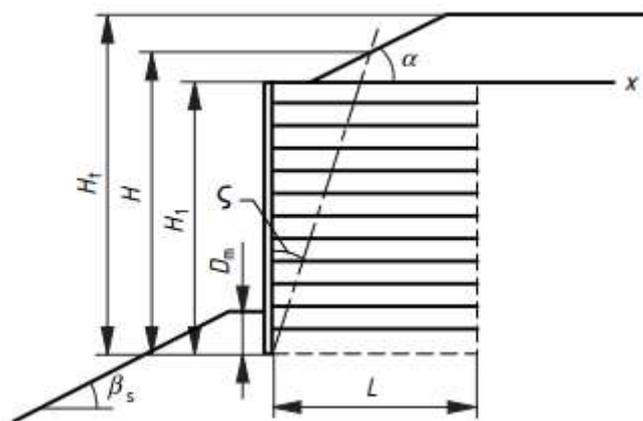
Tanah

Menurut (Das B. M., 1995) Tanah merupakan material yang terdiri dari butiran mineral-mineral padat yang tidak melekat satu dengan yang lain dan terbentuk dari bahan organik yang telah lapuk menjadi partikel padat beserta zat cair dan gas yang mengisi rongga antar partikel-partikel padat tersebut.

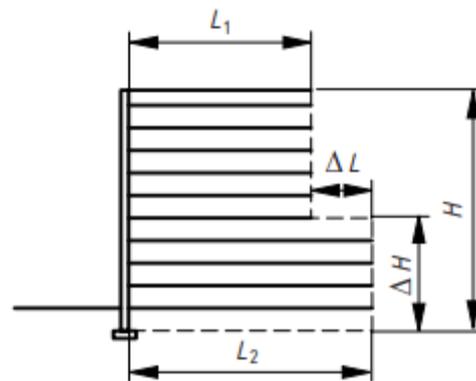
Geogrid

Menurut (GTM Geotextile Indonesia, 2021) *Geogrid* adalah salah satu jenis material geosintetik yang memiliki bentuk menyerupai jaring. Penggunaan material *geogrid* pada dasarnya sama saja seperti penggunaan tulangan pada bangunan, yaitu untuk memperkuat pada kondisi tanah lunak dan menahan gaya tarik.

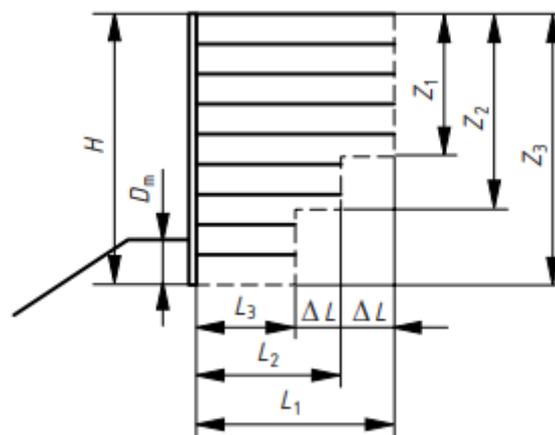
Berdasarkan buku oleh (British Standard, 2010), terdapat 3 jenis desain berdasarkan panjang penjangkaran yaitu panjang penjangkaran seragam pada Gambar 1, *Stepped wall* pada Gambar 2 dan *Trapezoidal wall* pada Gambar 3.



Gambar 1. *Rectangular cross section* (Sumber : British Standard, 2010)



Gambar 2. *Stepped cross section* (Sumber : British Standard, 2010)



Gambar 3. *Trapezoidal cross section* (Sumber : British Standard, 2010)

MIDAS GTS NX

Program MIDAS GTS NX merupakan program analisis geoteknik yang menggunakan metode elemen hingga (finite element method) dua dimensi, yang digunakan untuk merencanakan pondasi, menganalisis deformasi, stabilitas pada tanah, menghitung tegangan-tegangan yang terjadi pada timbunan dan lain sebagainya. Metode elemen hingga merupakan metode yang dipakai secara luas untuk menyelesaikan masalah-masalah rekayasa struktural berbasis komputer.

Tekanan Tanah Lateral

Menurut Hardiyatmo & Christandy (2010), untuk merancang dinding penahan tanah diperlukan pengetahuan mengenai tekanan tanah lateral. Besar dan distribusi tekanan tanah pada dinding penahan tanah sangat bergantung pada regangan lateral tanah relatif terhadap dinding. Jika analisis tidak sesuai dengan apa yang sebenarnya terjadi, maka dapat mengakibatkan kesalahan perancangan. Oleh sebab itu, adalah sangat penting untuk menghitung besarnya tekanan tanah lateral akibat tanah yang berada di belakang struktur tersebut agar mampu menahan tekanan tanah secara aman dan juga sebagai parameter perencanaan dalam sejumlah persoalan teknik.

Tekanan air pori dalam tanah urug dapat diabaikan dan konstanta tanah yang terdapat dalam persamaan tekanan tanah lateral mempunyai nilai yang pasti, dapat ditentukan, serta dapat dipercaya. Jika dua syarat ini tidak dipenuhi, tekanan tanah pada dinding akan tidak sesuai dengan teori. Pada tanah urug yang tidak padat atau tidak diberikan sistem drainase yang baik, kelakuan tekanan tanah akan berubah dari waktu ke waktu akibat perubahan iklim. Nilai tekanan maksimum tanah urug yang dipengaruhi oleh perubahan iklim tersebut, akan lebih besar dari tekanan tanah yang dihitung dari teori Rankine maupun Coulomb (Terzaghi & Peck, 1948).

Stabilitas Guling

Berdasarkan Persyaratan Perancangan Geoteknik (SNI 8640:2017), angka faktor keamanan guling minimum yang disyaratkan sebesar 2. Angka faktor keamanan (F_k) terhadap guling dapat diperoleh dari persamaan:

$$FoS = \frac{ResistingMoment}{DrivingMoment} \quad (1)$$

dimana

$$DrivingMoment = \Sigma P_a \times a_d + \Sigma P_q \times a_q \quad (2)$$

$$ResistingMoment = \Sigma P_p \times a_p + \Sigma V \times a_v \quad (3)$$

dengan P_a = tekanan tanah aktif total, a_d = jarak gaya aktif terhadap titik O, P_q = tekanan tanah total akibat gaya luar, a_q = jarak pusat beban luar terhadap titik O, P_p = tekanan tanah pasif total, a_p = jarak gaya pasif terhadap titik O, V = gaya vertikal, a_v = jarak gaya vertikal terhadap titik O.

Stabilitas Geser

Berdasarkan SNI 8460:2017, angka faktor keamanan guling minimum yang disyaratkan sebesar 1,5. Angka faktor keamanan (Fk) terhadap guling dapat diperoleh dari persamaan:

$$FoS = \frac{ResistingForce}{DrivingForce} \quad (4)$$

dimana

$$DrivingForce = \Sigma P_a + \Sigma P_q \quad (5)$$

$$ResistingForce = \Sigma P_p + (\Sigma V) \times \tan\delta + c_a \times B \quad (6)$$

dengan P_a = tekanan tanah aktif total, P_q = tekanan tanah total akibat gaya luar, P_p = tekanan tanah pasif total, V = gaya vertikal, B = lebar telapak dinding penahan tanah, δ = friksi antara dinding dan tanah.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Studi penelitian ini dilakukan dengan menggunakan dua metode perhitungan untuk memperhitungkan faktor keamanan dan deformasi. Metode yang digunakan adalah metode perhitungan dengan metode elemen hingga (MIDAS GTS NX) dan dengan perhitungan manual berdasarkan teori rankine. Analisis ini digunakan untuk membandingkan perbedaan factor keamanan oleh setiap variasi penjangkaran dinding penahan tanah dengan *geogrid* dan mengetahui deformasi yang terjadi pada dinding penahan tanah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah pengerjaan bertahap dari penentuan desain, pemodelan hingga mencapai hasil analisis desain dengan menggunakan aplikasi MIDAS GTS NX dan perhitungan manual.

Penentuan Desain

Desain yang di buat pada penelitian ini terdapat 3 jenis variasi yaitu variasi desain dengan panjang penjangkaran seragam, *stepped wall* dan *trapezoidal wall* seperti yang tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Keterangan Variasi Desain

No.	Variasi Desain	Nilai
1.	Panjang penjangkaran seragam	Spasi vertikal: 0,5 m
		Panjang penjangkaran: 4,2 m (0,7H)
		Spasi vertikal: 0,5 m
2.	<i>Stepped Wall</i>	Panjang penjangkaran 1(L1): 4,2 m (0,7H)
		Panjang penjangkaran 2(L2): 5 m
		Selisih Panjang Penjangkaran: 0,8 m
3.	<i>Trapezoidal Wall</i>	Tinggi untuk penjangkaran 6 m: 2 m ($\geq 2\Delta L$)
		Spasi vertikal: 0,5 m
		Panjang penjangkaran 1(L1): 4,2 m (0,7H)
		Panjang penjangkaran 2(L2): 3,3 m (0,55H)
		Panjang penjangkaran 3(L3): 2,4 m (0,4H)

Selisih Panjang Penjangkaran: 0,9 m

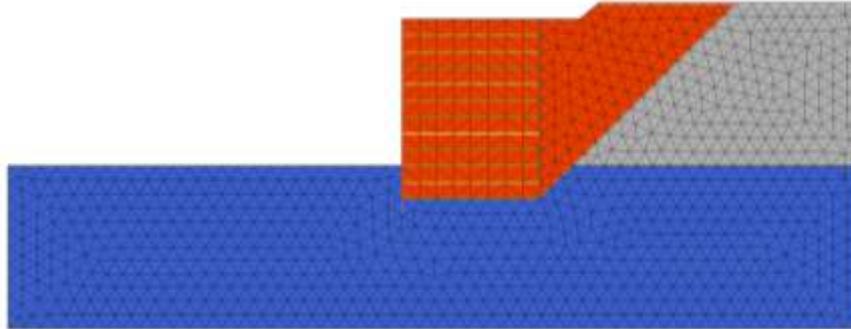
Tinggi untuk penjangkaran 1: 3 m (0,5H)

Tinggi untuk penjangkaran 2: 4,5 m (0,75H)

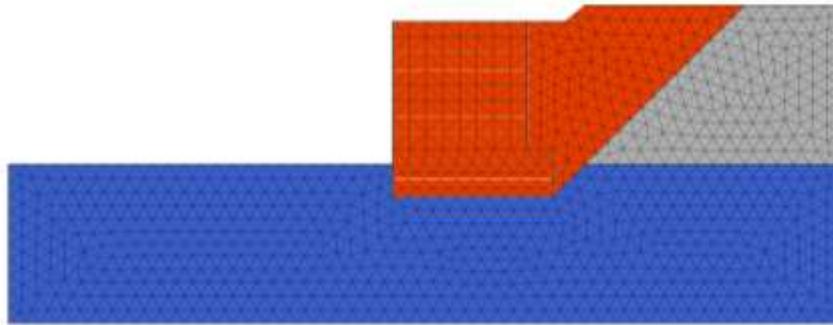
Tinggi untuk penjangkaran 3: 6 m (H)

Pemodelan

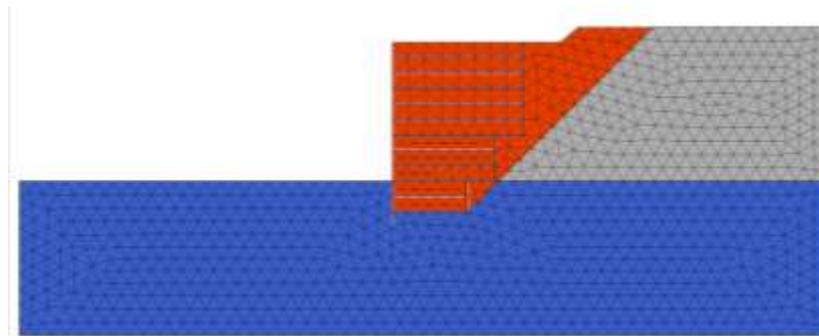
Setelah menentukan desain bangunan yang akan di uji, selanjutnya untuk memulai analisis adalah dengan memodelkan gambar desain dinding penahan tanah yang dibuat ke dalam aplikasi metode elemen hingga, dalam penelitian ini digunakan MIDAS GTS NX, seperti yang tertera pada Gambar 44, Gambar 55, dan Gambar 66.



Gambar 4. Pemodelan Variasi Desain Panjang Penjangkaran Seragam



Gambar 5. Pemodelan Variasi Desain *Stepped Wall*

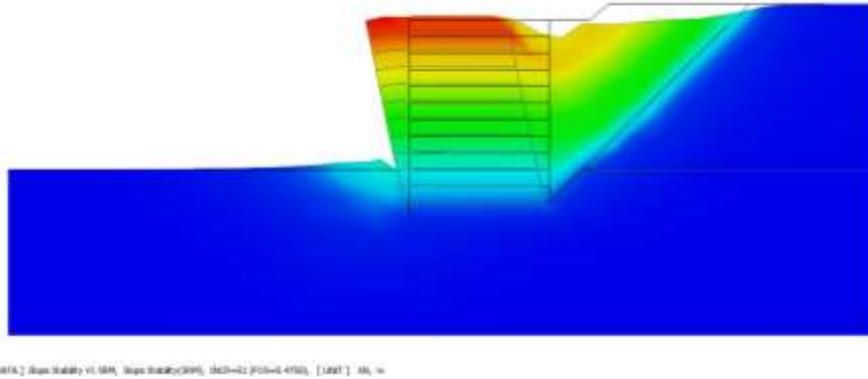


Gambar 6. Pemodelan Variasi Desain *Trapezoidal Wall*

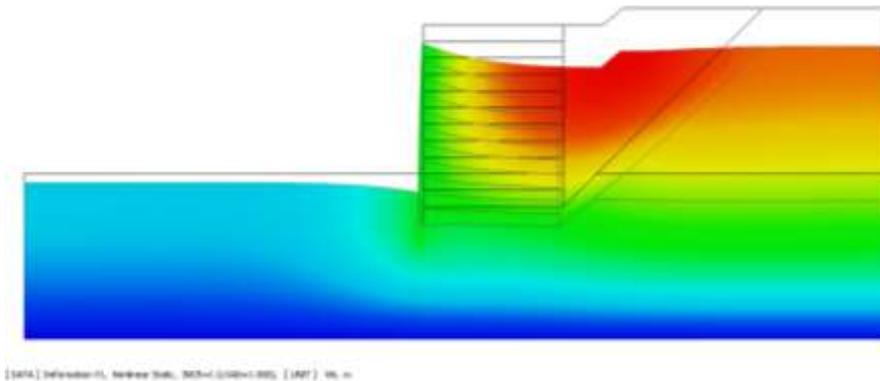
Terdapat 2 jenis analisis yang dilakukan pada setiap variasi desain yaitu *slope stability (SRM)* untuk menghitung faktor keamanan lereng dan *nonlinear static* untuk menghitung deformasi yang terjadi pada dinding penahan tanah.

Hasil Analisis MIDAS GTS NX

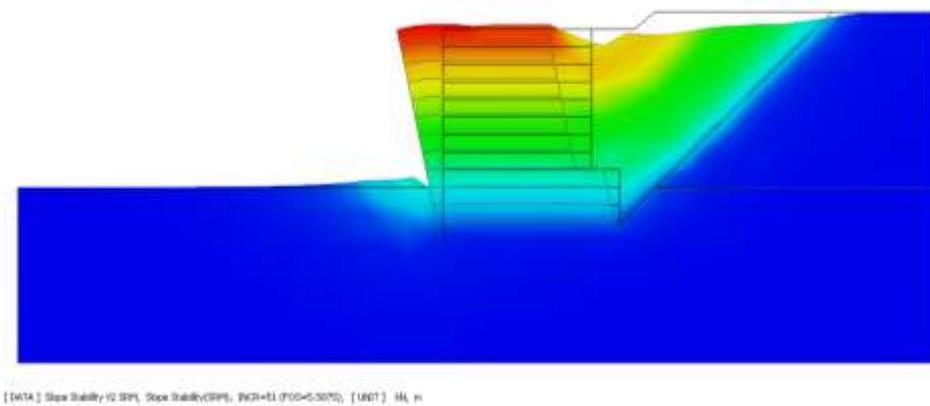
Dari hasil analisis pemodelan yang di dapat dengan menggunakan MIDAS GTS NX. Hasil analisis *Slope Stability (SRM)* ditunjukkan pada Gambar 7, Gambar 9 dan Gambar 11. Dan untuk hasil analisis deformasi ditunjukkan pada Gambar 8, Gambar 10 dan Gambar 12.



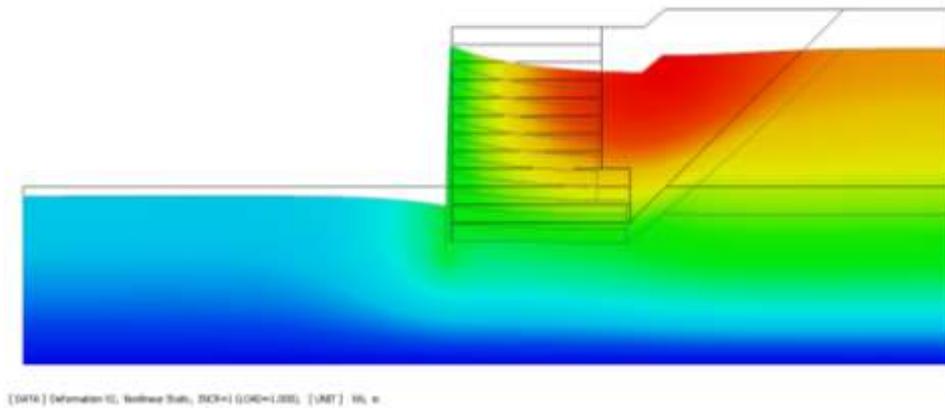
Gambar 7. Hasil Analisis *Slope Stability (SRM)* Pada Variasi Panjang Penjangkaran Seragam



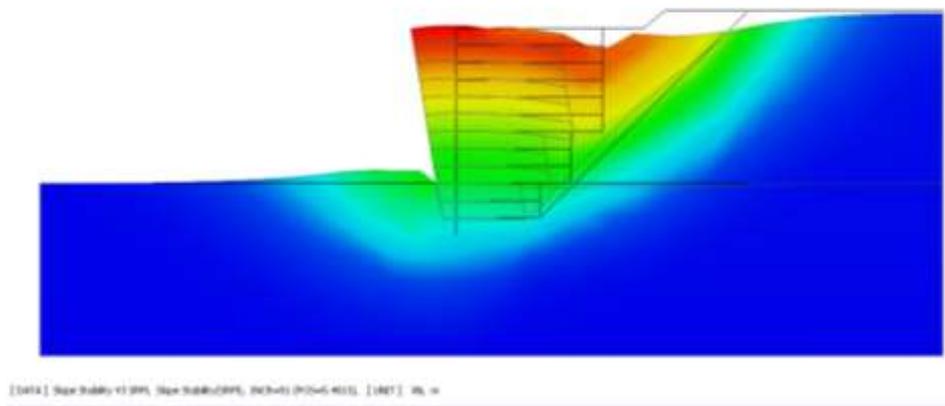
Gambar 8. Hasil Analisis Deformasi Pada Variasi Panjang Penjangkaran Seragam



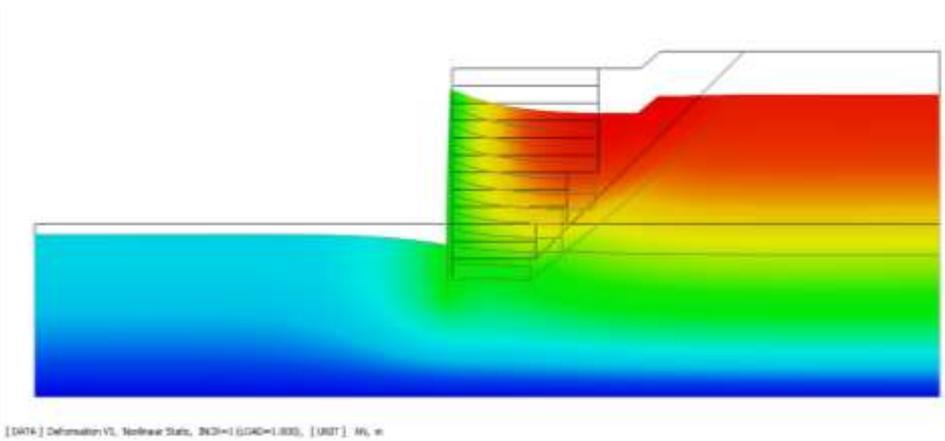
Gambar 9. Hasil Analisis *Slope Stability (SRM)* Pada Variasi *Stepped Wall*



Gambar 10. Hasil Analisis Deformasi Pada Variasi *Stepped Wall*



Gambar 11. Hasil Analisis *Slope Stability (SRM)* Pada Variasi *Trapezoidal Wall*



Gambar 12. Hasil Analisis *Nonlinear Static* Pada Variasi *Trapezoidal Wall*

Perhitungan Stabilitas Guling

- Variasi 1

$$DrivingMoment = \Sigma P_a \times a_d + \Sigma P_q \times a_q = 201,8535kN$$

$$ResistingMoment = \Sigma P_p \times a_p + \Sigma V \times a_v = 1027,393kN$$

$$FoS = \frac{ResistingMoment}{DrivingMoment} = 5,0898 \geq 2(OK)$$

- Variasi 2

$$DrivingMoment = \Sigma P_a \times a_d + \Sigma P_q \times a_q = 201,8535kN$$

$$ResistingMoment = \Sigma P_p \times a_p + \Sigma V \times a_v = 1005,273kN$$

$$FoS = \frac{ResistingMoment}{DrivingMoment} = 4,9802 \geq 2(OK)$$

- Variasi 3

$$DrivingMoment = \Sigma P_a \times a_d + \Sigma P_q \times a_q = 201,8535kN$$

$$ResistingMoment = \Sigma P_p \times a_p + \Sigma V \times a_v = 817,805kN$$

$$FoS = \frac{ResistingMoment}{DrivingMoment} = 4,0518 \geq 2(OK)$$

Perhitungan Stabilitas Geser

- Variasi 1

$$DrivingForce = \Sigma P_a + \Sigma P_q = 97,4762kN$$

$$ResistingForce = \Sigma P_p + (\Sigma V) \times \tan\delta + c_a \times B = 480,7502kN$$

$$FoS = \frac{ResistingForce}{DrivingForce} = 4,9320 \geq 1,5(OK)$$

- Variasi 2

$$DrivingForce = \Sigma P_a + \Sigma P_q = 97,4762kN$$

$$ResistingForce = \Sigma P_p + (\Sigma V) \times \tan\delta + c_a \times B = 489,7497kN$$

$$FoS = \frac{ResistingForce}{DrivingForce} = 5,0243 \geq 1,5(OK)$$

- Variasi 3

$$DrivingForce = \Sigma P_a + \Sigma P_q = 97,4762kN$$

$$ResistingForce = \Sigma P_p + (\Sigma V) \times \tan\delta + c_a \times B = 408,9469kN$$

$$FoS = \frac{ResistingForce}{DrivingForce} = 4,1954 \geq 1,5(OK)$$

Kesimpulan Perhitungan

Pada analisis perhitungan dengan menggunakan aplikasi MIDAS GTS NX didapatkan hasil berupa faktor keamanan dan deformasi. Dilanjutkan dengan perhitungan manual dengan metode rankine didapatkan hasil faktor keamanan terhadap geser dan guling. Hasil perbandingan faktor keamanan ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Tabel Summary Faktor Keamanan Setiap Variasi

Variasi Desain	Faktor Keamanan		
	Midas	Geser	Guling
Penjangkaran Seragam	5,4750	4,9320	5,0898
<i>Stepped Wall</i>	5,5875	5,0243	4,9802
<i>Trapezoidal Wall</i>	5,4813	4,1953	4,0515

Hasil perhitungan defromasi pada setiap variasi menggunakan aplikasi MIDAS GTS NX, ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Tabel *Summary* Deformasi Hasil MIDAS GTS NX

Variasi Desain	Deformasi (m)		
	Total	Horisontal	Vertikal
Penjangan Seragam	0,3268	0,0217	0
<i>Stepped Wall</i>	0,3390	0,0241	0
<i>Trapezoidal Wall</i>	0,2980	0,0180	0

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Hal yang dapat disimpulkan dari penelitian ini adalah:

1. Faktor keamanan kestabilan lereng hasil dari perhitungan menggunakan aplikasi MIDAS GTS NX memiliki nilai terbesar dari pengujian 3 variasi adalah variasi *stepped wall* dengan faktor keamanan sebesar 5,5875.
2. Faktor keamanan terbesar pada perhitungan manual untuk menghitung guling (*overturning*) adalah 5,0898 pada variasi dengan penjangan seragam.
3. Faktor keamanan terbesar pada perhitungan geser (*sliding*) adalah pada variasi *stepped wall* dengan nilai sebesar 5,0243.
4. Deformasi terbesar yang terjadi pada perhitungan pemodelan dengan aplikasi MIDAS GTS NX adalah pada variasi *stepped wall*. Dengan nilai total deformasi sebesar 0,3390 m dan deformasi horisontal sebesar 0,0241 m.
5. Volum *geogrid* yang terpakai pada setiap variasi adalah
 - Penjangan seragam
 $Volume = Luas \times PanjangPenjangan = 0,005 \times (11 \times 4,2)$
 $0,231m^3$
 - *Stepped Wall*
 $Volume = Luas \times PanjangPenjangan$
 $0,005 \times (4,2 \times 7 + 5 \times 4)$
 $0,247m^3$
 - *Trapezoidal Wall*
 $Volume = Luas \times PanjangPenjangan$
 $0,005 \times (4,2 \times 6 + 3,3 \times 3 + 2,4 \times 2) = 0,1995m^3$

Saran yang dapat diberikan untuk meningkatkan dan melengkapi penelitian ini adalah:

1. Sebaiknya dilakukan evaluasi dengan menggunakan parameter jenis timbunan yang berbeda serta parameter tinggi mekanis DPT dan jenis *geogrid* yang digunakan.
2. Menambahkan analisis pada jenis penjangan yang lain seperti yang tertera pada buku (British Standard, 2010)

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. (2017). *SNI 8460 Persyaratan Perancangan Geoteknik*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- British Standard. (2010). *Code of Practice For Strengthened/Reinforced Soils and Other Fills*. BSI Standards Publication.
- Das, B. M. (1995). *Mekanika Tanah 1 (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- GTM Geotextile Indonesia. (2021). *Apa Itu Geosintetik - Pengertian, Fungsi dan Kegunaannya*. Diambil kembali dari GTM Geotextile Indonesia Web site: <https://www.geotextilewoven.com/apa-itu-geosintetik/>
- Hardiyatmo, & Christandy, H. (2010). *Analisis dan Perancangan Fondasi (Bagian 1). Edisi ke-2*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Terzaghi, K., & Peck, R. B. (1948). *Soil Mechanics in Engineering Practice*. New York: John Wiley.

