

STUDI PERBANDINGAN TEKANAN LATERAL TANAH SEDANG DAN TANAH AMAT LUNAK

Alexandro Kevin Wijaya¹ dan Chaidir Anwar Makarim²

¹Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta
alexandro.325170067@stu.untar.ac.id

²Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta
chaidir259@gmail.com

Masuk: 20-01-2022, revisi: 14-02-2022, diterima untuk diterbitkan: 22-02-2022

ABSTRACT

Indonesia is a country consisting of thousands of islands and geographical conditions with different characteristics. The distribution of very soft soil in Indonesia is quite large, but it is rarely discussed and even questioned, so that it can cause construction failures. The nature of the very soft soil itself is different from the nature of the soil in general. Very soft soil has soil properties that tend to be like 'thick water' like slurry that flows freely compared to soil in general. In this study, a comparative analysis of the lateral pressure of the soil against medium and very soft soils will be carried out without taking into account external loads, then calculating the lateral pressure of the soil under various conditions for each soil layer. The analysis of the results of mathematical calculations is entered into a geotechnical-based program to determine the lateral deformation of the soil. The results of the calculation analysis in the form of very soft soil pressure and stress are greater than the stress and lethal soil pressure in moderate soil conditions. In addition, the deformation resulting from the very soft soil layer is greater than the result from the medium soil layer.

Keywords: active earth pressure, passive earth pressure, lateral pressure, medium soil, very soft soil

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang terdiri dari beribu-ribu pulau dan kondisi geografis dengan karakteristik yang berbeda-beda. Sebaran tanah amat lunak di Indonesia lumayan banyak namun jarang dibahas bahkan dipermasalahkan, sehingga dapat menyebabkan kegagalan konstruksi. Sifat dari tanah amat lunak sendiri berbeda dengan sifat dari tanah pada umumnya. tanah amat lunak memiliki sifat tanah yang cenderung seperti 'air kental' bagaikan bubur yang mengalir dengan bebas dibandingkan dengan tanah pada umumnya. Pada penelitian ini, akan dilakukan analisis perbandingan tekanan lateral tanah terhadap tanah sedang dan tanah amat lunak tanpa memperhitungkan beban luar, kemudian memperhitungkan tekanan lateral tanah pada berbagai keadaan untuk setiap lapisan tanah. Analisis dari hasil perhitungan matematis dimasukkan kedalam program berbasis geoteknik untuk menentukan defromasi lateral tanah. Hasil dari analisis perhitungan berupa tekanan dan tegangan tanah amat lunak lebih besar dibandingkan dengan tegangan maupaun tekanan leteral tanah pada keadaan tanah sedang. Selain itu, deformansi yang dihasilkan dari lapisan tanah amat lunak lebih besar dibandingkan hasil dari lapisan tanah sedang.

Kata kunci: tekanan tanah aktif, tekanan tanah pasif, tekanan lateral tanah, tanah sedang, tanah amat lunak

1. PENDAHULUAN

Indonesia ialah negeri yang terdiri dari beribu-ribu pulau serta keadaan geografis yang berbeda-beda pula. Keadaan tanah di Indonesia mempunyai ciri yang berbeda-beda. Penyebaran tanah lunak di Indonesia lumayan luas, di Indonesia pada biasanya tanah lunak bisa di temukan di wilayah dataran tepi laut. Tanah lunak mempunyai energi dukung tanah yang cukup kecil, pemampatan yang lumayan besar serta waktu konsolidasi yang cukup lama (Das B. M., 1988). Tanah amat lunak di bagian konstruksi bisa jadi dipermasalahkan. Energi dukung yang rendah menimbulkan beberapa kerugian, mulai dari kerugian ekonomi dimana dari bayaran konstruksi yang terjadi akan menjadi semakin mahal hingga rendahnya faktor keamanan yang dapat menyebabkan terancamnya keselamatan akibat faktor keamanan yang rendah terhadap konstruksi. Struktur tanah amat lunak terbuat tidak sanggup berdiri secara normal apalagi dapat menyebabkan roboh. Tanah amat lunak cenderung memiliki sifat semacam bubur serta kurang sanggup menahan beban konstruksi yang terletak di atas permukaan tanah. Hingga dari itu kasus tanah lunak dalam bidang kosntruksi butuh diselediki lebih lanjut.

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat dan besaran sifat tekanan lateral yang terjadi terhadap tanah pada saat kondisi tanah berada pada kondisi tanah amat lunak ($N-spt < 2$) dan tanah sedang ($N-spt = 6$). Dengan melakukan perbandingan tekanan lateral tanah yang terjadi pada saat tanah berada di keadaan tanah amat lunak dan tanah sedang pada saat keadaan diam, keadaan aktif, maupun keadaan pasif. Manfaat dari penelitian ini mengetahui bahwa tanah amat lunak memiliki karakter sifat yang berbeda dengan tanah pada umumnya, sehingga perlunya penanganan yang berbeda terhadap tanah amat lunak dengan tanah pada umumnya sehingga kegagalan dalam konstruksi dapat diminimalisir.

Tanah Amat Lunak

Tanah amat lunak sangat sensitif tidak bisa dikategorikan seperti tanah pada umumnya. Tanah amat lunak ini cenderung memiliki sifat seperti 'air kental' seperti bubur yang dapat mengalir dengan bebas, dengan sifatnya yang seperti bubur tanah sangat lunak ini bergantung dengan suhu, ketika suhu dingin maka tanah akan mengeras sebaliknya jika suhu meningkat tanah akan amat lunak. Tanah amat lunak ini memberikan tekanan lateral tanah aktif 2 kali lebih besar dibandingkan dengan tekanan lateral tanah pada umumnya, sehingga untuk *safety factor* dalam perancangan pembangunan perlu diperbesar 2 kali daripada dibangun pada tanah pada umumnya (Makarim, 2021). Hal ini diakibatkan karena sifat dari tanah amat lunak ini yang seperti bubur yang dapat mengalir dengan bebas yang tidak dikategorikan seperti tanah.

Tekanan lateral tanah

Tekanan tanah lateral adalah gaya yang ditimbulkan karena adanya gaya dorongan tanah dibelakang struktur penahan tanah. Besarnya tekanan lateral sangat dipengaruhi oleh letak dinding penahan tanahnya. Contoh aplikasi teori tekanan lateral adalah untuk desain-desain seperti dinding penahan tanah, dinding basement, terowongan.

Tekanan lateral dikategorikan menjadi 3 katagori:

1. Tekanan tanah pada keadaan diam
2. Tekanan tanah pada keadaan aktif
3. Tekanan tanah pada keadaan pasif

Untuk persamaan matematis yang digunakan untuk menentukan tekanan lateral tanah aktif terhadap dinding:

$$K_a = \tan^2(45 - \frac{\phi'}{2}) \quad (1)$$

Dengan K_a = koefisien tekanan lateral tanah aktif, ϕ = sudut geser dalam tanah

$$P_a = 0,5 H^2 \gamma K_a \quad (2)$$

Dengan γ = berat jenis tanah

$$P_a = 0,5 \gamma H^2 K_a - 2cH \sqrt{K_a} \quad (3)$$

Dengan c = kohesi

Untuk persamaan matematis yang digunakan untuk menentukan tekanan lateral tanah pasif terhadap dinding:

$$K_p = \tan^2(45 + \frac{\phi'}{2}) \quad (4)$$

Dengan K_p = koefisien tekanan lateral tanah pasif, P_p = tekanan lateral tanah pasif

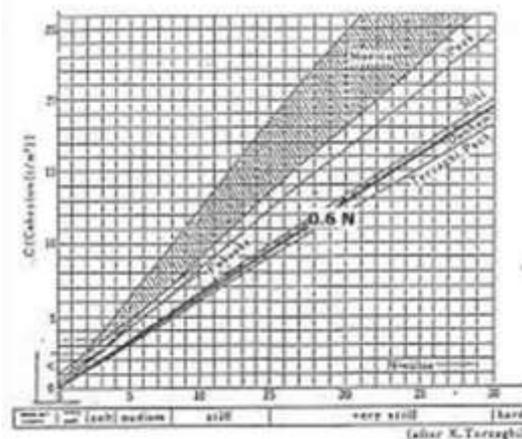
$$P_p = 0,5 H^2 \gamma K_p \quad (5)$$

$$P_p = 0,5 \gamma H^2 K_p - 2cH \sqrt{K_p} \quad (6)$$

Kohesi

Kohesi ialah gaya tarik menarik antar partikel tanah. Bersama dengan sudut geser dalam, kohesi ialah kuat geser tanah yang memastikan ketahanan tanah terhadap deformasi akibat tegangan yang bekerja pada tanah dalam perihalan ini berupa gerakan lateral tanah. Deformasi ini terjalin akibat campuran kondisi kritis pada tegangan normal serta tegangan geser yang tidak cocok dengan factor nyaman dari yang direncanakan..

Nilai Kohesi c' menunjukkan besarnya kohesi tanah dalam kondisi tak terdrainase *undrained shear strength* dapat dilihat pada Gambar 1 untuk mendapatkan nilai C_u secara umum diambil sebesar 0,6 kali dengan besaran $N-spt$, kemudian untuk mendapatkan nilai c' dikalikan dengan 0,2.



Gambar 1. Hubungan Nilai Kohesi dan N-SPT Pada Tanah Kohesif (Arbianto, 2019)

Sudut Geser Dalam

Kekuatan geser dalam memiliki variabel kohesi serta sudut geser dalam. Sudut geser dalam bertepatan dengan kohesi memastikan tanah akibat tegangan yang bekerja berbentuk tekanan lateral tanah (Hardiyatmo, 2002). Besaran sudut geser tanah yang berhubungan dengan nilai N-SPT dapat dicari dengan beberapa persamaan korelasi. Berikut beberapa persamaan korelasi yang dapat digunakan untuk menentukan besaran sudut geser dalam tanah:

Ohsaki (1959)

$$\phi' = (20N - spt)^{0.5} + 15 \quad (7)$$

Japan Road Association (1960):

$$\phi' = (15N - spt)^{0.5} + 15 < 45^\circ \quad (8)$$

Peck (1953):

$$\phi' = (0,3xN - spt)^{0.5} + 27 \quad (9)$$

Berat Jenis Tanah

Berat jenis tanah merupakan cara mengukur partikel tanah untuk menentukan kualitasnya. Bobot jenis partikel *particle density* dari suatu tanah menunjukkan kerapatan dari partikel dapat secara keseluruhan. Untuk menentukan korelasi empiris antara nilai N-SPT dengan *unconfined compressive strength* dan berat isi tanah jenuh (γ_{sat}) untuk tanah kohesif dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Korelasi empiris antara nilai N-SPT dengan unconfined compressive strength dan berat jenis tanah jenuh (γ_{sat}) untuk tanah kohesif

<i>N-spt (blows/ft)</i>	<i>Consistency</i>	<i>qc (tons/ft²)</i>	γ_{sat} (kN/m ³)
< 2	<i>Very Soft</i>	< 0,25	< 16
2 – 4	<i>Soft</i>	0,25 – 0,5	16 – 19
4 – 8	<i>Medium</i>	0,5 – 1	17 – 20
8 – 15	<i>Stiff</i>	1 – 2	19 – 22
15 – 30	<i>Very Stiff</i>	2 – 4	19 – 22
> 30	<i>Hard</i>	> 4	19 – 22

(Sumber: Terzaghi, K., & Peck, R. B, 1948)

Korelasi untuk menentukan berat jenis tanah (γ) dan berat jenis tanah jenuh (γ_{sat}) pada tanah kohesif dan non kohesif dapat dilihat pada tabel 2 dan tabel 3.

Tabel 2 Korelasi Berat Jenis Tanah (γ) Untuk Tanah Kohesif

<i>N-spt (blows/ft)</i>	<i>Consistency</i>	γ (kN/m ³)
< 4	<i>Very Soft</i>	14 – 18
4 – 6	<i>Soft</i>	16 – 18
6 – 15	<i>Medium</i>	16 – 18
16 – 25	<i>Stiff</i>	16 – 20
> 25	<i>Hard</i>	> 20

(Sumber: Lambe, T. W., & Whitman, R. V., 1962)

Tabel 3 Korelasi Berat Jenis Tanah Jenuh (γ_{sat}) Untuk Tanah Non Kohesif

<i>N-spt (blows/ft)</i>	<i>Relative Density</i>	γ (kN/m ³)
0 – 10	<i>Loose</i>	12 – 16
11 – 30	<i>Medium</i>	14 – 18
31 – 50	<i>Dense</i>	16 – 20
> 50	<i>Very Dense</i>	18 – 23

(Sumber: Lambe, T. W., & Whitman, R. V., 1962)

Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah merupakan struktur yang dibentuk buat menahan material semacam pasir, batuan alam, serta tanah yang terletak dibelakangnya. Dinding penahan tanah pula dibentuk buat mencegah material tersebut longsor akibat beban ekstra semacam terdapatnya perkerasan jalur, kendaraan, jembatan. Masing- masing dinding penahan tanah pada biasanya memiliki prinsip buat mengganjal tanah. Mengenai ini bertujuan buat menjauhi beban letaral yang besar dari material yang terdapat dibelakangnya.

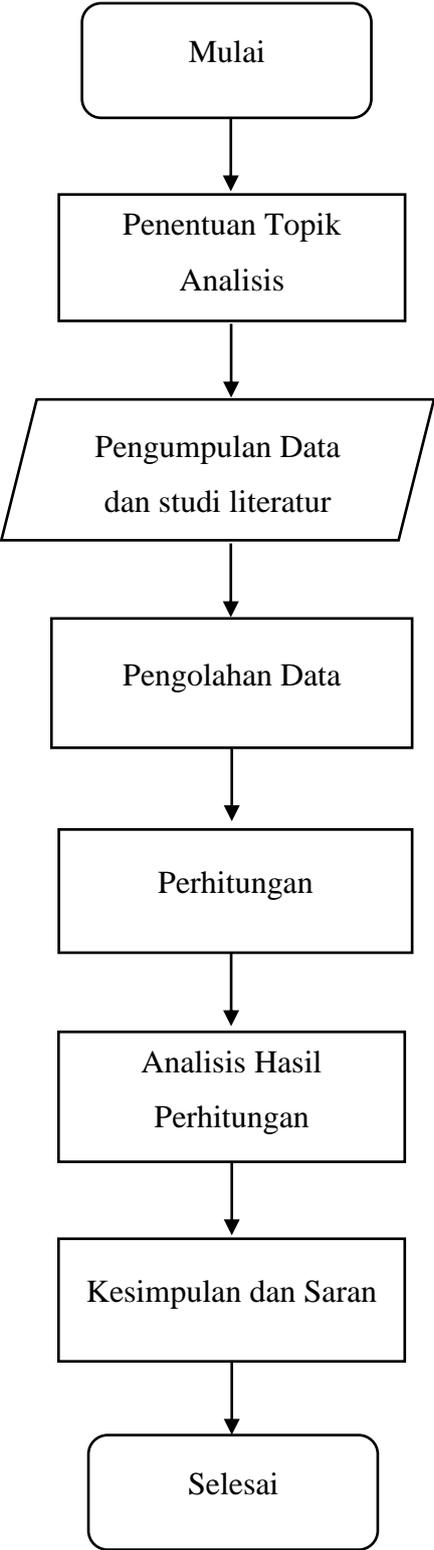
Dinding penahan gravitasi dapat dibuat dengan konstruksi beton atau pasangan batu yang mengandalkan berat sendiri dan apabila H terlalu besar, menjadi tidak ekonomis untuk di bangun (Syafuruddin, 2004). Perihal yang wajib dicermati dikala membangun dinding penahan tanah merupakan desain bangunan wajib sanggup menahan beban lateral yang terdapat dibelakang dinding penahan tanah, serta pula dinding penahan tanah wajib bertabiat rigid ataupun kaku sehingga bisa menahan beban lateral secara optimal cocok dengan yang sudah direncanakan.

2. METODE PENELITIAN

Dalam artikel ini terdapat beberapa tahapan dalam menyelesaikan artikel berikut:

1. Tahapan awal, mengupulkan parameter data tanah dan studi literatur yang berkaitan dengan penelitian.
2. Tahapan kedua, melakukan perhitungan korelasi terhadap data pada parameter tanah dan pendekatan dari data-data yang ada dan dibutuhkan.
3. Tahapan ketiga, melakukan analisis untuk tekanan lateral tanah setiap lapisan tanah pada setiap keadaan.
4. Tahapan keempat, setelah melakukan perhitungan matematis dilanjutkan dengan program berbasis geoteknik.
5. Tahapan kelima, melakukan penjabaran dari hasil perhitungan matematis dan program berbasis geoteknik. Di dapatkan kesimpulan perbandingan tekanan lateral tanah.

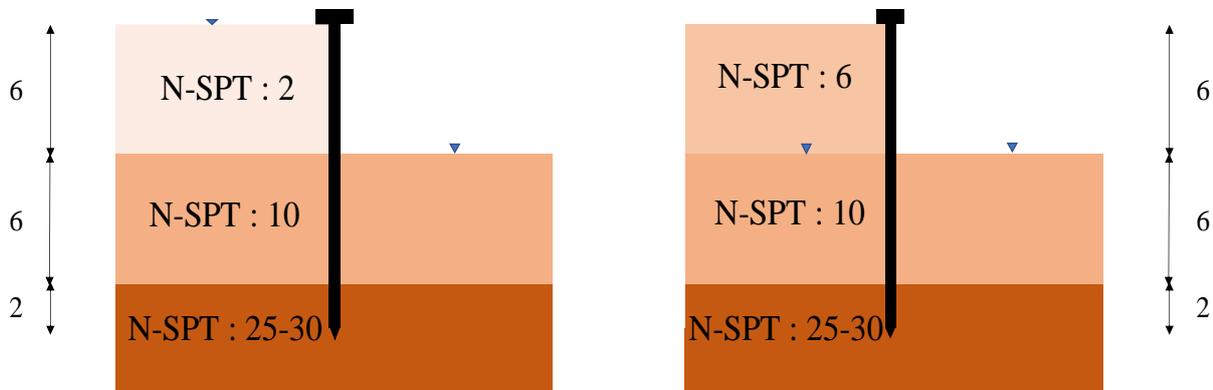
Berikut diagram alir penelitian disajikan pada gambar 2:



Gambar 2 Diagram alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data tanah yang digunakan disesuaikan dengan model skema lapisan tanah yang terdapat pada gambar 3. Skema lapisan tanah tersebut tidak mempengaruhi adanya beban luar yang bekerja.



Gambar 3 Gambar skema lapisan tanah

Data tanah merupakan hasil interpretasi data tanah melalui pendekatan dari kasus nyata hasil pengamatan tak langsung di tempat kejadian. Data tanah didapat berdasarkan hasil korelasi dari persamaan maupaun grafik yang dapat dilihat pada tabel 4 dan tabel 5 untuk hasil perhitungan k_a dan k_p .

Tabel 4 Survey parameter data tanah

Parameter Tanah				
Konsistensi	Amat Lunak	Sedang	Keras	Sangat Keras
N-spt	2	6	10	25-30
γ (kN/m ³)	14	16	17	20
γ_{sat} (kN/m ³)	16	18,5	19,8571	21 – 22
ϕ' (°)	20,4772	24,4868	27,2475	36,2132
Eu (kN/m ²)	1200	3600	6000	18000
c' (kPa)	2,4	7,2	12	36

Tabel 5 Hasil perhitungan k_a dan k_p

Kedalaman	K_a	K_p
$\pm 0,00$ m s/d -6,00 m amat lunak	0,4817	-
$\pm 0,00$ m s/d -6,00 m sedang	0,4139	-
-6,00 m s/d -12,00 m	0,3719	2,6858
-12,00 m s/d -14,00 m	0,2572	3,8875

Perhitungan koefisien tahanan lateral tanah pada kondisi aktif:

- Koefisien lapisan 1 tanah amat lunak ($\pm 0,00$ m s/d -6,00 m):

$$K_a = \frac{1 - \sin(\phi)}{1 + \sin(\phi)} = \frac{1 - \sin(20,4772)}{1 + \sin(20,4772)} = 0,4817$$

- Koefisien lapisan 1 tanah sedang ($\pm 0,00$ m s/d -6,00 m):

$$K_a = \frac{1 - \sin(\phi)}{1 + \sin(\phi)} = \frac{1 - \sin(24,4868)}{1 + \sin(24,4868)} = 0,4139$$

- Koefisien lapisan 2 tanah keras (-6,00 m s/d -12,00 m):

$$K_a = \frac{1 - \sin(\phi)}{1 + \sin(\phi)} = \frac{1 - \sin(27,2475)}{1 + \sin(27,2475)} = 0,3719$$

- Koefisien lapisan 3 tanah sangat keras (-12,00 m s/d -14,00 m):

$$K_a = \frac{1 - \sin(\phi)}{1 + \sin(\phi)} = \frac{1 - \sin(36,2132)}{1 + \sin(36,2132)} = 0,2572$$

Namun dikarenakan kondisi tanah tersaturasi maka $K_a = 1$ ($\phi' = 0^\circ$)

Perhitungan koefisien tekanan lateral tanah pada kondisi pasif:

- Koefisien lapisan tanah 2 tanah keras (-6,00 m s/d -12,00 m):

$$K_p = \frac{1 + \sin(\phi)}{1 - \sin(\phi)} = \frac{1 + \sin(27,2175)}{1 - \sin(27,2175)} = 2,6858$$

- Koefisien lapisan tanah 3 tanah sangat keras (-12,00 m s/d -14,00 m):

$$K_p = \frac{1 + \sin(\phi)}{1 - \sin(\phi)} = \frac{1 + \sin(36,2132)}{1 - \sin(36,2132)} = 3,8875$$

Namun dikarenakan kondisi tanah tersaturasi $K_p = 1$ ($\phi' = 0^\circ$)

Hasil perhitungan tegangan lateral tanah dapat di sajikan pada tabel 6.

Tabel 6 Hasil perhitungan tegangan lateral tanah

Bagian Lapisan	Tanah Amat Lunak		Tanah Sedang	
	σ_a (kN/m ²)	σ_p (kN/m ²)	σ_a (kN/m ²)	σ_p (kN/m ²)
σ_{a1}	37,1598	-	30,4702	-
σ_{a2}	37,1598	-	30,4702	-
σ_{a3}	60,3204	60,3024	60,3204	60,3024
σ_{a4}	97,4622	60,3024	90,7726	60,3024
σ_{a5}	24,3866	24,3866	24,3866	24,3866

Perhitungan tegangan lateral tanah aktif dengan lapisan tanah amat lunak:

- Tegangan tanah lapisan 1

$$\sigma_{a1} = ((\gamma_{sat} - \gamma_w) \times H_1) \times K_{a1}$$

$$\sigma_{a1} = ((16 - 9,8067) \times 6) \times 1 = 37,1598 \text{ kN/m}^2$$

- Tegangan tanah lapisan 1 terhadap tanah lapisan 2:

$$\sigma_{a2} = ((\gamma_{sat} - \gamma_w) \times H_1) \times K_{a2}$$

$$\sigma_{a2} = ((16 - 9,8067) \times 6) \times 1 = 37,1598 \text{ kN/m}^2$$

- Tegangan tanah lapisan 2:

$$\sigma_{a3} = ((\gamma_{sat} - \gamma_w) \times H_2) \times K_{a2}$$

$$\sigma_{a3} = ((19,8571 - 9,8067) \times 6) \times 1 = 60,3024 \text{ kN/m}^2$$

- Tegangan tanah lapisan 1 dan tanah lapisan2 terhadap lapisan 3:

$$\sigma_{a4} = ((\gamma_{sat} - \gamma_w) \times H_2 + (\gamma_{sat} - \gamma_w) \times H_1) \times K_{a3}$$

$$\sigma_{a4} = ((19,8571 - 9,8067)x6 + (16 - 9,8067)x6)x1$$

$$\sigma_{a5} = 97,4622 \text{ kN/m}^2$$

- Tegangan tanah lapisan 3:

$$\sigma_{a5} = ((\gamma_{sat} - \gamma_w)xH_3)xK_{a3}$$

$$\sigma_{a5} = ((22 - 9,8067)x2)x1 = 24,3866 \text{ kN/m}^2$$

Berdasarkan parameter data tanah yang sudah dicari, selanjutnya bisa melakukan perhitungan tegangan lateral tanah dilanjutkan dengan perhitungan tekanan lateral tanah. Dalam perhitungan gaya lateral beban air diperhitungkan Berikut besar gaya lateral tanah yang diterima dinding penahan tanah dapat dilihat di tabel 7.

Tabel 7 Hasil perhitungan gaya lateral tanah

Bagian Lapisan	Tanah Amat Lunak		Tanah Sedang	
	P _a (kN/m)	P _p (kN/m)	P _a (kN/m)	P _p (kN/m)
P1	222,9588	-	130,3574	-
P2	222,9588	-	182,8209	-
P3	180,9072	180,9072	180,9072	180,9072
P4	194,9244	120,6048	181,5451	120,6048
P5	24,3866	24,3866	24,3866	24,3866
Total	520,2372		374.1186	

Perhitungan gaya lateral tanah aktif dengan lapisan tanah amat lunak:

- Gaya tanah lapisan 1:

$$P_{a1} = \sigma_{a1}xH_1$$

$$P_{a1} = 37,1598x6 = 222,9588 \text{ kN/m}^2$$

- Gaya tanah lapisan 1 terhadap tanah lapisan 2:

$$P_{a2} = \sigma_{a2}xH_2$$

$$P_{a2} = 37,1598x6 = 222,9588 \text{ kN/m}^2$$

- Gaya tanah lapisan 2:

$$P_{a3} = \sigma_{a3}xH_2x\frac{1}{2}$$

$$P_{a3} = 60,3024x6x\frac{1}{2} = 180,9072 \text{ kN/m}^2$$

- Gaya tanah lapisan 1 dan tanah lapisan 2 terhadap tanah lapisan 3:

$$P_{a4} = \sigma_{a4}xH_3$$

$$P_{a4} = 97,4622x2 = 194,9244 \text{ kN/m}^2$$

- Gaya tanah lapisan 3:

$$P_{a5} = \sigma_{a5}xH_3x\frac{1}{2}$$

$$P_{a5} = 24,3866x2x\frac{1}{2} = 24,3866 \text{ kN/m}^2$$

Perhitungan gaya lateral tanah pasif untuk lapisan tanah di depan dinding penahan tanah:

- Gaya tanah lapisan 2:

$$P_{p3} = \sigma_{a3} \times H_2 \times \frac{1}{2}$$

$$P_{p3} = 60,3024 \times 6 \times \frac{1}{2} = 180,9072 \text{ kN/m}^2$$

- Gaya tanah lapisan 2 terhadap tanah lapisan 3:

$$P_{p4} = \sigma_{a4} \times H_3$$

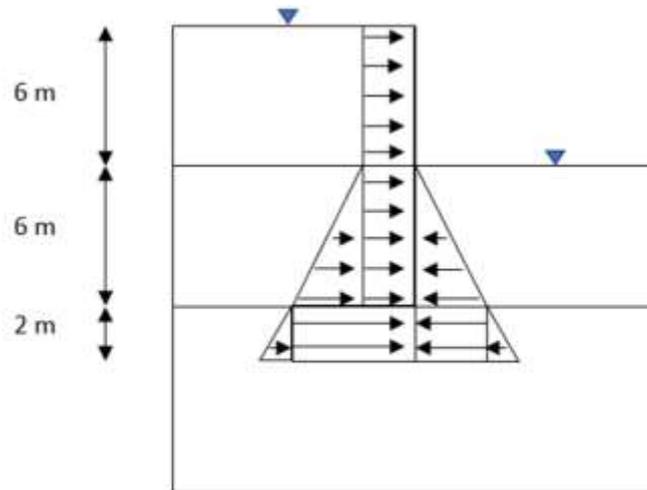
$$P_{p4} = 60,3024 \times 2 = 120,6048 \text{ kN/m}^2$$

- Gaya tanah lapisan 3:

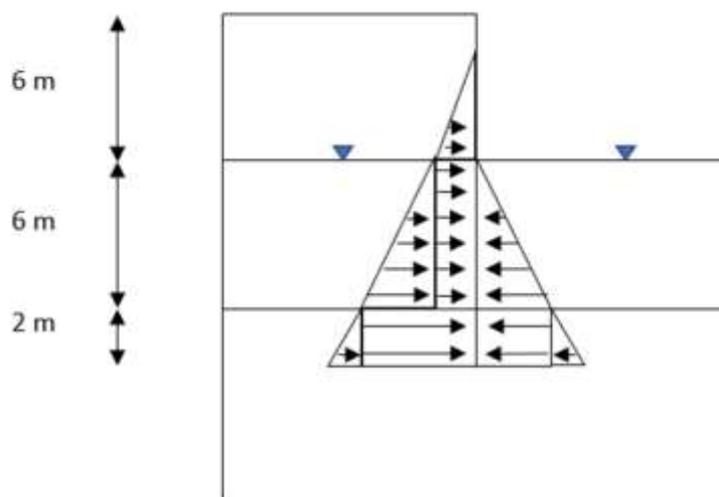
$$P_{p5} = \sigma_{a5} \times H_3 \times \frac{1}{2}$$

$$P_{p5} = 24,3866 \times 2 \times \frac{1}{2} = 24,3866 \text{ kN/m}^2$$

Grafik gaya lateral tanah dapat dilihat pada gambar 4 dan gambar 5 dibawah ini:



Gambar 4 Gaya lateral tanah amat lunak



Gambar 5 Gaya lateral tanah sedang

Besaran hasil perhitungan momen tekanan lateral tanah dapat di lihat pada tabel 8 dibawah ini:

Tabel 8 Hasil perhitungan besaran momen tekanan lateral tanah

Bagian Lapisan	Tanah Amat Lunak		Tanah Sedang	
	P_a (kNm/m)	P_p (kNm/m)	P_a (kNm/m)	P_p (kNm/m)
M1	2452,5468	-	1303,5740	-
M2	1114,794	-	914,1045	-
M3	723,6288	723,6288	723,6288	723,6288
M4	194,1922	120,6048	181,5451	120,6048
M5	16,2585	16,2586	16,2585	16,2586

Hasil grafik momen tekanan lateral tanah dapat dilihat pada gambar 6 dan gambar 7 dibawah ini:



Gambar 6 Grafik hasil perbandingan momen total tekanan lateral

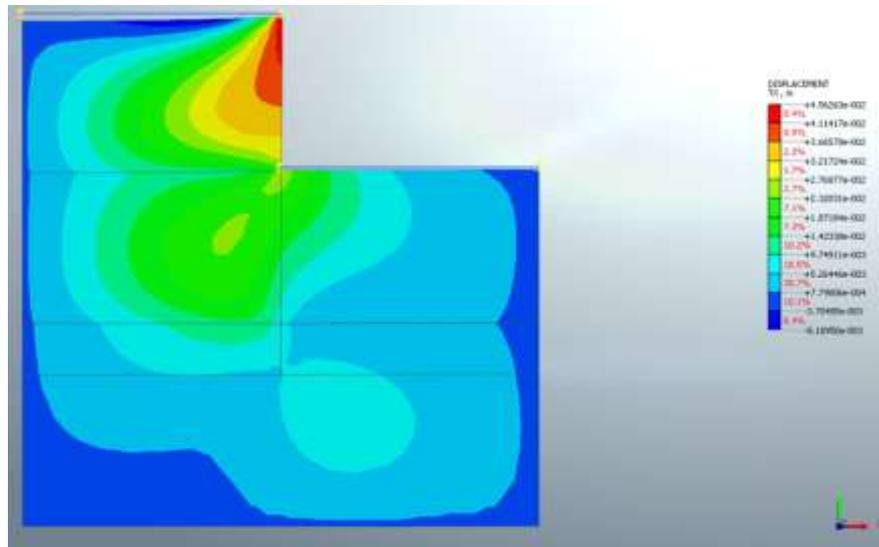


Gambar 7 Grafik hasil perhitungan momen total tekanan lateral

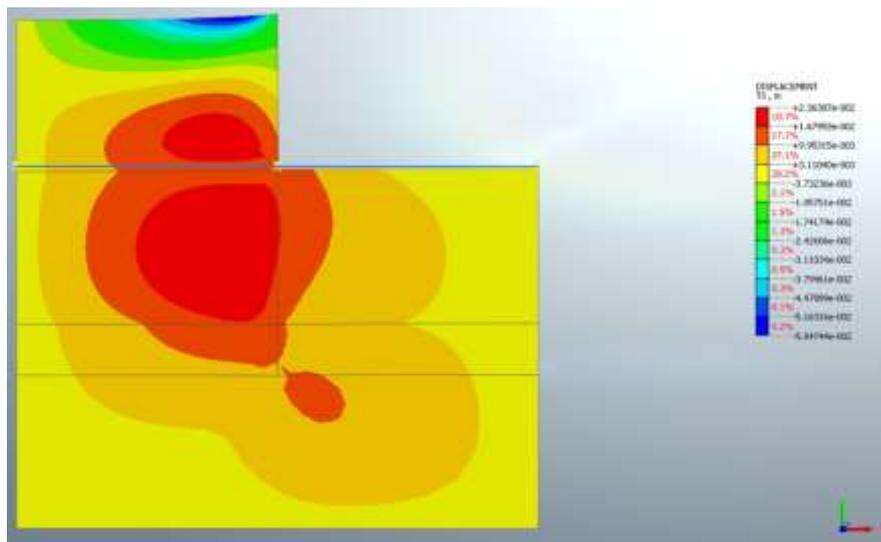
Setelah melakukan perhitungan matematis, dilanjutkan dengan menganalisis dengan program berbasis geoteknik Midas GTS NX dengan tiang pancang sedalam 0 s/d 14 meter. Lapisan 0 s/d 6 meter atau lapisan pertama dari skema lapisan tanah ini memiliki konsistensi tanah amat lunak dan tanah sedang, lapisan 6 s/d 12 meter atau lapisan kedua ini

memiliki konsistensi tanah sedang, dan dilanjutkan untuk lapisan 12 s/d 14 meter atau lapisan ketiga ini memiliki konsistensi tanah sangat keras, dengan permodelan dengan kedalaman 20 m.

Hasil deformasi lateral tanah untuk setiap lapisan tanah terlihat pada gambar 8 dan gambar 9 dibawah ini

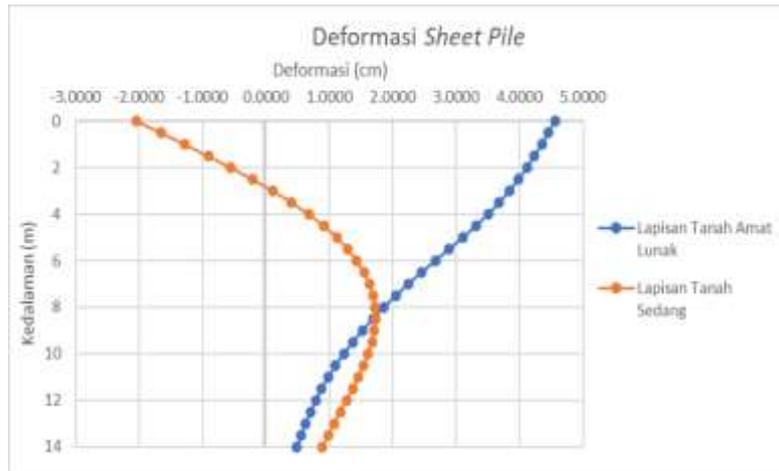


Gambar 8 Deformasi lateral tanah amat lunak

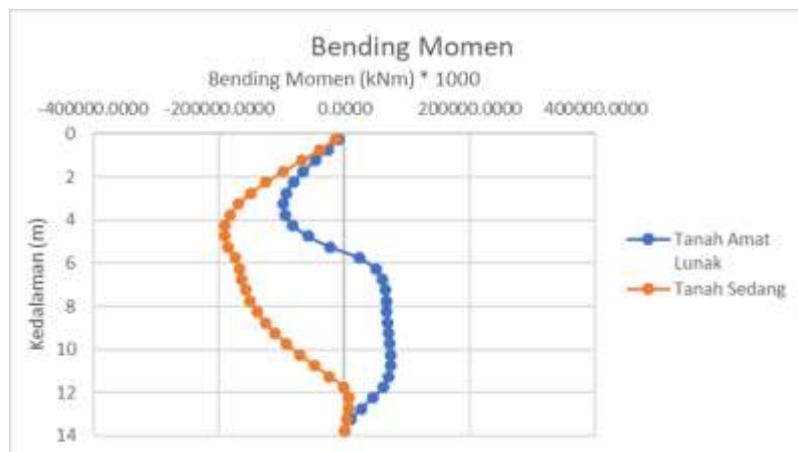


Gambar 9 Deformasi lateral tanah sedang

Berdasarkan analisis skema lapisan tanah berdasarkan gambar 3 di dapatkan hasil deformasi yang dialami tiang pancang dan hasil bending momen yang dialami tiang pancang menggunakan program berbasis geoteknik yang dapat dilihat pada gambar 10 dan gambar 11 dibawah ini.



Gambar 10 Grafik deformasi lateral



Gambar 11 Grafik benfing momen

4. KESIMPULAN

Dari hasil artikel ini didapatkan beberapa kesimpulan yaitu:

1. Dari perhitungan tegangan lateral aktif, diperoleh tegangan lateral lapisan pertama pada jenis tanah amat lunak diperoleh tegangan lateral sebesar $37,1598 \text{ kN/m}^2$. Berikutnya untuk lapisan pertama pada jenis tanah sedang diperoleh tegangan lateral sebesar $30,4702 \text{ kN/m}^2$.
2. Untuk analisis tekanan lateral tanah aktif diatas, besar tekanan lateral aktif untuk jenis tanah amat lunak adalah $222,9588 \text{ kN/m}$ dan besar tekanan lateral aktif paling besar. Sedangkan besar tekanan lateral aktif jenis tanah sedang adalah $130,3574 \text{ kN/m}$.
3. Untuk tegangan dan tekanan lateral aktif untuk jenis tanah keras pada lapisan kedua dan jenis tanah sangat keras pada lapisan ketiga memiliki besar tekanan lateral aktif yang sama karena memiliki konsistensi yang sama dan sama-sama berada dalam keadaan tersaturasi.
4. Tekanan lateral tanah aktif pada jenis tanah amat lunak lebih besar sekitar dua kali lipat dibandingkan besar tekanan lateral aktif pada jenis tanah sedang dikarenakan sifat dari tanah sangat lunak cenderung seperti air kental yang dapat mengalir dengan bebas tidak seperti tanah umumnya menyebabkan grafik tegangan lateral berbentuk beban kotak seperti beban merata.
5. Deformasi lateral pada tiang pancang untuk lapisan pertama tanah amat lunak berada di permukaan sebesar $0,0456 \text{ m}$. Untuk lapisan tanah sedang paling besar di kedalaman 8 dengan $0,0173 \text{ m}$. Namun pada lapisan pertama tanah sedang dari permukaan hingga kedalaman 2,5 meter mengalami deformasi negatif (terjadi gaya tarik) dikarenakan tanah sedang mengalami *tension crack*.

6. Besarnya bending momen tiang pancang terbesar untuk lapisan tanah amat lunak berada di kedalaman 3,25 m dengan besar bending momen 97,8979 kNm, sedangkan untuk lapisan tanah sedang besar bending momen terbesar berada di kedalaman 4,75 m dengan besar -191.1513 kNm.

Dari hasil penelitian ini didapatkan beberapa saran yaitu:

1. Pada penelitian ini parameter tanah yang digunakan berdasarkan hasil korelasi dari nilai N-SPT akan lebih baik jika melalui uji laboratorium sehingga mendapatkan hasil yang lebih akurat.
2. Pada penelitian ini tidak memperhitungkan akan adanya beban dari luar, akan lebih realistis perlu adanya beban sehingga didapatkan hasil yang lebih detail.
3. Sebaiknya dalam permodelan suatu struktur geoteknik lapisan tanah tidak dimodelkan dengan model yang sama, disarankan menggunakan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda atau perbandingan tanah sangat lunak dengan tanah jenis lainnya.
4. Metode yang dilakukan untuk memperbaiki tanah amat lunak dengan melakukan injeksi semen (*grouting*) ke dalam tanah sangat lunak untuk meningkatkan daya dukung tanah tersebut.
5. Melakukan analisis dengan beberapa program maupun beberapa model sebagai pembandingan agar diperoleh hasil yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Arbianto, R. (2019). Pengaruh Perletakan Fondasi Pada Lereng Terhadap Angka Aman. *Jurnal Teknik Sipil Dan Arsitektur Vol. 24 No. 2*, 46-53.
- Das, B. M. (1988). *Mekanika Tanah II*. Jakarta: Erlangga.
- Hardiyatmo, H. C. (2002). *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Lambe, T. W., & Whitman, R. V. (1962). *Soil Mechanics*.
- Makarim, C. A. (2021). Tanah Amat Lunak. *Metode Perbaikan Tanah*.
- Syafurudin. (2004). Desain Dinding Penahan Tanah (Retaining Walls) . *Volume 5 No. 2, Desember 2004* , 103-109.
- Terzaghi, K., & Peck, R. B. (1948). *Soil Mechanics in Engineering Practice*. New York: Wiley.

