

PENGARUH TEKANAN AIR PORI TANAH TERHADAP PERKUATAN TEMBOK PENAHAN DAN GEOTEXTILE

Randy Dandel, J. E. R. Sumampouw, O. B. A. Sompie
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi

ABSTRAK

Peningkatan tekanan air pori di dalam tanah sangat berpengaruh pada pembangunan konstruksi dan kestabilan tanah, hal ini disebabkan kekuatan geser sangat tergantung keberadaan air dalam tanah itu sendiri. Kejadian longsor biasanya pada musim penghujan. Salah satu perkuatan yang digunakan untuk menstabilkannya yaitu dengan menggunakan tembok penahan dan geotextile. Tembok penahan merupakan komponen struktur bangunan penting yang dibangun untuk menahan massa tanah di atas struktur atau bangunan sedangkan geotextil umumnya terdiri dari 2 jenis yaitu geotextil woven dan geotextil non woven. Fungsi dari geotextil yaitu sebagai filtrasi, drainase, proteksi, saparator, dan perkuatan. Adapun tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh kenaikan tekanan air pori tanah, perhitungan stabilitas tembok penahan, kekuatan tanah sebelum dan setelah menggunakan perkuatan tembok penahan dan geotextile. Parameter tanah yang diperoleh dari laboratorium dimodelkan kedalam program PLAXIS 2D v.8.2 untuk mendapatkan tekanan air pori, faktor keamanan (M_{sf}), penurunan (U_{total}) dan pembebanan. Dari pemodelan pada program PLAXIS 2D v.8.2 diperoleh pengaruh tekanan air pori pada tanah asli dengan perkuatan tembok penahan (gravitasi) dan geotextile "PET WOVEN GEOTEXTIL", di Kawasan Mission Center Manado, menunjukkan di ketinggian MAT 6,0 m adalah tanah mengalami tekanan air pori terbesarnya dan di ketinggian MAT 2,0 m tanah mengalami tekanan air pori terkecilnya. Sedangkan dengan variasi pembebanan dan MAT menunjukkan faktor keamanan pada tanah asli dengan perkuatan tembok penahan (gravitasi) diperoleh faktor keamanan M_{sf} (dengan nilai terbesar 3,668 dan terus menurun sampai 2,759). Sedangkan faktor keamanan pada tanah asli dengan geotextile "PET WOVEN GEOTEXTIL", diperoleh faktor keamanan M_{sf} (dengan nilai terbesar 2,513 dan terus menurun sampai 1,693). Dan penurunan total pada tanah asli dengan perkuatan tembok penahan (gravitasi) diperoleh U_{total} (dengan nilai terkecil 0,0349 m dan terus bertambah sampai 0,1720 m). Sedangkan penurunan total pada tanah asli dengan geotextile "PET WOVEN GEOTEXTIL", diperoleh U_{total} (dengan nilai terkecil 0,0152 dan terus bertambah sampai 0,2744). Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pembangunan di Kawasan Mission Center Manado, artinya hasil penelitian diharapkan bisa meminimalisir bencana longsor yang terjadi pada daerah tersebut.

Kata kunci : tekanan air pori, M_{sf} , U_{total} , stabilitas tembok gravitasi, geotextil

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Manado adalah salah satu kota di Indonesia yang mengalami perkembangan dalam bidang konstruksi bangunan gedung, hal ini dapat dilihat dari padatnya kota dengan gedung-gedung yang berdiri maupun sedang didirikan. Banyaknya konstruksi bangunan yang dibangun memunculkan kendala pembangunan dalam hal keterbatasan lahan dan juga masalah konstruksi bangunan. Bangunan yang dibangun di atas tanah yang memiliki kondisi yang kurang baik saat memikul beban dapat berakibat kurang baik juga pada bangunannya. Kondisi tanah tersebut sering menjadi suatu masalah yang banyak ditemui pada pembangunan suatu konstruksi teknik sipil. Kondisi tanah yang seperti ini biasanya menimbulkan longsor dan tidak mampu memikul beban. Untuk membuat tanah mampu memikul beban maka perlu terlebih dahulu diketahui sistem tegangan yang bekerja pada tanah atau batuan serta

sifat fisik dan mekanik dari tanah atau batuan tersebut. Tegangan di dalam massa tanah dalam keadaan alamiahnya adalah tegangan vertikal, tegangan horizontal, dan tekanan air pori. Sedangkan sifat mekanik yang mempengaruhi kestabilan suatu tanah adalah kohesi, sudut geser dalam, dan bobot isi, dan salah satu cara menstabilkannya dibuatlah tembok penahan tanah.

Tembok penahan tanah merupakan komponen struktur bangunan penting yang dibangun untuk menahan massa tanah diatas struktur atau bangunan yang dibuat. Bangunan tembok penahan umumnya terbuat dari bahan kayu, pasangan batu, beton hingga baja. Bahkan kini sering dipakai produk bahan sintesis mirip kain tebal sebagai tembok penahan tanah. Produk bahan ini sering disebut sebagai geosintetik. Penggunaan material geosintetik pada proyek perbaikan tanah semakin luas, material geosintetik yang telah teruji kekuatannya menjadi bagian yang penting dalam menyelesaikan

masalah geoteknik yang sering terjadi. Material geosintetik terdiri dari banyak jenis dan bentuk tergantung dari aplikasi dan kegunaan dari material tersebut. Salah satu jenis material geosintetik yang digunakan pada penelitian ini adalah geotextil. Ditinjau dari penggunaan geotextil sangat efisien baik ditinjau dari segi ekonomis, teknik pelaksanaannya maupun ditinjau dari fungsi konstruksinya. Dari segi ekonomis geotextil dapat mengurangi biaya konstruksi karena harganya yang murah dan mudah didapat. Kemudian ditinjau dari segi pengerjaannya sangat sederhana sehingga dapat menghemat waktu pelaksanaan. Sedangkan bila ditinjau dari fungsi konstruksinya geotextil bisa membuat bagian tanah menjadi tahan terhadap air, dapat mengontrol erosi dan dapat meningkatkan daya dukung tanah tersebut.

Rumusan Masalah

Pemilihan lokasi Kawasan Mission Center Manado menjadi obyek penelitian karena dilatar belakangi curah hujan yang tinggi yang dapat menyebabkan naiknya muka air dan menimbulkan tegangan pada tanah seperti halnya tekanan air pori yang menjadi salah satu penyebab longsor. Oleh karena itu penulis mencoba mengambil studi kasus di daerah ini untuk mengetahui pengaruh tekanan air pori dan perkuatan yang dapat digunakan. Berdasarkan uraian diatas perlu diketahui perkuatan dengan menggunakan tembok penahan berfungsi mencegah keruntuhan lereng yang kemampatannya tidak dapat dijamin oleh lereng itu sendiri. Sedangkan geotextil didefinisikan sebagai suatu inklusi (pemasukan/penggabungan) elemen penahan ke dalam massa tanah yang bertujuan untuk menaikkan perilaku mekanis massa tanah.

Batasan Masalah

Dalam penulisan skripsi ini masalah dibatasi pada :

1. Pengambilan sampel tanah dilakukan di daerah Kawasan Mission Center Manado.
2. Pemeriksaan parameter geser dengan cara *uji geser langsung (Direct shear strength)*.
3. Perhitungan stabilitas menggunakan dinding penahan jenis gravitasi.
4. Analisis gempa tidak dibahas.
5. Pengaruh debit air tidak dibahas.
6. Geotextil yang digunakan adalah "PET WOVEN GEOTEXTIL"

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh tekanan air pori dalam tanah yang mempengaruhi tembok penahan tanah dan geotextil.
2. Untuk mengetahui aman tidaknya dinding penahan tanah dari hasil perhitungan nilai faktor keamanan (stabilitas).

3. Untuk mengetahui kekuatan tanah sebelum dan setelah menggunakan perkuatan tembok penahan dan geotextile.

Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini dapat diperoleh manfaat antara lain :

1. Studi literatur
2. Hasil penelitian ini dapat menjadi bahan masukan bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya dalam bidang geoteknik yang ada hubungan dengan perkuatan tanah.
3. Bahan masukan dan pertimbangan bagi perencana untuk membangun bangunan pada daerah yang bersangkutan.
4. Bahan perbandingan dengan metode lain.

2. Landasan Teori

Tegangan Dalam Tanah

1. Tegangan Normal

Merupakan hasil perkalian dari berat volume tanah dengan kedalaman titik yang ditinjau, dan berat volume tanah yang digunakan merupakan berat volume alamiah tanah serta tidak memperhitungkan pengaruh air.

$$\sigma = \gamma_t \cdot z \dots\dots\dots (1)$$

2. Tegangan Efektif

Merupakan gaya per satuan luas yang dipikul oleh butir-butir tanah yang pertama kali diperkenalkan oleh Terzaghi 1925, berdasarkan hasil percobaan. Diaplikasikan pada tanah yang jenuh air dan berhubungan dengan dua tegangan :

- a. Tegangan normal total (σ) yaitu tegangan yang diakibatkan oleh berat tanah total termasuk air pori persatuan luas dengan arah \perp .
- b. Tekanan air pori (μ) atau tekanan netral yang bekerja segala arah sama besar, yaitu tekanan air yang mengisi rongga antar butiran padat.
- c. Tegangan normal efektif (σ') pada suatu bidang di dalam massa tanah, yaitu tegangan yang dihasilkan dari beban berat butiran tanah per satuan luas bidangnya.

$$\sigma' = \sigma - \mu \dots\dots\dots (2)$$

$$\mu = \gamma_w \cdot z \dots\dots\dots (3)$$

$$\sigma' = \gamma_t \cdot z - \gamma_w \cdot z = \gamma' \cdot z \dots\dots\dots (4)$$

Permeabilitas

Didefinisikan sebagai sifat bahan berpori yang memungkinkan aliran rembesan dari cairan yang berupa air atau minyak mengalir lewat rongga pori.

Teori Analisa Stabilitas Lereng

Pada maksud analisis stabilitas lereng adalah untuk menentukan faktor aman dari bidang longsor. Faktor

aman didefinisikan sebagai nilai banding antara gaya yang menahan dan gaya yang menggerakkan tanah.

$$SF = \frac{\tau}{\tau_d} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana :

τ = Tahanan geser maksimum yang dapat dikerahkan oleh tanah

τ_d = Tegangan geser yang terjadi akibat gaya berat tanah yang akan longsor

SF = Faktor aman

Tabel 1. Koefisien Rembesan k dari Beberapa Peneliti

Peneliti	Karakteristik	Nilai k (cm/det)
Bowles (1991)	Lanau Kelempungan	10^{-4} - 10^{-9}
Das (1995)	Kerikil sedang sampai kasar	$>10^{-1}$
	Pasir halus sampai kasar	10^{-1} - 10^{-3}
	pasir halus, pasir berlanau	10^{-3} - 10^{-5}
	lanau, lanau berlempung, lempung berlanau	10^{-4} - 10^{-6}
	lempung gemuk	$<10^{-7}$
Perlof (1976)	Drainase buruk	10^{-3} - 10^{-7}
Casagrande (1938)	Drainase buruk	10^{-3} - 10^{-7}

Konsolidasi

Bilamana suatu lapisan tanah jenuh air diberi penambahan beban, angka tekanan air pori akan naik secara mendadak. Pada tanah berpasir yang sangat tembus air (*permeable*), air dapat mengalir dengan cepat sehingga pengaliran air-pori keluar sebagai akibat dari kenaikan tekanan air pori dapat selesai dengan cepat. Keluarnya air dari dalam pori selalu disertai dengan berkurangnya volume tanah, berkurangnya volume tanah tersebut dapat menyebabkan penurunan lapisan tanah itu. Karena air pori di dalam tanah berpasir dapat mengalir ke luar dengan cepat, maka penurunan segera dan penurunan konsolidasi dapat terjadi secara bersamaan. Pengujian konsolidasi satu dimensi (*one dimensional consolidation*) biasanya dilakukan di laboratorium dengan alat oedometer atau konsolidometer (Gambar 1).

Pada konsolidasi satu dimensi, Perubahan tinggi (ΔH) persatuan dari tinggi awal (H), adalah sama dengan perubahan volume (ΔV), persatuan volume awal (V), atau :

$$\frac{\Delta H}{H} = \frac{\Delta V}{V} \dots\dots\dots (6)$$

Bila volume $V_s = 1$ dan angka pori e_0 , maka kedudukan akhir proses konsolidasi dapat dilihat pada Gambar 2. Penurunan dapat dihitung dengan persamaan :

$$S = \left[\frac{C_c H_i}{1 + e_0} \log \left(\frac{P_0 + \Delta P}{P_0} \right) \right] \dots\dots\dots (7)$$

Apabila jumlah tegangan efektif *overburden* dengan penambahan tegangan efektif (akibat beban) lebih besar dari tegangan prakonsolidasi ($p_0 + \Delta p$) $> p_c$:

$$S = \sum \left[\frac{C_c H_i}{1 + e_0} \log \left(\frac{P_c}{P_0} \right) \right] + \sum \left[\frac{C_c H_i}{1 + e_0} \log \left(\frac{P_0 + \Delta P}{P_0} \right) \right] \dots\dots\dots (8)$$

Dimana :

- S = Penurunan (*Settlement*)
- P_c = Tekanan prakonsolidasi
- C_s = Indeks pengembangan (*swelling Indeks*)
- C_c = Indeks pemampatan (*compression Indeks*)
- H_i = Tebal tanah untuk sub-lapisan
- e_0 = Angka pori awal
- P_0 = Tekanan *overburden* untuk sub-lapisan
- Δp = Penambahan tekanan *overburden* untuk sub-lapisan

Kesetimbangan Tanah

Tegangan tanah yang terjadi dapat dibedakan atas tiga keadaan:

1. Tekanan tanah pada keadaan diam jika dinding tidak bergerak K menjadi koefisien tekanan tanah diam (K_0).
2. Jika dinding bergerak menekan ke arah tanah hingga runtuh, koefisien K mencapai nilai maksimum yang dinamakan tekanan tanah pasif (K_p).
3. Jika dinding menjauhi tanah, hingga terjadi keruntuhan, nilai K mencapai minimum yang dinamakan tekanan tanah aktif (K_a).

Tekanan Tanah Dalam Keadaan Diam

Bila kita tinjau massa tanah seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4. Massa tanah dibatasi oleh dinding dengan permukaan licin AB yang dipasang sampai kedalaman tak terhingga. Suatu elemen tanah yang

terletak pada kedalaman h akan terkena tekanan arah vertikal dan tekanan arah horizontal. Bila dinding AB dalam keadaan diam, yaitu bila dinding tidak bergerak ke salah satu arah baik kekanan maupun kekiri dari posisi awal, maka massa tanah akan berada dalam keadaan keseimbangan elastik (*elastic equilibrium*). Rasio tekanan arah horizontal dan tekanan arah vertikal dinamakan " koefisien tekanan tanah dalam keadaan diam" K_o , atau :

$$K_o = \frac{\sigma_h}{\sigma_v} \dots\dots\dots (9)$$

Karena $\sigma_v = \gamma_h$, maka

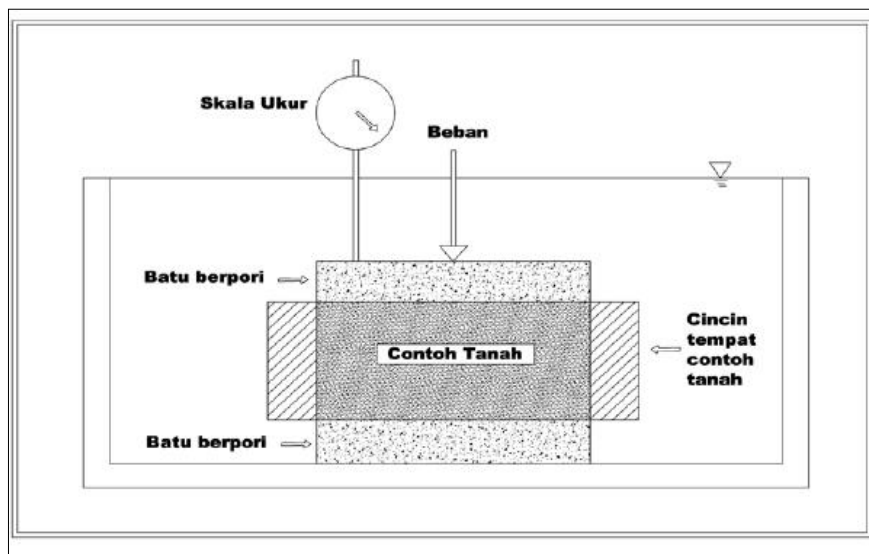
$$\sigma_h = K_o (\gamma_h) \dots\dots\dots (10)$$

Sehingga koefisien tekanan tanah dalam keadaan diam dapat diwakili oleh hubungan empiris yang diperkenalkan oleh Jaky (1994).

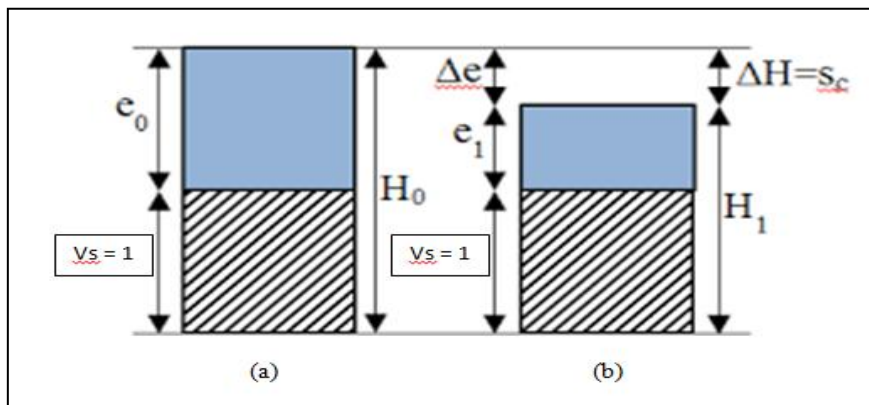
$$K_o = 1 - \sin \phi \dots\dots\dots (11)$$

Gambar 5 menunjukkan distribusi tekanan tanah dalam keadaan diam yang bekerja pada dinding setinggi H . Gaya total per satuan lebar dinding, P_o , adalah sama dengan luas dari diagram tekanan tanah yang bersangkutan. Jadi :

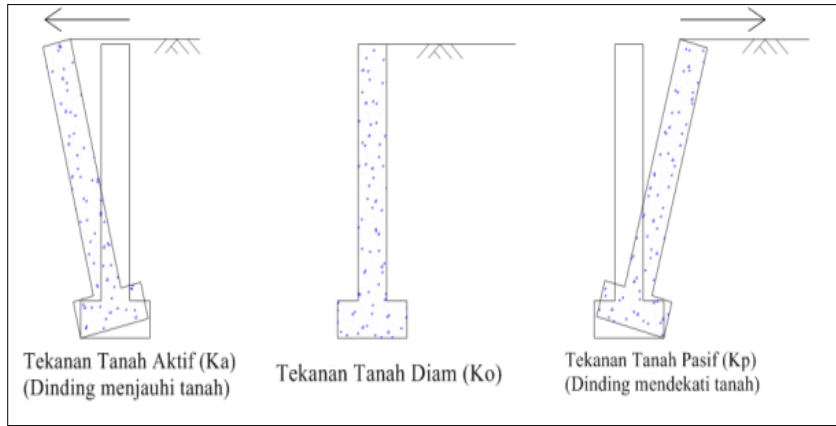
$$P_o = \frac{1}{2} \times K_o \cdot \gamma \cdot H^2 \dots\dots\dots (12)$$



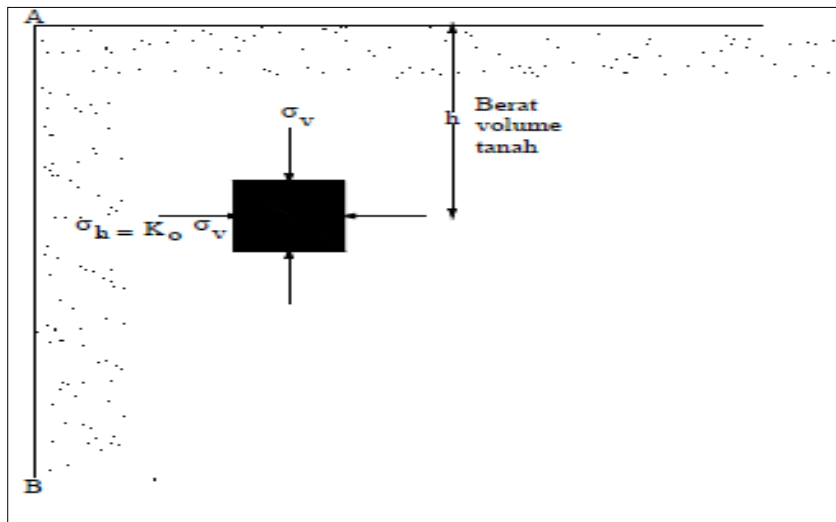
Gambar 1. Konsolidometer (Das, 1995)



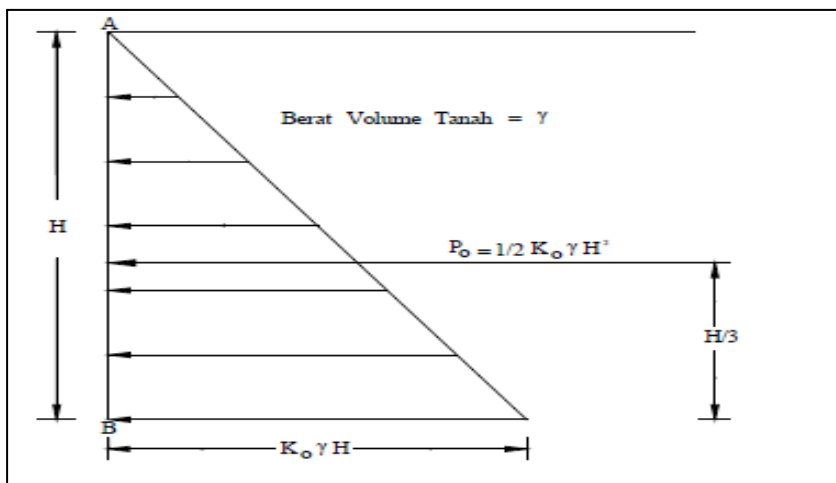
Gambar 2. Fase Konsolidasi (a) sebelum konsolidasi (b) sesudah konsolidasi (Das, 1995)



Gambar 3. Jenis Tekanan Tanah Berdasarkan Arah Pergerakan Dinding (Weber, 2010)



Gambar 4. Tekanan Tanah Dalam Keadaan Diam (Das, 1995)



Gambar 5. Distribusi Tekanan Tanah Dalam Keadaan Diam (Das, 1995)

Tekanan Tanah Aktif Dan Pasif Menurut Coloumb

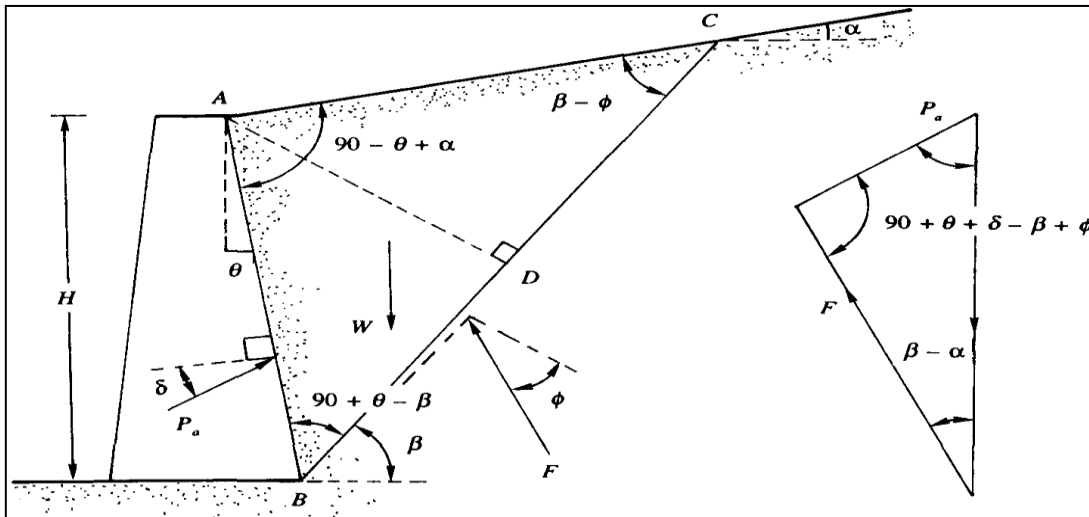
a. Kondisi aktif

Pada Gambar 6, anggaphlah bahwa AB adalah muka sebelah belakang dari sebuah tembok penahan yang dipergunakan untuk menahan urugan tanah tak berkohesi, yang permukaannya mempunyai kemiringan tetap dengan horizontal yaitu sebesar α . BC adalah sebuah bidang keruntuhan yang dicoba. Dalam memperhitungkan kestabilan dari

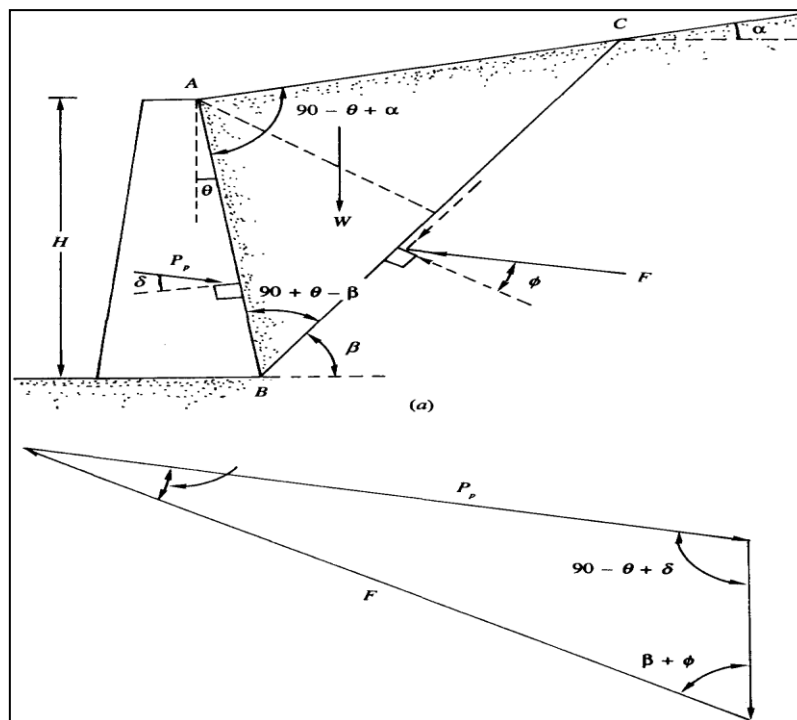
kemungkinan keruntuhan blok tanah (*failure wedge*) ABC. Dimana :

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma K_a \gamma H^2 \dots \dots \dots (13)$$

$$K_a = \frac{\cos^2(\phi - \theta)}{\cos^2 \theta \cdot \cos(\delta + \theta) \left[1 + \frac{\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\phi - \alpha)}{\cos(\delta + \theta) \cdot \cos(\theta - \alpha)} \right]^2} \dots \dots \dots (14)$$



Gambar 6. Tekanan Aktif Menurut Coulomb (Das, 1995)



Gambar 7. Tekanan Pasif Menurut Coulomb :
a. Blok keruntuhan yang dicoba; b. Polygon (Das, 1995)

b. Kondisi pasif

Gambar Gambar (7a) menunjukkan suatu tembok penahan dengan urugan tanah non-kohesi yang kemiringannya serupa dengan yang diberikan dalam (Gambar 6). Keseimbangan polygon gaya dari blok tanah (*wedge*) ABC untuk kondisi pasif ditunjukkan dalam (Gambar 7b). P_p adalah notasi untuk gaya pasif. Notasi lain yang digunakan untuk kondisi pasif adalah sama seperti yang digunakan dalam kondisi aktif. Dimana :

$$P_p = \frac{1}{2} \times K_p \cdot \gamma \cdot D^2 \dots\dots\dots (14)$$

$$K_p = \frac{\cos^2(\phi + \theta)}{\cos^2 \theta \cdot \cos(\delta - \theta) \left[1 - \frac{\sin(\delta - \phi) \cdot \sin(\phi + \alpha)}{\cos(\delta - \theta) \cdot \cos(\theta - \alpha)} \right]^2} \dots\dots\dots (15)$$

Geosintetik

Geosintetik merupakan material yang terbuat dari bahan-bahan sintetik dan sudah banyak digunakan sebagai solusi dalam masalah-masalah geoteknik seperti kelongsoran lereng dan timbunan, penurunan konsolidasi, konstruksi perkuatan lereng/timbunan, dan

juga memberikan ketahanan yang cukup baik terhadap gempa. Geosintetik dibagi menjadi beberapa golongan seperti geotekstil, geogrid, geomembran, dan lain sebagainya, mempunyai beberapa fungsi utama seperti separasi, filtrasi, perkuatan, drainase, proteksi, dan lapisan kedap.

3. Metodologi Penelitian

Lokasi Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel tanah dari daerah Kawasan Mission Center Manado (Jl. Dr. S.H Sarundajang Kompleks Ring Road Kel. Malendeng Kec. Paal Dua Manado, dengan titik koordinat 1°28'06.2"U 124°53'12.8"T.)

Bagan Alir Metode Penelitian

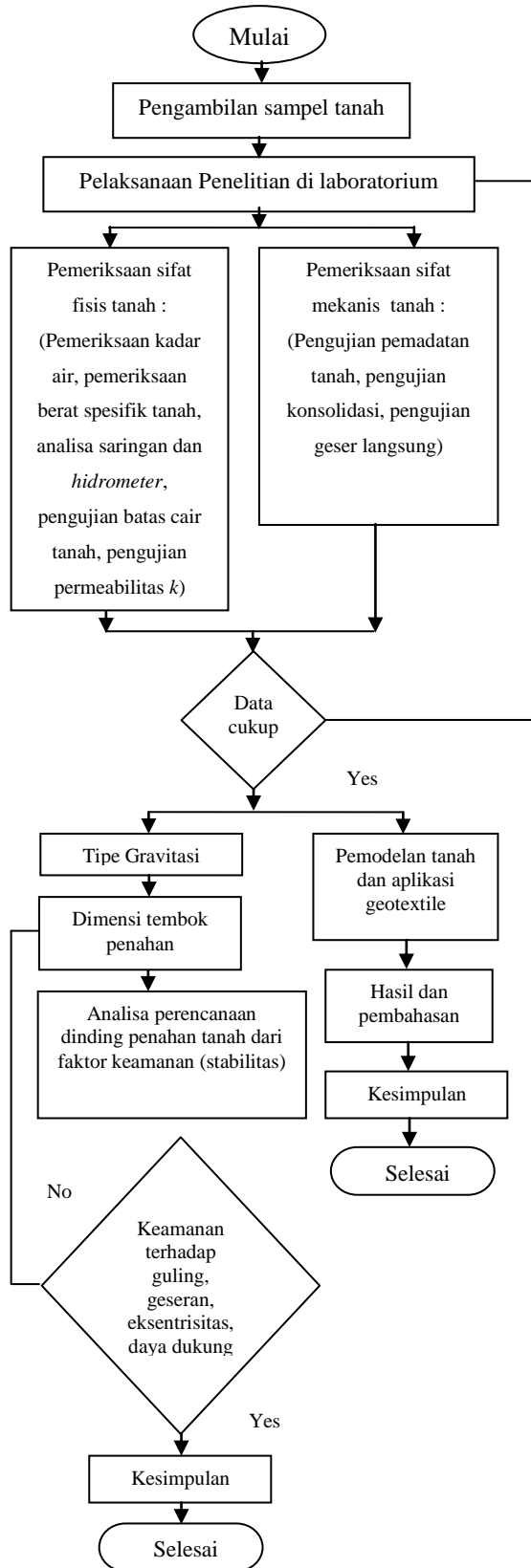
Kegiatan penelitian ini mengikuti diagram alir pada Gambar 10.



Gambar 8. Macam-macam Geotextil (<http://geotextile.web.id>)



Gambar 9. Titik Koordinat dan Lokasi di Kawasan Mission Center Manado



Gambar 10. Diagram Alir Penelitian

4. Hasil Dan Pembahasan

Karakteristik tanah yang digunakan dalam penelitian disajikan pada Tabel 2 sampai Tabel 7 menurut hasil pengujian di laboratorium.

Metode Analisis

Dari pemeriksaan yang dilakukan dengan cara pengamatan dan uji laboratorium untuk mendapatkan

data tanah yang memiliki sifat fisis dan mekanis. Diambil data tanah yang memiliki parameter tanah yang paling rendah untuk pemodelan pada program plaxis v.8.2 dan perhitungan stabilitas tembok penahan tanah (tipe gravitasi) dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 2. Hasil Uji Karakteristik Tanah

No	Karakteristik Tanah	Satuan	Titik I	Titik II	Titik III
1	Kadar air tanah asli	(%)	26,238	18,375	17,598
2	Kadar air tanah kering udara	(%)	1,962	0,794	0,615
3	Batas cair (LL)	-	-	-	-
4	Batas plastis (PL)	-	-	-	-
5	Indeks plastisitas (IP)	-	-	-	-
6	Berat jenis (Gs)	-	2,6562	2,7311	2,6577

Tabel 3. Parameter Penentuan Klasifikasi Tanah Titik I

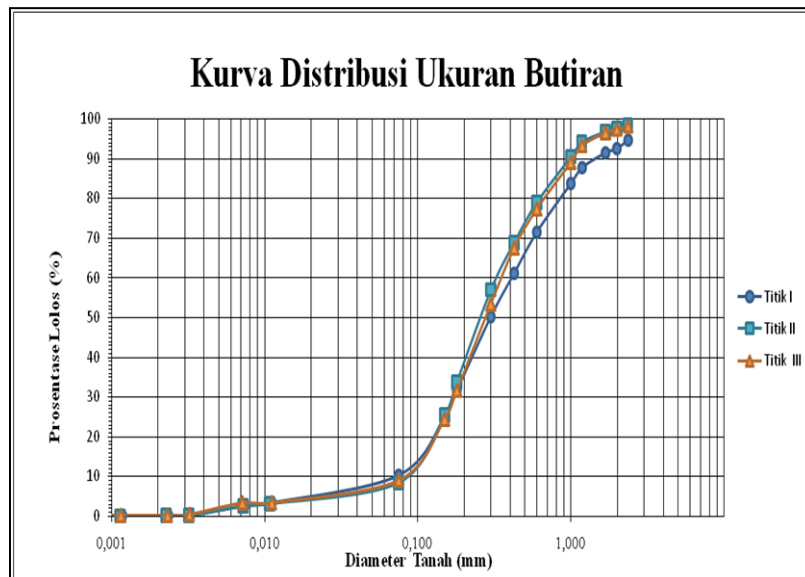
Parameter Tanah	Simbol	Titik I	Keterangan
Persen lolos saringan No. 4 (F_4)	(%)	100	Simbol kelompok tanah $5\% \leq 10,1670 \leq 12\%$ sebagai SP-SM
Persen lolos Saringan no. 200 (F_{200})	(%)	10,1670	
Persen lolos saringan no. 4 (F_4) dan tertahan pada saringan no. 200 (F_{200})	(%)	89,833	
Batas cair (LL)	-	-	
Batas plastis (PL)	-	-	
Indeks plastisitas (IP)	-	-	

Tabel 4. Parameter Penentuan Klasifikasi Tanah Titik II

Parameter Tanah	Simbol	Titik III	Keterangan
Persen lolos saringan No. 4 (F_4)	(%)	100	Simbol kelompok tanah $5\% \leq 9,0121 \leq 12\%$ sebagai SP-SM
Persen lolos Saringan no. 200 (F_{200})	(%)	9,0121	
Persen lolos saringan no. 4 (F_4) dan tertahan pada saringan no. 200 (F_{200})	(%)	90,9879	
Batas cair (LL)	-	-	
Batas plastis (PL)	-	-	
Indeks plastisitas (IP)	-	-	

Tabel 5. Parameter Penentuan Klasifikasi Tanah Titik III

Parameter Tanah	Simbol	Titik III	Keterangan
Persen lolos saringan No. 4 (F_4)	(%)	100	Simbol kelompok tanah $5\% \leq 9,0121 \leq 12\%$ sebagai SP-SM
Persen lolos Saringan no. 200 (F_{200})	(%)	9,0121	
Persen lolos saringan no. 4 (F_4) dan tertahan pada saringan no. 200 (F_{200})	(%)	90,9879	
Batas cair (LL)	-	-	
Batas plastis (PL)	-	-	
Indeks plastisitas (IP)	-	-	



Gambar 10. Distribusi Ukuran Butir Seluruh Sampel

Tabel 6. Hasil Uji Mekanis Tanah

No	Mekanis Tanah	Satuan	Titik I	Titik II	Titik III
1	Uji Geser Langsung (φ)	°	24,23	22,24	22,20
	Kohesi (c)	(kg/cm ²)	0,241	0,267	0,288
	γ	(gr/cm ³)	1,629	1,596	1,683
2	Berat Volume Kering (γ_{unsat})	(gr/cm ³)	1,38	1,38	1,4
3	Angka air pori e_0	-	1,009	1,124	0,953
4	Derajat kejenuhan (Sr)	%	66,309	63,540	71,576

Tabel 7. Perbandingan Nilai k Peneliti dan Nilai k literatur

Nilai k (cm/det)				
Bowles (1991)	Das (1995)	Perlof (1976)	Casagrande (1938)	<i>Falling Head</i>
$10^{-4} - 10^{-9}$	$10^{-1} - 10^{-6}$ (pasir) $<10^{-7}$ (lempung)	$10^{-3} - 10^{-7}$	$10^{-3} - 10^{-7}$	$1,1802 \times 10^{-5}$ s.d $1,6523 \times 10^{-5}$

Tabel 8. Parameter yang Digunakan Dalam Input Program Plaxis v.8.2

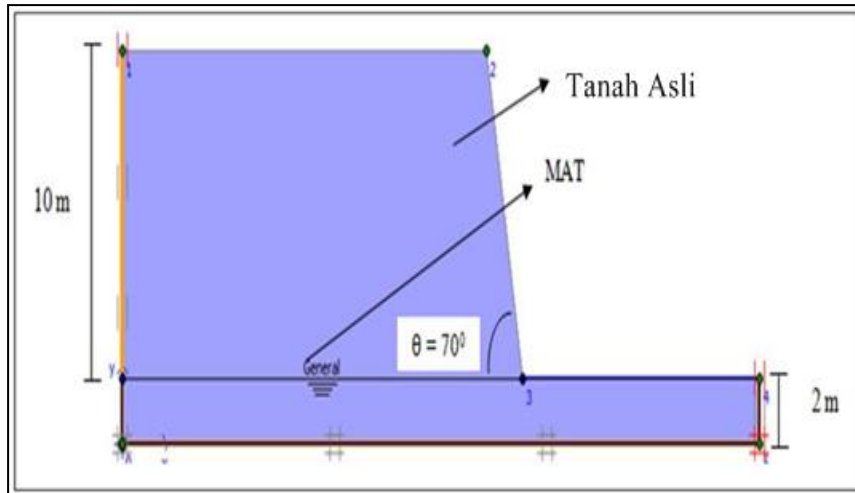
Parameter Tanah	Nama	Tanah Lapangan	Satuan
Berat volume tanah basah	(γ_{sat})	16,83	kN/m ³
Berat volume tanah kering	(γ_{unsat})	13,8	kN/m ³
Permeabilitas arah horizontal	(k_x)	$1,2746 \times 10^{-5}$	m/hr
Permeabilitas arah vertikal	(k_y)	$1,2746 \times 10^{-5}$	m/hr
<i>Modulus young</i>	(E)	1062,5	kN/m ²
<i>Poisson ratio</i>	(ν)	0,3	-
Kohesi	(c)	28,243	kN/m ²
Sudut geser dalam	(ϕ)	20,20	°
Angka pori	(e)	0,953	-
Parameter Tembok Penahan	Nama	Tipe Gravitasi	Satuan
Berat Volume Beton	$(\gamma_{pas\ bat})$	22	kN/m ³
<i>Modulus young</i>	(E)	$2,143 \times 10^4$	kN/m ²
<i>Poisson ratio</i>	(ν)	0,2	-

Pemodelan Dengan Menggunakan Program Plaxis v.8.2
Dari hasil *running* simulasi dengan menggunakan program plaxis v.8.2 untuk contoh pemodelan ini didapat hubungan antara MAT, faktor keamanan, penurunan (tanah asli) dan tekanan air pori tanah.

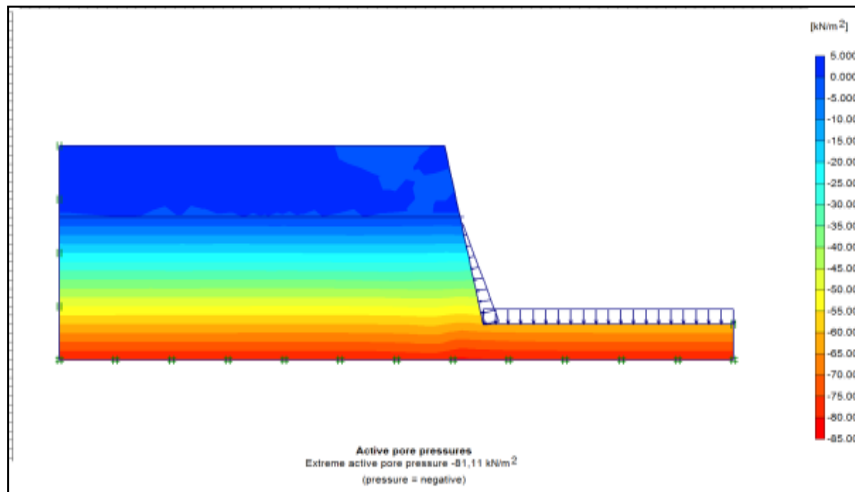
Pemodelan Tanah Asli Dengan Tembok Penahan Pada Program Plaxis v.8.2

Pemodelan Tanah Asli Dengan Lapis Geotextil Pada Program Plaxis v.8.2

Dari hasil *running* simulasi dengan menggunakan program Plaxis v.8.2 untuk contoh pemodelan menggunakan 3 lapis geotextil. (Geotextil yang di gunakan adalah *PET Woven Geotextil* dengan kuat tarik (EA) = 1000 kN/m di peroleh dari katalog *Geotechnical System*.



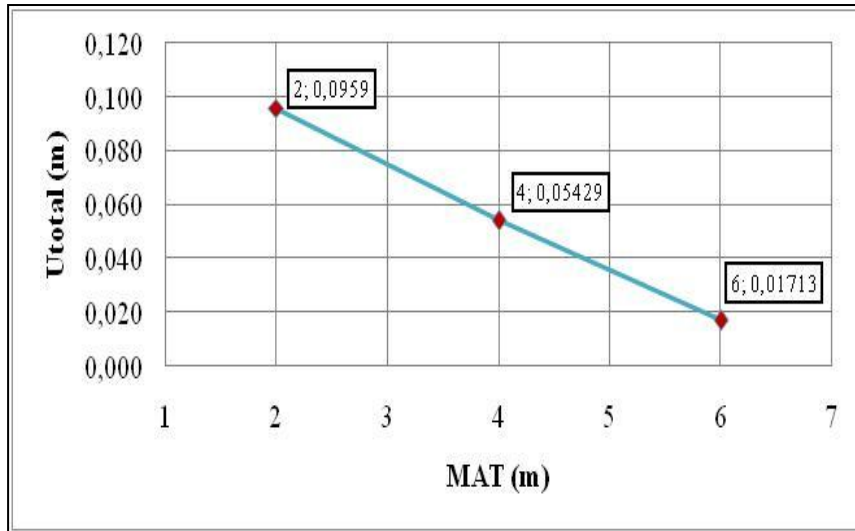
Gambar 11. Variasi Muka Air Tanah (Tanah Asli)



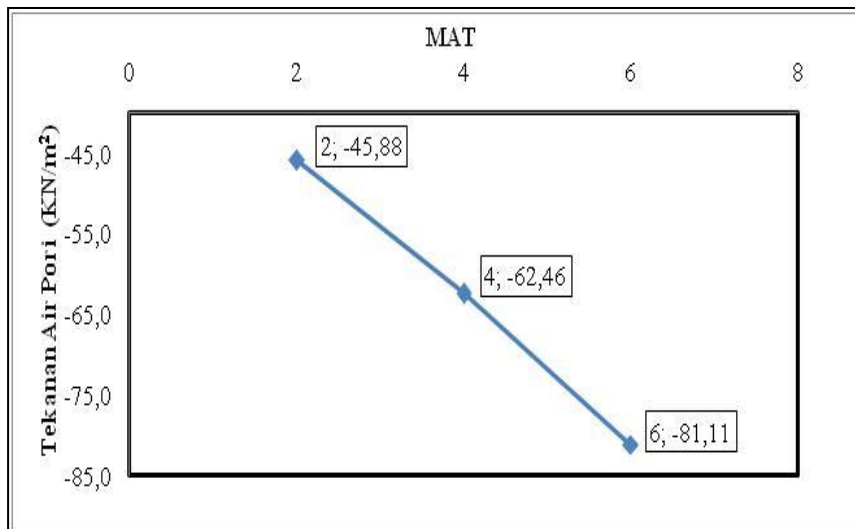
Gambar 12. Output Active Pore Pressure MAT 6,0 m (Tanah Asli)

Tabel 9. Hubungan Antara Muka Air Tanah, Penurunan Total, Tekanan Air Pori dan Faktor Keamanan (Tanah Asli)

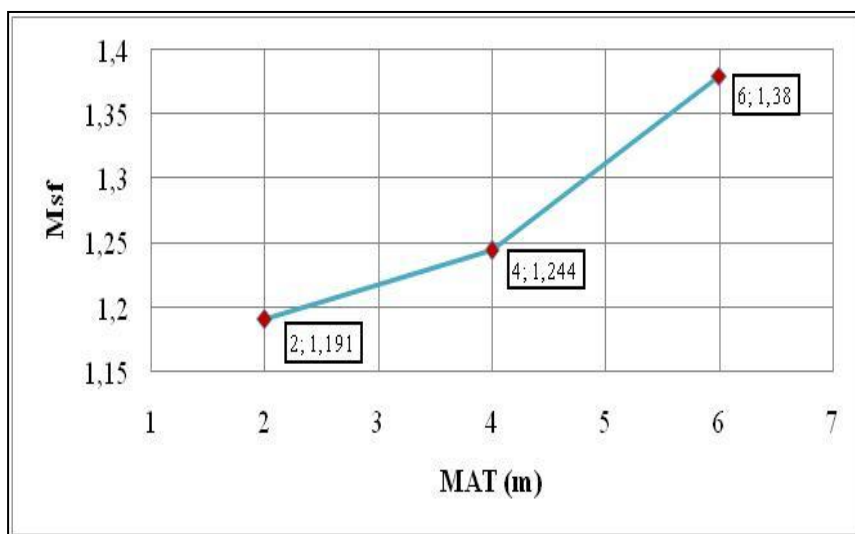
MAT	Penurunan Total	Tekanan Air Pori	Faktor Keamanan
(m)	U_{total} (m)	KN/m ²	Msf
2,00	0,09590	-45,88	1,191
4,00	0,05429	-62,46	1,244
6,00	0,01713	-81,11	1,380



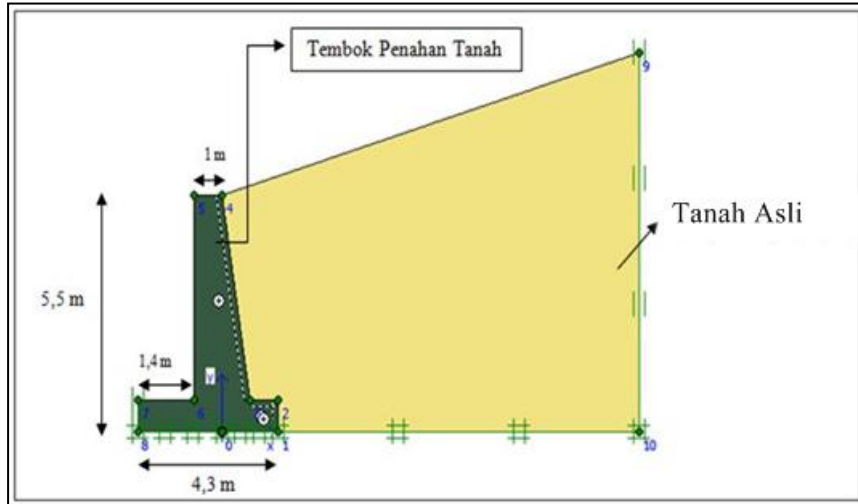
Gambar 13. Grafik Hubungan Antara Muka Air Tanah dan Penurunan (Tanah Asli)



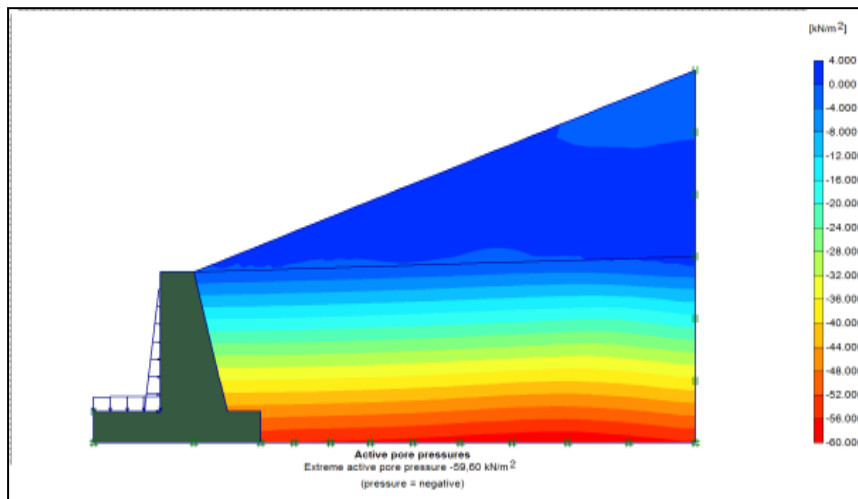
Gambar 14. Grafik Hubungan Antara Muka Air Tanah dan Tekanan Air Pori (Tanah Asli)



Gambar 15. Grafik Hubungan Antara Muka Air Tanah dan Faktor Keamanan (Tanah Asli)



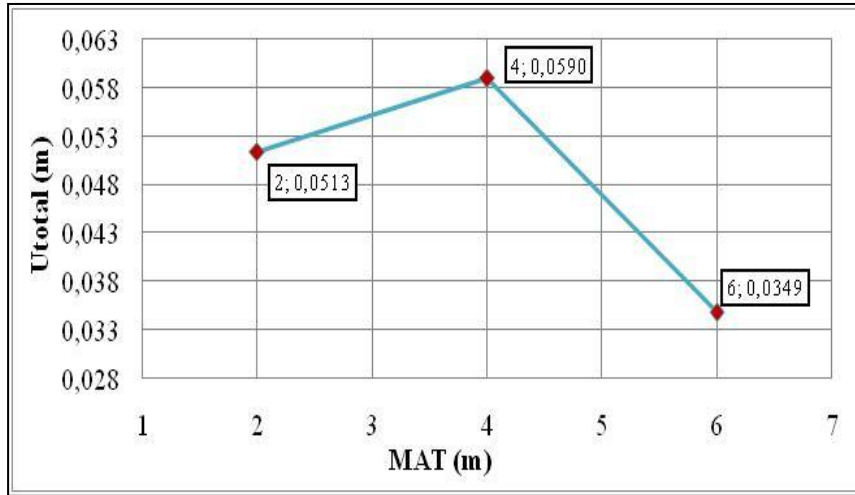
Gambar 16. Pemodelan Tanah Asli dengan Tembok Penahan Pada Program Plaxis v.8.2



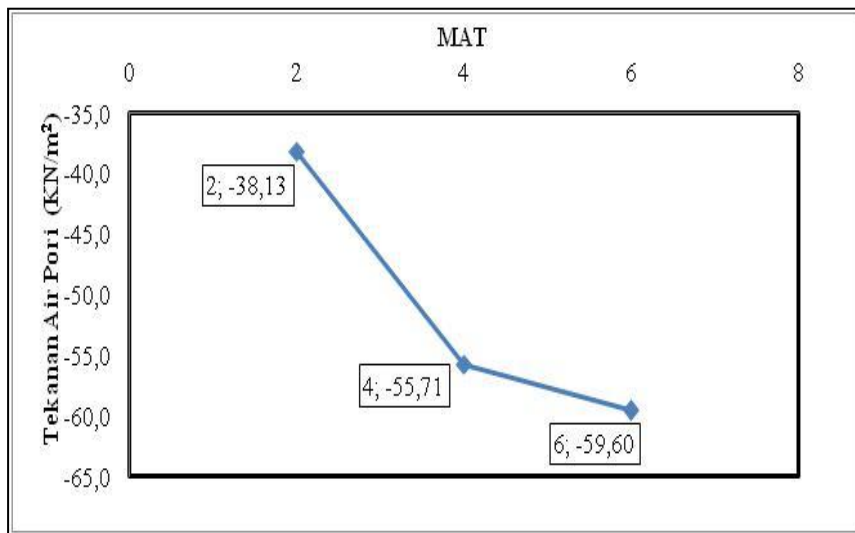
Gambar 17. Output Active Pore Pressure Tanah Asli dengan Tembok Penahan pada MAT 6,0 m

Tabel 10. Hubungan Antara Muka Air Tanah, Penurunan Total, Tekanan Air Pori dan Faktor Keamanan (Tanah Asli dan Tembok Penahan)

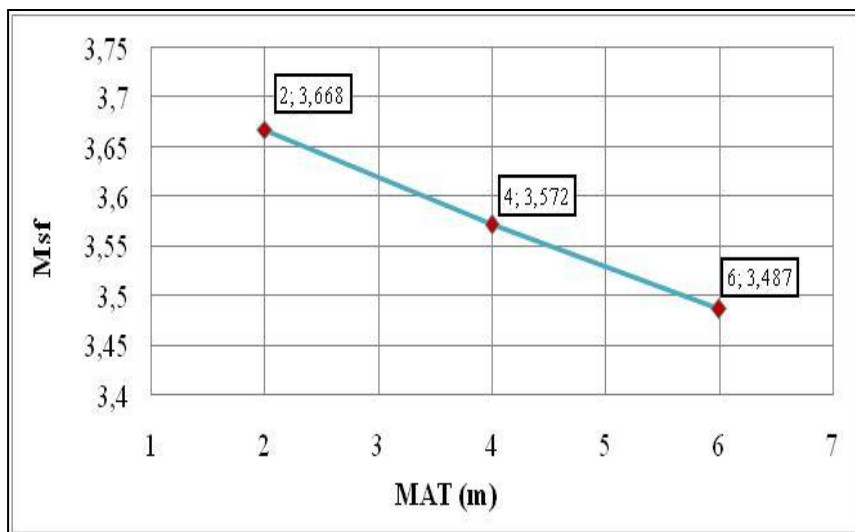
MAT	Penurunan Total	Tekanan Air Pori	Faktor Keamanan
(m)	U_{total} (m)	KN/m ²	Msf
2,00	0,0513	-38,13	3,668
4,00	0,0590	-55,71	3,572
6,00	0,0349	-59,60	3,487



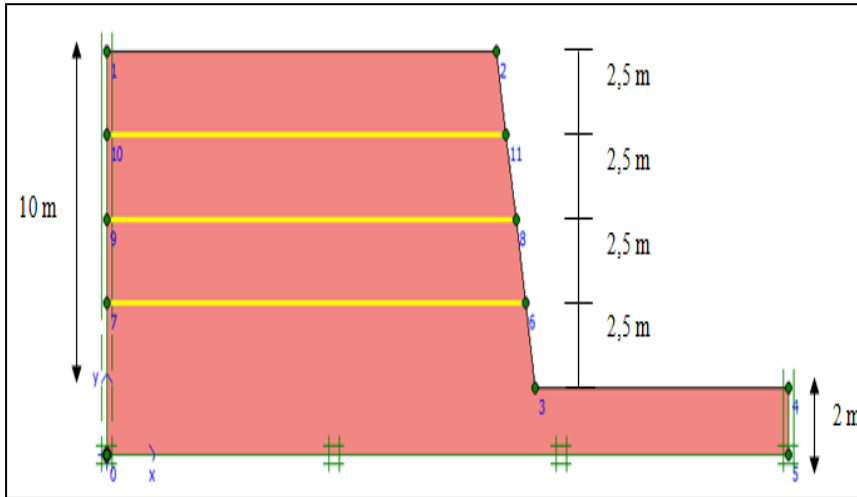
Gambar 18. Grafik Hubungan Antara Muka Air Tanah dan Penurunan (Tanah Asli dan Tembok Penahan)



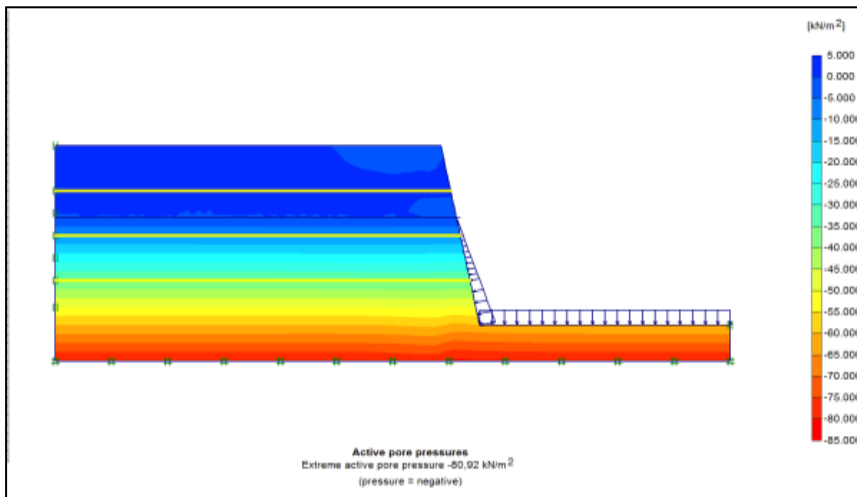
Gambar 19. Grafik Hubungan Antara Muka Air Tanah dan Tekanan Air Pori (Tanah Asli dan Tembok Penahan)



Gambar 20. Grafik Hubungan Antara Muka Air Tanah dan Faktor Keamanan (Tanah Asli dan Tembok Penahan)



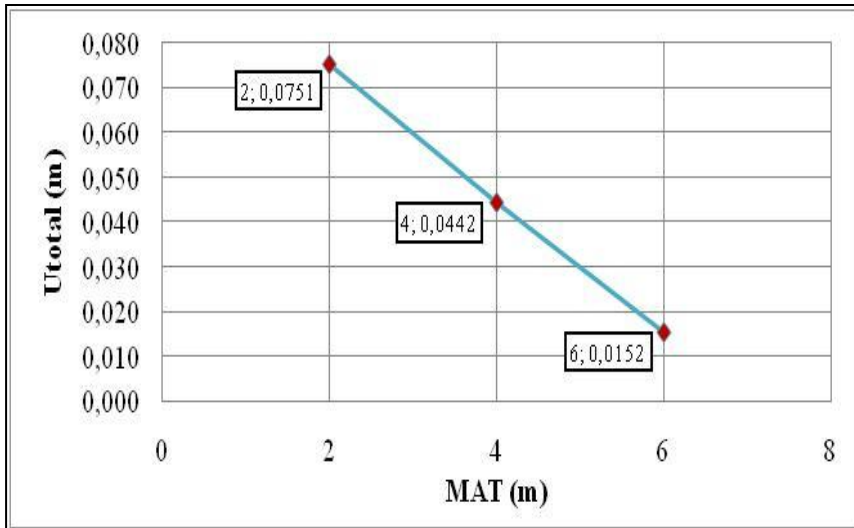
Gambar 21. Pemodelan Tanah Asli Pada Program Plaxis v.8.2 (3 Lapis Geotextile)



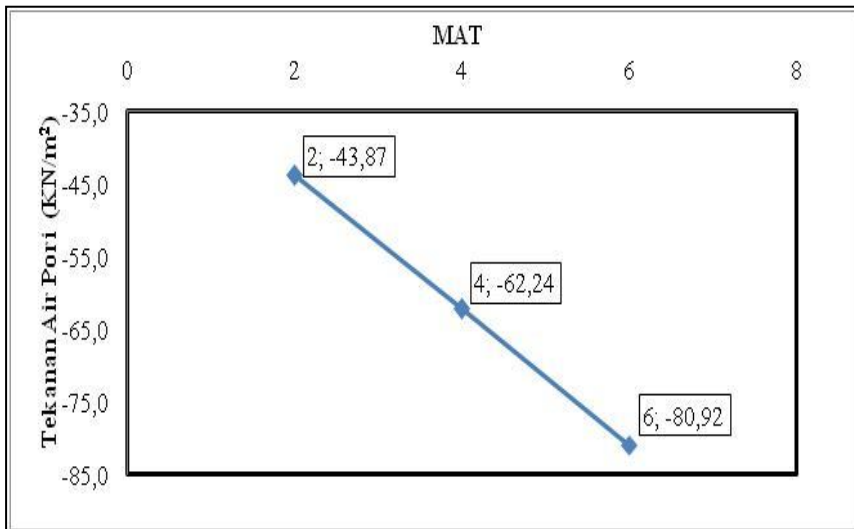
Gambar 22. Output Active Pore Pressure Tanah Asli dengan Geotextil pada MAT 6,0 m

Tabel 11. Hubungan Antara Muka Air Tanah, Penurunan Total, Tekanan Air Pori dan Faktor Keamanan (Tanah Asli dan Geotextile)

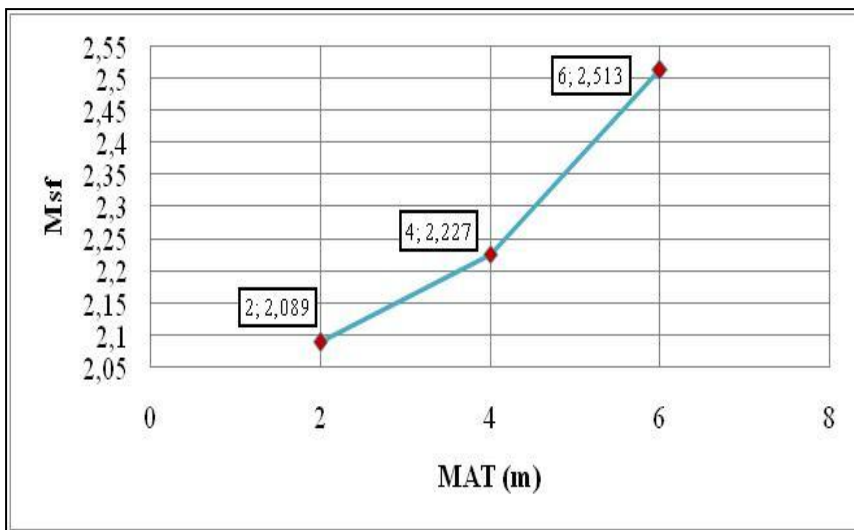
MAT	Penurunan Total	Tekanan Air Pori	Faktor Keamanan
(m)	U_{total} (m)	KN/m ²	Msf
2,00	0,0751	-43,87	2,089
4,00	0,0442	-62,24	2,227
6,00	0,0152	-80,92	2,513



Gambar 23. Grafik Hubungan Antara Muka Air Tanah dan Penurunan (Tanah Asli dan Geotextile)

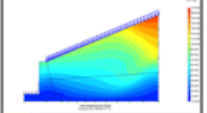
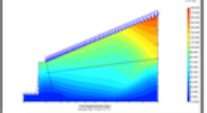
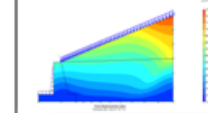


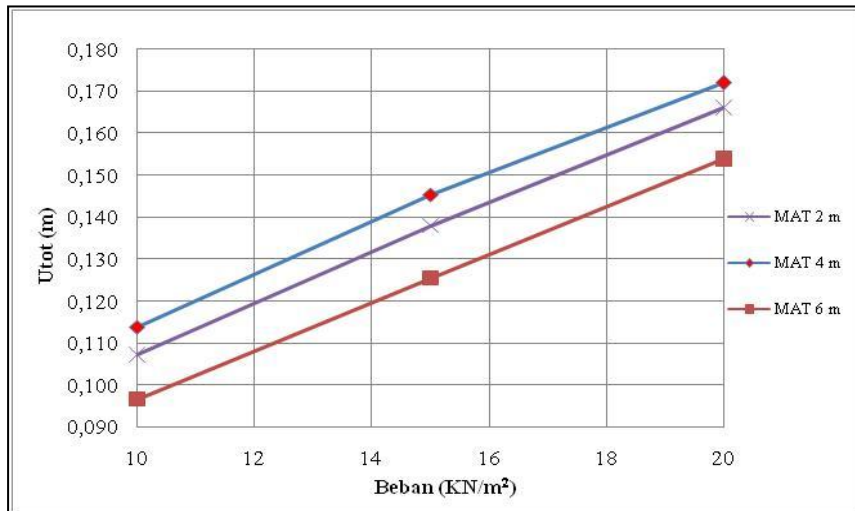
Gambar 24. Grafik Hubungan Antara Muka Air Tanah dan Tekanan Air Pori (Tanah Asli dan Geotextile)



Gambar 25. Grafik Hubungan Antara Muka Air Tanah dan Faktor Keamanan (Tanah Asli dan Geotextile)

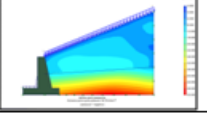
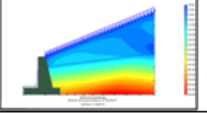
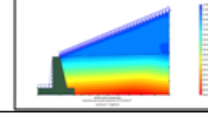
Tabel 12. Perbandingan Antara Beban, Muka Air Tanah dan Penurunan Total (Tanah Asli dan Tembok Penahan)

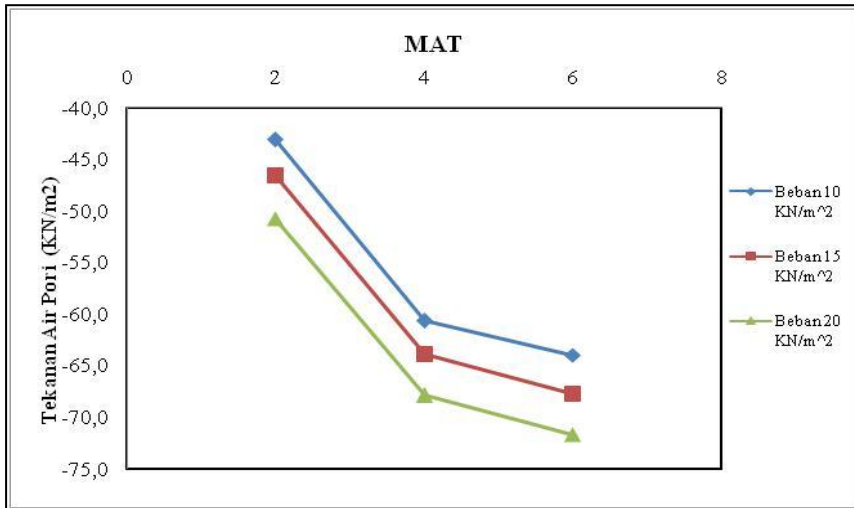
Beban	Penurunan Total (U_{total})		
KN/m ²	MAT		
			
	2,0 m	4,0 m	6,0 m
10	0,1072	0,1139	0,0966
15	0,1380	0,1454	0,1255
20	0,1661	0,1720	0,1538



Gambar 26. Perbandingan Antara Beban, Muka Air Tanah dan Penurunan Total (Tanah Asli dan Tembok Penahan)

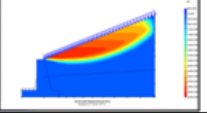
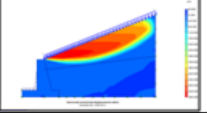
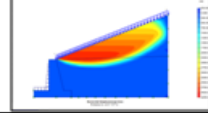
Tabel 13. Perbandingan Antara Beban, Muka Air Tanah dan Tekanan Air Pori (Tanah Asli dan Tembok Penahan)

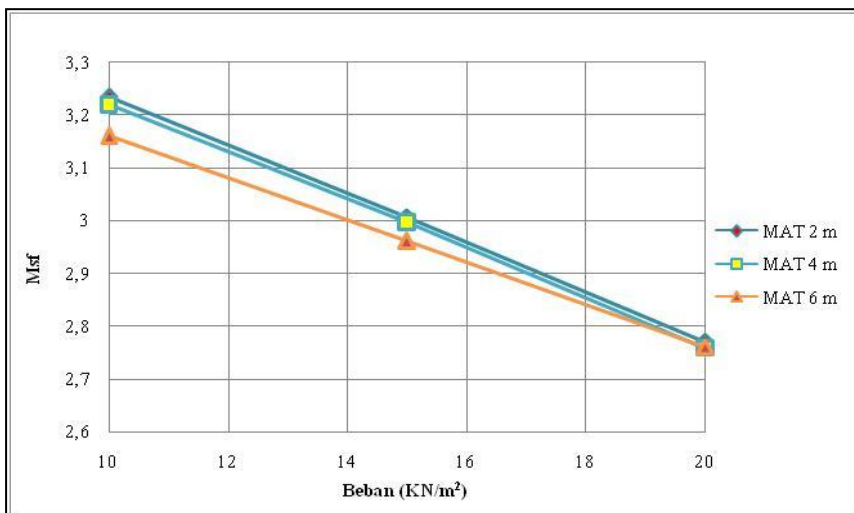
Beban	Tekanan Air Pori Tanah		
KN/m ²	MAT		
			
	2,0 m	4,0 m	6,0 m
10	-43,10	-60,69	-63,99
15	-46,64	-63,96	-67,79
20	-50,76	-67,92	-71,71



Gambar 27. Perbandingan Antara Beban, Muka Air Tanah dan Tekanan Air Pori (Tanah Asli dan Tembok Penahan)

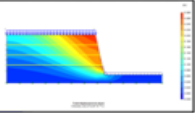
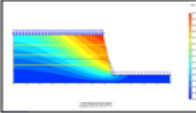
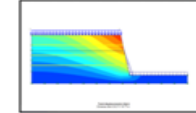
Tabel 14. Perbandingan Antara Beban, Muka Air Tanah dan Faktor Keamanan (Tanah Asli dan Tembok Penahan)

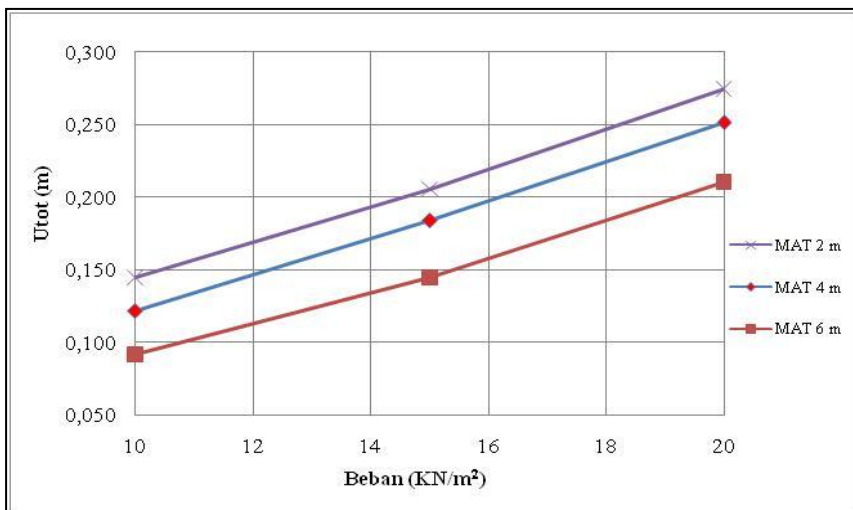
Beban	Msf			
	MAT			
KN/m ²				
	2,0 m	4,0 m	6,0 m	
	10	3,234	3,220	3,160
	15	3,008	2,997	2,962
20	2,770	2,759	2,761	



Gambar 28. Perbandingan Antara Beban, Muka Air Tanah dan Faktor Keamanan (Tanah Asli dan Tembok Penahan)

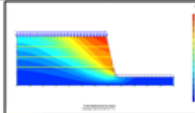
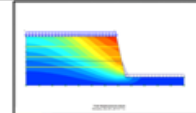
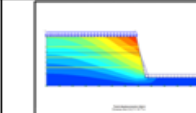
Tabel 15. Perbandingan Antara Beban, Muka Air Tanah dan Penurunan Total (Tanah Asli dan Geotextile)

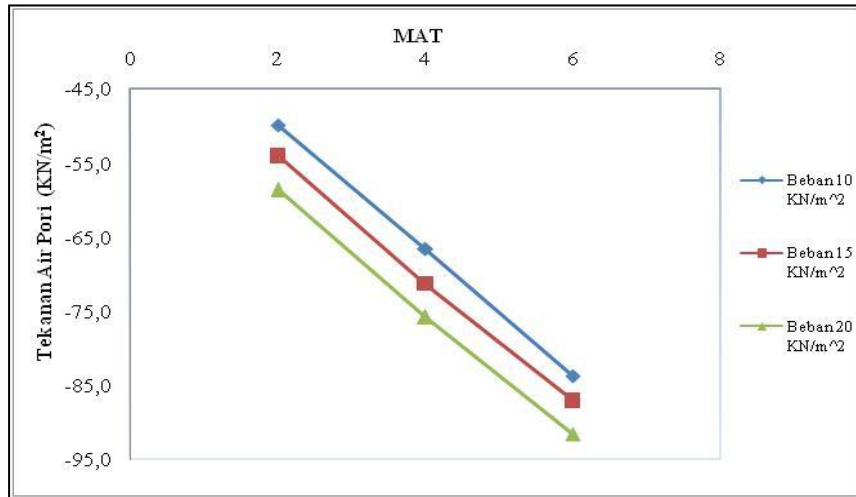
Beban	Penurunan Total (U_{total})		
	MAT		
KN/m ²			
	2,0 m	4,0 m	6,0 m
10	0,1447	0,1216	0,0916
15	0,2057	0,1840	0,1447
20	0,2744	0,2512	0,2107



Gambar 29. Perbandingan Antara Beban, Muka Air Tanah dan Penurunan Total (Tanah Asli dan Geotextile)

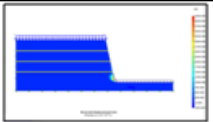
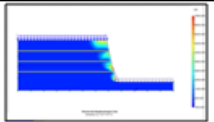
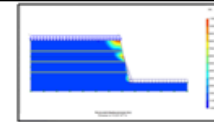
Tabel 16. Perbandingan Antara Beban, Muka Air Tanah dan Penurunan Total (Tanah Asli dan Geotextile)

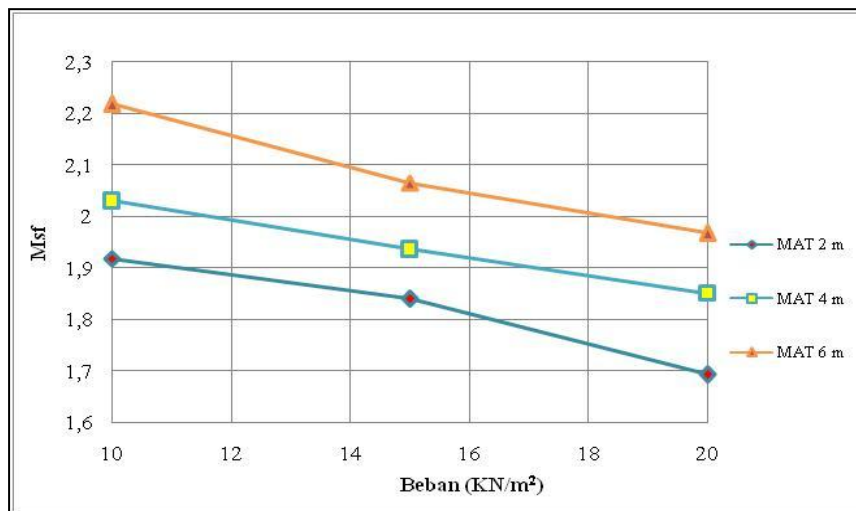
Beban	Penurunan Total (U_{total})		
	MAT		
KN/m ²			
	2,0 m	4,0 m	6,0 m
10	0,1447	0,1216	0,0916
15	0,2057	0,1840	0,1447
20	0,2744	0,2512	0,2107



Gambar 30. Perbandingan Antara Beban, Muka Air Tanah dan Tekanan Air Pori (Tanah Asli dan Geotextile)

Tabel 17. Perbandingan Antara Beban, Muka Air Tanah dan Faktor Keamanan (Tanah Asli dan Geotextile)

Beban	Msf			
	MAT			
KN/m ²				
	2,0 m	4,0 m	6,0 m	
	10	1,918	2,030	2,219
	15	1,840	1,937	2,065
20	1,693	1,851	1,968	



Gambar 30. Perbandingan Antara Beban, Muka Air Tanah dan Faktor Keamanan (Tanah Asli dan Geotextile)

5. Penutup

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Hasil analisis tekanan air pori pada tanah asli di Kawasan Mission Center Manado, menunjukkan diketinggian MAT 6,0 m adalah tanah mengalami tekanan air pori terbesarnya dengan nilai -81,11 KN/m² dan diketinggian MAT 2,0 m tanah mengalami tekanan air pori terkecilnya dengan nilai -45,88 KN/m², sehingga bisa ditarik kesimpulan semakin tinggi muka air tanah maka semakin besar tekanan air pori.
2. Hasil analisis tekanan air pori pada tanah asli dengan perkuatan tembok penahan (gravitasi) di Kawasan Mission Center Manado, menunjukkan diketinggian MAT 6,0 m adalah tanah mengalami tekanan air pori terbesarnya dengan nilai -59,60 KN/m² dan diketinggian MAT 2,0 m tanah mengalami tekanan air pori terkecilnya dengan nilai -38,13 KN/m², sedangkan untuk tekanan air pori pada tanah asli dengan perkuatan Geotextile "PET WOVEN GEOTEXTIL", menunjukkan diketinggian MAT 6,0 m adalah tanah mengalami tekanan air pori terbesarnya dengan nilai -80,92 KN/m² dan diketinggian MAT 2,0 m tanah mengalami tekanan air pori terkecilnya dengan nilai -43,87 KN/m², sehingga bisa ditarik kesimpulan semakin tinggi muka air tanah maka semakin besar tekanan air pori.
3. Hasil analisis faktor keamanan (Msf) tanah asli dengan perkuatan tembok penahan (gravitasi) di Kawasan Mission Center Manado, adalah 3,668 tanpa beban dan terus menurun sampai 2,759 seiring dengan pembebanan yang diberikan sebesar 20 KN/m². Sedangkan dengan perkuatan Geotextile "PET WOVEN GEOTEXTIL", adalah 2,513 tanpa beban dan terus menurun sampai 1,693 seiring dengan pembebanan yang diberikan sebesar 20 KN/m².
4. Hasil analisis penurunan (U_{tot}) tanah asli dengan perkuatan tembok penahan (gravitasi) di Kawasan Mission Center Manado, adalah 0,0349 m tanpa beban dan terus bertambah sampai 0,1720 m seiring dengan pembebanan yang diberikan sebesar 20 KN/m². Sedangkan dengan perkuatan Geotextile "PET WOVEN GEOTEXTIL", adalah 0,0152 m tanpa beban dan terus bertambah sampai 0,2744 m seiring dengan pembebanan yang diberikan sebesar 20 KN/m².
5. Dimensi dan perhitungan stabilitas dinding penahan tanah dengan nilai kohesi dan sudut geser dalam didapat dimensi dinding penahan gravitasi yang memenuhi syarat stabilitas yaitu : H= 5,5 m ; B= 4,3 m.
 - a. Stabilitas guling (*overtunning stability*)
 $SF_{guling} : 4,133 > 2$ stabil
 - b. Stabilitas geser (*sliding stability*)
 $SF_{geser} : 1,5211 > 1,5$ stabil
 - c. Stabilitas daya dukung (*bearing stability*)
 $SF_{daya\ dukung} : 3,142 > 3$ stabil

Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas, maka hal-hal yang disarankan sebagai berikut :

1. Jumlah lapisan perkuatan yang diberikan bisa disesuaikan dengan beban rencana bangunan konstruksi.
2. Hasil penelitian diatas hanya dapat digunakan pada tanah di sekitar Kawasan Mission Center Manado.
3. Sebaiknya perlu dilakukan penelitian yang lebih akurat menyangkut peralatan teknis yang digunakan dan ketelitian alat (kalibrasi) perlu diperhatikan.
4. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh tinggi MAT terhadap tekanan air pori, penurunan, Msf.
5. Hasil Perhitungan tembok penahan tipe gravitasi perlu memperhitungkan efek gempa untuk didesain dimensi yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous, *Paduan Praktikum Mekanika Tanah*, Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi
- Alzan, *Pengaruh Jenis Tanah Terhadap Kestabilan Struktur Embankment Di Daerah Reklamasi (Studi Kasus : Pulau Gangga)*.
- Bowles, J.E, *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*, Edisi Satu, Erlangga, Jakarta.
- Bowles, J.E, *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta.
- C. Pontororing, *Studi Pemodelan DAM Untuk menentukan Perilaku Tegangan-Ragagan, Tekanan Air Pori, Dan Stabilitas Menggunakan Program Plaxis*.
- Das, B.M, *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*, jilid 1, Erlangga, Jakarta.
- Das, B.M, *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknik)*, jilid 2, Erlangga, Jakarta.
- D. R. Tumewu, *Pemeriksaan Tanah dengan Perkuatan Anyaman Kawat (Studi Kasus : Kawasan Tinoor)*.
- Endrayana, M. (2008). *Pengaruh Geotekstil terhadap Lempung Lunak*. FT UI. Jakarta.

- E. I. Susanti, *Pengaruh Perkuatan Penjangkaran Berkepala Dan Jejaring Kawat Kasa Pada Kestabilan Lereng Akibat Perubahan Tekanan Air Pori.*
- F. A. E. Sompie, *Analisis Rembesan Pada Bendungan Tipe Urugan Tanah.*
- Hardiyatmo, H.C. 2010, *Mekanika Tanah I*, Edisi Kelima, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C, 2010, *Mekanika Tanah II*, Edisi Kelima, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C, 2011, *Analisis dan Perancangan Fondasi I*, Edisi Kedua, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C, 2011, *Analisis dan Perancangan Fondasi II*, Edisi Kedua, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Indonesia. Departemen Pekerjaan Umum. (2009). *Pedoman Konstruksi dan Bangunan: Perencanaan dan Pelaksanaan Perkuatan Tanah dengan Geosintetik*. Jakarta.
- Koerner, Robert M. 1994. *Designing with Geosynthetic*. Third Edition. Prentice Hall Inc, New Jersey, USA.
- Laurence D. Wesley, *Mekanika Tanah untuk Tanah Endapan dan Residu.*
- O. B. A. Sompie, *Rekayasa Geoteknik Pada Tahapan Konstruksi.*
- R. Kaonseng, *Studi Karakteristik Tanah Pada Daerah Aliran Sungai Rataotok Terhadap Proses Konsolidasi.*
- Pintor Tua Simatupang. 2011, *Pengaruh Arah Beban Gempa Pada Stabilitas Lereng, Confrence Paper*, Universitas Mercu Buana, Jakarta.
- Widodo H. MSCE, Ph.D, *Respons Dinamik Struktur Elastik*, Penerbit UII Press, Yogyakarta.
-, *Panduan Praktikum mekanika tanah Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi*