

ANALISIS KEEFEKTIVITASAN JENIS DINDING PENAHAN TANAH PADA TANAH GAMBUT

David Thomson¹ dan Aniek Prihatiningsih²

¹Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta
david.325170071@stu.untar.ac.id

²Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta
aniekp@ft.untar.ac.id

Masuk: 13-07-2021, revisi: 06-08-2021, diterima untuk diterbitkan: 19-08-2021

ABSTRACT

Kalimantan is one of the 3 islands in Indonesia which has the largest peatlands. Moreover, in 2019 the President of Indonesia Ir. H. Joko Widodo inaugurated the move of Indonesia's capital city from Jakarta to East Kalimantan. The development of supporting infrastructure for the Capital City will inevitably occur, so construction cannot be avoided. The impacts and risks from the peats will occur when working on peatlands need to be considered. In this thesis, we will discuss the types of retaining walls that are most effective when applied to peatlands. Types of retaining walls that will be compared include gravity retaining walls, sheet -type retaining walls, and soldier piles. The analysis will be carried out on the lateral stresses that occur and the collapse in each type of retaining wall. Coulumb soil pressure theory and Rankine soil lateral pressure theory are also used to support this analysis. This is due to the nature of peat soil which has high water and organic content. The deflection that occurs in the diaphragm wall is 0,354 m, the secant pile is 0,751 m, the concrete sheet pile is 1,09 m and the steel sheet pile is 2,73 m.

Keywords: Peat, Retaining Wall, Lateral Pressure Analysis, Coulumb, Rankine.

ABSTRAK

Kalimantan adalah salah satu dari 3 pulau di Indonesia yang memiliki lahan gambut terluas. Terlebih lagi pada tahun 2019 Presiden Republik Indonesia Ir. H. Joko Widodo meresmikan perpindahan Ibukota Indonesia dari DKI Jakarta ke Kalimantan Timur. Pembangunan infrastruktur pendukung Ibukota pasti akan terjadi, sehingga kontruksi pada lahan gambut tidak akan dapat terhindarkan. Sifat dari lahan gambut maupun dampak dan resiko yang akan terjadi pada saat melakukan pekerjaan di lahan gambut perlu dipertimbangkan. Pada studi ini akan membahas tentang jenis dinding penahan tanah yang paling efektif ketika diaplikasikan ke lahan gambut. Jenis dinding penahan tanah yang akan dibandingkan antara lain dinding penahan gravitasi, dinding penahan tanah tipe turap, dan *soldier pile*. Analisis akan dilakukan pada tekanan lateral yang terjadi dan keruntuhan pada tiap jenis dinding penahan tanah. Secara teoritis, dinding penahan tanah yang *solid* atau yang tidak mempunyai celah yang berkemungkinan akan efektif ketika diaplikasikan pada tanah gambut. Hal ini dikarenakan sifat tanah gambut yang mempunyai kadar air dan organik yang tinggi. Defleksi yang terjadi pada *diaphragm wall* adalah sebesar 0,354 m, pada *secant pile* sebesar 0,751 m, pada turap beton sebesar 1,09 m dan pada turap baja sebesar 2,73 m.

Kata kunci: Tanah Gambut, Dinding Penahan Tanah, Analisis Tekanan lateral, Coulumb, Rankine.

1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara *archipelago* yang artinya negara yang tersusun dari pulau-pulau. Pulau-pulau diantaranya ada pulau Sumatra, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, Papua, Bali dan lain sebagainya. Tiap pulau yang dimiliki oleh Indonesia mempunyai karakteristik dan jenis tanah yang berbeda beda. Dari data *Wetlands*, di pulau Kalimantan terdapat banyak sekali lahan yang merupakan tanah gambut. Luas lahan gambut yang terdapat pada Pulau Kalimantan adalah seluas 5,7 juta Hektar(Ha) (*Wetlands*, 2002). Tanah gambut adalah tanah yang memiliki kandungan material organik yang tinggi hampir >75% (*Zainorabidin*, 2008). Material organik tersebut terbentuk dari daun, batang, akar tanaman yang membusuk yang berakumulasi di lingkungan jenuh air tanpa oksigen. Permasalahan yang sering terjadi di tanah gambut terdapat pada faktor daya dukung tanah, penurunan, dan kuat geser tanah. Tanah gambut juga memiliki permeabilitas yang rendah sehingga hal ini mengakibatkan kekuatan geser *undrained* merupakan faktor penting untuk bangunan yang terdapat di atas tanah gambut (*Bowles*, 1997). Pada studi kali ini yang akan di bahas adalah jenis dinding penahan tanah yang paling efektif digunakan jika diaplikasikan pada galian tanah gambut. Keefektivitasan dinding penahan tanah dapat ditinjau dari

bagaimana dinding penahan tanah dari tiap jenis dapat menahan gaya tekan lateral tanah aktif dan juga gaya tekan lateral air. Dinding penahan tanah juga tidak selalu berfungsi untuk menahan *basement*, tetapi dinding penahan tanah juga diaplikasikan pada galian ekskavasi, *embankment*, timbunan, dan lain-lain (Lefebvre G. L., 1984).

Tanah Gambut

Tanah gambut adalah tanah yang memiliki daya dukung yang rendah. Hal tersebut dikarenakan kompreibilitas yang tinggi (*Highly Compreibility*). Tanah gambut mengandung bahan organik yang merupakan hasil pelapukan dari tumbuhan maupun binatang. Tanah ini juga memiliki ciri khas yang sangat berbeda dibandingkan dengan tanah yang lain, teksturnya yang seperti spons, sangat lembab, dan mempunyai ciri fisik yang terlihat bercampur dengan akar-akaran. Warna dari tanah gambut ini juga terdapat berbagai warna mulai dari coklat muda, coklat tua hingga ada juga yang berwarna hitam. Letaknya yang dekat dengan muka air tanah, membuat tanah ini sangat berair dan bercampur dengan bahan bahan organik sehingga menimbulkan bau yang sangat bau. Selain itu tanah gambut ada yang mengandung akar-akaran kering sehingga sangat mudah terbakar.

Sifat Fisik Tanah Gambut

Spesific Gravity (Gs)

Specific Graity adalah perbandingan antara berat butir tanah dengan volume butir, pada temperatur tertentu. Tanah yang dimaksudkan adalah berat butir tanpa ada udara maupun air, begitu juga dengan volume yang dimaksud adalah volume tanah tanpa pori. Perbanding *specific gravity* pada jenis-jenis tanah dapat dilihat pada Tabel 1. Rumus yang digunakan untuk menentukan berat jenis tanah adalah:

$$G_s = \frac{W_2 - W_1}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} \dots\dots\dots(1)$$

Tabel 1. *Specific gravity* tanah (Das, 2014)

Jenis Tanah	Gs
Pasir	2,64 - 2,66
Lanau	2,67 - 2,73
Lempung	2,70 - 2,90
Kapur	2,60 - 2,75
<i>Loess</i>	2,65 - 2,73
Gambut	1,30 - 1,90

Kadar Air (W_c)

Tanah gambut adalah tanah dengan karakteristik yang khusus, salah satunya adalah memiliki kadar air yang cukup tinggi sampai 400% (Zainorabidin, 2008). Kadar air pada tanah gambut tidak sama pada beberapa wilayah. hal ini disebabkan oleh asal tempat, derajat dekomposisi, dan kandungan kimia tanah gambut tersebut. Tanah gambut juga memiliki serat tumbuhan yang menyerupai spons sehingga tanah gambut memiliki partikel yang sangat renggang (*Very loose*). *Unit Weight* juga berpengaruh pada kadar air, pada Tabel 2 adalah perbandingan *Unit weight* pada berbagai wilayah di dunia.

Tabel 2. Perbandingan *Unit Weight* tanah gambut berbagai wilayah (Zainorabidin, 2008)

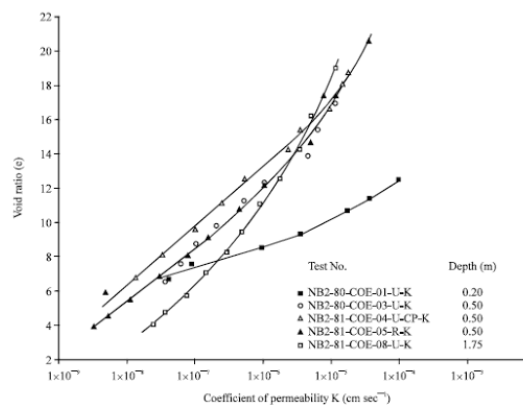
<i>Sample Designation</i>	<i>Unit Weight</i> ($\frac{kN}{m^3}$)
West Malaysia	8,3-11,5
East Malaysia	8,0-12,0
Johore, Malaysia	7,5-10,2
Holme Fen, British	9,5-10,5
Cumbria, British	8,5-11,0
Sri Lanka	7,5-10,0

Angka Pori atau Void Ratio (e_o)

Tanah gambut merupakan tanah yang sangat *compressive* sehingga memiliki angka pori yang besar, dengan kisaran 5 sampai 15 dan khusus untuk gambut berserat (*fibrous*) bisa mencapai 25. Saat tanah gambut mengalami pengeringan maka volume akan berkurang (*shrink*) mencapai 50% tetapi tidak akan mengembang kembali (Huat, 2011).

Koefisien Permeabilitas (k)

Koefisien Permeabilitas pada suatu material dalam kasus ini dimana adalah tanah gambut dipengaruhi oleh besar kecilnya angka pori, Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa semakin besar angka porinya semakin besar juga koefisien permeabilitasnya. Tanah gambut memiliki koefisien permeabilitas (k) yang tinggi bersikar pada 10^{-5} sampai 10^{-5} m/s.



Gambar 1. Koefisien permabilitas (Zainorabidin, 2008)

Berat Isi atau Bulk Density atau BD atau Unit Weight (γ)

Tanah gambut memiliki berat isi yang sangat kecil karena kadar air yang tinggi berkisar antara $8,3 \text{ kN/m}^3$ sampai $11,5 \text{ kN/m}^3$ (Huat, 2011).

Indeks Plastisitas

Stabilitas tanah sangat ditentukan oleh parameter ini, indeks plastisitas tanah yang ada di Indonesia ada di rentang 35 - 95% (Matthew, 2020). Tabel 3 menunjukkan klasifikasi tanah berdasarkan dengan indeks plastisitasnya.

Tabel 3. Klasifikasi indeks plastisitas (Das, 2014)

PI (%)	Deskripsi
0	Non Plastic
1 - 5	Slightly Plastic
5 - 10	Low Plasticity
10 - 20	High Plasticity
> 40	Very High Plasticity

Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah atau *retaining wall* merupakan elemen struktur yang berfungsi sebagai penahan gaya lateral tanah yang timbul akibat perbedaan elevasi permukaan tanah. Struktur buatan ini dibuat untuk mencegah terjadinya kelongsoran atau keruntuhan suatu lereng yang mempunyai kestabilan rendah. Dinding penahan tanah umumnya digunakan dalam lingkungan buatan manusia seperti galian ekskavasi, *embankment*, timbunan, dan lain-lain.

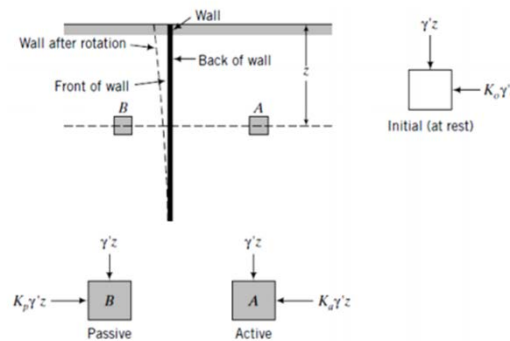
Klasifikasi Dinding Penahan Tanah

- **Dinding Kaku/Rigid Retaining Wall**
Dinding penahan tanah kaku merupakan suatu struktur dinding beton bertulang yang besar dan bergantung pada massa dinding tersebut untuk menahan gaya lateral aktif dari tanah yang ditahan. Jenis dinding penahan tanah kaku antara lain dinding gravitasi, dinding kantilever, dinding *counterfort*, dan dinding *buttress*.
- **Dinding fleksibel / Flexible Retaining Wall**
Dinding penahan tanah fleksibel atau turap merupakan suatu struktur yang panjang, bergantung pada gaya tanah pasif tanah. Turap dibuat dari beton bertulang, besi baja, maupun kayu. Dinding ini memiliki banyak jenis dan bentuk antara lain *soldier piles*, *sheet piles*, *column piles*, dan *diaphragm walls*.

Tekanan Tanah Lateral

Gaya tanah dalam arah horizontal atau lateral menjadi penentu desain dinding penahan tanah. Untuk mengetahui besarnya gaya horizontal, diperlukan tegangan tanah arah vertikal. Tegangan horizontal ini secara umum didefinisikan sebagai perkalian antara konstanta dengan tegangan vertikal. Konstanta ini dibedakan menjadi tiga jenis menurut arah pergerakan relatif dinding penahan tanah, yaitu:

- Kondisi diam atau *at rest*
- Kondisi tekanan aktif
- Kondisi tekanan pasif



Gambar 2. Tegangan pada Elemen Tanah di Depan dan Belakang Dinding (Budhu, 2011)

$$\sigma'_z = \sigma'_1 = \gamma'_z \dots\dots\dots (2)$$

$$\sigma'_x = \sigma'_3 = K_o \sigma'_1 = K_o \gamma'_z \dots\dots\dots (3)$$

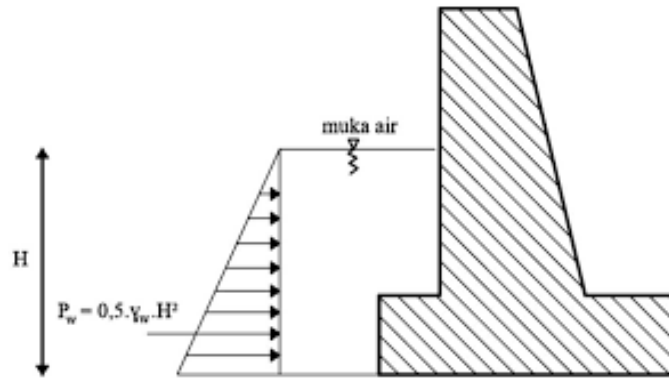
Tegangan pada elemen tanah pada Gambar 2 akan berbeda sesuai dengan kondisi yang terjadi. Jika dinding penahan tanah kaku dan tidak ada pergerakan terjadi atau *at rest*, tegangan *horizontal* efektif (σ'_x) pada elemen A dan B adalah perkalian antara koefisien *Ko* dengan tegangan vertikal efektif (σ'_z).

$$\sigma'_{h \text{ aktif}} = K_a \sigma'_v - 2c \sqrt{K_a} \dots\dots\dots (4)$$

$$\sigma'_{h \text{ pasif}} = K_p \sigma'_v + 2c \sqrt{K_p} \dots\dots\dots (5)$$

Tekanan Hidrostatik

Gaya tekan air atau gaya hidrostatik adalah gaya horizontal akibat air di hulu dan hilir bending. Tekanan hidrostatik adalah fungsi kedalaman di bawah permukaan air, dan bekerja tegak lurus terhadap muka bangunan. Pada Gambar 3 dapat dilihat ilustrasi gaya tekanan yang air yang terjadi pada dinding penahan tanah.



Gambar 3. Ilustrasi gaya tekan air

$$P_w = 0,5 \times \gamma_w \times H^2 \dots\dots\dots(6)$$

Momen akibat tekanan hidrostatik dapat dinyatakan:

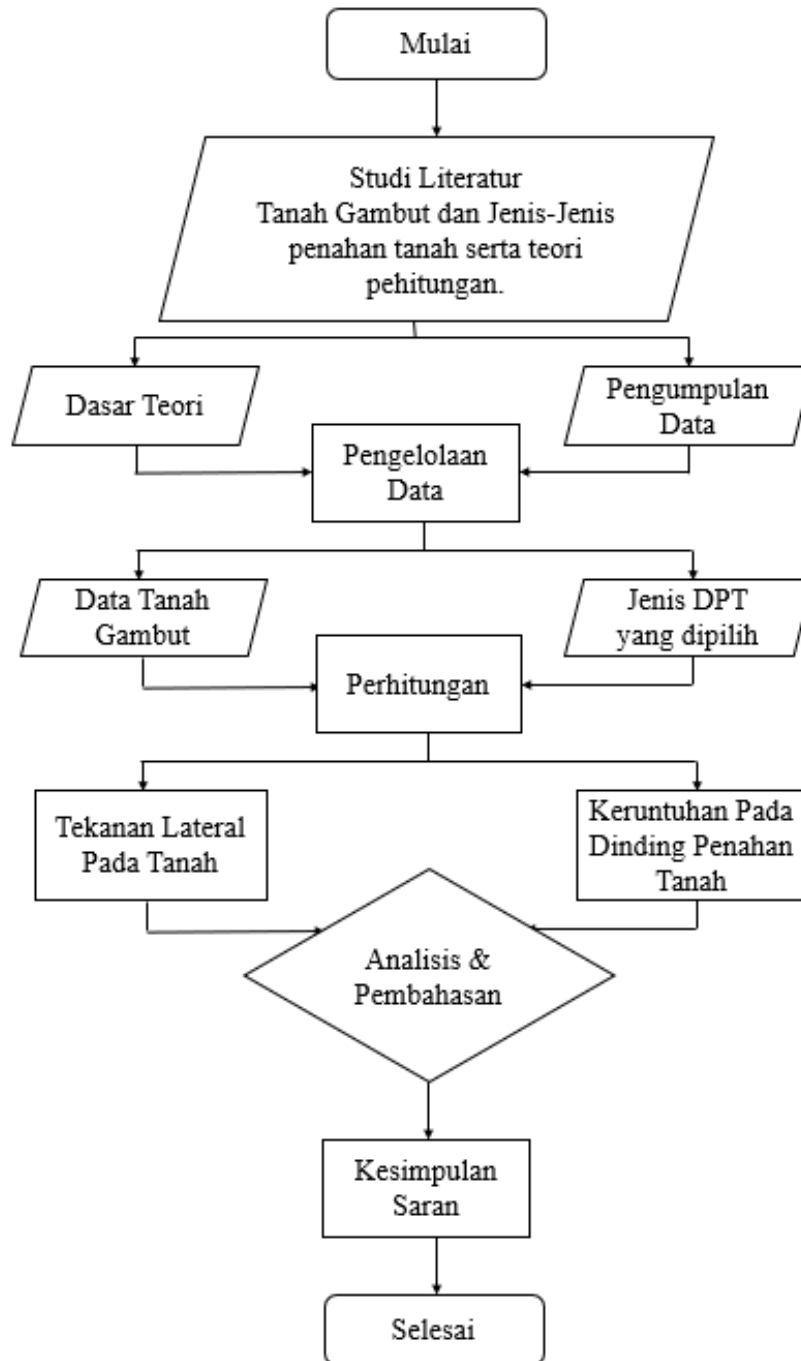
$$M_w = P_w \times \frac{H}{3} \dots\dots\dots(7)$$

2. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, terdapat beberapa tahapan yang meliputi:

1. Studi Literatur
2. Pengumpulan Data
3. Pengelolaan Data
4. Pembahasan

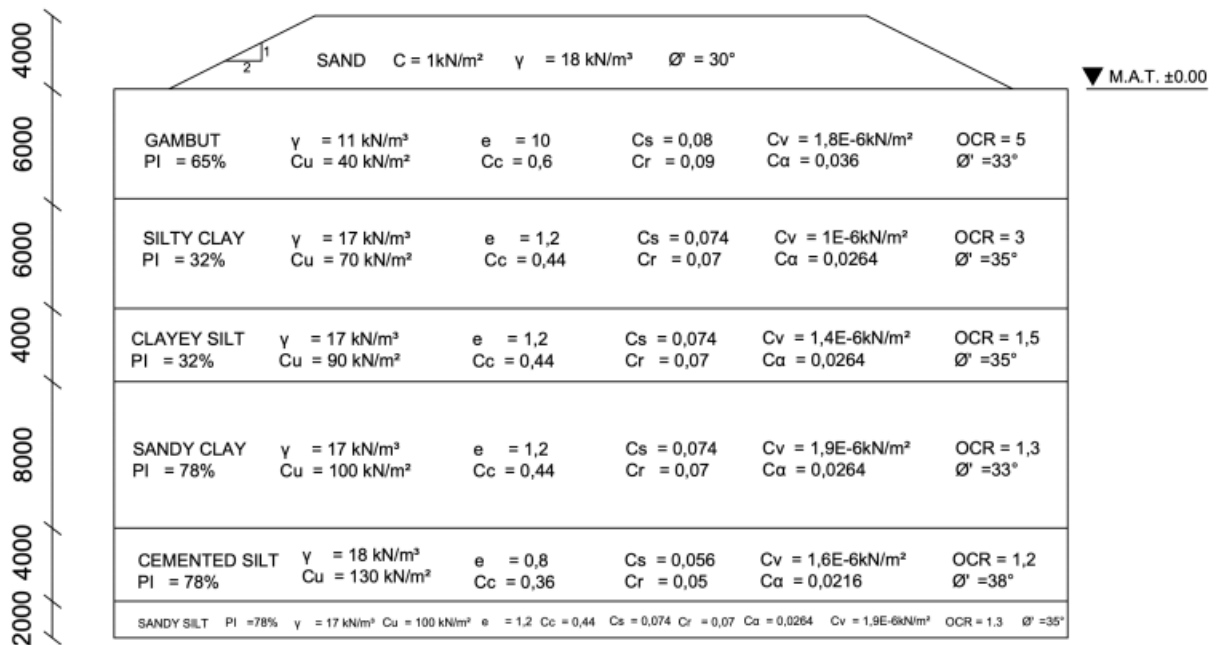
Gambar 4 menunjukkan diagram alir penelitian.



Gambar 4. Diagram Alir

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan dinding penahan tanah pada studi ini menggunakan hasil data tanah yang didapat dari wilayah Kalimantan Tengah, dengan 3 titik bor yang meliputi BH-1, BH-02, dan BH-03. Elevasi muka air tanah berada pada ± 0.00 pada saat banjir. Pada studi ini digunakan data tanah yang diperoleh pada titik bor BH-2, Gambar 5 dan Tabel 4 adalah lampiran data tanah dari titik bor BH-2:



Gambar 5. Data tanah pada titik bor BH-2

Tabel 4. Parameter tanah rekapitulasi (Matthew, 2020)

Parameter	Simbol	Unit	Gambut	<i>Silty Clay</i>	<i>Clayey Silt</i>	<i>Sandy Clay</i>	<i>Cemented Silt</i>	<i>Sandy Silt</i>
Depth	h	m	0.00-6.00	6.00-12.00	12.00-16.00	16.00-24.00	24.00-28.00	28.00-30.00
Berat isi		kN/m ³	11	17	17	17	18	19,5
Indeks plastisitas	Ip	%	65	32	32	78	78	78
Kuat geser <i>undrained</i>	Cu	kPa	40	70	90	100	130	110
Angka pori	e0	-	10	1,2	1,2	1,2	0,8	0,8
Indeks kompresi	Cc	-	0,6	0,44	0,44	0,44	0,36	0,36
Indeks rekompresi	Cs	-	0,08	0,074	0,074	0,074	0,056	0,056
Indeks kembang	Cr	-	0,09	0,07	0,07	0,07	0,05	0,05
Koefisien konsolidasi	Cv	m ² /s	1,8E-06	1,0E-06	1,4E-06	1,9E-06	1,6E-06	1,4E-06
Koefisien kompresi sekunder	C	-	0,036	0,0264	0,0264	0,0264	0,0216	0,0216
Rasio terkonsolidasi lebih	OCR	-	5	3	1,5	1,3	1,2	1,1
Sudut geser dalam	'	°	33	35	35	35	37,5	37,5

Perhitungan Tegangan Tanah pada Tanah Aktif

- Tegangan tanah gambut pada kedalaman (0-6 m)
Perhitungan:

$$Ka = \tan^2\left(45 - \frac{\gamma}{2}\right) = \tan^2\left(45 - \frac{33}{2}\right) = 0,2948$$

$$\gamma * Ka * H = 11 \frac{kN}{m^3} * 0,2948 * 6 m = 19,4568 \frac{kN}{m^2}$$

$$\text{Besarnya tegangan tanah} = \frac{1}{2} * \gamma * Ka * H^2 = 58,3704 \frac{kN}{m}$$

- Tegangan tanah gambut pada kedalaman (6-“d” m)
Perhitungan:

$$Ka = \tan^2\left(45 - \frac{\gamma}{2}\right) = \tan^2\left(45 - \frac{33}{2}\right) = 0,2948$$

$$\gamma * Ka * H = 11 \frac{kN}{m^3} * 0,2948 * (3 + d) m = (3,2428 d + 9,7284) \frac{kN}{m^2}$$

$$\text{Besarnya tegangan tanah} = \gamma * Ka * H^2 = (3,2428 d + 9,7284) \frac{kN}{m^2} * (3 + d) m = 3,2428 d^2 + 19,4568 d + 29,1852$$

- Tegangan tanah *Silty Clay* (6-“d”)
Perhitungan:

$$Ka = \tan^2\left(45 - \frac{\gamma}{2}\right) = \tan^2\left(45 - \frac{35}{2}\right) = 0,2709$$

$$\gamma * Ka * H = 17 \frac{kN}{m^3} * 0,2709 * (3 + d) m = (13,8159 + 4,6053 d) \frac{kN}{m^2}$$

$$\text{Besarnya tegangan tanah} = \frac{1}{2} * \gamma * Ka * H^2 = \frac{1}{2} * (13,8159 + 4,6053 d) * (3 + d) \frac{kN}{m} = (2,3027 d^2 + 13,8162 d + 20,7243)$$

Perhitungan Tegangan Air pada Tanah Aktif

- Tegangan air pada kedalaman (0-9 m)
Perhitungan:
$$\gamma_w * H = 9,81 \frac{kN}{m^3} * 9 m = 88,29 \frac{kN}{m^2}$$
$$\frac{1}{2} * \gamma_w * H^2 = \frac{1}{2} * 88,29 \frac{kN}{m^2} * 9 m = 397,305 \frac{kN}{m}$$
- Tegangan air pada kedalaman (9-“d” m) persegi panjang
Perhitungan persegi panjang:
$$\gamma_w * H = 9,81 \frac{kN}{m^3} * 9 m = 88,29 \frac{kN}{m^2}$$
$$\gamma_w * H^2 = (88,29 \frac{kN}{m^2}) * d m = 88,29 d \frac{kN}{m}$$

perhitungan:
$$\gamma_w * H = 9,81 \frac{kN}{m^3} * (9+d) m = 9,81 d \frac{kN}{m^2}$$
$$\frac{1}{2} * \gamma_w * H^2 = \frac{1}{2} * 9,81 d \frac{kN}{m^2} * d m = 4,905 d^2 \frac{kN}{m}$$

Perhitungan Tegangan Tanah pada Tanah Pasif

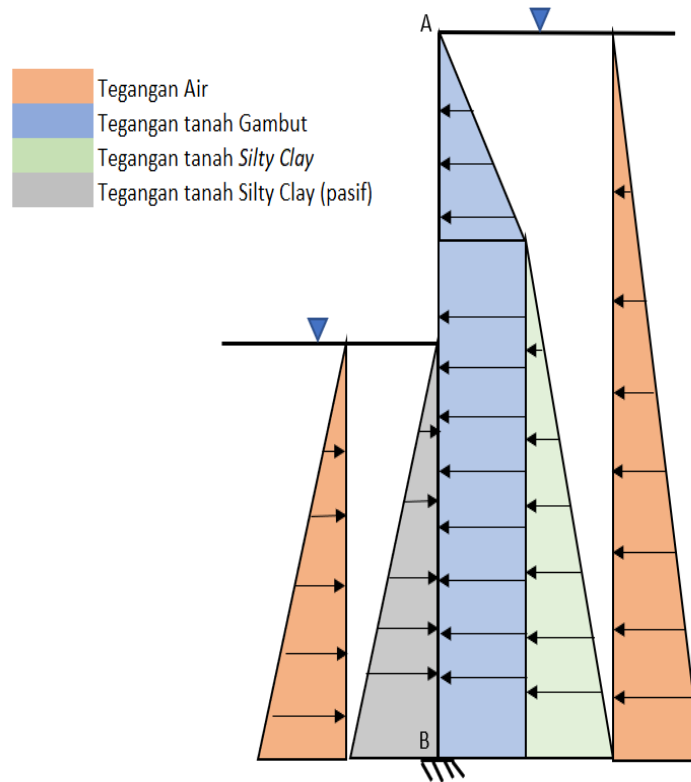
- Tegangan tanah pasif pada kedalaman (9-“d” m)
perhitungan:
$$Kb = \tan^2(45 + \frac{\gamma}{2}) = \tan^2(45 + \frac{35}{2}) = 3,6902$$
$$\gamma * Kb * H = 17 \frac{kN}{m^3} * 3,6902 * d m = 62,7334 d \frac{kN}{m^2}$$

Besarnya tegangan tanah = $\frac{1}{2} * \gamma * Kb * H^2 = \frac{1}{2} * (62,7334 d \frac{kN}{m^2}) * (d m) = 31,3667 d^2 \frac{kN}{m}$

Perhitungan Tegangan Air pada Tanah Pasif

- Tegangan air pada kedalaman (9-“d” m)
perhitungan:
$$\gamma_w * H = 9,81 \frac{kN}{m^3} * (d) m = 9,81 d \frac{kN}{m^2}$$
$$\frac{1}{2} * \gamma_w * H^2 = \frac{1}{2} * 9,81 d \frac{kN}{m^2} * d m = 4,905 d^2 \frac{kN}{m}$$

Berikut adalah pemodelan tegangan tanah dan air jika digambarkan pada dinding penahan tanah:



Gambar 6. Pemodelan tegangan tanah dan air

Perhitungan Total Kedalaman yang Diperlukan

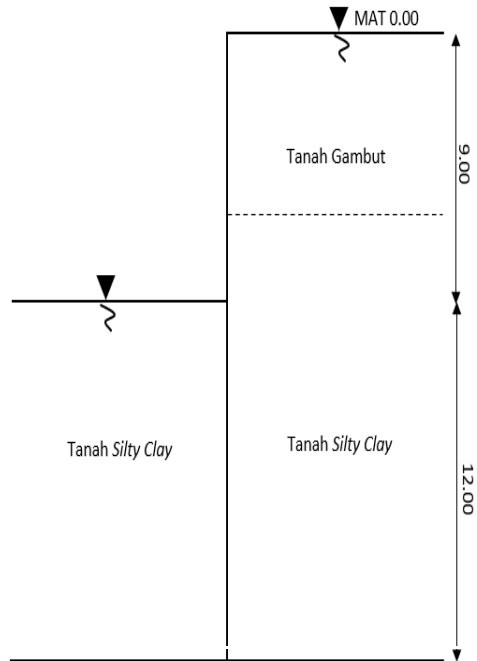
Pada kasus ini, kedalaman dinding penahan tanah yang diasumsikan dengan variabel “d” meter dicari menggunakan keseimbangan struktur. Keseimbangan struktur diperhitungkan dititik B dimana letak perletakan jepit itu berada dengan sigma momen pada titik B = 0 ($\Sigma MB = 0$). Berikut adalah contoh perhitungan hingga mendapatkan nilai “d” yang aktual:

$$\Sigma MB = 0$$

$$\{(58,3704) * (5 + d)\} + \{(3,2428d^2 + 19,4568d + 29,1852) * (\frac{3}{2} + \frac{1}{2}d)\} + \{(2,3027d^2 + 13,8162d + 20,7243) * (2 + \frac{1}{3}d)\} + \{(397,305) * (5 + d)\} + \{(88,29d) * (\frac{1}{2}d)\} + \{(4,985d^2) * (\frac{1}{3}d)\} - \{(31,3667d^2) * (\frac{1}{3}d)\} - \{(4,985d^2) * (\frac{1}{3}d)\} = 0$$

$$(-9,663d^3) + (41,2533d^2) + (548,5863d) + (2494,9368) = 0$$

Dengan menggunakan keseimbangan struktur sigma momen pada titik B = 0 ($\Sigma MB = 0$), besaran variabel “d” dapat d aktual = 11,308 m dibulatkan keatas menjadi 12 m.



Gambar 7. Kedalam total dinding penahan tanah

Tegangan Aktual yang Terjadi

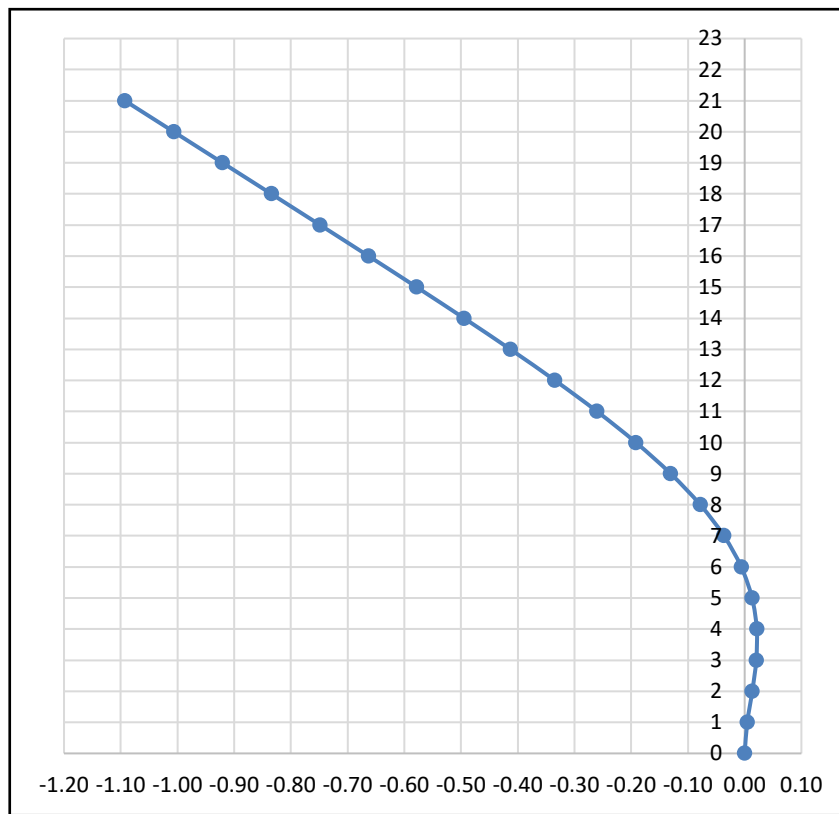
Setelah kedalaman aktual diperoleh maka tegangan pada tanah dan air dapat diketahui. Tabel 5 menunjukkan besar tegangan tanah dan air yang terjadi.

Tabel 5. Tegangan Total Pada Air dan Tanah

Tegangan	Besar Tegangan (kN/m)
Tegangan Tanah Aktif Gambut (Segitiga)	58,3704
Tegangan Tanah Aktif Gambut (Persegi)	116,7408
Tegangan Tanah Aktif <i>Silty Clay</i> (Segitiga)	518,1075
Tegangan Air Tanah aktif (0 - 9m)	397,305
Tegangan Air Tanah Aktif (Segitiga) (9 – 21m)	717,84
Tegangan Air Tanah Aktif (Persegi) (9 – 21m)	529,74
Tegangan Tanah Pasif <i>Silty Clay</i> (Segitiga)	376,4004
Tegangan Air Tanah Pasif (9 – 21m)	706,32

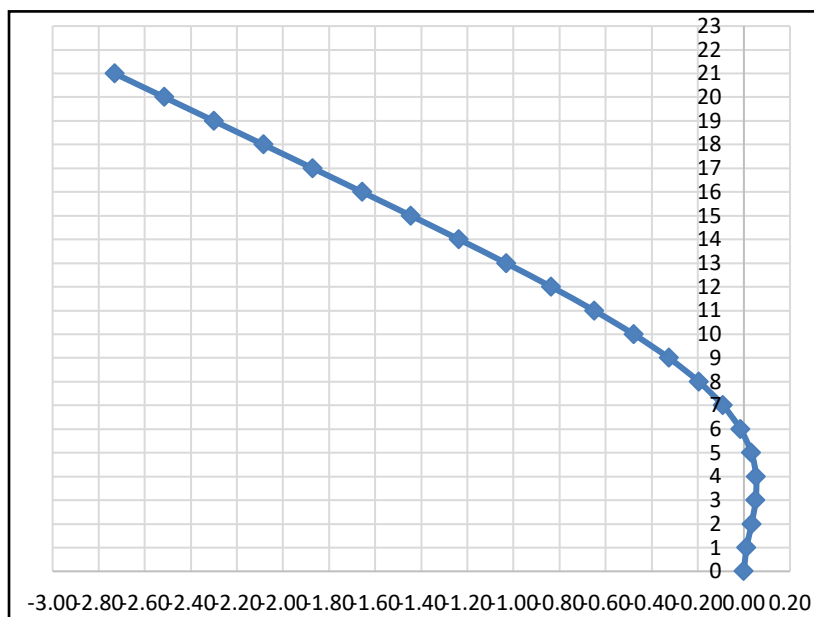
Defleksi pada Dinding Penahan Tanah

- Dinding Penahan Tanah Turap Beton
 Berdasarkan hasil analisis dengan pemodelan seperti pada gambar 6. Defleksi yang terjadi pada dinding turap beton adalah sebesar 1,09 m. Gambar 8 adalah grafik defleksi pada turap beton.



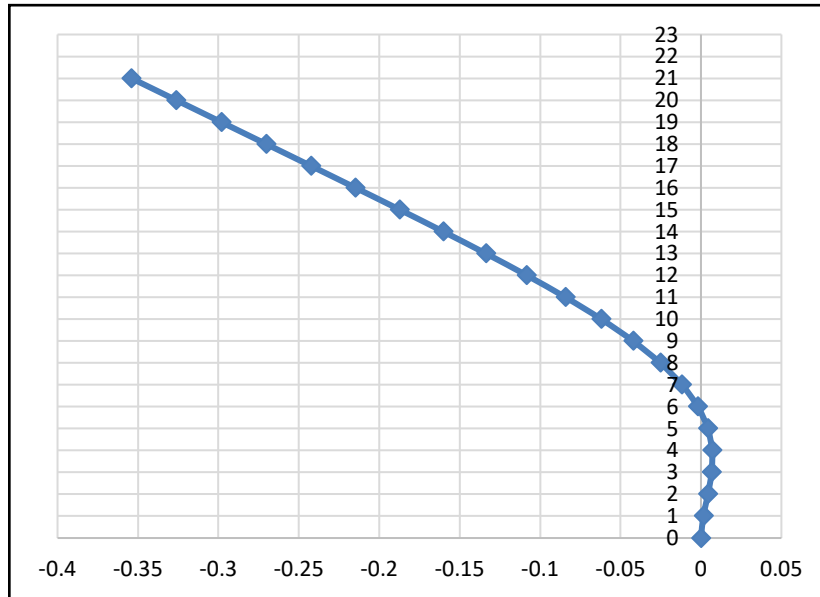
Gambar 8. Grafik Defleksi Turap Beton

- Dinding Penahan Tanah Turap Baja
Berdasarkan hasil analisis dengan pemodelan seperti pada gambar 6. Defleksi yang terjadi pada dinding turap baja adalah sebesar 2,73 m. Gambar 9 adalah grafik defleksi pada turap beton.



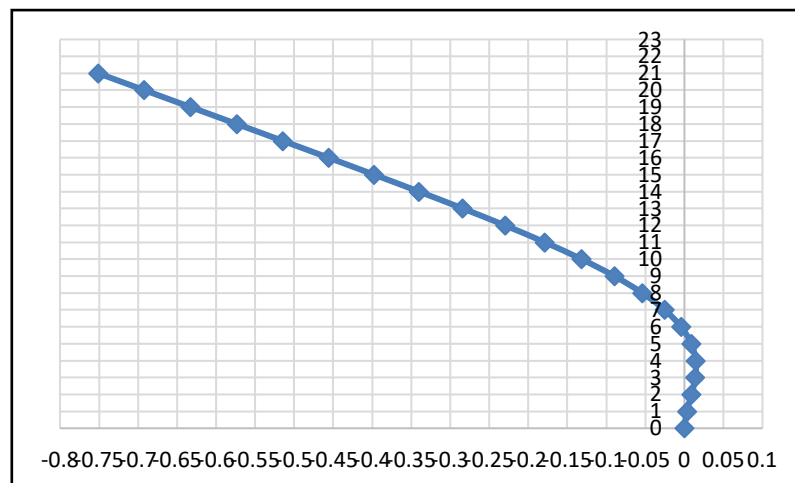
Gambar 9. Grafik Defleksi Turap Baja

- Dinding Penahan Tanah *Diaphragm Wall*
Berdasarkan hasil analisis dengan pemodelan seperti pada gambar 6. Defleksi yang terjadi pada dinding *diaphragm wall* adalah sebesar 0,345 m. Gambar 10 adalah grafik defleksi pada *diaphragm wall*.



Gambar 10. Grafik Defleksi *Diaphragm Wall*

- Dinding Penahan Tanah *Secant Pile*
Berdasarkan hasil analisis dengan pemodelan seperti pada gambar 6. Defleksi yang terjadi pada dinding *secant pile* adalah sebesar 0,751 m. Gambar 11 adalah grafik defleksi pada *secant pile*.



Gambar 11. Grafik Defleksi *Secant Pile*

Tabel 6. Defleksi yang Terjadi

Jenis DPT	Defleksi (m)
Turap Beton	1,09
Turap Baja	2,73
<i>Diaphragm Wall</i>	0,354
Secant Pile	0,751

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. *Void ratio* pada tanah gambut sangat tinggi, hal ini mengakibatkan tanah gambut adalah tanah yang sangat berongga jika dibandingkan dengan jenis tanah lain.
2. Berdasarkan hasil analisis pada perhitungan kedalaman aktual, kedalaman aktual yang didapat adalah sedalam 21 meter.
3. Berdasarkan hasil analisis pada perhitungan defleksi dinding penahan tanah turap beton mengalami defleksi sebesar 1,09 meter, dinding penahan tanah turap baja mengalami defleksi sebesar 2,73 meter, dinding penahan tanah *diaphragm wall* mengalami defleksi sebesar 0,354 meter, dinding penahan tanah *secant pile* mengalami defleksi sebesar 0,751 meter.
4. Momen terbesar yang disebabkan oleh tegangan tanah dan air adalah sebesar 3.400 kNm.
5. Berdasarkan hasil analisis jenis dinding penahan tanah yang paling efektif digunakan pada tanah gambut adalah jenis dinding penahan tanah *diaphragm wall*. Hal ini dikarenakan defleksi yang terjadi pada dinding ini adalah yang terkecil yaitu sebesar 0,354 meter.
6. Tanah gambut memiliki angka pori dan kadar air yang sangat tinggi, hal ini menyebabkan jenis dinding penahan tanah yang mempunyai celah diantara dinding-dindingnya tidak efektif untuk diaplikasikan pada tanah gambut.

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, adapun saran untuk melengkapi studi ini adalah:

1. Alat-alat berat yang akan menunjang dalam pengaplikasian beberapa jenis dinding penahan tanah pada saat dilapangan harus dipertimbangkan.
2. Kohesi pada tiap jenis tanah harus diperhitungkan, pada kasus ini dikarenakan kelengkapan pada data tanah yang terbatas maka hal tersebut tidak dapat dijalankan.
3. Jenis-jenis dinding penahan lainnya harus diperbandingkan juga pada saat menganalisis.
4. Analisis dapat dimodifikasi dengan elevasi muka air tanah yang dimisalkan berada pada dibawa elevasi galian. Sehingga dapat dijadikan perbandingan antara analisa yang MAT diatas elevasi galian dengan analisa yang MAT dibawah elevasi galian.
5. Variasi kedalaman galian dapat dicoba dengan beberapa variasi kedalaman, defleksi tiap jenis dinding penahan tanah berkemungkinan akan berubah.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, F. &. (2008). *Lahan Gambut: Potensi untuk Pertanian dan Aspek Lingkungan*. Balai Penelitian Tanah Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- ASTM. (2015). *Standard Test Method for pH of Peat Materials*. ASTM International, ASTM D2976-15.
- BBSDLP, B. B. (2014). *Panduan Pengelolaan Berkelanjutan Lahan Gambut Terdegradasi*. Bogor: (N. L. Nurida, & A. Wihardjaka, Penyunt.).
- Bowles, J. (1997). *Foundation Analysis and Design (5th ed.)*. The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Budhu, M. (2007). *Foundations and Earth Retaining Structures. 1th ed*. New York: John Wiley and Sons.
- Das. (2014). *Principles of Foundation Engineering*. (H. Gowans, Ed.) Global Engineering: Timothy L. Anderson.
- Das, B. M. (2017). *Fundamentals of Geotechnical Engineering (5th ed.)*. Boston, United States of America: Cengage Learning.
- Huat, B. K. (2011). State of an Art Review of Peat: General Perspective. *International Journal of the Physical Sciences*, VI.
- Global Wetlands. (2002). Diambil dari cifor: <https://www2.cifor.org/global-wetlands/>
- Lefebvre, G. L. (1984). Laboratory Testing and In Situ Behavior of Peat Behaviour of Peat as Embankment Foundation. *Canadian Geotechnical Journal*, 322-337.

- Ma'ruf, M. A. (2016). *Tanah Gambut Berserat : Solusi dan Permasalahannya Dalam Pembangunan Infrastruktur yang Berwawasan Lingkungan*. Prosiding Seminar Nasional Geoteknik 2016.
- Matthew & Makarim, C. A. (2020). Analisa Timbunan di Atas Lapisan Tanah Gambut dengan Metode Preloading di Kalimantan Tengah. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil, III*, 323-336.
- Murdiyarso D, H. K. (2017). *Cadangan Karbon di Lahan Gambut*. Pusat Penelitian Kehutanan Internasional (CIFOR).
- Wetlands. (2002). *Sebaran Tanah Gambut*. Kalimantan: Wetlands.
- Yulianto, F. E. (2012). *Behavior of Fibrous Peat Soil Stabilized with Rice Husk Ash (RHA) and Lime*. 8th International Symposium on Lowland Technology.
- Zainorabidin, A. &. (2008). *Geotechnical Characteristic of Peat*. London: Advances in Computing and Technology Conference.

