

**PERENCANAAN DINDING PENAHAN TANAH DENGAN GEOFORCE
SEGMENTAL RETAINING WALL PADA RUAS JALAN BYPASS BANDARA
INTERNASIONAL ZAINUDDIN ABDUL MADJID (BIZAM) – MANDALIKA**

*A Design of a Soil Retaining Wall with Geoforce Segmental Retaining Wall on the
Bypass Road of Zainuddin Abdul Madjid International Airport (BIZAM) – Mandalika*

Artikel Ilmiah
Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Mencapai derajat Sarjana S-1 Jurusan Teknik Sipil



Oleh:

**ANDREAS HELIE PRATAMA
F1A 019 013**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MATARAM
2023**

ARTIKEL ILMIAH

PERENCANAAN DINDING PENAHAN TANAH DENGAN GEOFORCE
SEGMENTAL RETAINING WALL PADA RUAS JALAN BYPASS BANDARA
ZAINUDDIN ABDUL MADJID (BIZAM) - MANDALIKA

Oleh:

Andreas Helie Pratama
F1A 019 013

Telah diperiksa dan disetujui oleh Tim Pembimbing:

1. Pembimbing Utama



Ir. Ismail Hoesain M., MT.
NIP. 19650717 199403 1 001

Tanggal: 17 Juli 2023

2. Pembimbing Pendamping



Dr. Muhajirah, ST., MT.
NIP. 19730719 199903 2 002

Tanggal: 17 Juli 2023

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Mataram



Hariyadi, ST., M.Sc(Eng.), Dr.Eng.
NIP. 19731027 199802 1 001

ARTIKEL ILMIAH

PERENCANAAN DINDING PENAHAN TANAH DENGAN GEOFORCE
SEGMENTAL RETAINING WALL PADA RUAS JALAN BYPASS BANDARA
ZAINUDDIN ABDUL MADJID (BIZAM) - MANDALIKA

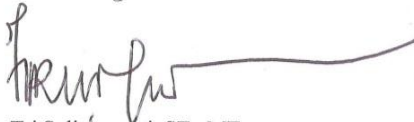
Oleh:

Andreas Helie Pratama
F1A 019 013

Telah diujikan di depan Tim Penguji
Pada Tanggal, 17 Juli 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat derajat Sarjana S-1

Susunan Tim Penguji


1. Penguji I



Tri Sulistyowati, ST., MT.
NIP. 19730202 199802 2 001

Tanggal: 17 Juli 2023

2. Penguji II



Salehudin, ST., MT.
NIP. 19661231 199512 1 001

Tanggal: 17 Juli 2023

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik Sipil
Universitas Mataram



Muhamad Syamsu Iqbal, ST., MT., Ph.D.
NIP. 19720222 199903 1 002

**PERENCANAAN DINDING PENAHAN TANAH DENGAN GEOFORCE
SEGMENTAL RETAINING WALL PADA RUAS JALAN BYPASS BANDARA
INTERNASIONAL ZAINUDDIN ABDUL MADJID (BIZAM) – MANDALIKA**
*A DESIGN OF A SOIL RETAINING WALL WITH GEOFORCE SEGMENTAL
RETAINING WALL ON THE BYPASS ROAD OF ZAINUDDIN ABDUL MADJID
INTERNATIONAL AIRPORT (BIZAM) – MANDALIKA*

Andreas Helie Pratama¹, Ismail Hoesain M.², Muhajirah²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram

²Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram

Email: andreaspratama131@gmail.com

ABSTRAK

Mandalika adalah kawasan wisata seluas 20,035 hektar yang berlokasi di Kabupaten Lombok Tengah, Nusa Tenggara Barat. Sejak 2017, Mandalika sudah diresmikan sebagai Kawasan Ekonomis Khusus (KEK) pariwisata yang direncanakan menjadi kawasan pariwisata. Mandalika merupakan kawasan pariwisata yang mendunia, yang menjadi tempat pergelaran *event* internasional yaitu MotoGP dan WSBK (*World Superbike*). Untuk mendukung *event* internasional tersebut maka perlu dibangun fasilitas sarana dan prasarana penunjang, salah satunya adalah Jalan *ByPass* BIZAM – Mandalika yang merupakan jalan sepanjang 17,36 kilometer menghubungkan antara BIZAM dengan kawasan wisata Mandalika.

Keadaan topografi tanah pada kawasan pembangunan jalan *Bypass* BIZAM – Mandalika terdapat banyak bukit dan lereng sehingga terdapat banyak galian dan timbunan dalam proses konstruksi jalan tersebut. Perencanaan yang diamati adalah pada STA 10+150. Perkuatan yang digunakan berupa dinding penahan diperkuat geotekstil. Data yang digunakan dalam analisis merupakan data sekunder proyek perencanaan jalan BIZAM – Mandalika. Analisis dilakukan secara manual dan menggunakan bantuan *software Geo5*.

Berdasarkan hasil manual dan bantuan *software Geo5*, didapatkan Kedalaman dm (penetrasi) dinding yang tertimbun dalam tanah sebesar 0.72 m. Panel blok beton berukuran 0.72m × 0.75 m, dengan tinggi dinding penahan tanah setinggi 7.2 m. Perkuatan geotekstil menggunakan tipe strip dengan lebar 9 mm, dimana panjang perkuatan 6 m yang terdiri dari 10 lapisan dengan jarak spasi setiap perkuatan dengan 0.72 m. Nilai tegangan izin sebesar 87.2 kN/m². Nilai *safety factor* untuk stabilitas eksternal dan stabilitas internal, dinyatakan aman dihitung dengan manual ataupun dengan *software GEO5*.

Kata kunci : *Timbunan, Dinding Diperkuat, Geotekstil, Software Geo5*

**PERENCANAAN DINDING PENAHAN TANAH DENGAN GEOFORCE
SEGMENTAL RETAINING WALL PADA RUAS JALAN BYPASS BANDARA
INTERNASIONAL ZAINUDDIN ABDUL MADJID (BIZAM) – MANDALIKA**
*A DESIGN OF A SOIL RETAINING WALL WITH GEOFORCE SEGMENTAL
RETAINING WALL ON THE BYPASS ROAD OF ZAINUDDIN ABDUL MADJID
INTERNATIONAL AIRPORT (BIZAM) – MANDALIKA*

Andreas Helie Pratama¹, Ismail Hoesain M.², Muhajirah²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram

²Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram

Email: andreaspratama131@gmail.com

ABSTRACT

Mandalika is a tourist area of 20,035 hectares located in Central Lombok Regency, West Nusa Tenggara. Since 2017, Mandalika has been inaugurated as a Tourism Economic Zone (SEZ) which is planned to become a tourism area. Mandalika is a global tourism area, which is the venue for international events, namely MotoGP and WSBK (World Superbike). To support the international event, it is necessary to build supporting facilities and infrastructure, one of which is the BIZAM - Mandalika ByPass Road which is a 17.36-kilometer road connecting BIZAM with the Mandalika tourist area.

The topography of the land in the BIZAM - Mandalika Bypass road construction area has many hills and slopes so that there are many excavations and piles in the road construction process. The observed planning is at STA 10+150. The reinforcement used is in the form of retaining walls reinforced by geotextiles. The data used in the analysis is secondary data for the BIZAM – Mandalika road planning project. The analysis is carried out manually and using the help of software Geo5.

Based on the results of the manual and the help of Geo5 software, the depth of d_m (penetration) of the wall buried in the ground was 0.72 m. The concrete block panels measure 0.72m \times 0.75m, with a soil retaining wall height of 7.2 m. Geotextile reinforcement uses a strip type with a width of 9 mm, where the length of reinforcement is 6 m consisting of 10 layers with a spacing distance of each reinforcement with 0.72 m. The tensile stress value is 87.2 kN/m². Safety factor values for external stability and internal stability, declared safe calculated manually or with GEO5 software

Keywords : Embankment, Reinforced Wall, Geotextile, Geo5 Software

PENDAHULUAN

Pulau Lombok dengan daya tarik alam dan sosial budayanya merupakan salah satu destinasi wisata dunia, Lombok memiliki objek wisata yang sangat beragam, seiring dengan berkembangnya pariwisata di Lombok, sektor ini menjadi tumpuan pendapatan daerah dan lapangan pekerjaan masyarakat, salah satunya adalah kawasan Mandalika. Mandalika adalah kawasan wisata seluas 20,035 hektar yang berlokasi di Kabupaten Lombok Tengah, Nusa Tenggara Barat. Sejak 2017, Mandalika sudah diresmikan sebagai Kawasan Ekonomis Khusus (KEK) pariwisata yang direncanakan menjadi kawasan pariwisata. Mandalika merupakan kawasan pariwisata yang mendunia, yang menjadi tempat pergelaran *event* internasional yaitu MotoGP dan WSBK (*World Superbike*). Untuk mendukung *event* internasional tersebut maka perlu dibangun fasilitas sarana dan prasarana penunjang, salah satunya adalah Jalan *ByPass* BIZAM – Mandalika yang merupakan jalan sepanjang 17,36 kilometer menghubungkan antara BIZAM dengan kawasan wisata Mandalika.

Keadaan topografi tanah pada kawasan pembangunan jalan *Bypass* BIZAM – Mandalika terdapat banyak bukit dan lereng sehingga terdapat banyak galian dan timbunan dalam proses konstruksi jalan tersebut. Timbunan tanah yang tinggi di sepanjang ruas jalan *Bypass* BIZAM – Mandalika membutuhkan dinding penahan agar tanah tidak longsor. Nur dan Hakam (2010), dinding penahan tanah adalah suatu bangunan yang berfungsi untuk menstabilkan kondisi tanah tertentu, yang pada umumnya dipasang pada daerah tebing yang labil. atau alami dan mencegah keruntuhan tanah yang miring.

Seiring dengan perkembangan konstruksi, rekayasa kekuatan tanah terus mengalami berkembang dengan inovasi yang baru, salah satunya adalah dinding penahan tanah dengan blok beton segmental. Suatu konstruksi dinding penahan tanah yang terdiri dari lapisan-lapisan tanah timbunan yang dipadatkan dan memiliki *facing* yang terbuat dari beton *precast* dengan akurasi tinggi, diperkuat dengan sabuk atau disebut *friction tie*. Keunggulan menggunakan blok beton segmental adalah, harga bahan relatif murah, pemasangan yang mudah di lapangan, dan juga sisi estetika yang dapat menambah aspek keindahan dari dinding segmental. Konstruksi semacam ini dinamakan *Geoforce Segmental Retaining Wall* (GSRW). Dinding penahan tanah yang didesain dan dipelihara dengan baik dapat mencegah terjadinya erosi pada tebing dan dasar sungai saat terjadi hujan,

sehingga dampak bencana alam seperti banjir dan tanah longsor pada daerah pemukiman dapat dicegah, Rosihun & Endaryanta (2011). Sebagai bahan perbandingan dibuat perencanaan dinding penahan tanah dengan segmental retaining wall.

Kebaruan dalam perencanaan ini adalah menghitung stabilitas ekstern dan stabilitas intern perkuatan lereng dengan *segmental retaining wall* dengan memperhitungkan beban gempa pada ruas jalan BIZAM - Mandalika, sehingga topik ini menarik untuk diangkat sebagai tugas akhir dengan judul “*Perencanaan Dinding Penahan Tanah Dengan Geoforce Segmental Retaining Wall Pada Ruas Jalan ByPass Bandara Internasional Zainuddin Abdul Madjid (BIZAM) - Mandalika*”.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang dapat diperoleh adalah sebagai berikut

1. Berapakah dimensi dinding penahan dan perkuatan geotekstil yang di desain menggunakan *geoforce segmental retaining wall*?
2. Berapa besar faktor keamanan terhadap stabilitas eksternal dan stabilitas internal dengan dinding *geoforce segmental retaining wall* dihitung menggunakan perhitungan manual?
3. Berapa besar faktor keamanan terhadap stabilitas eksternal dan stabilitas internal dengan dinding *geoforce segmental retaining wall* dihitung menggunakan *software* GEO 5?

Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Kawasan perencanaan adalah ruas Jalan *ByPass* BIZAM – Mandalika (STA 10+150).
2. Data yang digunakan merupakan data sekunder Proyek Jalan *ByPass* BIZAM – Mandalika
3. Perencanaan dinding penahan tanah dengan *segmental retaining wall* menghitung faktor keamanan terhadap stabilitas eksteral dan intern.
4. Hanya memperhitungkan beban gempa, beban lalu lintas dan beban perkerasan jalan.
5. Perhitungan dilakukan secara manual
6. Tidak membahas volume galian dan timbunan
7. Teori yang digunakan dalam perhitungan adalah teori Rankine

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui dimensi dinding penahan dan kekuatan geotekstil dengan *geoforce segmental retaining wall* pada jalan *Bypass BIZAM – Mandalika*.
2. Untuk mengetahui hasil faktor keamanan terhadap stabilitas eksternal dan stabilitas internal pada penggunaan *geoforce segmental retaining wall* dengan perhitungan manual.
3. Untuk mengetahui hasil faktor keamanan terhadap stabilitas eksternal dan stabilitas internal pada penggunaan *geoforce segmental retaining wall* dengan perhitungan *software* GEO 5.

Manfaat Penelitian

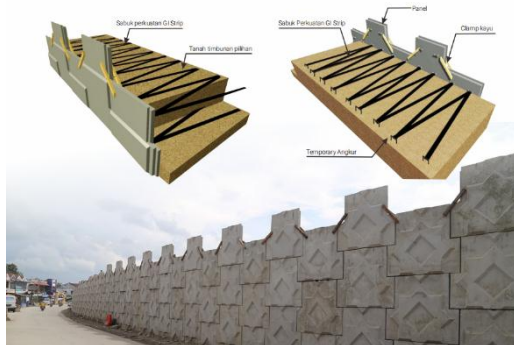
Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi mengenai perencanaan dinding penahan tanah dengan *segmental retaining wall* pada ruas jalan *ByPass BIZAM – Mandalika*.
2. Meningkatkan wawasan atas perencanaan dan perhitungan *segmental retaining wall* sebagai alternatif dinding penahan tanah.

LANDASAN TEORI

Dinding Penahan Tanah *Segmental Retaining Wall (Geoforce Segmental Retaining Wall)*

Geoforce Segmental Retaining Wall merupakan suatu konstruksi dinding penahan tanah yang terdiri atas lapisan tanah timbunan pilihan yang dipadatkan dan diperkuat



menggunakan sabuk perkuatan berupa GI Strip.

Gambar 1 Geoforce Segmental Retaining Wall (GSRW)

GSRW memiliki facing yang terbuat dari beton *precast* K-350 yang dicetak dengan akurasi tinggi. Keunggulan GSRW terletak pada kekokohan struktur yang mudah dan teruji oleh beban gempa, harga yang kompetitif, kemudahan pemasangan di lapangan, dan juga pada sisi estetika yang dapat menambah aspek keindahan dari dinding segmental. *Geoforce*

Segmental Retaining Wall (GSRW) didesain untuk dinding penahan tanah yang mengandalkan friksi atau gesekan antara sabuk perkuatan (GI Strip) dengan timbunan tanah. Sabuk perkuatan GI Strip terbuat dari *High Tenacity Polyester Yarn* yang didesain khusus untuk menghasilkan sabuk perkuatan dengan kuat tarik dan koefisien gesek (*friction*) yang tinggi, hal inilah yang menjadikan struktur GRSW kokoh. GI Strip terdiri dari berbagai variasi kuat tarik yaitu 30 kN, 50 kN, 80kN, dan 150 kN.

Stabilitas terhadap Pergeseran

Lebar dasar struktur dinding tanah bertulang harus sedemikian hingga struktur terhindar dari risiki penggeseran pada dasarnya. Umumnya faktor aman terhadap penggeseran diambil 1,5 dengan persamaan:

$$FK_{geser} = \frac{(c_g + \left(\frac{Q}{l_g}\right) \tan \delta) + (c + \left(\frac{Q}{l}\right) \tan \phi)}{Pa} > 1,5$$

dengan:

- Q : gaya karena beban tanah sendiri
($Q = L_E \times H \times \gamma$) (kN/m)
- Pa : tekanan aktif tanah (kN/m)
- \square : sudut friksi antara tanah dan geosintetik ($\beta \cdot \tan \phi$) ($^\circ$)

Stabilitas terhadap Penggulingan

Hardiyatmo (2013), menyatakan bahwa tekanan tanah lateral yang diakibatkan oleh tanah urug di belakang dinding penahan, cenderung menggulingkan dinding dengan pusat rotasi pada ujung kaki depan pelat fondasi. Momen penggulingan ini, dilawan oleh momen akibat berat sendiri dinding penahan dan momen akibat berat tanah di atas pelat fondasi.

Faktor aman terhadap penggulingan (F_{gl}), didefinisikan sebagai:

$$F_{gl} = \frac{\Sigma M_w}{\Sigma M_{gl}} \geq 1,5$$

dengan,

- ΣM_w : W
- ΣM_{gl} : $\Sigma P_{ah} h_1 + \Sigma P_{av} B$
- ΣM_w : Momen yang melawan penggulingan (kN.m)
- ΣM_{gl} : Momen yang mengakibatkan penggulingan (kN.m)
- W : Berat tanah di atas pelat fondasi + berat sendiri dinding penahan (kN).
- B : Lebar kaki dinding penahan (m).
- ΣP_{ah} : Jumlah gaya-gaya horizontal (kN).
- ΣP_{av} : Jumlah gaya-gaya vertikal (kN).

Faktor aman terhadap penggulingan (F_{gl}) bergantung pada jenis tanah, yaitu:

Stabilitas terhadap Keruntuhan Kapasitas Dukung Tanah

Kapasitas dukung ultimit (q_u) dengan menggunakan persamaan Hansen (1970) untuk beban miring dan eksentris dinyatakan dengan persamaan (Hardiyatmo 2014):

$$q_u = d_c i_c c N_c + d_q i_q D f \gamma N_q + d_\gamma i_\gamma 0,5 B \gamma N_\gamma$$

dengan:

- d_c, d_q, d_γ : Faktor kedalaman.
 i_c, i_q, i_γ : Faktor kemiringan beban.
 B : Lebar dasar fondasi sebenarnya (m)
 e : eksentrisitas beban (m)
 γ : Berat volume tanah (kN/m).
 N_c, N_q, N_γ : Faktor-faktor kapasitas dukung (kN/m³).

Faktor aman terhadap keruntuhan kapasitas dukung didefinisikan sebagai berikut:

$$F = \frac{q_u}{q} \geq 3$$

dengan,

- q : tekanan akibat beban struktur (kN/m²).
 q_u : kapasitas dukung ultimit (kN/m²).

Faktor Keamanan terhadap Kelongsorang Lereng

Dinding tanah bertulang harus aman terhadap keruntuhan lereng menyeluruh. Analisis stabilitas dilakukan dengan menggunakan program Geo 5. Geo 5 adalah program elemen hingga untuk aplikasi geoteknik dimana digunakan model-model tanah untuk melakukan simulasi terhadap perilaku dari tanah. Geo 5 merupakan paket program elemen hingga untuk digunakan dalam analisis deformasi dan stabilitas dua dimensi dalam rekayasa geoteknik, dengan metode Bishop. Asumsi yang digunakan dalam metode ini yaitu besarnya gaya geser antar-irisan sama dengan nol ($X=0$) dan bidang runtuh berbentuk sebuah busur lingkaran.

Stabilitas Internal

Stabilitas internal (*internal stability*) adalah stabilitas massa tanah bertulang pembentuk dinding penahan tanah terhadap pengaruh gaya-gaya yang bekerja.

Analisis stabilitas intern meliputi analisis struktur tanah bertulang terhadap risiko-risiko sebagai berikut (Hardiyatmo, 2014):

1. Putusnya tulangan-tulangan
2. Tercabutnya tulangan-tulangan dari zona penahan (zona pasif).

Tinjauan terhadap Gaya Tarik

Faktor aman terhadap putus tulangan geosintetik dinyatakan oleh persamaan-persamaan:

$$SF = \frac{T_a}{\Delta P_h} \geq 1,5$$

dengan:

- T_a : kuat tarik ijin tulangan (kN/m²)
 ΔP_h : gaya horisontal (kN/m²).

Tinjauan terhadap Gaya Cabut Tulangan

Tulangan-tulangan harus cukup panjang, sehingga tanah pada zona aktif yang akan longsor dapat ditahan oleh tahanan gesek tulangan-tulangan yang berada dalam zona pasif. Gaya lawan tulangan maksimum per meter lebar yang dapat dihasilkan dari gesekan antar tanah dan tulangan adalah (Elian et al., 2001):

$$T_{mak} = 2 \alpha F^* \sigma_v' L_e$$

dengan:

- L_e : panjang tulangan yang berada di zona pasif (m)
 α : faktor skala (untuk geotekstil dapat diambil 0,6)
 F^* : faktor tahanan cabut (untuk geotekstil dapat diambil 0,67 tg ϕ)

Faktor aman terhadap cabut tulangan geosintetik dinyatakan oleh persamaan:

$$SF = \frac{2 \alpha F^* \sigma_v' L_e}{\Delta P_h} \geq 1,5$$

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini terletak di ruas jalan By Pass BIZAM Mandalika tepatnya pada KM 10+150 Desa Pengangat, Kecamatan Pujut, Kabupaten Lombok Tengah, NTB seperti yang ditunjukkan dalam gambar



Gambar 2 Lokasi perencanaan dinding penahan tanah.

Data Penelitian

Data penelitian menggunakan data sekunder proyek jalan BIZAM – Mandalika, Data sekunder yang digunakan sebagai berikut:

Data Parameter Tanah

Data tanah yang digunakan adalah hasil uji Laboratorium Balai Pengujian Material Konstruksi Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Provinsi Nusa Tenggara Barat. Hasil pengujian parameter tanah diperlihatkan pada **Tabel 1**.

Tabel 1 Data parameter tanah

Parameter	Tanah Timbunan	Tanah Asli
Berat Isi, γ (kN/m ³)	18.92	16.68
Kadar Air, W (%)	14	8,05
Berat Jenis	2.563	2,520
Batas Cair, LL (%)	28	52
Batas Plastis, PL (%)	13,38	24,21
Indeks Plastisitas, IP (%)	14,63	27,79
Sudut Geser, ϕ (°)	30.96	13.69
Kohesi, C (kN/m ²)	7.84	8.70

Data spesifikasi panel beton segmental dan GI strip

Panel beton segmental dan GI strip (perkuatan geosintetik) adalah jenis dinding penahan tanah *Mechanically Stabilized Earth (MSE) Wall*.

Tabel 2 Properties Friction Tie

Properties Friction Tie					
Strip A (kN/m)	50	70	100	150	kN/m
T allow	29.14	40.79	58.14	87.2	kN/m
W width strip	0.09				m
i (thick if strip)	0.005				m
Sh (hor spacing)	0.7				m
Sv (vert spacing)	0.72				m
Wall Height	7.2				m
Widht Panel	1.5				m
Z	7.2				m
H slope	0				m
S	0				m

Tabel 3 Properties Panel Blok Segmental Retaining Wall

Properties MSE Wall (GSWR)			
Tinggi Panel (h)	=	1.44	m
Panjang Panel (l)	=	1.5	m
Tinggi Dinding (H)	=	7.2	m
Tinggi Tanah Urugan (H')	=	0.72	m

Data Gempa

Besarnya beban gempa statik ekuivalen bergantung pada lokasi wilayah pemasangan dinding penahan tanah berdasarkan

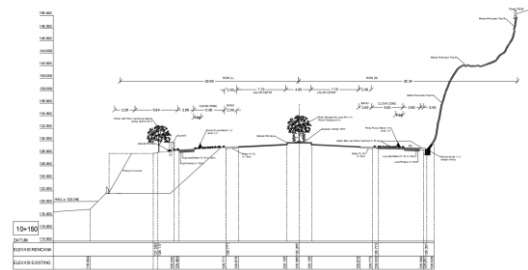
peta-peta gerak tanah seismik dan koefisien risiko dari gempa maksimum. Pemasangan dinding penahan tanah berlokasi di Kabupaten Lombok Tengah Provinsi Nusa Tenggara Barat. Berdasarkan SNI-1726-2019, lokasi pemasangan termasuk dalam klasifikasi kelas situs tanah sedang, Berdasarkan desain spektra Indonesia, lokasi pemasangan termasuk dalam klasifikasi kelas situs tanah sedang (SD) data yang digunakan sebagai berikut:

$$PGA = 0.4$$

$$F_{PGA} = 0.9$$

Data Gambar Potongan Melintang Lokasi Perencanaan

Lokasi penelitian ini terletak di ruas jalan By Pass BIZAM Mandalika tepatnya pada KM 10+150 Desa Pengangat, Kecamatan Pujut, Kabupaten Lombok Tengah, NTB berikut gambar potongan melintang lokasi perencanaan dinding penahan tanah ditunjukkan dalam **Gambar 3**.



Gambar 3 Potongan melintang lokasi perencanaan dinding penahan tanah

HASIL DAN PEMBAHASAN

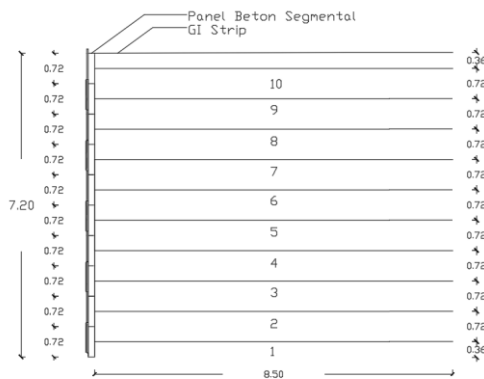
Rekapitulasi hasil perhitungan koefisien tekanan tanah aktif dan pasif dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4 Hasil Perhitungan Koefisien Tekanan Tanah.

Jenis Tanah	ϕ	γ	c	K_a	K_p
Tanah timbunan	30.96	18.92	7.84	0.32	3.12
Tanah asli	13.69	16.68	8.70	0.62	1.62

Menentukan spasi antar lapisan geotekstil

Sv yang digunakan dalam perhitungan menggunakan 0.72 m, mengikuti lebar panel blok beton yang digunakan, dapat dilihat pada **gambar 4**.



Gambar 4 Pengaturan jarak spasi perkuatan

Menentukan panjang geotekstil yang digunakan

Besarnya tekanan tanah aktif dinyatakan dalam z meter, dihitung dari puncak perkuatan tanah.

$$p = (pq + pa)$$

$$p = (K_a \times q + K_a \times \gamma \times z)$$

$$p = (0.32 \times 25 + 0.32 \times 18.92 \times z)$$

Untuk tipe geotekstil, bahan adalah fleksibel, maka perlu mencari panjang penjangkaran (L_e) dan panjang nonacting (L_R), sehingga didapatkan nilai panjang geotekstil yang digunakan (L), dengan persamaan sebagai berikut:

Persamaan yang digunakan untuk menghitung panjang penjangkaran (L_e)

$$L_e = \frac{1}{\beta} \times \frac{S_v \times p \times SF}{2(c + \sigma_v \times tg\phi)}$$

$$L_e = S_v \frac{((0.32 \times 25) + (0.32 \times 18.92 \times z) \times 1.5)}{0.67(2(0 + 18.92 \times z) \times tg 30.96)}$$

$$L_e = S_v \frac{(12.03 + 9.10z)}{15.21z}$$

Persamaan yang digunakan untuk menghitung panjang nonacting (L_R)

$$L_R = (H - z)tg\left(\frac{\pi}{4} - \phi/2\right)$$

$$L_R = (7.20 - z)tg(45^\circ - 15.48^\circ)$$

$$L_R = 0.566 \times (7.20 - z)$$

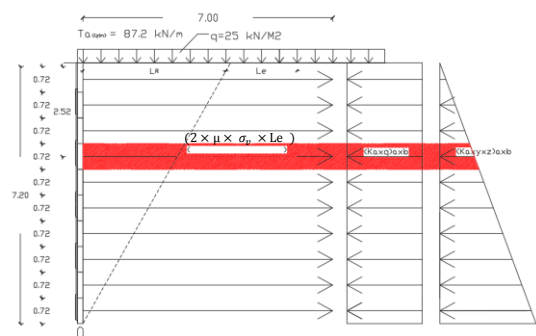
$$L = L_R + L_e$$

diketahui :

$$\sigma_v = \gamma \times z = 16.6 \times z$$

$$\beta = 0.67$$

Perkuatan Geotekstil (GI Strip) Lapisan No. 7



Gambar 5 Lapisan no. 7 perkuatan geotekstil yang digunakan

$$z = 2.52 \text{ m}$$

$$S_v = 0.72 \text{ m}$$

$$L_R = 0.566 \times (7.2 - z)$$

$$= 0.566 \times (7.2 - 2.52)$$

$$= 2.649 \text{ m}$$

$$L_e = S_v \frac{(12.03 + 9.10z)}{13.34z}$$

$$= 0.72 \frac{(12.03 + 9.10 \times 2.52)}{15 \times 2.52} \times 2.1$$

$$= 0.657 \text{ m}$$

$$L_e = 1 \text{ m}$$

$$L = L_R + L_e$$

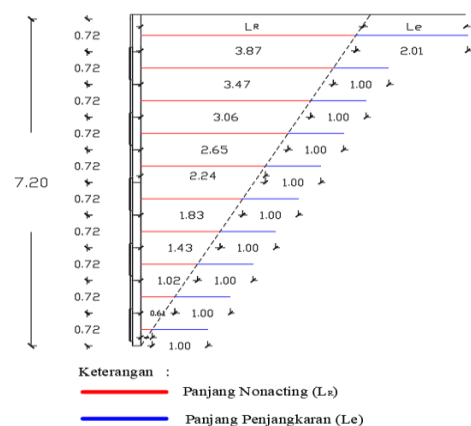
$$= 2.649 + 1$$

$$= 3.65 \text{ m}$$

Tabel 5 Rekapitulasi Perhitungan Panjang Geotekstil

LR(m)	LE min(m)	Le(m)	L total (m)	L dipakai (m)
3.87303831	1	2.011	6	8.5
3.46535006	1	0.958	4.465	8.5
3.05766182	1	0.747	4.058	8.5
2.64997358	1	0.657	3.650	8.5
2.24228534	1	0.606	3.242	8.5
1.83459709	1	0.574	2.835	8.5
1.42690885	1	0.552	2.427	8.5
1.01922061	1	0.536	2.019	8.5
0.61153236	1	0.524	1.612	8.5
0.20384412	1	0.257	1.204	8.5

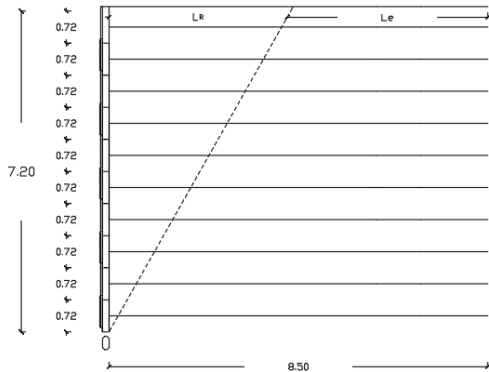
Berikut adalah gambar dari hasil perhitungan LR dan Le berdasarkan hasil perhitungan diatas.



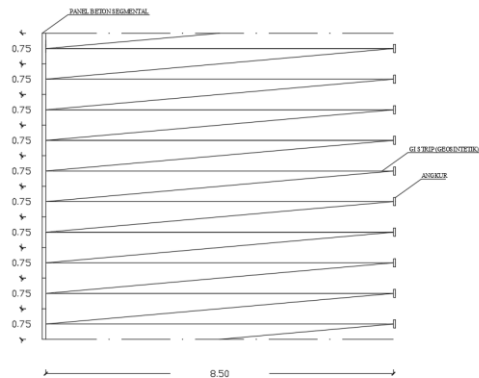
Keterangan :
— Panjang Nonacting (L_R)
— Panjang Penjangkaran (L_e)

Gambar 6 Desain panjang L_R dan L_e berdasarkan perhitungan

Berikut adalah gambar dari hasil perhitungan LR dan Le berdasarkan L yang digunakan yaitu 8.5 m.

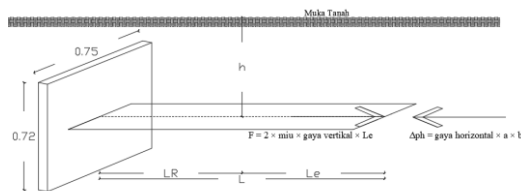


Gambar 7 Desain panjang geotekstil yang digunakan dalam perencanaan I



Gambar 8 Tampak atas pemasangan perkuatan geotekstil pada lapangan

Analisis Stabilitas Internal (Perencanaan I)



Gambar 9 Desain perkuatan terhadap stabilitas internal

$$(\sigma_g)_{izin} = 87.2 \text{ kN/m}^2$$

$$H = 7.2 \text{ m}$$

$$z = 2.52 \text{ m}$$

$$Sv = 0.72 \text{ m}$$

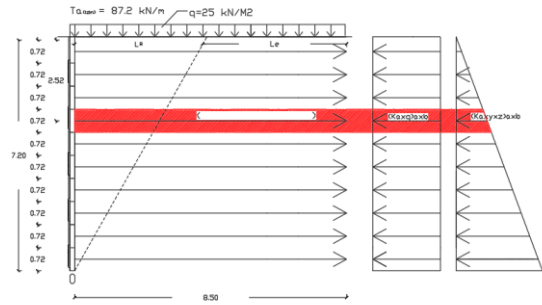
$$Ka = 0.321$$

$$L \text{ dipakai} = 8.5 \text{ m}$$

$$\gamma = 18.92^\circ$$

$$q \text{ total} = 25 \text{ kN/m}^2$$

$$\varphi = 30.96^\circ$$



Gambar 10 Lapisan no. 7 pada perhitungan stabilitas internal

$$(\sigma_v) = q + (\gamma \times z)$$

$$= 25 + (18.92 \times 2.52)$$

$$= 72.69 \text{ kN/m}^2$$

$$(\sigma_h) = Ka \times q + Ka \times \gamma \times z$$

$$= 0.321 \times 25 + 0.321 \times 18.92 \times 2.52$$

$$= 23.21 \text{ kN/m}^2$$

$$\Delta ph = (\sigma_h) \times a \times b$$

$$= 23.21 \times 0.72 \times 0.75$$

$$= 12.58 \text{ kN/m}^2$$

$$Le = L \times (\text{tg } 45 - \frac{\varphi}{2}) \times (h - z)$$

$$= 8.5 \times (\text{tg } 45 - 30.96) \times (7.2 - 2.52)$$

$$= 5.85 \text{ m}$$

$$\mu = \text{tg } (2 \times \frac{\varphi}{3})$$

$$= \text{tg } (2 \times \frac{30.96}{3})$$

$$= 0.38$$

$$SF_{(cabut)} = \frac{2 \times \mu \times \sigma_v \times Le}{\Delta ph}$$

$$= \frac{2 \times 0.38 \times 72.69 \times 5.85}{12.58}$$

$$= 25.4 > 1.5 \text{ (Aman Terhadap Cabut)}$$

$$SF_{(tarik)} = \frac{(\sigma_g)_{izin}}{\Delta ph}$$

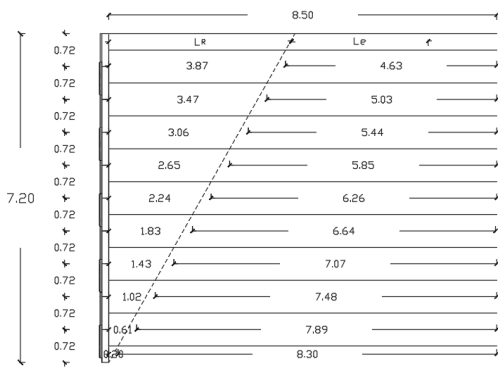
$$= \frac{87.2}{12.58}$$

$$= 6.929 > 1.5 \text{ (Aman Terhadap Tarik)}$$

Tabel 5 Rekapitulasi Stabilitas Internal

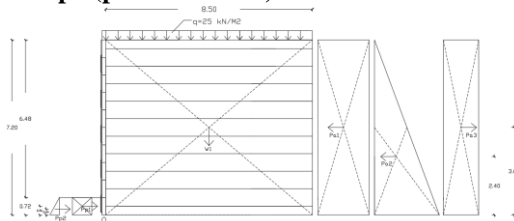
No	σ_v	σ_h	ph	Le	SF(cabut)	SF(tarik)
1	154.44	49.52	26.74	8.30	36.10	3.26
2	140.81	45.15	24.38	7.89	34.32	3.58
3	127.19	40.78	22.02	7.48	32.54	3.96
4	113.56	36.41	19.66	7.07	30.77	4.43
5	99.94	32.04	17.30	6.67	29.00	5.04
6	86.31	27.67	14.94	6.26	27.22	5.84
7	72.69	23.31	12.58	5.85	25.45	6.93
8	59.06	18.94	10.23	5.44	23.68	8.53
9	45.44	14.57	7.87	5.03	21.90	11.08
10	31.81	10.20	5.51	4.63	20.13	15.83

Berikut adalah gambar dari pembagian panjang LR dan Le yang digunakan pada pelaksanaan konstruksi.



Gambar 11 Panjang L_R dan L_e pada perkuatan dinding penahan tanah

Analisis Stabilitas Eksternal Tanpa Beban Gempa (perencanaan I)



Gambar 12 Diagram tekanan tanah lateral tanpa beban gempa

Gaya Vertikal

$$W1 = q1 \times \gamma_1 \times h1$$

$$= 8.5 \times 18.92 \times 7.2$$

$$= 1158 \text{ kN}$$

Gaya Aktif

Tekanan Tanah Aktif

Beban yang Bekerja di Atas Dinding Penahan Tanah

$$q1 = 25 \text{ kN/m}^2$$

Akibat Beban yang Bekerja di Atas Dinding Penahan Tanah

$$Pa1 = (Ka1 \times h1 \times q)$$

$$= (0.32 \times 7.2 \times 25)$$

$$= 57.6 \text{ kN}$$

Akibat Beban Lapisan Tanah Timbunan

$$Pa2 = (\frac{1}{2} \times Ka1 \times h1^2 \times \gamma_1)$$

$$= (\frac{1}{2} \times 0.32 \times 7.2^2 \times 18.92)$$

$$= 147.1 \text{ kN}$$

$$Pa3 = -2c_2 \sqrt{Ka_1} \times h_1$$

$$= -2 \times 7.84 \sqrt{0.32} \times 7.2$$

$$= -63.9 \text{ kN}$$

Tekanan Tanah Pasif

$$Pp1 = (\frac{1}{2} \times Kp2 \times h2^2 \times \gamma_2)$$

$$= (\frac{1}{2} \times 1.62 \times 0.72^2 \times 16.8)$$

$$= 7.003 \text{ kN}$$

$$Pp2 = 2c_2 \sqrt{Kp_2} \times h_2$$

$$= 2 \times 8.7 \sqrt{1.62} \times 0.72$$

$$= 15.03 \text{ kN}$$

Tabel 6 Momen vertikal terhadap 0 tanpa gempa

No	Gaya Pasif	Jarak ke Titik O	Momen ke Titik 0
1	1158.15	4.25	4922.1324
$\Sigma Mv =$			4922.1324

Tabel 7 Momen aktif terhadap titik 0 tanpa gempa

No	Gaya Aktif	Jarak ke Titik O	Momen ke Titik 0
1	57.60	3.6	207.36
2	147.12	2.4	353.092608
3	-63.90	3.6	-230.0368896
$\Sigma Ma =$			330.4157184

Tabel 8 Momen pasif terhadap titik 0 tanpa gempa

No	Gaya Aktif	Jarak ke Titik 0	Momen ke Titik 0
1	7.003144851	0.24	1.680754764
2	15.0336	0.32	4.810752
$\Sigma Mp =$			6.491506764

Analisis Stabilitas Terhadap Guling

Momen yang Mengakibatkan

Penggulingan

$$\Sigma Mg = \Sigma Ma$$

$$= 118.78 \text{ kN.m}$$

Momen yang Menahann Penggulingan

$$\Sigma Mw = \Sigma Mv + \Sigma Mp$$

$$= 4922.1 + 6.4915$$

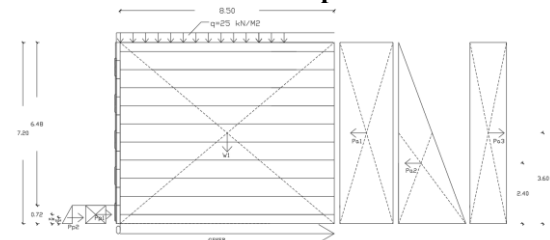
$$= 4928.6 \text{ kN.m}$$

$$SF_{(guling)} = \frac{\Sigma Mw}{\Sigma Mg}$$

$$= \frac{4928,6}{330,42}$$

$$= 14.92 > 2 \text{ (Aman Terhadap Guling)}$$

Analisis Stabilitas Terhadap Geser



Gambar 13 Penggambaran stabilitas terhadap geser

$$SF_{(geser)} = \frac{F}{\Sigma Pa}$$

$$F = \{cg + (W/l_g)tg\delta\}l_g$$

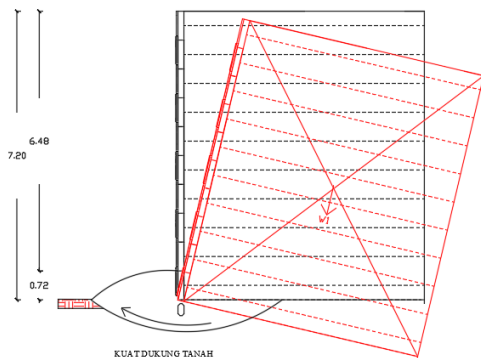
$$\Sigma Pa = 140.82 \text{ kN}$$

Gaya yang Melawan Gaya Geser

$$F = \{cg + (W/l_g)tg\delta\}l_g$$

$$\begin{aligned}
 cg &= \beta \times c \\
 &= 0.67 \times 8.7 \\
 &= 5.829 \text{ Kpa} \\
 lg &= 8.5 \text{ m} \\
 W &= \text{lebar} \times h \times \gamma_1 \\
 &= 8.5 \times 7.2 \times 1 \times 16.68 \\
 &= 1021 \text{ kN} \\
 tg\phi &= \beta \text{ tg} (13.69) \\
 &= 0.67 \times \text{tg} (13.69) \\
 &= 0.163 \\
 F &= \{cg + (W/lg)tg\delta\}lg \\
 &= \{5.829 + (1021/8.5) 0.163\} 8.5 \\
 &= 216.118 \text{ kN} \\
 SF_{(\text{geser})} &= \frac{F}{\sum Pa} \\
 &= \frac{216.118}{140.82} \\
 &= 1.534 > 1.5 \text{ (Aman Terhadap Geser)}
 \end{aligned}$$

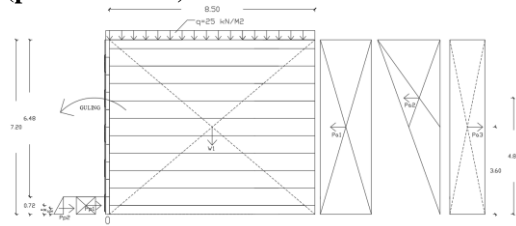
Analisis Stabilitas Kuat Dukung Tanah



Gambar 14 Penggambaran stabilitas terhadap kuat dukung tanah

$$\begin{aligned}
 \sigma_{ult} &= c \times N_c + q \times N_q + 0.5 \times \gamma \times B \times N_\gamma \\
 \phi &= 23.69^\circ \\
 c &= 8.70 \text{ Kpa} \\
 \gamma &= 16.68 \text{ kN/m}^2 \\
 B &= 8.5 \text{ m} \\
 \text{untuk } \phi &= 13.69^\circ \text{ maka diperoleh :} \\
 N_c &= 2.2 \\
 N_q &= 3.5 \\
 N_\gamma &= 10.2 \\
 \text{sehingga,} \\
 &= 8.70 \times 10.2 + 0 \times N_q + 0.5 \times 16.68 \\
 &\quad \times 8.5 \times 2.2 \\
 &= 244.7 \text{ kN/m}^2 \\
 \text{sedangkan,} \\
 \sigma_{terjadi} &= H \times \gamma + q \\
 &= 7.2 \times 16.68 + 25 \\
 &= 161.3 \text{ kN/m}^2 \\
 SF_{(\text{Kuat dukung tanah})} &= \frac{\sigma_{ult}}{\sigma_{terjadi}} \\
 &= \frac{244.7}{161.3} \\
 &= 1.517 > 1.5 \text{ (Aman Terhadap Kuat Dukung Tanah)}
 \end{aligned}$$

Analisis Stabilitas Eksternal Dengan Gempa (perencanaan I)



Gambar 15 Penggambaran stabilitas guling dengan beban gempa

$$\begin{aligned}
 W1 &= q1 \times \gamma_1 \times h1 \\
 &= 8.5 \times 18.92 \times 7.2 \\
 &= 1158.14 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Gaya Aktif
Tekanan Tanah Aktif

Beban yang Bekerja di Atas Dinding Penahan Tanah

$$q1 = 25 \text{ kN/m}^2$$

Akibat Beban yang Bekerja di Atas Dinding Penahan Tanah

$$\begin{aligned}
 Pa1 &= (Ka1 \times h1 \times q) \\
 &= (0.32 \times 7.2 \times 25) \\
 &= 57.6 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Akibat Beban Tanah Asli dan Gempa

$$\begin{aligned}
 Pa2 &= \left(\frac{1}{2} \times Kae \times h1^2 \times \gamma_1\right) \\
 &= \left(\frac{1}{2} \times 0.48 \times 7.20^2 \times 18.92\right) \\
 &= 196.2 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Pa3 &= -2c_2 \sqrt{Kae_1} \times h_1 \\
 &= -2 \times 7.84 \sqrt{0.48 \times 7.2} \\
 &= -78.29 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Tekanan Tanah Pasif

$$\begin{aligned}
 Pp1 &= \left(\frac{1}{2} \times Kp2 \times h2^2 \times \gamma_2\right) \\
 &= \left(\frac{1}{2} \times 1.62 \times 0.72^2 \times 16.8\right) \\
 &= 7.003 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Pp2 &= 2c_2 \sqrt{Kp_2} \times h_2 \\
 &= 2 \times 8.7 \sqrt{1.62 \times 0.72} \\
 &= 15.03 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Tabel 9 Momen vertikal terhadap 0 dengan gempa

No	Gaya Pasif	Jarak ke Titik O	Momen ke Titik 0
1	1158.15	4.25	4922.1324
$\sum Mw =$			4922.1324

Tabel 10 Momen aktif terhadap titik 0 dengan gempa

No	Gaya Aktif	Jarak ke Titik O	Momen ke Titik 0
1	57.60	3.6	207.36
2	196.16	4.8	941.580288
3	-78.24	3.6	-281.6529408
$\sum Ma =$			867.2873472

Tabel 11 Momen pasif terhadap titik 0 tanpa gempa

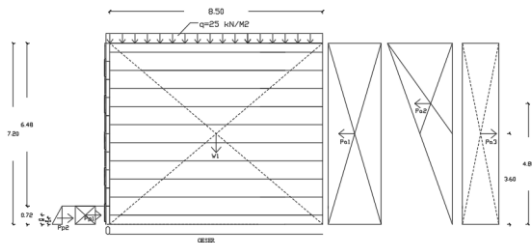
No	Gaya Aktif	Jarak ke Titik O	Momen ke Titik O
1	7.00399872	0.24	1.680959693
2	15.0336	0.32	4.810752
$\sum Mp =$			6.491711693

Momen yang Mengakibatkan Penggulingan
 $\sum Mg = \sum Ma$
 $= 867.29 \text{ kN.m}$

Momen yang Menahan Penggulingan
 $\sum Mw = \sum Mv + \sum Mp$
 $= 4922.1 + 6.491$
 $= 4928.6 \text{ kN.m}$

$SF_{(guling)} = \frac{\sum Mw}{\sum Mg}$
 $= \frac{4928.6}{867.29}$
 $= 5.683 > 2 \text{ (Aman Terhadap Guling)}$

Analisis Stabilitas Terhadap Geser



Gambar 16 Penggambaran stabilitas terhadap geser dengan beban gempa

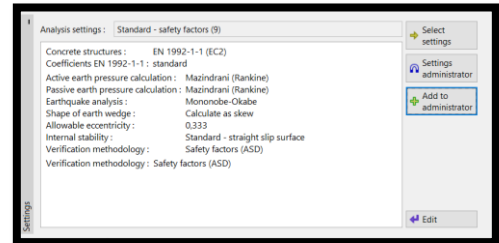
$SF_{(geser)} = \frac{F}{\sum Pa}$
 $F = \{cg + (W/l_g)tg\delta\}l_g$
 $\sum Pa = 175.53 \text{ kN}$
diketahui :
 $cg = \beta \times c$
 $= 0.67 \times 8.70$
 $= 5.829 \text{ Kpa}$
 $lg = 8.5 \text{ m}$
 $W = \text{lebar} \times h \times \gamma_1$
 $= 8.5 \times 7.2 \times 16.68$
 $= 1020.6 \text{ kN}$
 $tg \square = \beta \text{ tg } (18.57)$
 $= 0.67 \times \text{tg } (13.69)$
 $= 0.163$
 $F = \{cg + (W/l_g)tg\delta\}l_g$
 $= \{5.829 + (1020.6/8.5)0.163\}8.5$
 $= 216.118 \text{ kN}$
 $SF_{(geser)} = \frac{F}{\sum Pa}$
 $= \frac{216.118}{175.53}$
 $= 1.23 > 1.1 \text{ (Aman Terhadap Geser)}$

Analisis Stabilitas Perkuatan Dinding Penahan Tanah Diperkuat Geosintetik (GSRW) dengan Software Geo 5

Input Data

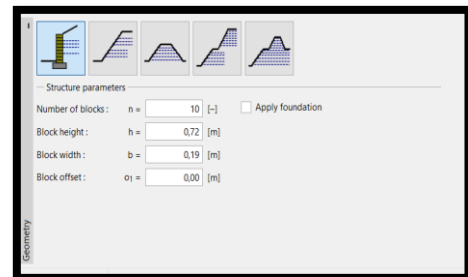
Program Sheeting Design

- a. Pengaturan jenis analisis yang digunakan
 Pengaturan jenis analisis yang akan digunakan dilakukan pada menu *Settings*. Pengaturan ini meliputi pengaturan bahan dan standar dari material yang digunakan, metode analisis tekanan tanah yang berdasarkan teori *Rankine*, serta nilai *safety factor* yang digunakan. Hasil dari pengaturan yang digunakan berupa kotak dialog ditampilkan pada **Gambar 16**.



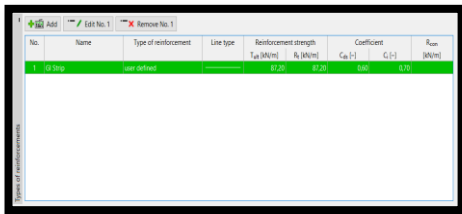
Gambar 16 Kotak dialog hasil pengaturan jenis analisis

- b. Geometri dinding Penahan
 Geometri penutup muka dinding penahan berfungsi sebagai proteksi terhadap penggerusan dan erosi material timbunan lereng serta mengatur aliran drainase pada beberapa kondisi, geometri yang digunakan dalam perencanaan ini adalah adalah panel beton pracetak segmental dengan dimensi $0,72\text{m} \times 0,75\text{m} \times 0,19\text{m}$. Input data dilakukan pada menu *Geometry*.

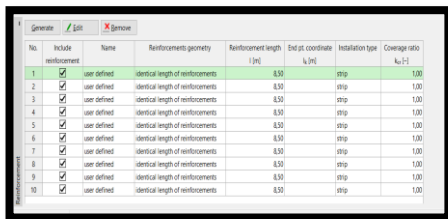


Gambar 17 Kotak dialog hasil pengaturan *Geomerty*

- c. Perkuatan yang dipakai
 Perkuatan yang dipakai dalam perencanaan ini adalah linier satu arah geosintetik tipe strip (elastis) yang memiliki tegangan tarik maksimal sebesar $87,2 \text{ kN/m}^3$. Memasukan panjang perkuatan yang diperlukan dan mengganti *Installation type* menjadi strip. Mengatur banyaknya perkuatan yang digunakan dengan *tools generate*. Input data perkuatan dilakukan pada menu *Type of Reinforcement dan Reinforcement*. Hasil ditampilkan pada **Gambar 18** dan **Gambar 19**.

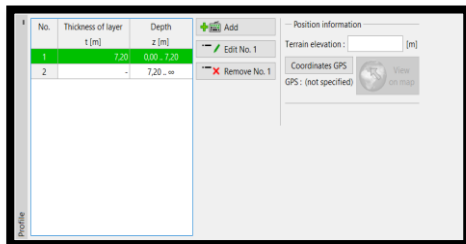


Gambar 18 Kotak dialog hasil pengaturan *Type of Reinforcement*



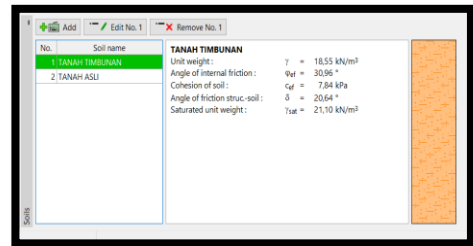
Gambar 19 Kotak dialog hasil pengaturan *Reinforcement*

- d. Ketebalan lapisan tanah
Tanah yang berada di belakang dinding penahan tanah memiliki parameter yang berbeda-beda untuk setiap lapisannya. Data masukan ketebalan lapisan tanah dilakukan pada menu *Profile* dengan ketebalan lapisan tanah timbunan dari bagian atas dinding penahan tanah sampai kedalaman 7,2 m dan ketebalan lapisan tanah asli dari kedalaman 7,2 m sampai seterusnya. Hasil data masukan ketebalan lapisan tanah ditampilkan pada **Gambar 20**.

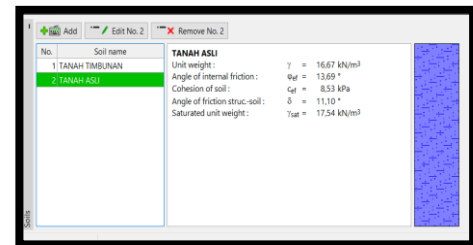


Gambar 20 Kotak dialog data masukan ketebalan lapisan tanah

- e. Jenis dan parameter lapisan tanah
Parameter tanah di belakang dinding penahan tanah yang digunakan dalam analisis antara lain berupa data berat jenis tanah (γ), sudut gesek dalam (φ), dan kohesi tanah (c) yang telah diperlihatkan pada bab metode penelitian. Data masukan parameter tanah dilakukan pada menu *Soils*. Hasil data masukan parameter tanah timbunan dan tanah asli ditampilkan pada **Gambar 21** dan **Gambar 22**.

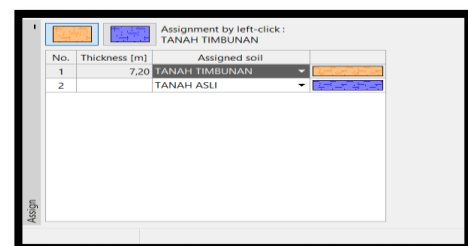


Gambar 21 Kotak dialog data masukan parameter tanah timbunan



Gambar 22 Kotak dialog data masukan parameter tanah asli

- f. Penempatan jenis tanah ke dalam setiap lapisan
Daftar jenis dan parameter lapisan tanah yang telah di input sebelumnya pada menu *Soils* di representasikan secara grafis pada setiap ketebalan lapisan tanah. Data masukan untuk menempatkan jenis tanah ke dalam setiap lapisan dilakukan pada menu *assign*. Hasil data masukan lapisan profil tanah ditampilkan pada **Gambar 23**.

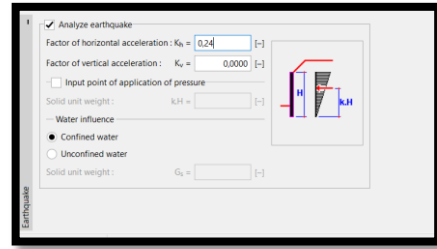


Gambar 23 Kotak dialog data masukan jenis tanah ke dalam setiap lapisan

- g. Bentuk permukaan tanah di atas dinding penahan tanah
Permukaan tanah di atas dinding penahan tanah merupakan tanah timbunan dengan bentuk datar seperti pada gambar. Tanah timbunan di atas dinding penahan tanah diasumsikan sebagai beban merata dengan arah vertikal sedemikian rupa sehingga permukaan tanah menjadi datar ($\beta = 0^\circ$). Data masukan bentuk permukaan tanah di atas dinding penahan tanah dilakukan pada menu *Terrain*.



Gambar 24 Kotak dialog bentuk permukaan tanah



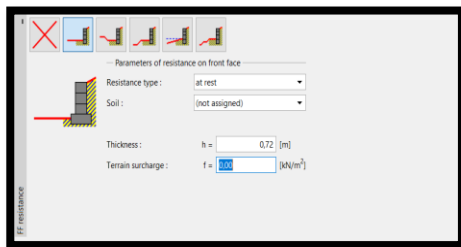
Gambar 27 Kotak dialog *verification safety factor* terhadap guling dan geser

- h. Beban di atas dinding penahan tanah
 Beban yang bekerja di atas dinding penahan tanah berupa beban merata yang terdiri dari beban kendaraan yang melintas sebesar 10 kN/m², beban perkerasan 15 kN/m². Data masukan beban yang bekerja dilakukan pada menu *Surcharge*. Hasil data masukan beban kendaraan dan beban perkerasan jalan ditampilkan pada **Gambar 25**.

No.	Surcharge	Name	Type	Action	Location	Origin	Length	Width	Magnitude	Unit
1	Yes	Beban Melesta	Surface	permanent	2 [m]	4 [m]	1 [m]	2 [m]	25.00	kN/m ²

Gambar 25 Kotak dialog data masukan beban di atas dinding penahan tanah

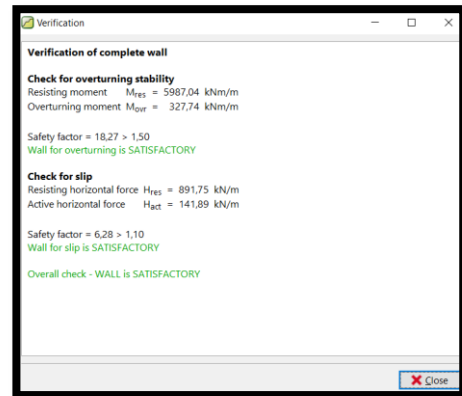
- i. Ketinggian tanah dasar pada dinding penahan tanah
 Data ketinggian tanah dasar pada dinding penahan tanah dapat dimasukan tinggi tanah dasar dam bentuk permukaan tanah dasar pada menu *FF Resistance*.



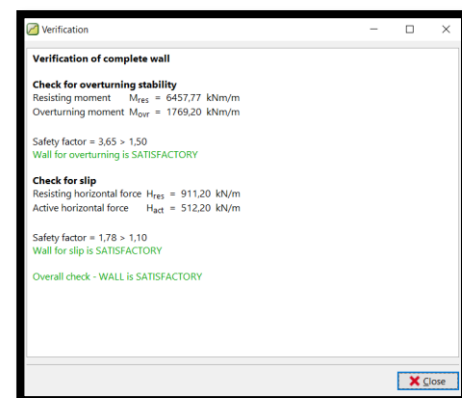
Gambar 26 Kotak dialog data masukan ketinggian tanah dasar

- j. Pengaruh beban gempa terhadap dinding penahan tanah
 Pengaruh beban gempa terhadap dinding penahan tanah dapat dianalisis dengan memasukan nilai Kh dan Kv pada menu *Analyze Earthquake*.

- k. Hasil untuk *safety factor* stabilitas terhadap guling dan geser
 Nilai *safety factor* dapat dilihat pada menu *verification*, hasil menunjukkan pada kondisi tanpa beban gempa $SF_{guling} = 18.27 > 1.5$, aman terhadap guling dan untuk $SF_{geser} = 6.28 > 1.5$, aman terhadap geser, pada kondisi dengan beban gempa $SF_{guling} = 3.65 > 1.5$ dan untuk $SF_{geser} = 1.78 > 1.5$.

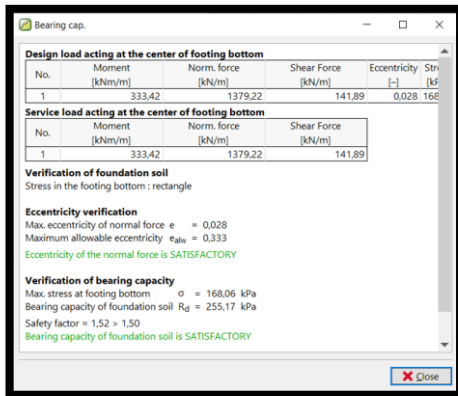


Gambar 28 Kotak dialog *verification safety factor* terhadap guling dan geser



Gambar 29 Kotak dialog *verification safety factor* terhadap guling dan geser

- l. Hasil untuk *safety factor* kapasitas daya dukung tanah
 Nilai *safety factor* dapat dilihat pada menu *bearing cap*, hasil menunjukkan $SF_{kapasitas\ daya\ dukung\ tanah} = 1.52 > 1.5$.

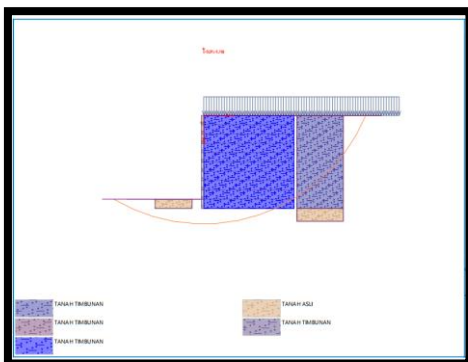


Gambar 30 Kotak dialog *Bearing Cap safety factor* terhadap daya dukung tanah

- m. Hasil untuk *safety factor* Kelongsoran Lereng
Hasil *safety factor* kelongsoran lereng dapat dilihat pada menu analysis, dengan hasil nilai *safety factor* $1,35 > 1,3$



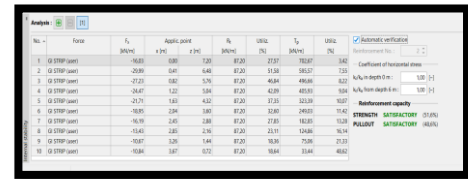
Gambar 31 Kotak dialog *Analysis safety factor* terhadap kelongsoran lereng



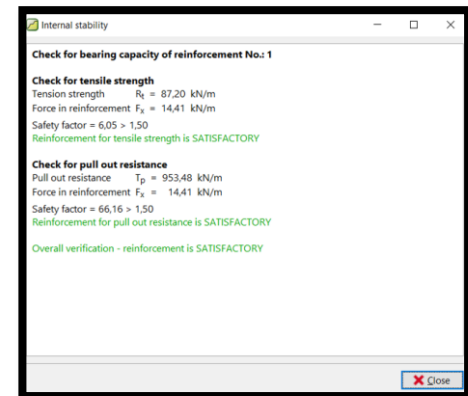
Gambar 32 Layout *Analysis safety factor* terhadap kelongsoran lereng

- n. Hasil untuk *safety factor* terhadap tarik dan putus
Hasil untuk *safety factor* terhadap tarik dan putus dapat dilihat pada menu *internal stability*, untuk melihat *safety factor* pada setiap lapisan GI Strip pada memilih *tools reinforcement* No. 1, 2, 3, dan seterusnya dan untuk melihat otomatis *safety factor*

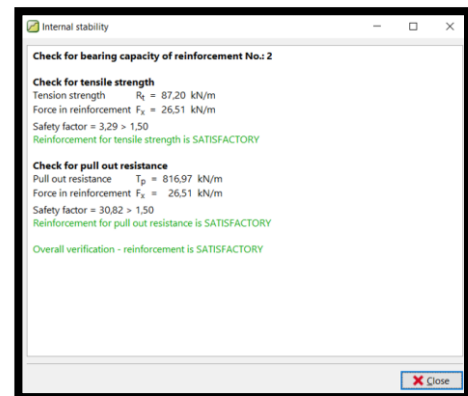
dapat dilihat pada menu *automatic verification*.



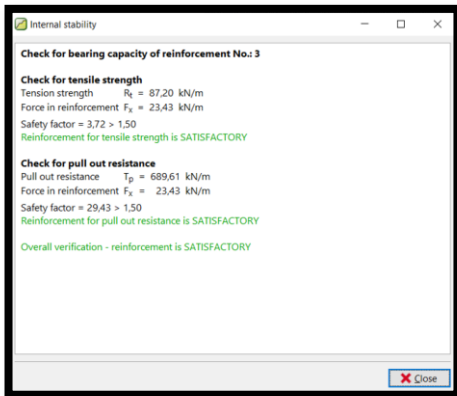
Gambar 33 Kotak dialog *internal stability safety factor* terhadap tarik dan putus



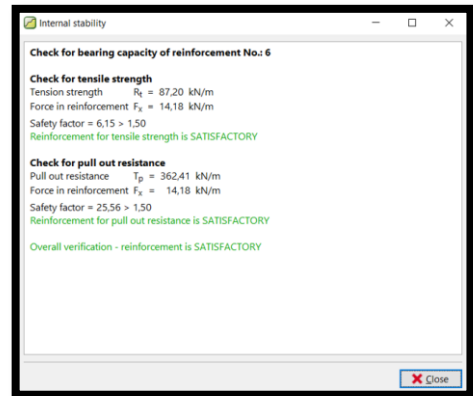
Gambar 34 Kotak dialog *internal stability safety factor* lapisan 1



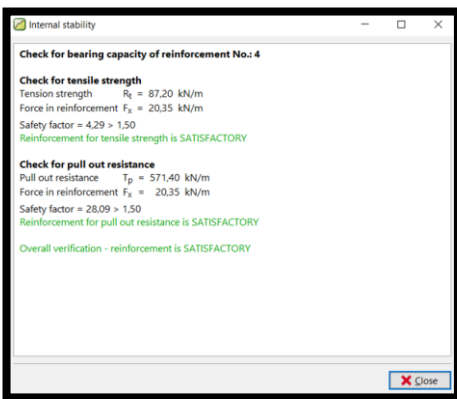
Gambar 35 Kotak dialog *internal stability safety factor* lapisan 2



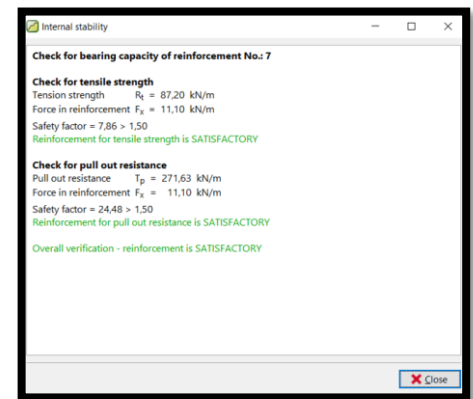
Gambar 36 Kotak dialog *internal stability* safety factor lapisan 3



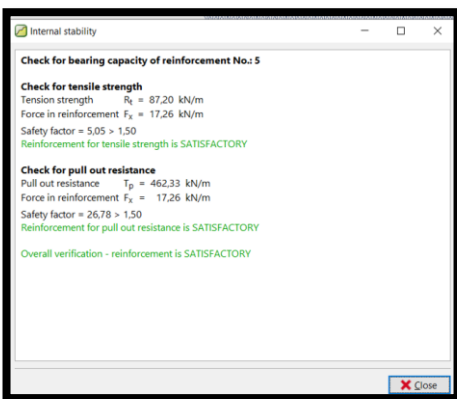
Gambar 39 Kotak dialog *internal stability* safety factor lapisan 6



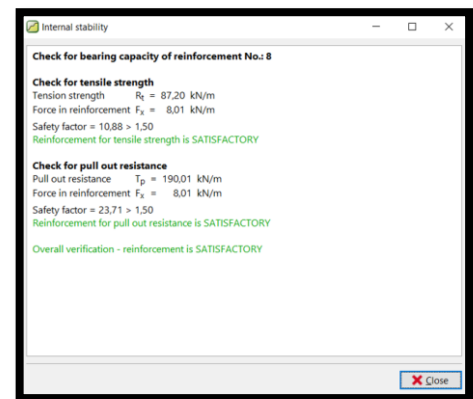
Gambar 37 Kotak dialog *internal stability* safety factor lapisan 4



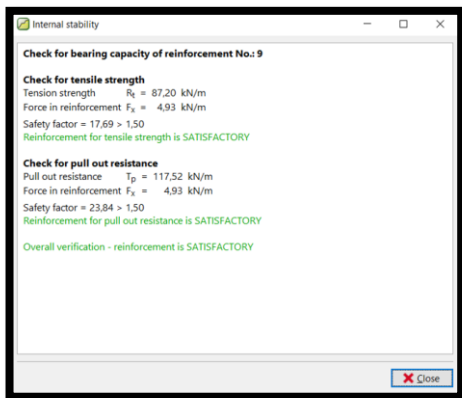
Gambar 40 Kotak dialog *internal stability* safety factor lapisan 7



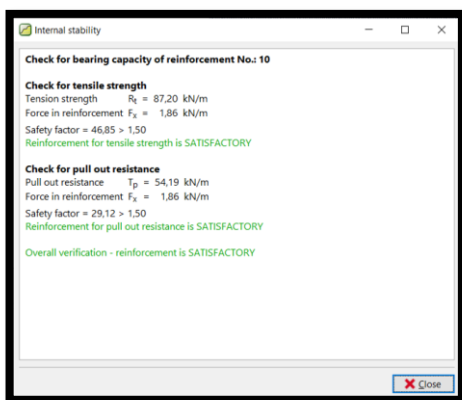
Gambar 38 Kotak dialog *internal stability* safety factor lapisan 5



Gambar 41 Kotak dialog *internal stability* safety factor lapisan 8



Gambar 42 Kotak dialog *internal stability* *safety factor* lapisan 9



Gambar 43 Kotak dialog *internal stability* *safety factor* lapisan 10

Analisis Stabilitas Perkuatan Dinding Penahan Tanah Diperkuat Geosintetik (GSRW) dengan pada perencanaan II ditabelkan.

Tabel 12 Rekapitulasi *safety factor* Stabilitas Eksternal Perencanaan I

Stabilitas Eksternal	<i>Safety Factor</i>			
	Perhitungan Manual		<i>Software Geo 5</i>	
	Tanpa Gempa	Dengan Gempa	Tanpa Gempa	Dengan Gempa
Guling	14.92	5.68	18.24	3.65
Geser	1.53	1.27	6.28	1.76
Daya Dukung Tanah	1.52		1.51	
Global	-		1.35	

Tabel 13 Rekapitulasi *safety factor* Stabilitas Internal Perencanaan I

Stabilitas Internal	<i>Safety Factor</i>			
	Perhitungan Manual		<i>Software Geo 6</i>	
	Tarik	Cabut	Tarik	Cabut
No. Lapisan				
Lapisan 1	3.26	36.10	6.05	66.16
Lapisan 2	3.58	34.32	3.29	30.82
Lapisan 3	3.96	32.54	3.72	29.43
Lapisan 4	4.43	30.77	4.29	28.09

Lapisan 5	5.04	29.00	5.05	26.78
Lapisan 6	5.84	27.22	6.15	25.56
Lapisan 7	6.93	25.45	7.86	24.48
Lapisan 8	8.53	23.68	10.88	23.71
Lapisan 9	11.08	21.90	17.69	23.84
Lapisan 10	15.83	20.13	46.85	29.12

Tabel 14 Rekapitulasi *safety factor* Stabilitas Eksternal Perencanaan II

Stabilitas Eksternal	<i>Safety Factor</i>			
	Perhitungan Manual		<i>Software Geo 5</i>	
	Tanpa Gempa	Dengan Gempa	Tanpa Gempa	Dengan Gempa
Guling	14.92	5.68	13.3	2.67
Geser	1.59	1.27	4.76	1.42
Daya Dukung Tanah	1.52		1.2	
Global	-		1.25	

Tabel 15 Rekapitulasi *safety factor* Stabilitas Internal Perencanaan II

Stabilitas Internal	<i>Safety Factor</i>		<i>Safety Factor</i>	
	Perhitungan Manual		<i>Software Geo 5</i>	
	Tarik	Cabut	Tarik	Cabut
No. Lapisan				
Lapisan 1	3.26	25.22	6.05	47.7
Lapisan 2	3.58	23.44	3.29	21.3
Lapisan 3	3.96	21.67	3.72	19.86
Lapisan 4	4.43	19.89	4.29	18.44
Lapisan 5	5.04	18.12	5.05	17.04
Lapisan 6	5.84	27.22	6.15	25.56
Lapisan 7	6.93	25.45	7.86	24.48
Lapisan 8	8.53	23.68	10.88	23.71
Lapisan 9	11.08	21.90	17.69	23.84
Lapisan 10	15.83	20.13	46.85	29.12

Berdasarkan hasil pada tabel di atas, hasil akhir dari perhitungan stabilitas dinding penahan tanah digunakan dimensi yang sama pada perhitungan manual ataupun pada perhitungan dengan *software* Geo 5, pada perhitungan manual ataupun menggunakan *software* Geo 5, sama-sama memperoleh angka aman yang telah ditetapkan untuk perhitungan stabilitas dinding penahan tanah, akan tetapi angka aman yang diperoleh pada perhitungan manual dan perhitungan *software* Geo 5 berbeda. Perbedaan tersebut terjadi karena pada perhitungan manual, tekanan tanah lateral menggunakan metode Rankine sedangkan untuk perhitungan dengan *software* Geo5 perhitungan tekanan tanah lateralnya menggunakan metode Rankine yang telah dimodifikasi, yaitu metode Mazindrani.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perencanaan dan analisis stabilitas dinding penahan tanah diperkuat

geotekstil dengan menggunakan Teori Rankine, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil perencanaan I sebagai berikut,
Panel blok beton berukuran $0.72\text{m} \times 0.75\text{ m}$, dengan tinggi dinding penahan tanah setinggi 7.2 m . Perkuatan geotekstil menggunakan tipe strip dengan lebar 9 mm , dimana panjang perkuatan 8.5 m yang terdiri dari 10 lapisan dengan jarak spasi setiap perkuatan dengan 0.72 m . Nilai tegangan izin sebesar 87.2 kN/m^2 .
Hasil perencanaan II sebagai berikut,
Panel blok beton berukuran $0.72\text{m} \times 0.75\text{ m}$, dengan tinggi dinding penahan tanah setinggi 7.2 m . Perkuatan geotekstil menggunakan tipe strip dengan lebar 9 mm , dimana panjang perkuatan 8.5 m pada 5 lapis di atas dan 6 m pada 5 lapis di bawahnya dengan jarak spasi setiap perkuatan dengan 0.72 m . Nilai tegangan izin sebesar 87.2 kN/m^2 .
2. Hasil nilai *safety factor* stabilitas eksternal pada perencanaan I menggunakan perhitungan manual terhadap gaya guling, geser, daya dukung tanah, tanpa beban gempa berturut-turut sebesar $14.92 > 2$ (aman), $1.53 > 1.5$ (aman), $1.52 > 1.5$ (aman), dengan beban gempa berturut-turut sebesar $5.68 > 2$ (aman), $1.23 > 1.1$ (aman). Hasil nilai *safety factor* stabilitas internal pada perencanaan I menggunakan perhitungan manual dari lapisan 1 sampai dengan lapisan 10 terhadap gaya tarik dengan rentang $3.26 - 15.83 > 1.5$ (aman), terhadap gaya cabut dengan rentang $20.13 - 36.10 > 1.5$ (aman). Hasil nilai *safety factor* stabilitas eksternal pada perencanaan II menggunakan perhitungan manual terhadap gaya guling, geser tanpa beban gempa berturut-turut sebesar $14.92 > 2$ (aman), $1.59 > 1.5$ (aman), dengan beban gempa berturut-turut $5.68 > 1.1$ (aman), $1.27 > 1.1$ (aman). Hasil nilai *safety factor* stabilitas internal pada perencanaan II menggunakan perhitungan manual dari lapisan 1 sampai dengan lapisan 10 terhadap gaya tarik dengan rentang $3.26 - 15.83 > 1.5$ (aman), terhadap gaya cabut dengan rentang $18.12 - 27.22 > 1.5$ (aman).
3. Hasil nilai *safety factor* stabilitas eksternal pada perencanaan I menggunakan perhitungan *software*

GEO 5 terhadap gaya, guling, geser, daya dukung tanah tanpa beban gempa, berturut-turut sebesar $18.24 > 2$ (aman), $6.26 > 1.5$ (aman), dengan beban gempa berturut $3.65 > 1.1$, (aman), $1.76 > 1.1$ (aman), $1.51 > 1.5$ (aman). Hasil nilai *safety factor* menggunakan perhitungan *software* GEO 5 perencanaan I terhadap kelongsoran lereng menggunakan metode Bishop sebesar $1.35 > 1.3$ (aman). Hasil nilai *safety factor* stabilitas internal menggunakan perhitungan *software* GEO 5 dari lapisan 1 sampai dengan lapisan 10 terhadap gaya tarik dengan rentang $3.29 - 46.85 > 1.5$ (aman), terhadap gaya cabut dengan rentang $23.71 - 66.16 > 1.5$ (aman). Hasil nilai *safety factor* stabilitas eksternal pada perencanaan II menggunakan perhitungan *software* GEO 5 terhadap gaya, guling, geser, daya dukung tanah tanpa beban gempa, berturut-turut sebesar $13.3 > 2$ (aman), $4.76 > 1.5$ (aman), dengan beban gempa berturut $2.67 > 1.1$, (aman), $1.42 > 1.1$ (aman), $1.2 > 1.1$ (aman). Hasil nilai *safety factor* menggunakan perhitungan *software* GEO 5 perencanaan II terhadap kelongsoran lereng menggunakan metode Bishop sebesar $1.25 > 1.1$ (aman). Hasil nilai *safety factor* stabilitas internal perhitungan *software* GEO 5 dari lapisan 1 sampai dengan lapisan 10 terhadap gaya tarik berturut-turut sebesar $3.29 - 46.85 > 1.5$ (aman), terhadap gaya cabut dengan rentang $17.04 - 47.7 > 1.5$ (aman).

4.1. Saran

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, maka dapat dikemukakan beberapa saran sebagai berikut:

1. Memperhatikan dan menyesuaikan kondisi tanah disekitar pemasangan dinding penahan tanah karena belum tentu sesuai dengan parameter tanah yang diperoleh.
2. Untuk perencanaan selanjutnya dapat digunakan perkuatan tipe continuous dan jenis penutup dinding yang lainnya.
3. Untuk mendapatkan nilai yang tidak berbeda jauh antara perhitungan manual dan perhitungan menggunakan *software*, dapat dipilih penggunaan *software* yang memiliki teori yang sama dengan perhitungan manual.

Daftar Pustaka

- Anonim. (2020). *Geotechnical software suite Geo 6, User's Guide*.
- America Association of State Highway and Transportation Officials. (2012). *AASTHO LRFD Bridge Design Specification, section 11: Walls, Abutments and Piers*, Washington, DC.
- Badan Standarisasi Nasional. (2017). *Persyaratan Perancangan Geoteknik*, Jakarta (SNI 8460:2017)
- Badan Standarisasi Nasional. (2019). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*, Jakarta (SNI-1726-2019)
- Departemen Pekerjaan Umum. (2009). *Perencanaan dan Pelaksanaan Perkuatan tanah dengan Geosintetik*, Jakarta (No.003/BM/2009)
- Elias, V., Chistopher, B.R., and Berg, R.R. (2001). *Mechanically Stabilized Earth Walls and Reinforced Soil Slopes Design and Construction Guildelines*, Federal Highway Administration, Washington, DC.
- Hardiyatmo, H. C. (2013). *Analisis dan Perancangan Fondasi I Edisi Kedua*, Yogyakarta, Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H. C. (2008). *Geosintetik untuk Rekaya jalan Raya Edisi Pertama*, Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H. C. (2022). *Mekanika Tanah I*, Yogyakarta, Gadjah Mada University Press.
- Koerner, R. M. (1986). *Designing with Geosynthetics*. Paramount Communications Company Englewood Cliffs, New Jersey 07632.
- Listyawan, A. B., Trinugroho, S., nugraha, A. (2013). *Desain Dimensi Dinding Penahan Tanah Dengan Menggunakan Program Geo 5*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Mazni, D. I., Hakam, A., Tanjung, J., Yossyafra., Ismail, F.A. (2018, 28 November), Dinding Penahan Tanah Segmental, 5th Ace Conference, Padang, Sumatera Barat.
- Nugraha, H. F., Budiono., dan Lukman, H. (2020). *Analisis Perkuatan Friction Pada Metoda Pelaksanaan Geoforce Segemntal Retaining Wall*. Program Studi Teknik Sipil. Fakultas Teknik, Universitas Pakuan.
- Novdin M.S. (2022). *Analisis Perlindungan Tebing Sungai Bah Bolon Sumatera Utara Menggunakan Blok Beton Segmental Dengan Perkuatan Geosintetik*, Jurnal Teknik Hidraulik Vol. 13, No. 2.
- Rahayu, D. H. (2015). *Pengaruh Pembebanan Pada Dinding Penahan tanah Segmental*. (Skripsi, Univeristas Kristen Maranatha Bandung) Repositori Univeristas Kristen Maranatha Bandung)
- Sholeh, M., Yunaefi. (2016). *Penggunaan Blok Beton Segmental Sebagai Dinding Penahan Dengan Diperkuat Geosintetik*. Prokons Jurnal Teknik Sipil