

ANALISIS STABILITAS DINDING PENAHAN TANAH PADA PROYEK PEMBANGUNAN RUMAH POMPA DI Jl SIDORUKUN PULO BRAYAN DARAT MEDAN

Santu Fidelis Mungkur¹, Nahesson H Panjaitan²

^{1,2}Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan

Surel: santumungkur11@gmail.com

ASBTRAK

Penelitian ini merupakan hasil analisis ulang stabilitas dinding penahan tanah pada proyek pembangunan rumah pompa di Jl Sidorukun Pulo Brayan Darat Kota Medan. Pada pembangunan proyek ini dinding penahan tanah yang digunakan merupakan dinding penahan tanah tipe *bore pile* dengan sistem cor di tempat. Ini bertujuan agar tidak mengganggu atau merusak struktur bangunan yang ada disekitar proyek tersebut. Analisis ini dilakukan dengan menghitung besarnya gaya tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif yang terjadi pada dinding penahan tanah. Data yang diperoleh berupa data *bore log*, jenis tanah, dan struktur tanahnya kemudian diolah dan dianalisa dengan menggunakan metode *Rankine*. Dari hasil analisis diperoleh nilai faktor keamanan (*safety factor*, SF) terhadap geser sebesar 3,353 lebih besar dari 1,5 (syarat minimal faktor keamanan terhadap geser) dan faktor keamanan terhadap gaya guling diperoleh sebesar 2,01 lebih besar dari 2,0 (syarat minimal faktor keamanan terhadap guling) sehingga dinding tersebut dapat dikatakan stabil dan tidak mengalami geser ataupun guling.

Kata kunci : Dinding Penahan Tanah, Stabilitas, Tekanan Tanah

ABSTRACT

This research is the result of re-analysis of the stability of the retaining wall of the pump house construction project on Jl. Sidorukun Pulo Brayan Darat Medan City. In the construction of this project, the retaining wall used is a bore pile type retaining wall with a cast system in place. This is intended so as not to disturb or damage the existing building structures around the project. This analysis is carried out by calculating the magnitude of the active and passive soil pressure that occurs in the retaining wall. Data obtained, processed and analyzed using the Rankine method. From the analysis, it is obtained that the value of the safety factor (safety factor, SF) for shear is 3.353, which is greater than 1.5 (the minimum requirement for the safety factor against shear) and the safety factor for the rolling force is 2.01 greater than 2.0 minimal safety factor against bolsters) so that the wall can be said to be stable and does not experience sliding or rolling.

Keywords : Retaining Wall, Stability, Soil Pressure

1. PENDAHULUAN

Proyek Optimalisasi Jaringan Pipa Air Limbah, (OJPAL) kota Medan memiliki bangunan yang berfungsi sebagai rumah pompa, adalah merupakan bangunan struktur yang menggunakan dinding penahan tanah tipe pondasi *bore pile* dengan kondisi tanah yang sangat dekat jalan raya dan pemukiman penduduk. Desain struktur bangunan rumah pompa ini dilakukan dengan menggunakan

data uji lapangan *Standard Penetration Test* (SPT). Kondisi Proyek Optimalisasi Jaringan Pipa Air Limbah (OJPAL) kota Medan yang berada di tengah pemukiman penduduk, tentunya pembangunan proyek ini sangat mempengaruhi kondisi bangunan yang ada disekitarnya. Kondisi Proyek Optimalisasi Jaringan Pipa Air Limbah (OJPAL) kota Medan yang berada di tengah pemukiman penduduk, tentunya pembangunan proyek ini

sangat mempengaruhi kondisi bangunan yang ada disekitarnya. Sehingga didalam pembangunan proyek ini harus sangat hati-hati dan harus diperhitungkan kondisi tanah dan bangunan di sekitar sehingga tidak merusak area bangunan disekitarnya. Perencanaan dan analisis yang matang pada stabilitas dinding penahan tanah proyek ini sangat diperlukan sebelum dilakukan pembangunan. Berdasarkan uraian diatas maka penulis ingin menganalisis kembali stabilitas dinding penahan tanah pada proyek tersebut. Penelitian ini merupakan hasil analisis ulang stabilitas dinding penahan tanah pada proyek pembangunan rumah pompa di Jl. Sidorukun Pulo Brayon Darat Kota Medan. Pada pembangunan proyek ini dinding penahan tanah yang digunakan merupakan dinding penahan tanah tipe *bore pile* dengan sistem cor di tempat. Ini bertujuan agar tidak mengganggu atau merusak struktur bangunan yang ada disekitar proyek tersebut. Analisis ini dilakukan dengan menghitung besarnya gaya tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif yang terjadi pada dinding penahan tanah.

2. TINJAUAN TEORI

Menurut Melania, dkk (2017) berpendapat bahwa dinding penahan tanah (*Retaining Wall*) adalah bangunan yang berfungsi menstabilkan tanah pada kondisi tanah tertentu khususnya untuk areal lereng alam dan lereng buatan serta lereng akibat urugan tanah. Bangunan dinding penahan tanah digunakan untuk menahan tekanan tanah lateral yang ditimbulkan oleh tanah urug atau tanah asli yang labil. Perencanaan bangunan penahan tanah sering didasarkan atas keadaan tidak terjadinya keruntuhan total.

Sudarmanto (1996) mengemukakan bahwa, dinding penahan tanah adalah suatu konstruksi yang berfungsi untuk menahan tanah lepas atau alami dan mencegah keruntuhan tanah yang miring atau lereng yang kemampatannya tidak dapat dijamin oleh lereng tanah itu sendiri. Dalam perencanaan dinding penahan tanah kita harus memperhitungkan beban di atasnya, faktor keruntuhan, penurunan daya dukung. Suatu dinding penahan tanah dikatakan stabil

jika gaya tekanan yang menahan dinding penahan tanah lebih besar daripada gaya tekanan yang bekerja dari luar dinding penahan tanah. Dalam hal ini tekanan tanah yang menahan dinding penahan tanah yang dimaksud adalah tekanan tanah pasif (P_p) dan tekanan tanah yang bekerja dari luar adalah tekanan tanah aktif (P_a). Analisis tekanan tanah lateral ini ditinjau pada kondisi keseimbangan plastis, yaitu pada saat masa tanah pada kondisi tepat akan runtuh.

Hardiyatmo (2002) didalam bukunya menjelaskan bahwa, analisis tekanan tanah lateral ditinjau pada kondisi keseimbangan plastis, yaitu pada saat masa tanah pada kondisi tepat akan runtuh. Perencanaan bangunan penahan tanah sering didasarkan atas keadaan tidak terjadinya keruntuhan total. Dalam sebuah perencanaan dinding penahan tanah harus memperhitungkan beban di atasnya, faktor keruntuhan, penurunan daya dukung. Kedudukan keseimbangan plastis ini hanya dapat dicapai bila terjadi diformasi yang cukup pada massa tanahnya. Tekanan tanah lateral dapat dihitung dengan menggunakan beberapa teori yang dipakai yaitu teori *Coulomb* dan teori *Rankine*. Untuk hasil analisis tekanan tanah yang digunakan penulis dalam menghitung tekanan lateral dalam tugas akhir ini adalah dengan menggunakan teori *Rankine*.

Menurut Hardiyatmo (2003) tekanan tanah aktif adalah tekanan yang terjadi pada dinding penahan yang mengalami keluluhan atau bergerak ke arah luar dari tanah urugan di belakangnya, sehingga menyebabkan tanah urug akan bergerak longsor ke bawah dan menekan dinding penahannya. Sedangkan tekanan pasif yaitu tekanan yang berlawanan dengan tekanan aktif, yaitu tekanan yang menahan dinding penahan tanah sebesar P_p . Untuk tekanan tanah aktif yang mendorong dinding penahan tanah secara horizontal sebesar P_a . Dalam hal ini tekanan tanah aktif adalah tekanan yang terjadi pada dinding penahan yang mengalami keluluhan atau bergerak ke arah luar dari tanah urugan di belakangnya, sehingga menyebabkan tanah urug akan bergerak longsor ke bawah dan menekan dinding penahannya. Sedangkan nilai banding tekanan horizontal dan tekanan

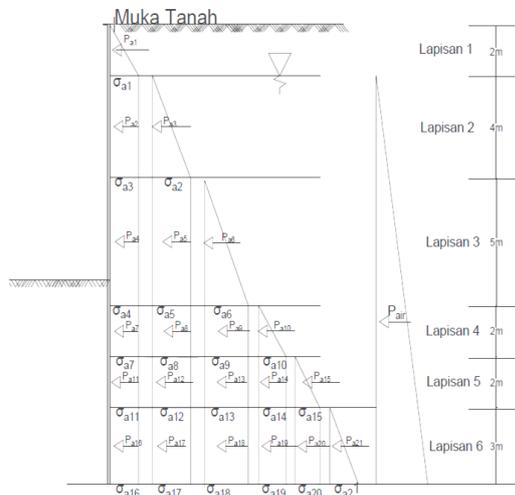
vertikal yang terjadi didefinisikan sebagai koefisien tekanan tanah aktif atau K_a . Nilai tekanan aktif lebih kecil dari nilai tekanan saat diam. Dinding penahan tanah dalam hal tertentu dapat terdorong ke arah tanah yang ditahan dan arah dari tekanan pasif ini berlawanan dengan arah tekanan aktif.

3. Metode Penelitian

Metode analisis yang digunakan dengan metode *Rankine*. Kemudian dengan literatur dan jenis tanah yang sudah didapatkan maka data tersebut diolah dan dianalisa dengan menggunakan data yang diperoleh dilapangan, menggunakan rumus yang ada pada landasan teori dan dianalisis dengan menggunakan perhitungan manual (metode *Rankine*). Adapun tahapan analisis yang dilakukan adalah: (1) Membuat diagram tegangan tanah (σ); (2) Menghitung tegangan tanah aktif (σ_a) dan tegangan tanah pasif (σ_p); (3) Menghitung tekanan tanah aktif (P_a) dan tekanan tanah pasif (P_p) dengan metode *Rankine*; (4) Menghitung titik tangkap dari luasan setiap diagram tegangan tanah aktif (σ_a) dan tegangan tanah pasif (σ_p); (5) Menghitung titik tangkap tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif secara keseluruhan; (6) Menghitung momen tanah aktif (M_{pa}) dan momen tanah pasif (M_{pp}); dan (7) Analisis stabilitas dinding penahan tanah akibat tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Perhitungan Tekanan Tanah Aktif



Gambar 1. Diagram Tekanan Tanah Aktif

Koefisien tekanan tanah aktif dapat dihitung menggunakan rumus yaitu:

$$K_a = \tan^2\left(45 - \frac{\theta}{2}\right) \quad (1)$$

Setelah diketahui nilai tekanan tanah aktifnya kemudian dilanjutkan dengan menghitung nilai tegangan tanah aktif pada setiap lapisan dengan rumus :

$$\sigma_a = \gamma \times h \times k_a \quad (2)$$

Dimana:

σ_a : Tegangan pada lapisan yang ditinjau

γ : Berat volume tanah pada lapisan yang ditinjau

h : Tinggi lapisan yang ditinjau

k_a : Koefisien tanah aktif pada lapisan yang ditinjau

Lapisan 1: $15,59$; $\theta : 35^\circ$; $h : 2m$

$$\begin{aligned} K_{a1} &= \tan^2(45 - \theta / 2) \\ &= \tan^2(45 - 35/2) \\ &= \tan 27,5 \\ &= 0,27 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K_{p1} &= \tan^2(45 + \theta / 2) \\ &= \tan^2(45 + 17,5) \\ &= \tan^2 62,5 \\ &= 3,690 \end{aligned}$$

Setelah diketahui koefisien tekanan tanah aktif, maka nilai tegangan aktif dan tekanan tanah aktif dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \sigma_{a1} &= \gamma_1 \times h_1 \times k_{a1} \\ &= 15,59 \times 2 \times 0,27 \\ &= 8,418 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{a1} &= \frac{1}{2} \times k_{a1} \times \gamma_1 \times h^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 0,27 \times 15,59 \times (2)^2 \\ &= 8,418 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Lapisan ke 2: $\gamma : 16,86$; $\theta : 40^\circ$; $h : 4m$

$$\begin{aligned} K_{a2} &= \tan^2(45 - \theta / 2) \\ &= \tan^2(45 - 20) \\ &= \tan^2 25 \\ &= 0,217 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K_{p2} &= \tan^2(45 + \theta / 2) \\ &= \tan^2(45 + 20) \\ &= \tan 65^\circ \\ &= 4,598 \end{aligned}$$

$$\sigma_{a2} = \gamma_1 \times h_1 \times k_{a2}$$

$$= 15,592 \times 2 \times 0,217$$

$$= 6.766$$

$$P_{a2} = k_{a2} \times \gamma_1 \times h_1^2$$

$$= 0,217 \times 15,59 \times (2)^2$$

$$= 13,532 \text{ kN/m}$$

Dengan cara yang sama nilai tekanan tanah aktif pada dinding penahan tanah dihitung sampai pada lapisan terakhir.

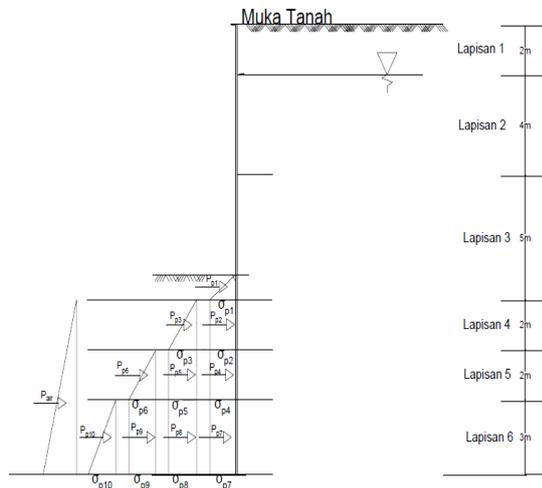
Hasil perhitungan tekanan hidrostatik tanah aktif :

$$P_{air} = \frac{1}{2} \times \gamma_w \times h_w \times k_w$$

$$= \frac{1}{2} \times 9,8 \times 16 \times 1$$

$$= 78,4 \text{ ton}$$

4.2 Analisis Perhitungan Tekanan Tanah Pasif



Gambar 2. Diagram Tekanan Tanah Pasif

Tekanan tanah pasif adalah tanah yang bekerja berlawanan dengan tekanan tanah aktif yang berfungsi untuk menahan dan menjaga kestabilan dinding penahan tanah. Koefisien tekanan pasif dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$K_p = \tan^2(45 + \theta / 2) \quad (3)$$

Untuk persamaan tegangan pasifnya dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\sigma_p = \gamma \times h \times k_p \quad (4)$$

Analisis perhitungan tekanan tanah pasif dilakukan sebagai berikut:

Lapisan ke 3: $\gamma: 16,17$; $\theta : 35^\circ$; $h: 4\text{m}$

$$P_{p1} = \frac{1}{2} \times k_{p3} \times \gamma_3 \times h_3^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 3,69 \times 16,17 \times 1^2$$

$$= 29,833 \text{ kN/m}$$

$$\sigma_{p1} = \gamma_3 \times h_3 \times k_{p3}$$

$$= 16,17 \times 1 \times 3,69$$

$$= 59,667$$

Lapisan ke 4: $\gamma: 16,17$; $\theta : 35^\circ$; $h: 2\text{m}$

$$P_{p2} = k_{p4} \times \gamma_3 \times h_3^2$$

$$= 3,69 \times 16,17 \times 1^2$$

$$= 59,667 \text{ kN/m}$$

$$\sigma_{p2} = \gamma_3 \times h_3 \times k_{p4}$$

$$= 16,17 \times 1 \times 3,69$$

$$= 59,667$$

$$P_{p3} = \frac{1}{2} \times k_{p4} \times \gamma_4 \times h_4^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 3,69 \times 16,17 \times 2^2$$

$$= 119,334 \text{ kN/m}$$

$$\sigma_{p3} = \gamma_4 \times h_4 \times k_{p4}$$

$$= 16,17 \times 2 \times 3,69$$

$$= 119,334$$

Lapisan ke 5: $\gamma: 16,86$; $\theta : 45^\circ$; $h: 2\text{m}$

$$P_{p4} = k_{p5} \times \gamma_3 \times h_3^2$$

$$= 5,83 \times 16,17 \times 1^2$$

$$= 94,271 \text{ kN/m}$$

$$P_{p5} = k_{p5} \times \gamma_4 \times h_4^2$$

$$= 5,83 \times 16,17 \times 2^2$$

$$= 377,084 \text{ kN/m}$$

$$P_{p6} = \frac{1}{2} \times k_{p5} \times \gamma_5 \times h_5^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 5,83 \times 16,86 \times 2^2$$

$$= 196,587 \text{ kN/m}$$

Lapisan ke 6: $\gamma : 16,86$; $\theta : 50^\circ$; $h: 3\text{m}$

$$P_{p7} = k_{p6} \times \gamma_3 \times h_3^2$$

$$= 7,55 \times 16,17 \times 1^2$$

$$= 122,083 \text{ kN/m}$$

$$P_{p8} = k_{p6} \times \gamma_4 \times h_4^2$$

$$= 7,55 \times 16,17 \times 2^2$$

$$= 48,334 \text{ kN/m}$$

$$P_{p9} = k_{p6} \times \gamma_5 \times h_5^2$$

$$= 7,55 \times 16,86 \times 2^2$$

$$= 393,175 \text{ kN/m}$$

$$P_{p10} = \frac{1}{2} \times k_{p6} \times \gamma_6 \times h_6^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 7,55 \times 16,86 \times 3^2$$

$$= 572,818 \text{ kN/m}$$

Perhitungan Tekanan Hidrostatik Tanah Pasif:

$$P_{a \text{ air}} = \frac{1}{2} \times \gamma_w \times h_w \times k_w$$

$$= \frac{1}{2} \times 9,8 \times 8 \times 1$$

$$= 39,2 \text{ Ton}$$

Dengan cara yang sama, hasil analisis dan perhitungan tegangan, tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini:

*Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah Pada Proyek Pembangunan Rumah Pompa
Di Jl Sidorukun Pulo Brayon Darat Medan*

Tabel 1. Nilai $P_a, P_p, K_a, K_p, \sigma$, dan Bentuk Diagram Tekanan Dari Diagram Tegangan Tanah

No	Tebal Lapisan (m)	K_a $\tan^2(45-\theta/2)$	K_p $\tan^2(45+\theta/2)$	σ ($\gamma \cdot h$)	Bentuk diagram tekanan atau	P_a (kN/m) $\frac{1}{2} \times K_a \times \gamma \times h^2$	P_p (kN/m) $\frac{1}{2} \times K_p \times \gamma \times h^2$
1	2	0,27	10,059	31,18		10,289	
2	4	0,27	4,5	98,60		13,53	
3						9,104	
4	5	0,27	3,69	179,45		16,837	29,833
5						58,537	
6						54,573	
7	2		3,69	211,79		16,837	59,667
8						72,835	119,334
9						109,147	
10						8,731	
11	3	0,17	5,83	245,51		10,601	54,271
12						45,859	377,084
13						66,257	196,587
14						10,995	
15						5,732	
16	2	0,13	7,55	296,07		4,053	122,083
17						8,767	488,334
18						52,552	393,175
19						8,408	572,818
20						8,767	
21						9,863	

Jadi :

$$\begin{aligned}
 P_a \text{ total} &= \sum P_a + P_{a \text{ air}} = P_{a1} + P_{a2} + P_{a..n21} + P_{a \text{ air}} \\
 &= 602,24 + 74,4 \\
 &= 680,64 \text{ kN} \\
 P_p \text{ total} &= \sum P_p + P_{a \text{ air}} \\
 &= (P_{p1} + P_{p2} + P_{p3} + P_{p..n10} + P_{a \text{ air}}) \\
 &= 2413,186 + 39,2
 \end{aligned}$$

$$= 2452, 386 \text{ kN}$$

Nilai titik berat tekanan tanah aktif

Untuk nilai X_a :

$$X_{a1} = \frac{1}{3} \times H_1 + H_x = \frac{1}{3} \times 2 + 16 = 16,66 \text{ m}$$

$$X_{a2} = \frac{1}{2} \times H_2 + H_x = \frac{1}{2} \times 4 + 12 = 14 \text{ m}$$

$$X_{a3} = \frac{1}{3} \times H_2 + H_x = \frac{1}{3} \times 4 + 12 = 13,33 \text{ m}$$

Jadi untuk nilai $\bar{x}P_a$ =

$$= \frac{(P_{a1} \times X_{a1} + P_{a2} \times X_{a2} + P_{a3} \times X_{a3} + P_{a n21} \times X_{a n21})}{\Sigma P_a}$$

$$= \frac{3.665,058}{680,64}$$

$$= 5,010 \text{ m}$$

Nilai resultan dari tekanan tanah pasif :

Untuk nilai X_p :

$$x_{p1} = \frac{1}{3} \times H_3 + H_x = \frac{1}{3} \times 1 + 7 = 7,333$$

$$x_{p2} = \frac{1}{2} \times H_4 + H_x = \frac{1}{2} \times 2 + 5 = 6$$

$$x_{p3} = \frac{1}{3} \times H_4 + H_x = \frac{1}{3} \times 2 + 5 = 5,666$$

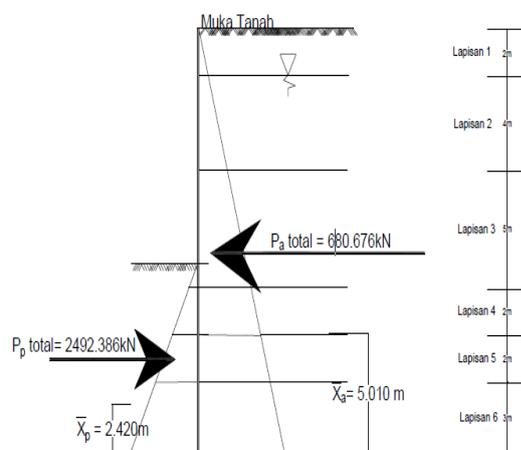
Jadi untuk nilai $\bar{x}P_p$ =

$$= \frac{(P_{p1} \cdot x_{p1} + P_{p2} \cdot x_{p2} + P_{p3} \cdot x_{p3} + P_{n..p10} \cdot x_{p.n10})}{\Sigma P_p}$$

$$= \frac{5.937,225}{2.413,186}$$

$$= 2,460 \text{ m}$$

Dari hasil perhitungan tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif serta titik tangkap tekanan tanahnya, maka dapat digambarkan resultan tekanan tanah tersebut sebagai berikut:



Gambar 3. Resultan Tekanan Tanah Aktif dan Pasif

Maka diperoleh :

1. Momen pada tekanan tanah aktif dan

pasif:

$$M_{p_a} = \bar{x}P_a \times P_a$$

$$= 5.010 \times 602,24$$

$$= 3.017,222 \text{ kN}$$

$$M_{p_p} = \bar{x}P_p \times P_p$$

$$= 2,460 \times 2.452,386$$

$$= 6.032,869 \text{ kN}$$

2. Stabilitas terhadap geser:

$$SF = \frac{\Sigma P_p}{\Sigma P_a} = \frac{2.413,186}{680,64} = 3,545 \geq 1,5 \text{ (Aman)}$$

3. Stabilitas Terhadap Guling:

$$SF = \frac{M_{P_p}}{M_{P_a}} = \frac{6.032,896}{3.017,222} = 2 \geq 2 \text{ (Aman)}$$

5.1 KESIMPULAN

Dari analisis perhitungan stabilitas dinding penahan tanah diperoleh nilai tekanan aktif sebesar 680,676 kN/m dan nilai tekanan pasif sebesar 2.492,386 kN/m, dengan titik berat (resultan) tekanan tanah aktif sebesar 5,010 m dari dasar dinding penahan tanah, sedangkan titik berat tekanan tanah pasif sebesar 2,420 m dari dasar dinding penahan tanah (di titik 0). Dari analisis perhitungan yang dilakukan, maka dinding penahan tanah dikatakan stabil, karena gaya tekanan pasifnya (gaya yang menahan) dinding penahan tanah lebih besar daripada gaya tekanan aktif (gaya yang mendorong) dinding penahan tanah tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Hardiyatmo, H.C. (2002). Teknik Pondasi 1 Edisi ke-2. Yogyakarta: Beta Offset
- Hardiyatmo, H.C. (2003). Mekanika Tanah II. Yogyakarta: Gama Press
- Kalalo, Melania. (2017). Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah (Studi Kasus: Sekitar Areal Pt. Trakindo, Desa Maumbi, Kabupaten Minahasa Utara). *Jurnal Sipil Statik*. Vol. 5. No. 5. Hal: 285-294.
- Sudarmanto, D. (1996). Konstruksi Beton 2, Pusat. Pengembangan Pendidikan Politeknik Dirjen Dikti. Bandung