

**PERENCANAAN PERKUATAN GEOSINTETIK SEBAGAI ALTERNATIF
DINDING PENAHAN TANAH PADA STA 10+150 RUAS JALAN *BYPASS* BIL -
MANDALIKA**

*Geosynthetic Reinforcement Design as an Alternative of Retaining Walls at STA
10+150 on The ByPass Road of BIL - Mandalika*

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



Oleh:

**BAIQ TIAS SYAHRANI RAHAYU
F1A 019 031**

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

ARTIKEL ILMIAH

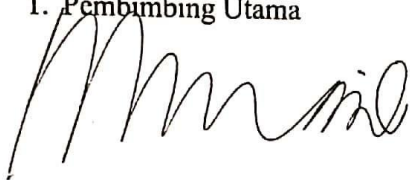
**PERENCANAAN PERKUATAN GEOSINTETIK SEBAGAI ALTERNATIF
DINDING PENAHAN TANAH PADA STA 10+150 RUAS JALAN BYPASS BIL -
MANDALIKA**

*GEOSYNTHETIC REINFORCEMENT DESIGN AS AN ALTERNATIVE OF
RETAINING WALLS AT STA 10+150 ON THE BYPASS ROAD OF BIL -
MANDALIKA*

Oleh:
BAIQ TIAS SYAHRANI RAHAYU
F1A 019 031

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

1. Pembimbing Utama



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

Tanggal: Juli 2023

2. Pembimbing Pendamping



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

Tanggal: Juli 2023

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Mataram



Hariyadi, ST., Msc.(Eng.), Ph.D
NIP. 19731027 199802 1 001

ARTIKEL ILMIAH

**PERENCANAAN PERKUATAN GEOSINTETIK SEBAGAI ALTERNATIF
DINDING PENAHAN TANAH PADA STA 10+150 RUAS JALAN *BYPASS* BIL -
MANDALIKA**

Oleh:
BAIQ TIAS SYAHRANI RAHAYU
F1A 019 031

Telah diujikan di depan Tim Penguji
Pada tanggal, 18 Juli 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat derajat Sarjana S-1

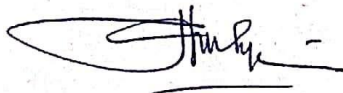
Susunan Tim Penguji

1. Penguji I



Prof. Dr. Didi S. Agustawijaya, M.Eng., Ph.D. Tanggal: Juli, 2023
NIP. 19620809 198912 1 001

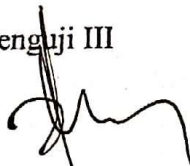
2. Penguji II



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

Tanggal: Juli 2023

3. Penguji III



Agus Suroso, ST., MT.
NIP. 19680813 199703 1 002

Tanggal: Juli 2023

Mataram, Juli 2023
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Mataram



Muhamad Syamsu Iqbal, ST., MT., Ph.D.
NIP. 197202221999031002

**PERENCANAAN PERKUATAN GEOSINTETIK SEBAGAI ALTERNATIF
DINDING PENAHAN TANAH PADA STA 10+150 RUAS JALAN *BYPASS BIL* -
MANDALIKA**

*GEOSYNTHETIC REINFORCEMENT DESIGN AS AN ALTERNATIVE OF
RETAINING WALLS AT STA 10+150 ON THE BYPASS ROAD OF BIL -
MANDALIKA*

Baiq Tias Syahrani Rahayu¹, Ismail Hoesain M.², Tri Sulistyowati²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram

²Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram

Email: baiqtias28@gmail.com

ABSTRAK

Jalan *ByPass BIL* – Mandalika merupakan jalan yang dibangun untuk mendukung *event* ajang balap MotoGP, jalan ini memiliki panjang 17,36 kilometer yang menghubungkan antara Bandara International Lombok (BIL) dengan kawasan wisata Kuta Mandalika. Pada ruas jalan ini terdapat banyak lereng dari bukit maupun lereng yang terbentuk akibat galian dan timbunan pada saat pengerjaan jalan. Oleh karena itu, dibutuhkan dinding penahan tanah sebagai penahan dari lereng yang ada untuk mencegah terjadinya kelongsoran.

Seiring dengan perkembangan rekayasa bangunan sipil, geosintetik banyak digunakan sebagai alternatif dari dinding penahan tanah. Penggunaan geosintetik sebagai dinding penahan tanah merupakan pengembangan dari konsep tanah bertulang (*reinforced earth*) yang ditemukan oleh Vidal di Perancis pada pertengahan tahun 1960. Direncanakan pada STA 10+150 akan dibuat perkuatan geosintetik. Data yang digunakan merupakan data sekunder proyek perencanaan jalan *BIL* – Mandalika. Analisis dilakukan secara manual dan menggunakan bantuan *software Geo5*.

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh perkuatan geosintetik menggunakan 2 variasi panjang dan jarak yang berbeda yaitu untuk geosintetik dengan panjang 8 m menggunakan jarak 0,8 m sebanyak 5 lapis, dan untuk geosintetik dengan panjang 4 m menggunakan jarak 0,5 m sebanyak 4 lapis. Kedua variasi tersebut sama-sama menggunakan *overlapping* dengan panjang 1 m. Hasil perhitungan yang diperoleh telah memenuhi syarat stabilitas eksternal yang meliputi kegagalan guling, kegagalan geser, kegagalan daya dukung tanah, dan stabilitas internal yang meliputi kontrol putus tulangan dan kontrol cabut tulangan dari perhitungan manual maupun perhitungan menggunakan bantuan *software Geo5*.

Kata kunci : geosintetik, tanah bertulang, *Geo5*.

ABSTRACT

The BIL – Mandalika ByPass road is a road built to support the MotoGP racing event, this road has a length of 17,36 kilometers connecting between Lombok International Airport (BIL) with Kuta Mandalika tourist area. On this road section there are many slopes from hills and slopes formed due to excavation and embankment during road construction. Therefore, retaining walls are needed as a barrier to the existing slopes to prevent landslides.

Along with the development of civil engineering, geosynthetics are widely used as an alternative to retaining walls. The use of geosynthetics as a retaining walls is a development the reinforced earth concept discovered by Vidal in France in the mid-1960s. It is planned that STA 10+150 geosynthetic reinforcement will be made. The data used is secondary data of BIL – Mandalika road planning project. Analysis is done manually and using the Geo5 software.

Based on the calculation result, geosynthetic reinforcement is obtained using 2 different length and distance variations, for geosynthetics with a length of 8 m using a distance of 0,8 m as many as 5 layers, and for geosynthetics with length of 4 m using a distance of 0,5 m as many as 4 layers. Both variations use overlapping with a length of 1 m. The calculation result obtained have qualified the condition of external stability which includes the overturning failure, shear failure failure of soil bearing capacity, and internal stability which includes reinforcement breaking control and reinforcement pulling control from manual calculations and calculations using Geo5 software.

Keyword : geosynthetics, reinforced earth, Geo5

PENDAHULUAN

Jalan *ByPass* BIL – Mandalika merupakan jalan yang dibangun untuk mendukung *event* ajang balap MotoGP, jalan ini memiliki panjang 17,36 kilometer yang menghubungkan antara Bandara International Lombok (BIL) dengan kawasan wisata Kuta Mandalika. Pada ruas jalan ini terdapat banyak lereng dari bukit maupun lereng yang terbentuk akibat galian dan timbunan pada saat pengerjaan jalan. Oleh karena itu, dibutuhkan dinding penahan tanah sebagai penahan dari lereng yang ada untuk mencegah terjadinya kelongsoran.

Seiring dengan perkembangan rekayasa bangunan sipil, geosintetik banyak digunakan sebagai alternatif dari dinding penahan tanah. Geosintetik adalah suatu produk buatan pabrik dari bahan *polymer* yang digunakan dalam sistem atau struktur yang berhubungan dengan tanah, batuan, atau bahan rekayasa geoteknik lainnya (Hardiyatmo, 2013). Penggunaan geosintetik sebagai dinding penahan tanah merupakan pengembangan dari konsep tanah bertulang (*reinforced earth*) yang ditemukan oleh Vidal di Perancis pada pertengahan tahun 1960. Geosintetik sebagai alternatif memiliki kekuatan dan kekakuan yang cukup baik. Dengan fungsi yang sama, dibandingkan dinding penahan tanah geosintetik lebih mudah untuk dipasang di lapangan, dan dapat mengurangi biaya konstruksi juga material. Hingga saat ini, dinding penahan dengan sistem penulangan tanah banyak digunakan untuk pembangunan.

Penelitian tentang penggunaan geosintetik telah banyak dilakukan, antara lain; Dwityagana (2018) telah melakukan penelitian tentang desain penahan tanah dengan menggunakan perkuatan geotekstil pada Jalan Raya Bedugul – Singaraja. Dengan tinggi lereng 3,60 meter, tinggi muka air tanah 1,70 m. Pramulandani, dkk (2020) melakukan penelitian mengenai analisis stabilitas lereng dengan perkuatan geocell menggunakan metode elemen hingga (*plaxis 2D*). Dengan tinggi penimbunan mencapai 10 meter, tinggi timbunan lereng 4 m, lebar pada kaki lereng 25 m, lebar pada bagian atas lereng 8 m, serta kedalaman tanah kaki lereng setinggi 6 meter. Wijayanti (2000) melakukan penelitian mengenai analisis stabilitas lereng dengan perkuatan geotekstil pada Jalan Tol Seksi C Semarang. Dengan tinggi lereng 15 meter dan kemiringan lereng 45° , 60° , 75° . Setiawan (2012) melakukan penelitian mengenai perencanaan dinding penahan tanah dengan perkuatan geotekstil pada Jalan Lingkar Donggala. Dengan ketinggian tanah timbunan di lapangan sebesar 6 m. Sutanto, dkk (2020) melakukan penelitian

mengenai analisis stabilitas lereng pada ruas jalan Samarinda – Balikpapan Km24 dengan alternatif perkuatan dinding bronjong dan geotekstil. Dengan tinggi lereng 4,8 meter dan kemiringan lereng 80° . Bijatri (2020) melakukan penelitian mengenai analisis stabilitas timbunan pada tanah lempung ekspansif dengan perkuatan geosintetik pada ruas jalan BIL – Mandalika dengan memperhitungkan gaya ke atas.

Kebaruan dalam perencanaan ini adalah menghitung stabilitas ekstern dan stabilitas intern perkuatan lereng dengan geosintetik, sehingga topik ini menarik untuk diangkat sebagai tugas akhir dengan judul “*Perencanaan Perkuatan Geosintetik Sebagai Alternatif Dinding Penahan Tanah Pada STA 10+150 Ruas Jalan ByPass BIL - Mandalika*”.

Rumusan Masalah

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

1. Berapa jarak spasi antar lapisan geotekstil, panjang penjangkaran ditambah panjang *nonacting*, dan panjang *overlap* dari perencanaan geosintetik ?
2. Berapa besar faktor keamanan terhadap stabilitas eksternal ?
3. Berapa besar faktor keamanan terhadap stabilitas internal ?

Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Kawasan perencanaan adalah ruas Jalan *ByPass* BIL – Mandalika (STA 10+150).
2. Data yang digunakan merupakan data sekunder Proyek Jalan BIL – Mandalika
3. Perencanaan perkuatan geosintetik menghitung faktor keamanan terhadap stabilitas ekstern dan intern.
4. Tidak memperhitungkan penurunan dan kelongsoran lereng.
5. Perhitungan dilakukan secara manual dan *software Geo5* sebagai kontrol.
6. Tidak membahas volume galian dan timbunan.
7. Geosintetik yang digunakan adalah jenis geotekstil anyam.
8. Perencanaan menggunakan konsep desain Rankine.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menentukan jarak spasi antar lapisan geotekstil, panjang penjangkaran ditambah panjang *nonacting*, dan panjang *overlap* dari perencanaan geosintetik.

2. Menghitung faktor keamanan terhadap stabilitas eksternal.
3. Menghitung faktor keamanan terhadap stabilitas internal.

Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi terkait kekuatan geosintetik sebagai alternatif dinding penahan tanah.
2. Meningkatkan wawasan atas perencanaan dan perhitungan kekuatan geosintetik sebagai alternatif dinding penahan tanah.

LANDASAN TEORI

Geotekstil

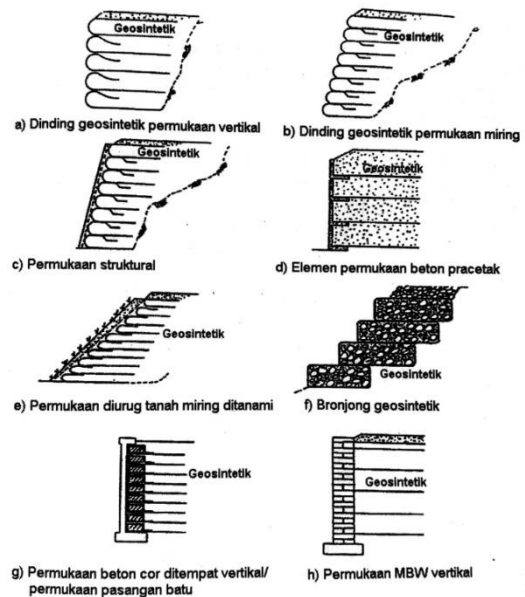
Geotekstil merupakan material lolos air atau material tekstil buatan pabrik yang dibuat dari bahan sintesis, seperti: polypropylene, polyester, polyethylene, nylon, polyvinyl chloride dan campuran dari bahan-bahan tersebut. (Hardiyatmo, 2013).



Gambar 1 Macam-macam tipe geotekstil.

Tulangan Lembaran

Dinding tanah bertulang, dengan tulangan-tulangan yang berbentuk lembaran umumnya berupa bahan geotekstil. Dinding penahan dibuat dengan cara menempatkan geotekstil secara horisontal, kemudian ditutup dengan tanah urug yang dipadatkan. Bagian luar geotekstil yang ditekuk ke dalam, berfungsi sebagai permukaan dinding penahan. Penutup permukaan dinding depan dibuat dengan melipat geotekstil atau berupa blok-blok beton. Untuk menghindari kerusakan geotekstil pada bagian luarnya oleh akibat sinar ultra violet atau aksi-aksi merusak lainnya, maka pada bagian ini sering ditutup dengan emulsi aspal atau bahan lain.



Gambar 2 Tipe-tipe penutup permukaan dinding MSE bertulang geosintetik.

Stabilitas terhadap Pergeseran

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

$$FK_{geser} = \frac{(c_g + \frac{Q}{l_g} \tan \delta) + (c + \frac{Q}{l} \tan \varphi)}{P_a} > 1,5$$

Dengan:

Q : gaya karena beban tanah sendiri

($Q = L_E \times H \times \gamma$) (kN/m)

P_a : tekanan aktif tanah (kN/m)

δ : sudut friksi antara tanah dan geosintetik ($\beta \cdot \tan \varphi$) ($^\circ$)

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 akibat 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).

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).

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:

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

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)

ΔP_h : gaya horisontal (kN/m²).

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini terletak di ruas jalan *ByPass* BIL – Mandalika tepatnya pada STA 10+150 Desa Pengangat, Kecamatan Pujut, Kabupaten Lombok Tengah, NTB seperti yang ditunjukkan dalam gambar



Gambar 3 Lokasi perencanaan dinding penahan tanah.

Data Penelitian

Data penelitian menggunakan data sekunder proyek jalan BIL – 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)	18,55	16,67
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)	7,83	8,53

Data Geosintetik

Geosintetik yang digunakan adalah geosintetik jenis *Geotextile Woven Polypropylene* tipe 250GR dari PT. Indotex Bangun Mandiri.

Tabel 2 Spesifikasi kekuatan geotekstil.

GEOTEXTILE WOVEN POLYPROPYLENE						
Tipe	Tebal	Berat Asli	Ukuran	Diameter	Tensile Strength	Info Penggunaan
150 GR	1.05 mm	120 kg	4 x 200 m	50 cm	32 - 36 kN	stabilitas struktur tanah di
200 GR	1.29 mm	160 kg	4 x 200 m	55 cm	41 - 45 kN	leham gembur, untuk tanah urugan,
250 GR	1.96 mm	150 kg	4 x 150 m	55cm	51-55 kN	pelebaran tanah lereng gamping.

Data Gempa

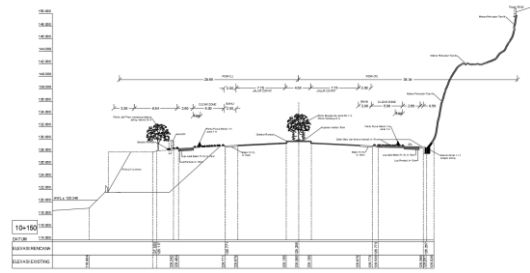
Besarnya beban gempa statik ekuivalen bergantung pada lokasi wilayah pemasangan dinding-dinding penahan tanah berdasarkan peta-peta gerak tanah seismik dan koefisien risiko dari gempa maksimum. Pemasangan dinding penahan tanah berlokasi di Kabupaten Lombok Tengah Provinsi Nusa Tenggara Barat. Berdasarkan 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:

$$PGA = 0,4$$

$$F_{PGA} = 1,2$$

Data Gambar Potongan Melintang Lokasi Perencanaan

Lokasi penelitian ini terletak di ruas jalan *ByPass BIL – Mandalika* tepatnya pada STA 10+150 Desa Pengangat, Kecamatan Pujut, Kabupaten Lombok Tengah, NTB berikut gambar potongan melintang lokasi perencanaan dinding penahan tanah ditunjukkan dalam **Gambar 4**.



Gambar 4 Potongan melintang lokasi perencanaan dinding penahan tanah

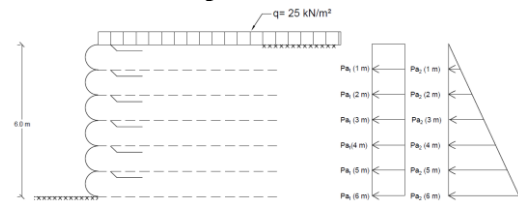
HASIL DAN PEMBAHASAN

Rekapitulasi hasil perhitungan koefisien tekanan tanah aktif dan pasif dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3 Hasil Perhitungan Koefisien Tekanan Tanah

Jenis Tanah	ϕ (°)	γ (kN/m ³)	C (kN/m ²)	K_a
Tanah timbunan	30.96	18.92	7.84	0.32
Tanah asli	13.69	16.68	8.70	0.62

Tekanan Lateral per Kedalaman



Gambar 5 Tekanan lateral per kedalaman.

- Tekanan tanah aktif akibat tanah timbunan

$$Pa_1 = K_a \times \gamma \times z$$

$$= 0,321 \times 18,55 \times 6$$

$$= 35,62 \text{ kN/m}^2$$
- Tekanan tanah aktif akibat beban merata

$$Pa_2 = K_a \times q$$

$$= 0,321 \times 25$$

$$= 8,025 \text{ kN/m}^2$$
- Tekanan lateral total

$$Pa = Pa_1 + Pa_2$$

$$= 35,62 + 8.025$$

$$= 43,70 \text{ kN/m}^2$$

Dengan cara yang sama, didapatkan hasil perhitungan tekanan lateral per kedalaman sesuai dengan tabel di bawah.

Tabel 4 Tekanan lateral tanah per kedalaman

z (m)	Pa ₁ (kN/m ²)	Pa ₂ (kN/m ²)	Pa (kN/m ²)
1	5.95	8.025	13.96
2	11.90	8.025	19.91
3	17.84	8.025	25.86
4	23.79	8.025	31.81
5	29.74	8.025	37.75
6	35.69	8.025	43.70

Menentukan Spasi antar Lapisan Geotekstil

Dengan trial and error dicoba memakai Sv = 0,5 m di kedalaman z = 6 m dan dengan FS (Factor Safety) diambil 1,5.

$$Sv = \frac{Ta}{Pa \times FS}$$

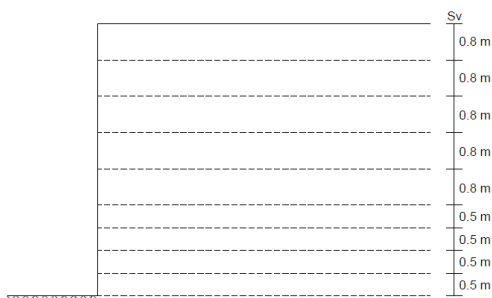
$$Sv = \frac{43,70 \times 1,5}{37}$$

= 0,56 m (OK)

Dengan cara yang sama, didapatkan hasil perhitungan spasi antar perkuatan geotekstil sesuai dengan tabel di bawah.

Tabel 5 Spasi antar perkuatan geotekstil.

z (m)	Pa (kN/m ²)	Sv (m)	Sv digunakan (m)
1	13.96	1.77	0.8
2	19.91	1.24	0.8
3	25.86	0.95	0.8
4	31.81	0.78	0.8
5	37.75	0.65	0.5
6	43.70	0.56	0.5



Gambar 6 Pengaturan jarak spasi perkuatan.

Menghitung Panjang Penjangkaran Ditambah Panjang Nonacting (L)

Perhitungan panjang penjangkaran dan panjang nonacting ditinjau pada kedalaman z = 6 m. Perhitungan panjang penjangkaran dan panjang nonacting adalah sebagai berikut:

a. Panjang nonacting

$$L_R = (H - z)tg(45^\circ - \varphi/2)$$

$$= (6 - 6)tg(45^\circ - 30,96^\circ/2)$$

$$= (0)tg(29,52)$$

$$= 0 \text{ m}$$

b. Panjang penjangkaran

$$L_e = \frac{1}{\beta} \times \frac{Sv \times Pa \times SF}{2(c + \sigma_v \times tg\varphi)}$$

$$= \frac{1}{0,67} \times \frac{Sv \times Pa \times 1,5}{2(0 + (\gamma \cdot z) \times tg30,96^\circ)}$$

$$= \frac{1}{0,67} \times \frac{0,5 \times 44,41 \times 1,5}{2(0 + (18,55 \times 6) \times tg30,96^\circ)}$$

$$= \frac{1}{0,67} \times \frac{33,308}{136,204}$$

$$= \frac{33,308}{89,46}$$

= 0,37 m (karena panjang L_e minimum = 1 m, maka yang dipakai adalah L_e minimum)

c. Panjang total geosintetik

$$L = L_R + L_e$$

$$= 0 + 1$$

$$= 1 \text{ m (dicoba menggunakan } L = 4 \text{ m)}$$

Dengan cara yang sama, didapatkan hasil perhitungan panjang geotekstil sesuai dengan tabel di bawah.

Tabel 7 Perhitungan panjang geotekstil.

Lapis Nomer	Z (m)	Sv (m)	LR (m)	Le _{min} (m)	Le (m)	Ltotal (m)	L dipakai (m)
9	0.8	0.8	2.9	1	1.3	4.2	8
8	1.6	0.8	2.5	1	0.9	3.5	8
7	2.4	0.8	2.0	1	0.7	3.0	8
6	3.3	0.8	1.6	1	0.7	2.7	8
5	4	0.8	1.1	1	0.6	2.1	8
4	4.5	0.5	0.8	1	0.4	1.8	4
3	5	0.5	0.6	1	0.4	1.6	4
2	5.5	0.5	0.3	1	0.4	1.3	4
1	6	0.5	0.0	1	0.4	1.0	4

Menghitung Panjang Overlapping (Lo)

Perhitungan panjang overlapping ditinjau pada kedalaman z = 6 m. Perhitungan panjang overlapping adalah sebagai berikut:

$$L_o = \frac{1}{2} \times L_e$$

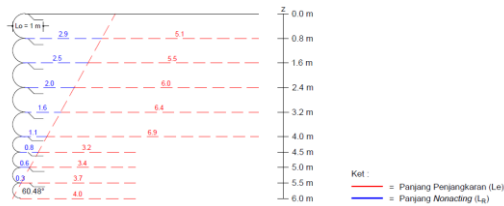
$$= \frac{1}{2} \times 0,37$$

$$= 0,18 \text{ m (karena syarat panjang overlapping minimal = 1 m, maka digunakan panjang overlapping minimal)}$$

Dengan cara yang sama, didapatkan hasil perhitungan panjang overlapping sesuai dengan tabel di bawah.

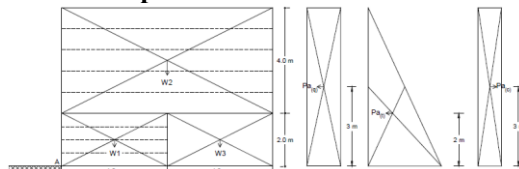
Tabel 7 Perhitungan panjang *overlapping*.

Z (m)	Le (m)	Lo (m)	Lo Digunakan (m)
0.8	1.28	0.64	1
1.6	0.88	0.44	1
2.4	0.75	0.37	1
3	0.68	0.34	1
3.6	0.64	0.32	1
4.2	0.39	0.19	1
4.8	0.38	0.19	1
5.4	0.37	0.19	1
6	0.37	0.18	1



Gambar 7 Desain kekuatan geosintetik.

Stabilitas terhadap Gaya Guling Tanpa Beban Gempa



Gambar 8 Penggambaran stabilitas terhadap gaya guling.

$$SF = \frac{\sum M_P}{\sum M_A} \geq 2$$

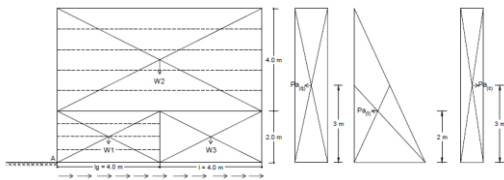
$$SF = \frac{W_1 \times X_1 + W_2 \times X_2 + W_3 \times X_3}{Pa_q \times Y_1 + Pa_e \times Y_2 + Pa_c \times Y_3} \geq 2$$

$$SF = \frac{(4 \times 2 \times 18,55 \times 2) + (8 \times 4 \times 18,55 \times 4) + (4 \times 2 \times 18,55 \times 6)}{(6 \times 0,32 \times 25 \times 3) + (0,5 \times 6^2 \times 0,32 \times 18,55 \times 2) + (-2 \times 7,84 \times \sqrt{0,32} \times 6 \times 3)} \geq 2$$

$$SF = \frac{3561,6}{198,58} \geq 2$$

$$SF = 17,94 \geq 2 \text{ (OK)}$$

Stabilitas terhadap Gaya Geser Tanpa Beban Gempa



Gambar 9 Penggambaran stabilitas terhadap gaya geser.

$$SF = \frac{(c_g + \frac{W_1}{l_g}) \tan \delta + (c + \frac{W_3}{l}) \tan \phi}{\sum Pa} \geq 1,5$$

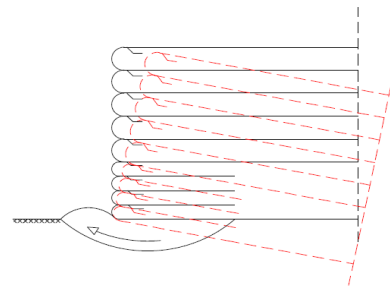
$$SF = \frac{(0,67 \times 8,53 + (\frac{2 \times 18,55 \times 4}{4}) \times 0,67 \times \tan 13,69) + (8,53 + (\frac{2 \times 18,55 \times 4}{4}) \times \tan 13,69)}{(6 \times 0,32 \times 25) + (0,5 \times 6^2 \times 0,32 \times 18,55) + (-2 \times 7,84 \times \sqrt{0,32} \times 6)} \geq 1,5$$

$$SF = \frac{95,519 + 142,57}{101,88} \geq 1,5$$

$$SF = \frac{238,1}{101,88} \geq 1,5$$

$$SF = 2,34 \geq 1,5 \text{ (OK)}$$

Stabilitas terhadap Daya Dukung



Gambar 10 Ilustrasi kegagalan daya dukung tanah.

$$N_c(13,69^\circ) = 10,20$$

$$N_\gamma(13,69^\circ) = 2,19$$

$$\sigma_{ult} = c \times N_c + 0,5 \times \gamma \times B \times N_\gamma$$

$$= 8,53 \times 10,20 + 0,5 \times 16,67 \times 8 \times 2,19$$

$$= 233,06 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{terjadi} = H \times \gamma + q$$

$$= 6 \times 18,55 + 25$$

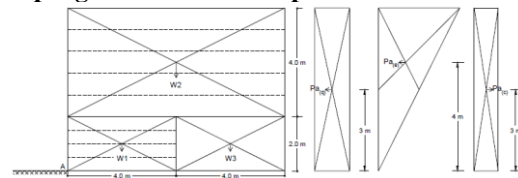
$$= 136,3 \text{ kN/m}^2$$

$$SF = \frac{\sigma_{ult}}{\sigma_{terjadi}} \geq 1,5$$

$$= \frac{233,06}{136,3} \geq 1,5$$

$$= 1,71 \geq 1,5 \text{ (OK)}$$

Stabilitas terhadap Gaya Guling Dipengaruhi Beban Gempa



Gambar 11 Penggambaran stabilitas terhadap gaya guling dipengaruhi beban gempa.

$$SF = \frac{\sum M_P}{\sum M_A} \geq 2$$

$$SF = \frac{W_1 \times X_1 + W_2 \times X_2 + W_3 \times X_3}{Pa_q \times Y_1 + Pa_e \times Y_2 + Pa_c \times Y_3} \geq 2$$

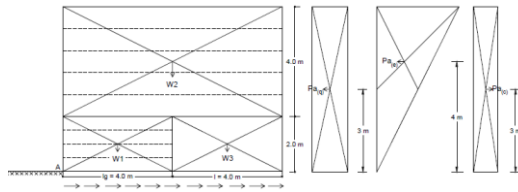
$$SF = \frac{(4 \times 2 \times 18,55 \times 2) + (8 \times 4 \times 18,55 \times 4) + (4 \times 2 \times 18,55 \times 2)}{(6 \times 0,32 \times 25 \times 3) + (0,5 \times 6^2 \times 0,48 \times 18,55 \times 4) + (-2 \times 7,84 \times \sqrt{0,48} \times 6 \times 3)}$$

$$\geq 2$$

$$SF = \frac{3561,6}{589,83} \geq 2$$

$$SF = 6,04 \geq 2 \quad (\text{OK})$$

Stabilitas terhadap Gaya Geser Dipengaruhi Beban Gempa



Gambar 12 Penggambaran stabilitas terhadap geser dipengaruhi beban gempa.

$$SF = \frac{(c_g + \frac{W_1}{L} \tan \delta) + (c + \frac{W_3}{L} \tan \phi)}{\sum Pa} \geq 1,1$$

$$SF = \frac{(0,67 \times 8,53 + (\frac{2 \times 18,55 \times 4}{4}) \times 0,67 \times \tan 13,69) + (8,53 + (\frac{2 \times 18,55 \times 4}{4}) \times \tan 13,69)}{(6 \times 0,32 \times 25) + (0,5 \times 6^2 \times 0,48 \times 18,55) + (-2 \times 7,84 \times \sqrt{0,48} \times 6)} \geq 1,1$$

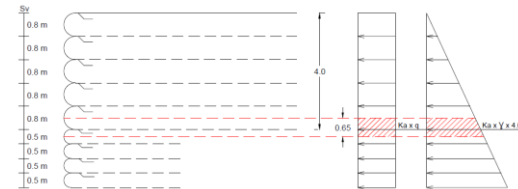
$$SF = \frac{95,519 + 142,57}{143,18} \geq 1,1$$

$$SF = \frac{238,1}{143,18} \geq 1,1$$

$$SF = 1,66 \geq 1,1 \quad (\text{OK})$$

Stabilitas Internal Kontrol Cabut Tulangan

Perhitungan kontrol cabut tulangan ditinjau pada kedalaman $z = 4,0$ m



Gambar 13 Letak tinjau kontrol stabilitas internal.

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

$$= 25 + (18,55 \times 4)$$

$$= 99,2 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_h = K_a \times q + K_a \times \gamma \times z$$

$$= 0,32 \times 25 + 0,32 \times 18,55 \times 4$$

$$= 31,81 \text{ kN/m}^2$$

$$\Delta P_h = \sigma_h \times \Delta H$$

$$= 31,81 \times (\frac{0,8}{2} + \frac{0,5}{2})$$

$$= 20,67 \text{ kN/m}$$

$$Le = L(4) - tg(45^\circ - \phi/2)(H - 4)$$

$$= 8 - tg(45^\circ - 30,96/2)(6 - 4)$$

$$= 8 - tg(29,52^\circ)(2)$$

$$= 6,9 \text{ m}$$

Sehingga:

$$SF_{cabut} = 2 \times \mu \times \sigma_v \times Le / \Delta P_h \geq 1,5$$

$$= 2 \times 0,38 \times 99,2 \times 6,9 / 20,67 \geq 1,5$$

$$= 24,83 \geq 1,5 \quad (\text{OK})$$

Dengan cara yang sama, untuk perhitungan kontrol cabut tulangan selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel.

Tabel 8 Perhitungan kontrol cabut tulangan

L	Z (m)	Sv (m)	μ	σ_v (kN/m ²)	σ_h (kN/m ²)	ΔP_h (kN/m)	Le (m)	SF cabut	Ket
8	0.8	0.8	0.38	39.84	12.77	10.22	5.1	14.85	OK
8	1.6	0.8	0.38	54.68	17.53	14.03	5.5	16.18	OK
8	2.4	0.8	0.38	69.52	22.29	17.83	6	17.51	OK
8	3.2	0.8	0.38	84.36	27.05	21.64	6.4	18.84	OK
8	4	0.8	0.38	99.2	31.81	20.67	6.9	24.83	OK
4	4.5	0.5	0.38	108.48	34.78	17.39	3.2	14.81	OK
4	5	0.5	0.38	117.75	37.75	18.88	3.4	16.14	OK
4	5.5	0.5	0.38	127.03	40.73	20.36	3.7	17.47	OK
4	6	0.5	0.38	136.3	43.70	21.85	4	18.80	OK

Kontrol Putus Tulangan

Perhitungan kontrol putus tulangan ditinjau pada kedalaman $z = 4,0$ m

$$SF_{putus} = Ta / \Delta P_h \geq 1,5$$

$$= 36,67 / 20,67 \geq 1,5$$

$$= 1,77 \geq 1,5 \quad (\text{OK})$$

Dengan cara yang sama, untuk perhitungan kontrol putus tulangan selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel.

Tabel 9 Perhitungan kontrol putus tulangan.

z	ΔP_h (kN/m)	SF Putus	Ket
0.8	10.22	3.59	OK
1.6	14.03	2.91	OK
2.4	17.83	2.06	OK
3.2	21.64	1.69	OK
4	20.67	1.77	OK
4.5	17.39	2.11	OK
5	18.88	1.94	OK
5.5	20.36	1.80	OK
6	21.85	1.68	OK

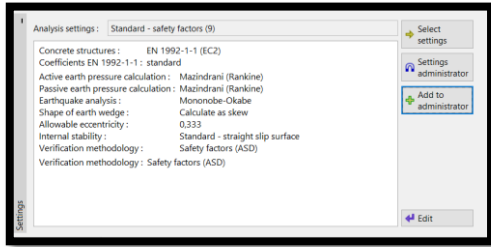
Analisis Stabilitas Perkuatan Dinding Penahan Tanah Diperkuat Geosintetik (GSRW) dengan Software Geo 5

Input Data

Program Sheeting Design

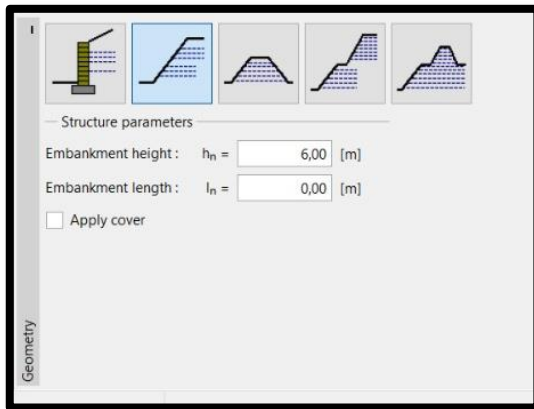
- Pengaturan jenis analisis yang digunakan
Pengaturan jenis analisis yang akan digunakan dilakukan pada menu Settings. Pengaturan ini meliputi pengaturan bahan dan standar dari material yang digunakan, metode analisis tekanan tanah yang berdasarkan teori Rankine, serta nilai safety factor yang digunakan.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

pengaturan yang digunakan berupa kotak dialog ditampilkan pada **Gambar 14**.



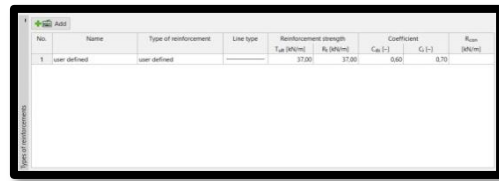
Gambar 14 Kotak dialog hasil pengaturan jenis analisis

- 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 timbunan dengan tinggi 6 m dan lebar 0 m. *Input* data dilakukan pada menu *Geometry*.

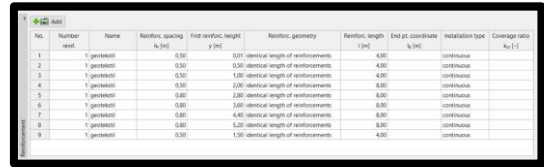


Gambar 15 Kotak dialog hasil pengaturan Geomerty

- c. Perkuatan yang dipakai
Perkuatan yang dipakai dalam perencanaan ini adalah linier satu arah geosintetik tipe geotekstil (elastis) yang memiliki tegangan tarik maksimal sebesar 37 kN/m. Memasukkan panjang perkuatan yang diperlukan dan mengganti *Installation type* menjadi *continuous*. Mengatur banyaknya perkuatan yang digunakan dengan *tools generate*. *Input* data perkuatan dilakukan pada menu *Type of Reinforcement* dan *Reinforcement*. Hasil ditampilkan pada **Gambar 16** dan **Gambar 17**.

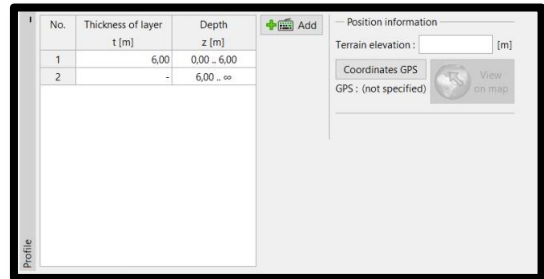


Gambar 16 Kotak dialog hasil pengaturan *Type of Reinforcement*



Gambar 17 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. *Input* data ketebalan lapisan tanah dilakukan pada menu *Profile* dengan ketebalan lapisan tanah timbunan dari bagian atas dinding penahan tanah sampai kedalaman 6,0 m dan ketebalan lapisan tanah asli dari kedalaman 6,0 m sampai seterusnya. Hasil *Input* data ketebalan lapisan tanah ditampilkan pada **Gambar 18**.

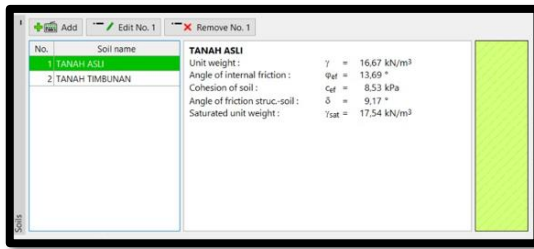


Gambar 18 Kotak dialog data masukan ketebalan lapisan tanah

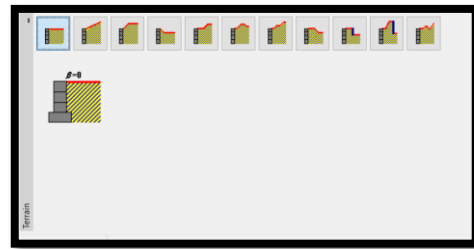
- e. Jenis dan parameter lapisan tanah
Data masukan parameter tanah dilakukan pada menu *Soils*. Hasil data masukan parameter tanah timbunan dan tanah asli ditampilkan pada **Gambar 19** dan **Gambar 20**.



Gambar 19 Kotak dialog data masukan parameter tanah timbunan



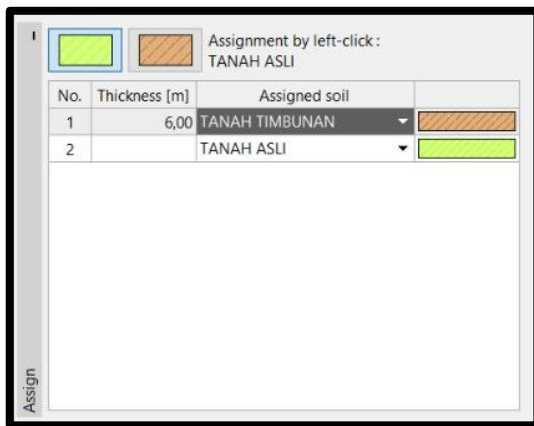
Gambar 20 Kotak dialog data masukan parameter tanah asli.



Gambar 22 Kotak dialog bentuk permukaan tanah

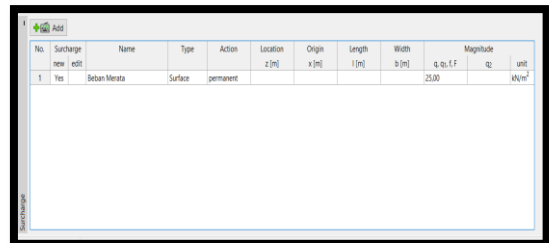
- f. Penempatan jenis tanah ke dalam setiap lapisan

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 21**.



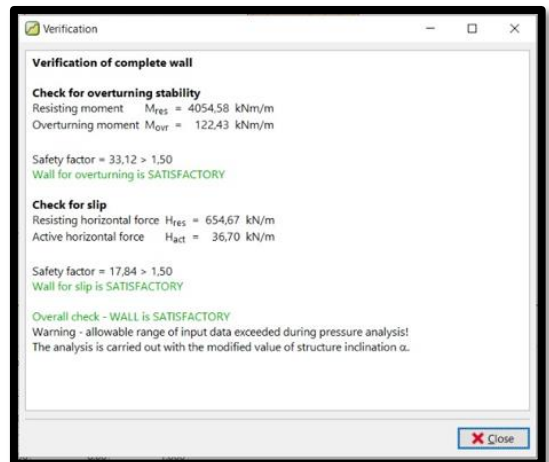
Gambar 21 Kotak dialog data masukan jenis tanah ke dalam setiap lapisan

- 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/m^2 , dan beban alat berat sebesar 15 kN/m^2 . *Input* data beban yang bekerja di atas dinding penahan tanah dilakukan pada menu *Surcharge*. Hasil *input* data beban ditampilkan pada **Gambar 23**.



Gambar 23 Kotak dialog data masukan beban di atas dinding penahan tanah

- i. Hasil untuk safety factor stabilitas terhadap guling dan geser
 Nilai safety factor dapat dilihat pada menu verification, hasil menunjukkan $SF_{\text{guling}} = 33,12 > 1,5$, aman terhadap guling dan untuk $SF_{\text{geser}} = 17,84 > 1,5$ aman terhadap geser.



Gambar 24 Kotak dialog verification safety factor terhadap guling dan geser

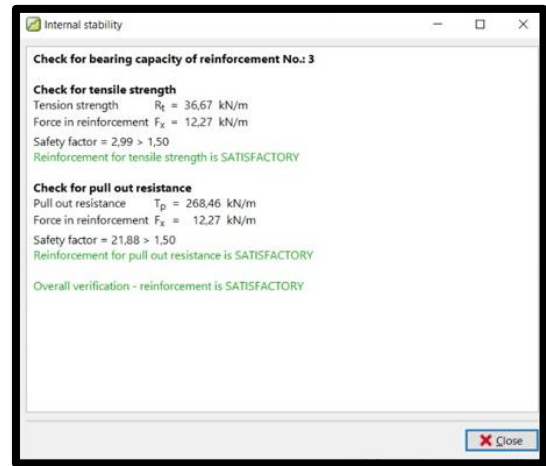
- g. Bentuk permukaan tanah di atas dinding penahan tanah

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.

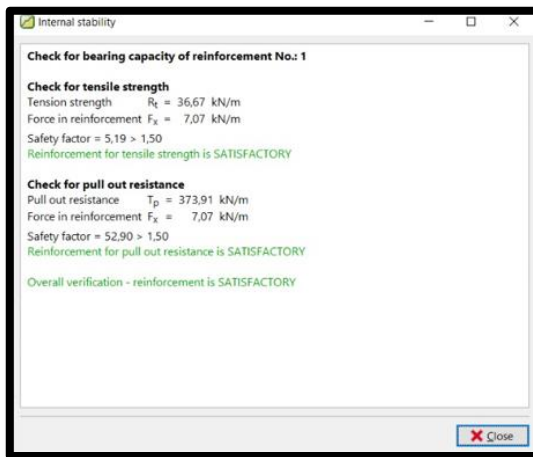
- j. Hasil untuk safety factor terhadap cabut dan putus
 Hasil untuk safety factor terhadap cabut dan putus dapat dilihat pada menu internal stability, untuk melihat safety factor pada setiap lapisan geosintetik pada memilih tools reinforcement No. 1, 2, 3, dan seterusnya dan untuk melihat otomatis safety factor dapat dilihat pada menu automatic verification.

No.	Force	R_t [kN/m]	Apply point z [m]	R_t [kN/m]	U ₁₀₀ [%]	T_p [kN/m]	U ₁₀₀ [%]	Automatic verification
1	geosintet (layer)	-7,07	0,00	0,00	36,67	29,91	373,91	2,99
2	geosintet (layer)	-12,27	0,26	9,33	36,67	24,69	378,56	6,28
3	geosintet (layer)	-12,27	0,56	5,91	36,67	59,10	306,46	6,06
4	geosintet (layer)	-11,03	0,84	4,51	36,67	45,11	223,78	7,46
5	geosintet (layer)	-12,28	1,13	4,91	36,67	39,69	429,49	4,32
6	geosintet (layer)	-12,30	1,37	3,22	36,67	31,12	322,36	5,62
7	geosintet (layer)	-9,37	2,03	2,41	36,67	38,31	204,00	6,27
8	geosintet (layer)	-6,32	2,49	1,61	36,67	25,03	138,32	6,66
9	geosintet (layer)	-3,33	2,94	0,81	36,67	13,19	63,67	7,37

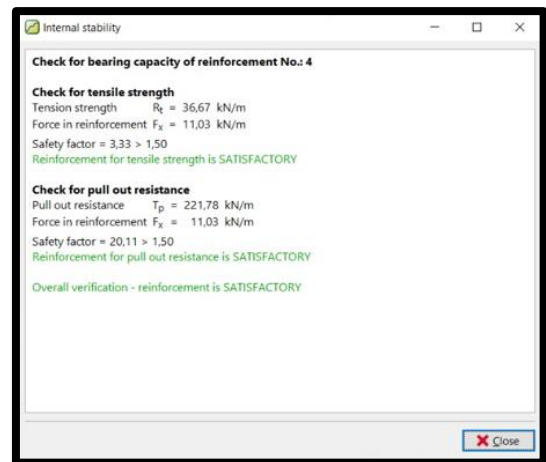
Gambar 25 Kotak dialog internal stability safety factor terhadap cabut dan putus



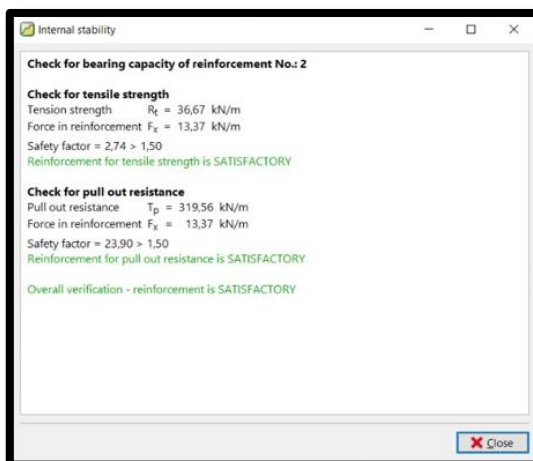
Gambar 28 Kotak dialog internal stability safety factor lapisan 3



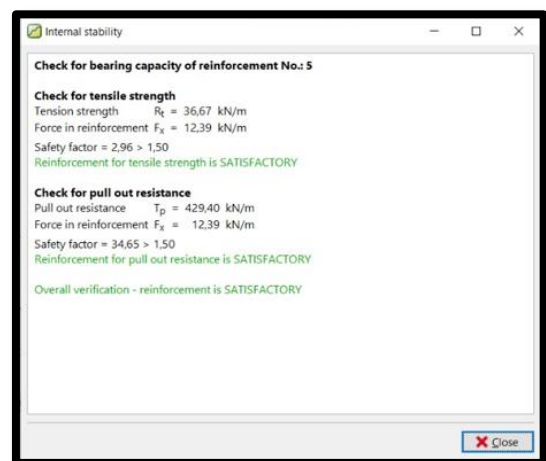
Gambar 26 Kotak dialog internal stability safety factor lapisan 1



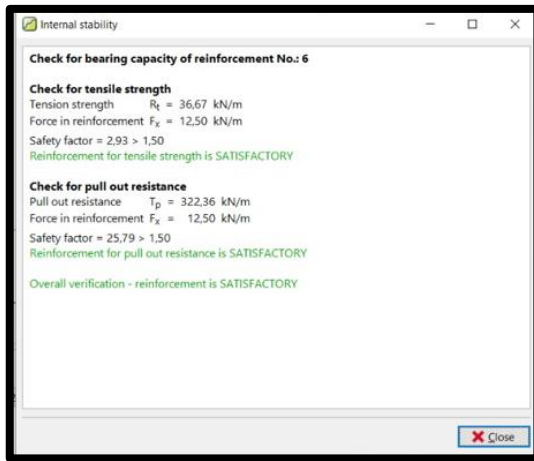
Gambar 29 Kotak dialog internal stability safety factor lapisan 4



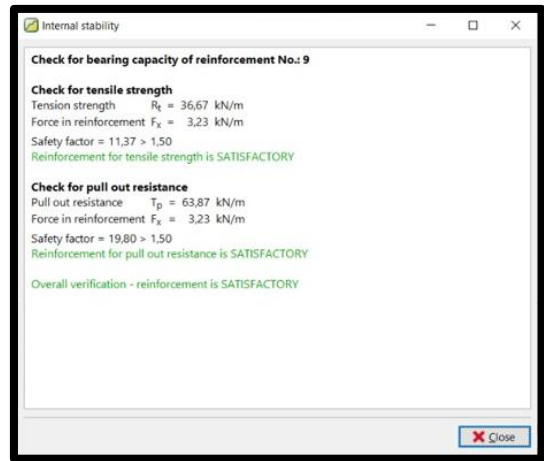
Gambar 27 Kotak dialog internal stability safety factor lapisan 2



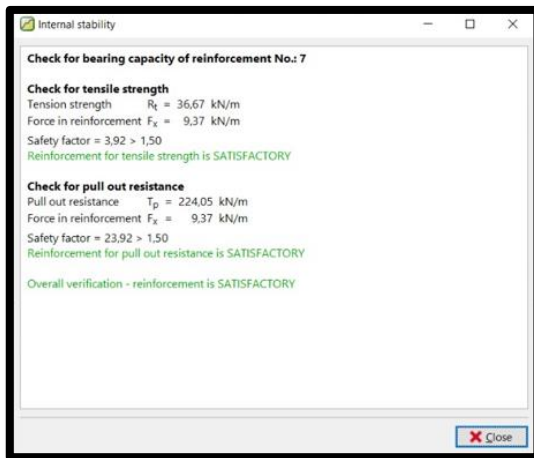
Gambar 30 Kotak dialog internal stability safety factor lapisan 5



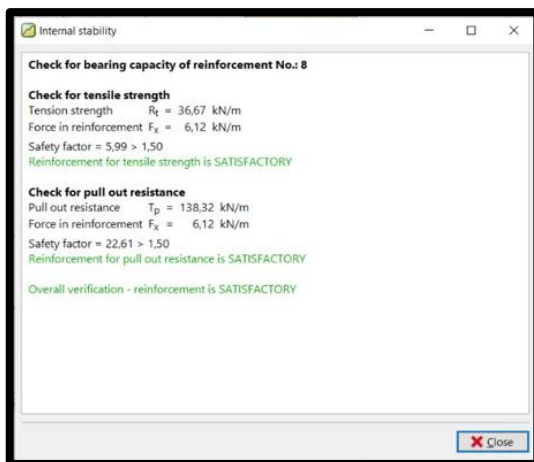
Gambar 31 Kotak dialog *internal stability* safety factor lapisan 6



Gambar 34 Kotak dialog *internal stability* safety factor lapisan 9



Gambar 32 Kotak dialog *internal stability* safety factor lapisan 7



Gambar 33 Kotak dialog *internal stability* safety factor lapisan 8

Tabel 10 Rekapitulasi *safety factor* Stabilitas Eksternal.

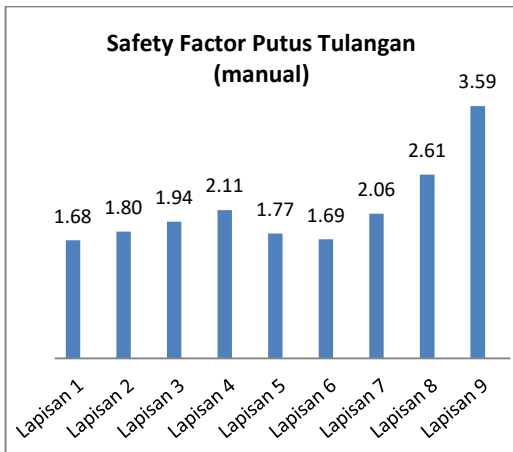
Stabilitas Eksternal	Safety Factor		
	Perhitungan Manual		Software Geo 5
	Tanpa Gempa	Dengan Gempa	Tanpa Gempa
Guling	17.94	6.04	33.12
Geser	2.34	1.66	17.84
Daya Dukung Tanah	1.71	1.71	-

Tabel 11 Rekapitulasi *safety factor* Stabilitas Internal.

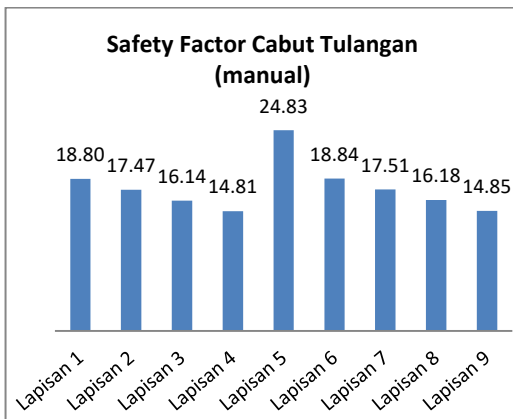
Stabilitas Internal	Safety Factor			
	Perhitungan Manual		Software Geo 5	
No. Lapisan	Putus	Cabut	Putus	Cabut
Lapisan 1	1.68	18.80	5.19	52.90
Lapisan 2	1.80	17.47	2.74	23.90
Lapisan 3	1.94	16.14	2.99	21.88
Lapisan 4	2.11	14.81	3.33	20.11
Lapisan 5	1.77	24.83	2.96	34.65
Lapisan 6	1.69	18.84	2.93	25.79
Lapisan 7	2.06	17.51	3.92	23.92
Lapisan 8	2.61	16.18	5.99	22.61
Lapisan 9	3.59	14.85	11.37	19.80

Setelah memperhatikan hasil dalam tabel di atas, diketahui bahwa hasil akhir dari perhitungan stabilitas perkuatan geosintetik dengan dimensi yang sama. Perhitungan manual dengan hasil perhitungan *Software Geo5*, sama-sama memperoleh angka aman yang telah ditetapkan. Akan tetapi angka keamanan yang diperoleh dari kedua perhitungan stabilitas tersebut berbeda. Perbedaan tersebut terjadi

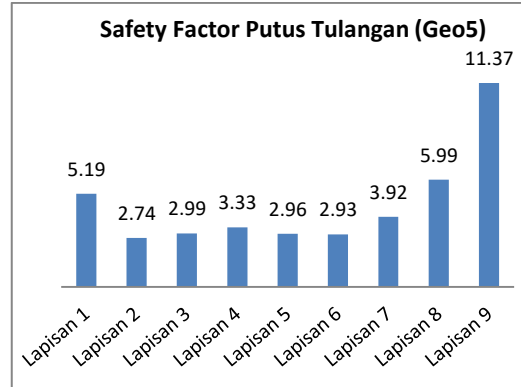
karena pada perhitungan manual, tekanan tanah lateral menggunakan metode Rankine sedangkan untuk perhitungan dengan *Software Geo5* perhitungan tekanan tanah lateralnya menggunakan metode Rankine yang telah dimodifikasi, yaitu metode Mazindrani. Metode Mazindrani ketika menghitung koefisien tekanan tanah aktif langsung memasukkan nilai kohesi tanah, sedangkan untuk metode Rankine ketika menghitung tekanan tanah aktif hanya memasukkan sudut gesek dalam tanah dan kemiringan tanah.



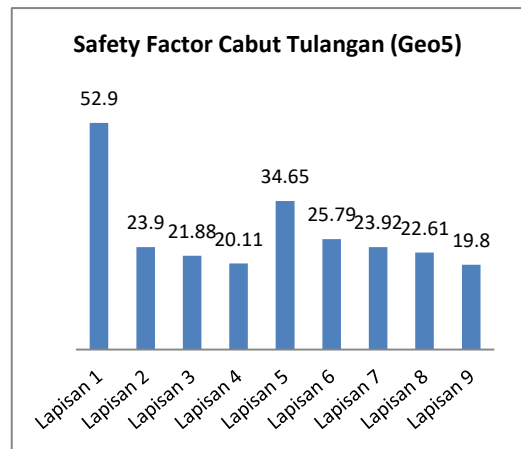
Gambar 35 Grafik kontrol putus tulangan (manual).



Gambar 36 Grafik kontrol cabut tulangan (manual).



Gambar 37 Grafik kontrol putus tulangan (Geo5).



Gambar 38 Grafik kontrol cabut tulangan (Geo5).

Setelah memperhatikan hasil dalam grafik di atas, diketahui bahwa hasil perhitungan stabilitas internal pada setiap lapisan geosintetik didapatkan hasil perhitungan yang berbeda. Untuk kontrol putus tulangan, perbedaan hasil angka keamanannya dipengaruhi oleh kedalaman (z) dari perkuatan geosintetik. Semakin dalam (z) dari perkuatan geosintetik, maka tegangan horizontal yang terjadi akan semakin besar sehingga angka keamanan yang didapatkan akan semakin kecil dari lapisan paling atas sampai dengan lapisan yang paling bawah. Sedangkan untuk kontrol cabut tulangan, angka keamanannya dipengaruhi oleh panjang geosintetik yang berada di zona pasif (L_e). Semakin panjang (L_e) dari perkuatan geosintetik, maka tegangan vertikal yang menahan akan semakin besar sehingga angka keamanan yang didapatkan akan semakin besar dari lapisan yang paling atas sampai dengan lapisan yang paling bawah.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perencanaan dan analisis stabilitas perkuatan geosintetik dengan

menggunakan Teori Rankine, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil perencanaan berdasarkan perhitungan manual dan *software Geo5*.
 - a) Perkuatan geosintetik memiliki tinggi dinding 6 m dan menggunakan geotekstil anyam tipe 250 GR dengan nilai *tensile strength* sebesar 55 kN/m.
 - b) Perkuatan geosintetik menggunakan 2 variasi panjang dan jarak yang berbeda yaitu untuk geosintetik dengan panjang 8 m menggunakan jarak 0,8 m sebanyak 5 lapis dan untuk geosintetik dengan panjang 4 m menggunakan jarak 0,5 m sebanyak 4 lapis. Kedua variasi tersebut sama-sama menggunakan *overlapping* dengan panjang 1 m.
2. Hasil nilai *safety factor* stabilitas eksternal menggunakan perhitungan manual tanpa beban gempa terhadap gaya guling, gaya geser, dan daya dukung tanah berturut-turut adalah $17,94 \geq 2$ (aman), $2,34 \geq 1,5$ (aman), dan $1,71 \geq 1,5$ (aman).
3. Hasil nilai *safety factor* stabilitas eksternal menggunakan perhitungan manual dipengaruhi beban gempa terhadap gaya guling, dan gaya geser berturut-turut adalah $6,04 \geq 2$ (aman), dan $1,66 \geq 1,1$ (aman).
4. Hasil nilai *safety factor* stabilitas eksternal menggunakan *software Geo5* terhadap gaya guling, dan gaya geser berturut-turut adalah $33,12 \geq 1,5$ (aman), $17,84 \geq 1,5$ (aman).
5. Hasil nilai *safety factor* stabilitas internal menggunakan perhitungan manual dari

lapisan ke-1 sampai dengan lapisan ke-9 terhadap kontrol putus tulangan rentangnya sebesar $1,68 - 3,59 \geq 1,5$ (aman), terhadap kontrol cabut tulangan rentangnya sebesar $14,85 - 24,83 \geq 1,5$ (aman).

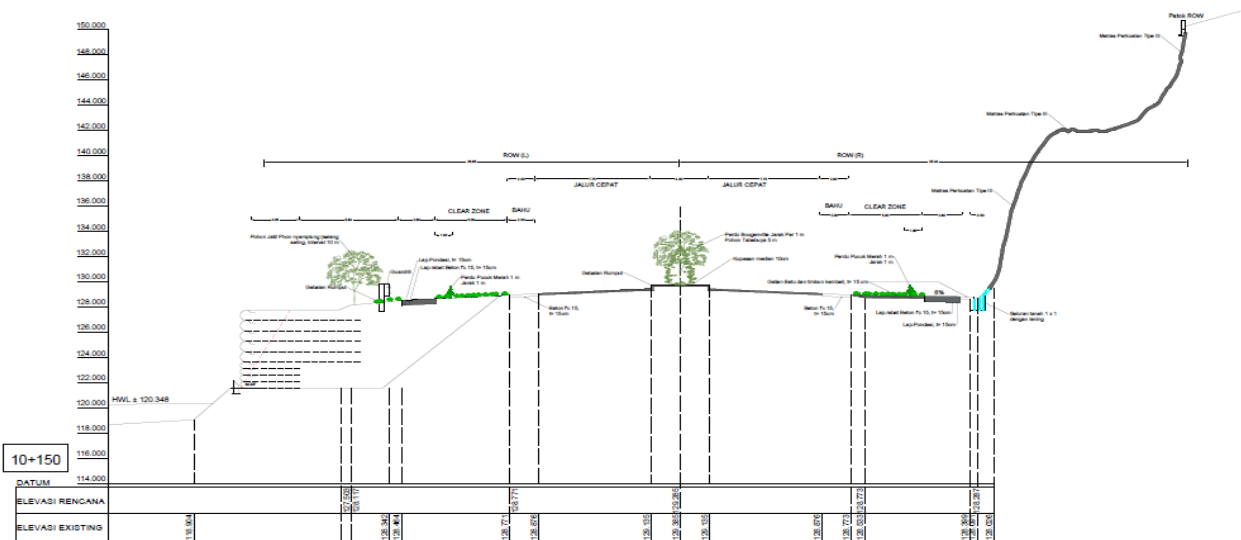
6. Hasil nilai *safety factor* stabilitas internal menggunakan *software Geo5* dari lapisan ke-1 sampai dengan lapisan ke-9 terhadap kontrol putus tulangan rentangnya sebesar $2,74 - 11,37 \geq 1,5$ (aman), terhadap kontrol cabut tulangan rentangnya sebesar $19,80 - 52,90 \geq 1,5$ (aman).

Meskipun angka aman yang dihasilkan melalui perhitungan *Geo5* dengan perhitungan manual berbeda, perhitungan stabilitas perkuatan geosintetik dengan menggunakan dimensi yang direncanakan menunjukkan bahwa tinjauan stabilitas menghasilkan nilai angka aman melebihi yang disyaratkan, yang berarti dimensi perkuatan geosintetik bisa dipakai. Perbedaan yang terjadi disebabkan perhitungan stabilitas perkuatan geosintetik untuk *Geo5* dan manual menggunakan persamaan yang berbeda.

Saran

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

1. Untuk perencanaan selanjutnya bisa ditambahkan perhitungan daya dukung tanah pada *software Geo5*, penurunan tanah dan kelongsoran lereng.
2. Untuk perencanaan selanjutnya bisa dicoba menggunakan *software* lainnya.



Desain perencanaan perkuatan geosintetik

Daftar Pustaka

- Arifin, Y. Y. *Pemodelan Perilaku dan Kinerja Tanah Merah dengan Perkuatan Geogrid pada Dinding MSE Menggunakan (plaxis 2D) pada Ruas Jalan Kebon Jeruk – Ulujami*. Diakses 11 februari, 2023. <http://eprints.itenas.ac.id/1291/>.
- Badan Standar Nasional. 2016. *Perencanaan Jembatan terhadap Beban Gempa*.
- Badan Standar Nasional. 2018. *Pekerjaan tanah dan Geosintetik*. Spesifikasi Umum 2018.
- Badan Standar Nasional. 2017. *Persyaratan Perancangan Geoteknik*. Standar Nasional Indonesia.
- Bijatri, Etri. *Analisis Stabilitas Timbunan Pada Tanah Lempung Ekspansif dengan Perkuatan Geosintetik pada Ruas Jalan BIL – Mandalika*. Diakses 16 Januari, 2023. <http://eprints.unram.ac.id/18597/>.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2009. *Perencanaan dan Pelaksanaan Perkuatan Tanah dengan Geosintetik*. Pedoman Konstruksi Bangunan.
- Dwityagana, I. M. P. *Desain Penahan Tanah dengan Menggunakan Perkuatan Geotekstil pada Jalan Raya Bedugul – Singaraja*. Diakses 11 Februari, 2023. <https://ejournal.unhi.ac.id/index.php/WidyaTeknik/article/view/506>.
- Fathurrozi. *Aplikasi Geosintetik dalam Rekayasa Geoteknik pada Bangunan Sipil*. Diakses 16 Januari, 2023. <https://ejurnal.poliban.ac.id/index.php/intekna/article/view/48>.
- Fine Civil Engineering Software. (2020). *Geo 5 Users Guide*.
- Hardiyatmo, H. C. (2014). *Analisis dan Perancangan Fondasi I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H. C. (2013). *Geosintetik untuk Rekayasa Jalan Raya Perancangan dan Aplikasi Edisi Kedua*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H. C. (2010). *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Kisworo, G. R. *Perencanaan Dinding Gravitasi denag Program Geo5*. Diakses 12 juli, 2023. <https://docplayer.info/49179499-Perencanaan-dinding-gravitasi-dengan-program-geo-5.html>
- Koerner, Robert M. (1986). *Designing with Geosynthetics*. Paramount Communication Company Englewood Cliffs. New Jersey 07632.
- Listyawan, A. B. *Desain Dimensi Dinding Penahan Tanah dengan Menggunakan Software Geo5*. Diakses 12 juli, 2023. <https://publikasiilmiah.ums.ac.id/bitstream/handle/11617/4057>.
- Pramulandani, A. *Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan Geocell Menggunakan Metode Elemen Hingga (Plaxis 2D)*. Diakses 11 Februari, 2023. <http://eprints.itenas.ac.id/1059/>.
- Setiawan, H. *Perencanaan Dinding Penahan Tanah dengan Perkuatan Geotekstil (Studi Kasus Jalan Lingkar Donggala)*. Diakses 11 Februari, 2023. <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/JTSTI/article/view/1123>.
- Suryolelono, Kabul B. (2004). *Perancangan FONDASI*. Yogyakarta: NAFIRI
- Susanto, H. *Analisis Stabilitas Lereng pada Ruas Jalan Samarinda – Balikpapan KM24 dengan Alternatif Perkuatan Dinding Bronjong dan Geotekstil*. Diakses 11 Februari, 2023. <https://ejournal.unmul.ac.id/index.php/TS/article/view/3255>.
- Wijayanti, R. *Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan Geotekstil pada Jalan Tol Seksi C Semarang*. Diakses 11 Februari, 2023. <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/20489>.