

Analisis Stabilitas Retaining Wall Pada Blok Landfill Sanitari TPA

Rindi Oktaviana¹⁾, Tika Ermita Wulandari²⁾

E-Mail : rindioktaviana8@gmail.com¹⁾; TIKAERMITA@STAFF.UMA.AC.ID²⁾

^{1,2)} Departement Teknik Sipil, Universitas Medan Area

Jalan Kolam Nomor 1 Medan Estate, Kota Medan, 2023, Indonesia

Koresponden naskah : rindioktaviana8@gmail.com

ABSTRACT

The stability of retaining walls is the most important thing in the landfill construction structure TPA. To support the structure, retaining walls area strong against shear forces, overturning forces and the bearing capacity of the soil so it is necessary to analyze whether the walls are safe. As is the case with the retaining wall at the Dusun Sungai Basah Tadukan Raga Landfill, STM Hilir District, Deli Serdang district. Which shows that the pile of soil is higher than the Retaining Wall. At the wet river hamlet landfill using Coulomb and Rankine analysis calculation methods. The results of the analysis of the rolling force on the Rankine results in SF 1.858>1.5 while the Coulomb SF is 2.039>1.5. Stability against shear force for Rankine 1.8488>1.5 while Coulomb 2.032>1.5 is declared safe. The safety factor for soil bearing capacity was 3,83>1,5 and was declared safe. From the results of the analysis it can be concluded that the Retaining Walls of the sungai basah landfill are safe against shear forces, overturning forces and the carrying capacity of the soil.

Keywords - Stability, Retaining wall, Rankine, Coulomb, Blok Landfill, Soil bearing capacity.

ABSTRAK

Kestabilan dinding penahan tanah merupakan suatu hal yang paling penting dalam struktur pembangunan TPA. Untuk menunjang strukturnya, dinding penahan tanah kuat terhadap gaya geser, gaya guling dan daya dukung sehingga perlu dianalisis apakah dinding tersebut aman. Seperti halnya dinding penahan tanah pada TPA Dusun Sungai Basah Tadukan Raga Kecamatan STM Hilir Kabupaten Deli Serdang yang menunjukkan tumpukan tanah lebih tinggi dari pada dinding penahan tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai faktor keamanan dinding penahan tanah. Pada TPA dusun sungai basah menggunakan metode perhitungan analisis Coulomb dan Rankine. Hasil analisis menunjukkan bahwa metode Rankine pada perhitungan stabilitas gaya guling pada Rankine mendapatkan hasil SF 1,858>1,5 sedangkan Coulomb SF 2,039>1,5. Stabilitas terhadap gaya geser untuk Rankine 1,8488>1,5 sedangkan Coulomb 2,032>1,5 dinyatakan aman. Faktor keamanan daya dukung tanah mendapat hasil 3,83>1,5 dinyatakan aman. Dari hasil analisis dapat disimpulkan dinding penahan tanah TPA dusun sungai basah aman terhadap gaya geser, gaya guling dan daya dukung tanah.

Kata Kunci – Stabilitas, Rankine, Coulomb, Blok Landfill, Daya dukung tanah

1. PENDAHULUAN

Proyek pembangunan TPA (Tempat Pembuangan Akhir) Deli Serdang merupakan proyek sebuah sanitasi pengolahan sampah di daerah Tanjung Morawa, terletak di Dusun sungai basah Desa tadukan raga, Kecamatan STM Hilir Kabupaten Deli Serdang. Proyek tersebut dimulai pada tahun 2020 sampai dengan tahun 2022. Proyek ini menggunakan konstruksi penahan tanah jenis *Gravity Wall*. Ukuran *block Landfill* sendiri memiliki panjang 210 m, lebar 63 m, sisi miring 3 m, tinggi 3 m dan memakai mutu beton k-175. Jenis tanah pada TPA yaitu jenis tanah lempung. Analisis metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu perhitungan manual dengan metode *Rankine* dan *Coulumb*. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kestabilan dinding penahan tanah dengan perkuatan terhadap

gaya geser, gaya guling serta daya dukung tanah sesuai *safety factor*.

2. TINJAUAN PUSAKA

Menurut Melania Kalalo dan Jack H. Ticoth, Agnes T. Mandagi, Kestabilan suatu konstruksi bangunan merupakan hal yang paling penting dalam perencanaannya. Penelitian tentang Analisis stabilitas dinding penahan tanah ini, akan dianalisis secara manual. Dari hasil analisis stabilitas dinding penahan tanah dengan pengaruh beban gempa (zona 5) untuk kondisi 2 menunjukkan kondisi sudah tidak stabil. Dan menunjukkan dinding penahan tanah yang tidak stabil dengan angka faktor keamanan 1.0.

Menurut Jeremia Hadibroto P, Faktor yang menentukan dalam pelaksanaan basement merupakan metode konstruksi. Basement yang umumnya digunakan sebagai tempat parkir

menggunakan dinding penahan tanah. Dari hasil perhitungan yang di lakukan dengan aplikasi microsoft excel, maka didapatkan kesimpulan stabilitas terhadap guling $|e| = 0.36 \text{ m} < B/6 = 0.33 \text{ m}$ OK! ; stabilitas terhadap geser $F_s = 1.16 < 1.50$ Tidak stabil! ; daya dukung tanah $q_1 = 3.94 \text{ t/m}^2 < q_a = 62.16 \text{ t/m}^2$ OK! ; $q^2 = 1.66 \text{ t/m}^2 < q_a = 62.16 \text{ t/m}^2$ OK!

Dari penelitian sebelumnya yang sudah pernah dilakukan bahwasanya penelitian- penelitian tersebut memiliki banyak kemiripan dengan penelitian yang ada namun metode yang digunakan berbeda, dalam penelitian tersebut tujuan yang dilakukan juga sama yakni mencari nilai keamanan dari stabilitas tanah akibat dinding penahan tanah sehingga didapatkan angka keamanan dan desain perencanaan yang sesuai.

A. Tekanan Aktif & Pasif Rankine

Johtata (1997) menjelaskan Rankine menyelidiki keadaan tegangan di dalam massa tanah yang berada pada kondisi keseimbangan plastis. Keseimbangan plastis adalah suatu kondisi dimana setiap titik dalam suatu massa tanah menuju proses keadaan runtuh. Komponen gaya-gaya yang bekerja pada turap dapat ditentukan dengan terlebih dahulu menghitung tegangan tanah lateral aktif (σ_a) dan tegangan tanah lateral pasif (σ_p) menggunakan Teori Rankine.

Rumus tekanan aktif Rankine sebagai berikut :

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

$$P_a = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_a \quad (2)$$

Rumus tekanan aktif Rankine sebagai berikut :

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

$$P_a = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_a \quad (2)$$

B. Tekanan tanah aktif & pasif Coulomb

Charles Augustin Coulomb (1776) sering digunakan oleh *National Concrete Masonry Association*. Coulomb mempertimbangkan gesekan dinding serta gaya lateral pada dinding penahan berdasarkan batas keseimbangan.

Rumus tekanan aktif Coulomb sebagai berikut:

$$K_a = \frac{\sin^2 (\alpha - \phi)}{\sin^2 \alpha \cdot \sin(\alpha + \beta) \left(1,00 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \cdot \sin(\alpha + \beta)}} \right)^2} \quad (1)$$

$$P_a = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_a \quad (2)$$

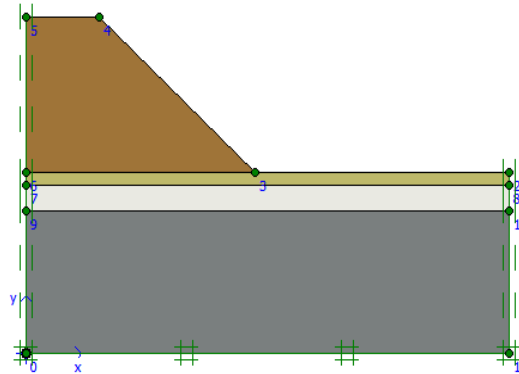
Rumus tekanan pasif Coulomb sebagai berikut:

$$K_a = \frac{\sin^2 (\alpha + \phi)}{\sin^2 \alpha \cdot \sin(\alpha - \beta) \left(1,00 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi + \beta)}{\sin(\alpha + \delta) \cdot \sin(\alpha + \beta)}} \right)^2} \quad (1)$$

$$P_a = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_a \quad (2)$$

C. Kondisi Dinding

Hasil intrepetasi data sondir terhadap parameter tanah akan diolah menjadi hasil perhitungan untuk menghitung stabilitas *Retaining Wall* pada *blok landfill*. Setelah data tanah seperti sondir, CPT, CBR dan Parameter tanah sudah didapat diolah untuk digunakan dalam analisa pengolahan data. Berikut kondisi lereng yang dimana belum diberi perkuatan dan tidak adanya muka air tanah dan juga tebal lapisan setiap tanah.



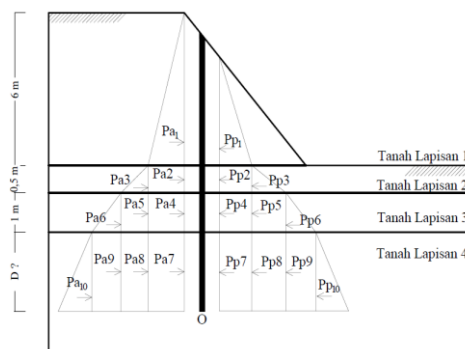
Gambar 1. Pemodelan Kondisi Awal Dinding
Sumber : Data proyek TPA, 2022.

Tabel 1. Tebal Lapisan Tanah

| No | Kedalaman (m) | Tebal lapisan (m) | Jenis tanah |
|----|---------------|-------------------|------------------------------|
| 1 | 0 – 6 | 6 | Tanah timbunan |
| 2 | 6 - 6,5 | 0,5 | Tanah lempung <i>organic</i> |
| 3 | 6,5 - 7,5 | 1 | Lempung |
| 4 | 7,5- 15,5 | 8 | Tupa berpasir |

Sumber : Data Proyek TPA, 2022.

Data diatas merupakan data untuk perhitungan Rankine dan Coulomb menghitung pada tekanan tanah aktif serta mengetahui ketebalan yang ada pada lapisan tanah dan mengetahui jenis tanah. Sepertihalnya yang kita ketahui kondisi ekisting sangat berpengaruh dalam perhitungan dinding penahan tanah tersebut untuk menghitung kekuatan gaya geser, guling serta daya dukung tanah dan juga momen tekanan tanah.



Gambar 2. Diagram tekanan aktif & pasif

Untuk perhitungan tekanan tanah aktif dan pasif pada metode Coulomb maupun Rankine, seperti gambar diatas yang merupakan diagram kedua metode yang dimana perhitungan kedua metode berdasarkan tebal lapisan yang ada pada tanah TPA.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian analisis terstruktur dengan menggunakan analisis konvensional dan perhitungan manual metode Rankine dan Coulomb serta studi pustaka dengan langkah langkah sebagai berikut :

1. Studi Pustaka.

Dalam tahap ini, penulis melakukan studi pustaka dari beberapa jurnal nasional dan buku untuk memahami lebih dalam mengenai perencanaan dinding penahan tanah, dalam tugas akhir ini yang dibahas adalah Retaining Wall. Mulai dari pengertian, faktor yang mempengaruhi, hingga tahap-tahap perencanaannya. Proses pemahaman ini dilakukan dengan mencari sumber bacaan, membaca dan kemudian memahaminya. Setelah itu, berbagai informasi tersebut kemudian dikaitkan dengan kondisi dan permasalahan yang terdapat pada laporan tugas akhir ini.

2. Analisis Perhitungan.

Setelah data-data yang diperlukan diperoleh, kemudian dengan literatur yang relevan dan berhubungan dengan pembahasan pada tugas akhir ini serta masukan-masukan dari dosen pembimbing, maka data tersebut diolah dan dianalisis dengan menggunakan perhitungan metode Rankine dan Coulomb untuk mengetahui keamanan dinding terhadap gaya geser (sliding), gaya guling (overtuning), sehingga didapatkan dimensi dan stabilitas terhadap bahaya penggulingan dan penggeseran pada perencanaan dinding penahan serta angka faktor keamanannya serta perbandingan kedua metode tersebut.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Teknis Lapangan

Data parameter tanah dan data struktur dinding penahan tanah yang dianalisis sebagai berikut:

Parameter tanah $\gamma_{sat} = 1,475 \text{ Kn/m}^2$
 $\phi = 16^\circ$

Parameter dinding penahan
Ukuran block landfill TPA Deli Serdang

Panjang : 210 m

Lebar : 63 m

Sisi miring : 3 m

Tinggi : 3 m

Luas tanggul

$L = P \times L$

$L = 210 \times 69 = 13230 \text{ m}^2$

Hasil interpretasi data sondir terhadap parameter tanah akan diolah menjadi hasil perhitungan untuk merencanakan dinding penahan tanah. Setelah data tanah diperoleh maka dapat diolah untuk digunakan dalam analisa pengalahan data dengan menggunakan bantuan program Microsoft excel.

Analisis Perhitungan Manual Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah yang digunakan retaining wall dengan material yang disebut gabion. Analisis menggunakan metode Rankine & Coulomb. Berikut perhitungan Retaining Wall.

Perhitungan Tekanan Aktif Rankine & Coulomb

Adapun perhitungan tekanan aktif Rankine & Coulomb yang dihitung berdasarkan lapisan tanah sebagai berikut:

Rankine :

$$K_{a1} = \tan^2 (45 - \phi/2) \\ = \tan^2 . (45 - 16^\circ/2) \\ = 0,567$$

$$P_{a1} = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \times h_1 \cdot K_{a1} \cdot h_1 \\ = \frac{1}{2} \cdot 1,475 \times 6 \cdot 0,567 \cdot 6 \\ = 15,054 \text{ ton/m}^2$$

$$\sigma_a = \gamma \cdot H \cdot K_a \\ = 1,475 \cdot 6 \cdot 0,567 \\ = 5,0180 \text{ ton/m}^2$$

Coulomb :

$$\delta = (2/3) \cdot \phi = (2/3) \cdot 16^\circ = 10,67$$

$$K_a = \frac{\sin^2 (\alpha - \phi)}{\sin^2 \alpha \cdot \sin(\alpha + \beta) \left(1,00 + \frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \cdot \sin(\alpha + \beta)} \right)^2}$$

$$K_a = \frac{\sin^2 (90 - 16)}{\sin^2 90 \cdot \sin(90 + 10,67) \left(1,00 + \frac{\sin(16 + 10,67) \cdot \sin(16 - 0)}{\sin(90 - 10,67) \cdot \sin(90 + 0)} \right)^2}$$

$$= 0,209$$

$$P_{a1} = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \times h_1 \cdot K_{a1} \cdot h_1 \\ = \frac{1}{2} \cdot 1,475 \times 6 \cdot 0,209 \cdot 6 \\ = 5,549 \text{ ton/m}^2$$

$$\sigma_a = \gamma \cdot H \cdot K_a \\ = 1,475 \cdot 6 \cdot 0,209 \\ = 1,85 \text{ ton/m}^2$$

Perhitungan Tekanan Pasif Rankine & Coulomb

Berikut contoh perhitungan tekanan aktif pada Rankine & Coulomb sebagai berikut :

Rankine :

$$K_{p1} = \tan^2 (45 + \phi/2) \\ = \tan^2 . (45 + 16^\circ/2) \\ = 1,7610$$

$$P_{p1} = \frac{1}{2} \gamma_1 \times h_1 K_{p1} h_1 \\ = \frac{1}{2} \cdot 1,475 \times 6 \cdot 1,7610 \cdot 6 \\ = 46,728 \text{ ton/m}^2$$

$$\sigma_p = \gamma \cdot H \cdot K_a \\ = 1,475 \cdot 6 \cdot 1,7610 \\ = 15,58 \text{ ton/m}^2$$

Coulomb :

$$\delta = (2/3) \phi = (2/3) \cdot 16^\circ = 10,67$$

$$Kp = \frac{\sin^2(\alpha + \phi)}{\sin^2 \alpha \cdot \sin(\alpha - \beta) \left(1,00 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin \phi + \beta}{\sin(\alpha + \delta) \cdot \sin \alpha + \beta}} \right)^2}$$

$$Kp = \frac{\sin^2(90 + 16)}{\sin^2 90 \cdot \sin(90 - 10,67) \left(1,00 - \sqrt{\frac{\sin(16 + 10,67) \cdot \sin 16 + 0}{\sin(90 + 10,67) \cdot \sin 90 + 0}} \right)^2}$$

$$= 1,23$$

$$Pp_1 = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot h_1 \cdot Kp_1 \cdot h_1$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 1,475 \cdot 6 \cdot 1,23 \cdot 6$$

$$= 32,6565 \text{ ton/m}^2$$

$$\sigma_a = \gamma \cdot H \cdot Kp$$

$$= 1,475 \cdot 6 \cdot 1,23$$

$$= 10,886$$

Perhitungan Stabilitas Gaya Guling

Perhitungan gaya guling menggunakan metode perhitungan *Rankine & Coulomb*

Menurut *Rankine*:

$$SF = MPp/MPa$$

$$= 1,858 > 1,5 \text{ (aman)}$$

Menurut *Coulomb*:

$$SF = MPp/MPa$$

$$= 2,039 > 1,5 \text{ (aman)}$$

Dari perhitungan yang dilakukan kedua metode mendapatkan hasil yang aman dimana nilai SF guling menurut *rankine* mendapat nilai 1,858 dan menurut *coulomb* nilai SF guling mendapatkan hasil 2,039, sehingga kedua metode dapat digunakan dalam perhitungan dinding penahan tanah.

Perhitungan Stabilitas Gaya geser

Menurut *Rankine* :

$$SF = \Sigma Pa / \Sigma XPa$$

$$= 1,8488 > 1,5 \text{ (aman)}$$

Menurut *Coulomb* :

$$SF = \Sigma Pa / \Sigma XPa$$

$$= 2,032 > 1,5 \text{ (aman)}$$

Dari perhitungan yang dilakukan kedua metode mendapatkan hasil yang aman dimana nilai SF geser menurut *rankine* mendapat nilai 1,8488 dan menurut *coulomb* nilai SF geser mendapatkan hasil 2,032, sehingga kedua metode dapat digunakan dalam perhitungan dinding penahan tanah.

Perhitungan Daya Dukung Tanah

Data CBR lapangan yang akan di hitung di dapat kan dari hasil pengujian CBR langsung pada tanggul TPA Deli Serdang, pengujian CBR di lakukan pada 12 titik, pengujian dilakukan pada daerah tanggul dengan jarak pengujian 15m sehingga tanggul

dengan daerah rawan dapat diketahui sehingga data yang di peroleh lebih akurat.

Perhitungan data CBR :

Untuk Penetrasi 0.1

$$= \frac{\text{bebanpenerasi}0,1}{3 \times 1000} \times 100\%$$

$$= \frac{212.1696,0,1}{3 \times 1000} \times 100\%$$

$$\text{Nilai CBR } 100\% = 7.07\%$$

Perhitungan daya dukung tanah (DDT)

Pada titik 1

$$\text{Daya dukung tanah} = 1.6649 + 4.3592 \text{ Log CBR}$$

$$\text{Daya dukung tanah } 1 = 1.6649 + 4.3592 \text{ Log } 7.07\%$$

$$\text{Daya dukung tanah } 1 = 5.37 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Daya dukung tanah } 1 = 52.85 \text{ ton/m}^2$$

Dihitung hingga sampai titik 12

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan pada kedua metode *Rankine* dan *Coloumb* sama sama memiliki hasil yang aman untuk digunakan pada perhitungan dinding penahan tanah pada TPA Deli Serdang, nilai SF gaya geser pada perhitungan *rankine* 1,8488 sedangkan pada SF gaya geser *Coulomb* 2,032, memiliki hasil yang berbeda sedikit untuk kedua metode tersebut. Berdasarkan pada perhitungan hasil pengujian CBR lapangan dapat disimpulkan bahwa data CBR lapangan pada TPA Deli Serdang dimana nilai CBR tertinggi terdapat pada titik pengujian ke 7 dengan nilai CBR 14.93 % dan nilai CBR terendah terdapat pada titik 9 dengan nilai 3.93 %. Dan berdasarkan perhitungan DDT dan timbunan sampah maka pada tahun pertama tanggul dinyatakan aman dan pada tahun kedua dan ketiga dinyatakan tidak aman.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Das, B. M., (1993). *Mekanika Tanah*. Edisi Pertama. Jakarta : Erlangga.
- Das, B. M., (1995). *Mekanika Tanah*. Edisi Ke Dua. Jakarta : Erlangga.
- Das, Braja. M, 2011. *Principle Of Foundation Engineering*. Edisi ke 7. Cengage Learning : Stamford USA.
- Hadihardaja, J. 1997. *Rekayasa Pondasi 1 (Konstruksi Penahan Tanah)*. Jakarta : Gunadarma
- Hardiyatmo, H. C, 2002. *Mekanika Tanah I (3rd ed)*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press
- Hardiyatmo, HC, 2006. *Mekanika Tanah . Edisi Keempat*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press
- Junaidi. 2017. *Perancangan Dinding Penahan tanah Pada Penanganan Longsor Jembatan*

- Lesan. Jurusan Teknik sipil Fakultas Teknik : Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.
- Lulut Fadhillah, Sudarno. 2017. Perencanaan Dinding Penahan Tanah Untuk Perbaikan Longsor Di Ruas Jalan Balerejo Kalegen, *Reviews In Civil Engineering*, Volume 01 No 1, P.25-28, 2017, Jurnal.untidar.ac.id.
- Muhammad Ahmad Arifin.F. 2019. Tinjauan Nilai Permeabilitas Tanah Tanggul Canal Blocking, *Jurnal GRADASI TEKNIK SIPIL*, Volume 3 No 1.
- Melania Kalalo Jack H. Ticoh, Agnes T. Mandagi. 2017. Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah (studi kasus: sekitar areal PT.Trakindo, desa maumbi, kabupaten minihasa utara), *Jurnal Sipil Statik Vol.5 NO.5 Juli 2017 (285-294) ISSN: 2337-6732*.
- Nisrina Zaida Ulfa, P.R. 2020. Analisis Kestabilan Tanggul ditinjau dari nilai daya dukung tanah. *Prosiding tpt xxix perhapi 2020*.
- Soedarmo, C.D. & Purnomo, S. J. E. 1997. *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta : Kanisirus
- Soedarmo, C.D. & Purnomo, S. J. E. 1997. *Mekanika Tanah II*. Yogyakarta : Kanisirus
- Tanjung R. R. 2016. *Dinding Penahan Tanah*. Jakarta, Jurusan Sipil Fakultas Teknik : Universitas Muhammadiyah Jakarta
- Thurton P.,I.,2009. *Analisa Dinding Penahan Tanah Yang Menggunakan Earth Berm Sebagai Support Dengan Program Plexis*, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil : Universitas Indonesia.