

Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah Saluran Irigasi Situ Bala di Desa Purwasari, Kecamatan Dramaga, Kabupaten Bogor

Mohammad Hasby Assiddiqy*, Syaiful, Alimuddin,
Redho Muktadir, Fadhila Muhamad Libasut Taqwa

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Ibn Khaldun Bogor

E-mail: hasbyassiddiqy711@gmail.com, syaiful@ft.uika-bogor.ac.id, alimuddin.sil12@gmail.com,
redhomuktadir99@gmail.com, fadhila.muhammad@uika-bogor.ac.id

ABSTRAK

Dinding penahan tanah adalah suatu struktur yang dibangun untuk menahan tanah lateral ketika tanah mengalami perubahan dalam elevasi dan melampaui sudut geser dalam tanah. Dinding pengaman tebingan yang terletak tepat di Situ Bala, Desa Purwasari, Kec. Dramaga Kab. Bogor, telah mengalami kerusakan pada bagian dasar strukturnya terutama pada bagian yang terkena aliran saluran irigasi sehingga perlu dilakukan perbaikan terhadap dinding penahan tanah eksisting. Tujuan penelitian ini adalah merencanakan dinding penahan tanah Saluran Induk Situ Bala agar aman terhadap kondisi geser, guling, dan kapasitas daya dukung tanah. Tekanan lateral pada dinding dianalisis dengan menggunakan Metode *Rankine*. Berdasarkan hasil perencanaan awal memiliki dimensi: tinggi ($H=6\text{m}$) tebal telapak ($b=1\text{m}$) tebal dinding atas ($b_a=0,5$) tebal dinding bawah ($b_b=4$) panjang total ($L=16\text{m}$). Hasil analisis menunjukkan stabilitas terhadap guling $F_s = 0,86 < 1,5$ (tidak aman), stabilitas terhadap geser $F_s = 25,119 > 1,5$ (aman), dan analisis stabilitas daya dukung tanah didapat $q_{toe} = 12.419,58 < q_{all} = 4.139,86$ (aman) dan $q_{hell} = 31,4263$ (aman). Sehingga dapat dinyatakan bahwa dinding tidak aman terhadap penggulingan.

Kata kunci: Stabilitas, dinding penahan tanah, Metode Rankine

ABSTRACT

A retaining wall is a structure constructed to resist lateral soil when the soil undergoes a change in elevation and exceeds the angle of shear in the soil. The cliff wall which is located right at Situ Bala, Purwasari Village, Dramaga District, Bogor Regency, has suffered damage to the base of the structure, especially the part affected by the flow of the channel so that it is necessary to repair the existing retaining wall. The purpose of this study was to design a retaining wall for the Situ Bala Main Canal to be safe against shear conditions, overturning, and the bearing capacity of the soil. Lateral pressure on the wall was analyzed using the Rankine method. Based on the results of the initial planning, the dimensions are: ($H=6\text{m}$) base thickness ($b=1\text{m}$) top wall thickness ($b_a=0.5$) bottom wall thickness ($b_b=4$) total length ($L=16\text{m}$). The results of the analysis show that overturning $F_s = 0.86 < 1.5$ (unsafe against shear $F_s = 25.119 > 1.5$), and the analysis of the bearing capacity of the soil obtained $q_{toe} = 12,419.58 < q_{all} = 4,139,86$ (safe) and $q_{hell} = 31.4263$ (safe). So that it can be stated that the wall is not secure against overturning.

Keywords: Stability, retaining wall, Rankine Method

Submitted: Agustus 2022	Reviewed: 05 Sept 2022	Revised: 15 Sept 2022	Published: 01 Feb 2024
-----------------------------------	----------------------------------	---------------------------------	----------------------------------

PENDAHULUAN

Dinding penahan tanah digunakan untuk menahan longsornya tanah, yaitu pada suatu galian tanah atau pada tebing yang vertikal/hampir vertikal, misal pada jembatan, pelabuhan tepi sungai, tanah untuk bangunan/perumahan yang lahannya miring dan lain sebagainya. Struktur ini akan menahan gaya horizontal, tekanan tanah lateral, tekanan air tanah, gaya gempa dan lain-lain (Djunaedi, 2020). Maka dalam penelitian ini dilakukan perencanaan dinding penahan sungai untuk mengatasi masalah tersebut dan untuk mencegah tanah longsor, maka diperlukan perencanaan dinding penahan (*retaining wall*) pada Sungai Situ Bala Desa Purwasari, Kecamatan Dramaga, Kabupaten Bogor. *Retaining wall* merupakan istilah di bidang

teknik sipil yang artinya dinding penahan. Berdasarkan buku Sudarmanto, 1996, menyatakan 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.

Irwan Kurniawan (2019), bronjong untuk kekuatan tebing pada hilir jembatan moncongloe di Sungai melakukan penelitian tentang Jenelata Kabupaten Gowa. Berdasarkan hasil analisis untuk desain kekuatan tebing pada sungai Jenelata Kabupaten Gowa maka direkomendasikan untuk menggunakan bronjong.

Pada dinding pengaman tebing yang terletak tepat di bagian Sungai Situ Bala, Desa Purwasari,

Kecamatan Dramaga, Kabupaten Bogor ini telah mengalami kerusakan pada bagian dasar strukturnya terutama pada bagian yang terkena aliran sungai di depan dinding penahan tanah sehingga perlu dilakukan evaluasi. Kondisi kerusakan dinding penahan tebingan ditunjukkan pada Gambar 1



Gambar 1 Kondisi kerusakan DPT

TINJAUAN PUSTAKA

Dinding penahan tanah

Dinding penahan tanah adalah suatu bangunan yang berfungsi untuk menstabilkan kondisi tanah tertentu pada umumnya dipasang pada daerah tebing yang labil. Jenis konstruksi antara lain pasangan batu dengan mortar, pasangan batu kosong, beton, kayu dan sebagainya (Fadli, dkk 2021). Fungsi utama dari konstruksi penahan tanah adalah menahan tanah yang berada di belakangnya dari bahaya longsor akibat:

1. Benda-benda yang ada diatas tanah (perkerasan dan konstruksi jalan, jembatan, kendaraan, dll)
2. Berat tanah
3. Berat air (tanah)

Ulfa, dkk (2021) Dinding penahan tanah merupakan komponen struktur bangunan penting utama untuk jalan raya dan bangunan lingkungan lainnya yang berhubungan tanah berkontur atau tanah yang memiliki elevasi berbeda. Secara singkat dinding penahan merupakan dinding yang dibangun untuk menahan massa tanah di atas struktur atau bangunan yang dibuat. Jenis konstruksi dapat dikonstrubusikan jenis klasik yang merupakan konstruksi dengan mengandalkan berat konstruksi untuk melawan gaya-gaya yang bekerja. Berdasarkan cara untuk mencapai stabilitasnya, maka dinding penahan tanah digolongkan sebagai berikut (Sudarmanto, 1992):

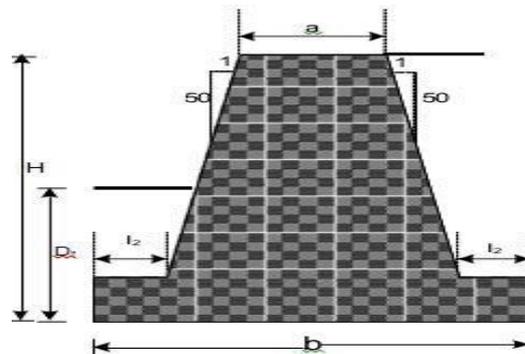
1. Dinding gravitasi (*gravity wall*)
2. Dinding penahan tanah tipe Kantilever (*cantilever retaining wall*)
3. Dinding penahan tanah tipe Counterfort (*counterfort wall*)
4. Dinding penahan tanah tipe Buttress (*buffers wall*)
5. Abutmen jembatan (*bridge abutment*)

Dinding Penahan Tanah Tipe Gravitasi

Dinding gravitasi adalah dinding penahan yang dibuat dari beton tak bertulang atau pasangan batu. Sedikit tulangan beton kadang-kadang diberikan pada permukaan dinding untuk mencegah retakan permukaan dinding akibat perubahan temperatur (Sunggono, 1985).

Pada tembok penahan tipe gravitasi dalam perencanaan harus tidak terjadi tegangan tarik pada setiap irisan badannya. Untuk itu dalam perencanaan tembok penahan jenis ini perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut.

1. Pada umumnya lebar plat lantai B diambil $0.5 - 0.7H$
2. Lebar bagian puncak diambil lebih dari $0.3 - H/12$
3. Tebal kaki dan tumit ($H/8 - H/6$)
4. Lebar kaki dan tumit $(0.5 - 1)d$ (d = tebal kaki)



Gambar 2. Dimensi tembok penahan

Tekanan Tanah Lateral

Untuk merencanakan bangunan penahan tanah, sering didasarkan atas keadaan yang meyakinkan keruntuhan total tidak akan terjadi. Gerakan beberapa sentimeter sering tidak begitu penting sepanjang ada jaminan bahwa gerakan-gerakan yang lebih besar lagi tidak akan terjadi. Dalam perencanaan dinding penahan, biasanya dilakukan dengan cara menganalisis kondisi-kondisi yang akan terjadi pada keadaan runtuh, kemudian memberikan faktor aman yang cukup yang

dipertimbangkan terhadap keruntuhan tersebut. Analisis tekanan tanah lateral ditinjau pada kondisi keseimbangan plastis, yaitu pada saat massa tanah pada kondisi tepat akan runtuh (Nurrohman, I. 2016). Kedudukan keseimbangan plastis ini hanya dapat dicapai bila terjadi diformasi yang cukup pada massa tanahnya.

Besar dan distribusi tekanan tanah adalah fungsi dari perubahan letak (*displacement*) dan regangan (*strain*) (Hardiyatmo, 2007).

Kondisi-kondisi plastis bekerja pada suatu elemen tanah diperlihatkan dalam. Elemen tanah mula-mula dipengaruhi oleh tegangan-tegangan utama $\sigma_1 = OP$ dan $\sigma_3 = OR$. Jika tekanan vertikal OP ditahan tetap dan tekanan lateral ditambah sampai bahan mengalami keruntuhan pada kedudukan OS tegangan utama menjadi berotasi sehingga tegangan utama mayor menjadi OS . Pada kondisi ini lingkaran Mohr akan lewat P dan S dan bidang kegagalan dalam membuat sudut $45^\circ - \phi/2$ dengan bidang horizontal. Kondisi permukaan bidang longsor akibat geser pada teori tekanan tanah pasif. Jika pada kondisi tekanan arah lateral dikurangi sampai mencapai OQ , maka keruntuhan tanah akan terjadi, karena lingkaran QP menyinggung garis selubung kegagalan. Tegangan OP adalah tegangan mayor dan bidang keruntuhan akan membentuk sudut $45^\circ + \phi/2$ terhadap bidang horizontal. Kondisi ini menunjukkan kondisi permukaan longsor akibat geser pada teori tekanan tanah aktif. (Hardiyatmo, 2007).

Tekanan Tanah aktif dan pasif

Konsep tekanan tanah aktif dan pasif sangat penting untuk masalah-masalah pada stabilitas tanah, pemasangan batang-batang penguat pada galian, desain dinding penahan tanah dan lain sebagainya. Permasalahan disini adalah untuk menentukan faktor keamanan terhadap keruntuhan yang di sebabkan oleh gaya lateral. Pemecahan diperoleh dengan membandingkan gaya-gaya yang bekerja pada dinding penahan tanah, yaitu gaya-gaya yang cenderung menggulingkan dan menggeser. Untuk gaya-gaya yang cenderung melawan misalnya berat sendiri dari konstruksi dinding penahan tanah yang bekerja vertikal sehingga dapat menghambat gaya lateral atau gaya yang bekerja horizontal. (Wang, 2000).

Stabilitas Dinding Penahan Tanah

Tekanan tanah dan gaya-gaya yang bekerja pada dinding penahan tanah sangat mempengaruhi stabilitas dinding penahan tanah itu sendiri (Suryolelono, 1994). Analisis yang perlu

dilakukan pada konstruksi dinding penahan tanah adalah:

Stabilitas Terhadap Bahaya Guling

Kestabilan struktur terhadap kemungkinan terguling dihitung dengan persamaan berikut :

$$SF = \frac{ML}{MG} \geq 1,5$$

dengan :

ML = Jumlah dari momen yang mencegah struktur terguling (melawan) dengan titik pusat putaran di titik 0. ML merupakan momen yang disebabkan oleh gaya vertikal dari struktur dan momen pasif.

MG = Jumlah dari momen yang mengguling struktur dengan titik pusat putaran di titik 0. MG disebabkan oleh tekanan tanah aktif dan beban yang bekerja pada dinding penahan tanah.

Stabilitas terhadap bahaya geser

Gaya aktif tanah (P_a) selain menimbulkan terjadinya momen juga menimbulkan gaya dorong sehingga dinding akan bergeser. Perlawanan terhadap gaya dorong ini terjadi pada bidang kontak antara tanah dasar pondasi. (Suryolelono, 1994).

$$SF = \frac{\text{Gaya Lawan}}{\text{Gaya Dorong}} \geq 1,5$$

Stabilitas Terhadap Keruntuhan Kapasitas Daya Dukung Tanah

Kapasitas dukung ijin tanah

Analisis kapasitas dukung tanah mempelajari kemampuan tanah dalam mendukung beban pondasi yang bekerja di atasnya. Pondasi adalah bagian dari struktur yang berfungsi meneruskan beban akibat berat struktur secara langsung ke tanah yang terletak dibawahnya. Banyak cara yang telah dibuat untuk merumuskan persamaan kapasitas dukung tanah, namun seluruhnya hanya merupakan cara pendekatan untuk memudahkan perhitungan. Salah satu cara untuk menentukan kapasitas dukung tanah yaitu dari hasil uji kerucut statis (sondir) Untuk pondasi pada lapisan pasir, (Meyerhof, 1956 dalam Hardiyatmo, 2010) menyarankan persamaan sederhana untuk menentukan kapasitas dukung ijin yang didasarkan penurunan 1''. Persamaannya didasarkan pada kurva Terzaghi dan Peck (1943) dan dapat diterapkan untuk pondasi telapak atau pondasi memanjang yang dimensinya tidak begitu besar, pada pasir kering sebagai berikut:

Untuk pondasi bujur sangkar atau memanjang dengan lebar $B \leq 1,2$ m,

$$q_a = \frac{q_c}{30} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

Untuk pondasi bujur sangkar atau memanjang dengan lebar $B \geq 1,2$ m,

$$q_a = \frac{q_c}{50} \left[\frac{B+0,30}{B} \right]^2 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

dengan q_a = kapasitas dukung ijin untuk penurunan

2,54 cm (1''), q_c = tahanan konus (4N) (kg/cm²), dan B = lebar pondasi (m)

berdasarkan hubungan $q_c = 4N$ (Meyerhof, 1956 dalam Hardiyatmo, 2010), dengan N diperoleh dari uji SPT.

Tekanan pada tanah

Tekanan yang disebabkan oleh gaya-gaya yang terjadi pada dinding penahan tanah harus dipastikan lebih kecil dari daya dukung ijin tanah. Eksentrisitas dari gaya-gaya ke pondasi dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

1. Letak titik potong resultan gaya pada dasar bidang pondasi ditinjau terhadap titik O (dengan O, ujung kaki pada bagian depan dinding penahan tanah):

$$\sum M = (M_L - M_g)$$

$$x = \frac{\sum M}{\sum V}$$

2. Mencari eksentrisitas : $e = x - 1/2B$

Letak titik potong resultante gaya pada dasar bidang pondasi ditinjau terhadap titik A (dengan A, titik tengah pada dasar pondasi dinding penahan tanah):

Mencari eksentrisitas : $e = \frac{\sum M}{\sum V}$

dengan $e < B/6$, maka di seluruh bidang dasar pondasi bekerja gaya desak

$$\sigma_{max} = \frac{\sum V}{B.L} \left(1 + \frac{6e}{B} \right) < q_a$$

$$\sigma_{max} = \frac{\sum V}{B.L} \left(1 - \frac{6e}{B} \right) < q_a$$

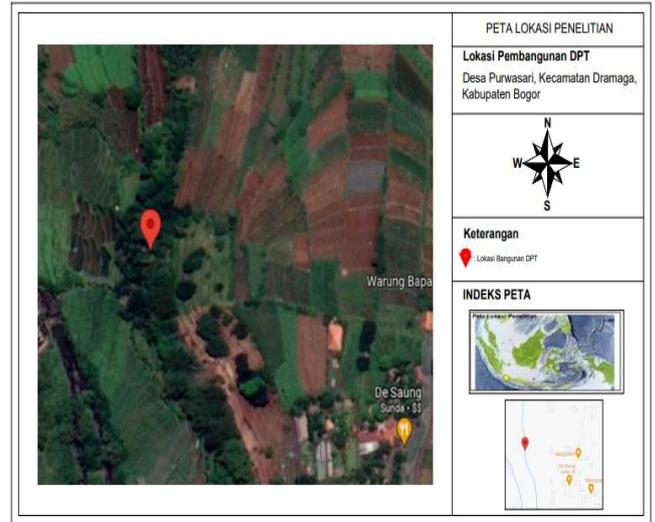
jika $e > B/6$, maka pada sebagian bidang dasar pondasi bekerja gaya tarik

$$\sigma_{max} = \left(\frac{\sum V}{B.L \left(\frac{B}{2} - e \right)} \right) < q_a$$

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

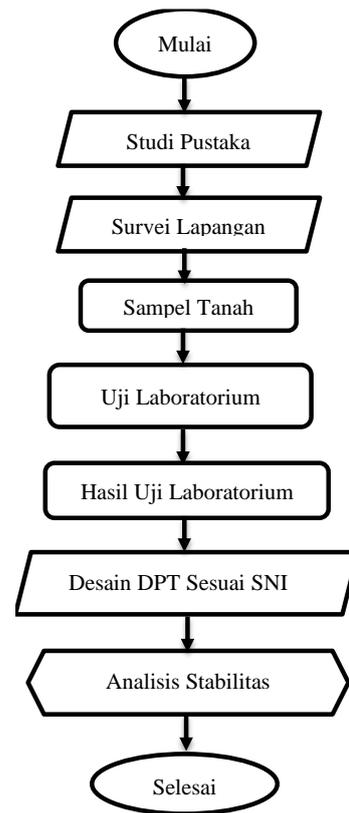
Tempat pelaksanaan penelitian yaitu di Saluran induk Situ Bala, Desa Purwasari, Kecamatan Dramaga, Kabupaten Bogor, tempatnya berada dalam koordinat S= 6°28'22'' E= 106°42'57''. Waktu penelitian dilaksanakan dalam waktu 3 bulan, dimulai pada tanggal 1 Februari 2022 sampai dengan 30 April 2022. Waktu tersebut sudah termasuk kegiatan survei ke lokasi, pengujian lapangan, dan pengujian laboratorium. Sementara itu, kegiatan pengolahan data mencakup pengolahan data laboratorium, perhitungan analisis dinding penahan tanah, dan pembuatan DED (*detail engineering design*). Peta lokasi penelitian disajikan pada gambar berikut.



Gambar 3. Peta Lokasi Penelitian

Metode Penelitian

1. Diagram alir penelitian disajikan pada gambar berikut.



Gambar 4. Diagram alir penelitian

Bahan pada penelitian ini adalah tanah asli yang diperoleh dari hasil pengujian *handboring* di saluran induk Situ Bala, Desa Purwasari, Kecamatan Dramaga, Kabupaten Bogor. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada saat survei lokasi dan pengujian tanah di laboratorium.

Alat yang digunakan pada penelitian antara lain:

- 1) Alat uji berat jenis tanah (*specific gravity*),
- 2) Alat uji berat isi tanah (*unit weigh/density*),

- 3) Alat uji kuat geser tanah (direct shear),
- 4) Alat uji bor tangan (handboring), dan
- 5) Alat uji analisis saringan (*sieve analysis*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Prarencana DPT Saluran Induk Situ Bala

Kondisi eksisting dinding penahan tanah

Survey dinding pengaman dilakukan pada hari Senin, tanggal 15 November 2021 pada jam 10.00 WIB didampingi dari Unit Pelaksana Teknis (UPT). Kegiatan meliputi wawancara pihak yang mewakili UPT, pengukuran dinding eksisting, pengambilan sampling tanah, pengukuran kedalaman dan kecepatan aliran, serta peninjauan kerusakan yang terjadi pada dinding pengaman tebingan saluran irigasi. Kondisi di lapangan terdapat kerusakan pada bagian dasar struktur dinding pengaman tebingan saluran irigasi, dengan bagian dasarnya mengalami longsor.



Gambar 5 Kerusakan bagian dasar dinding pengaman

Parameter perhitungan

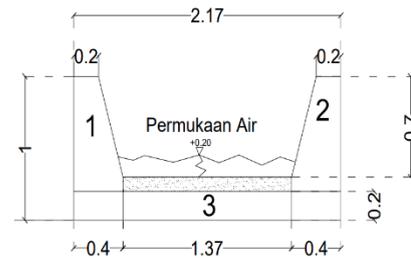
Data tanah dan air

- 1) Berat jenis tanah basah (γ_w): $2,85 \text{ gr/cm}^3 = 27,2017 \text{ kN/m}^3$
- 2) Berat jenis tanah kering (γ_d): $1,25 \text{ gr/cm}^3 = 12,2583 \text{ kN/m}^3$
- 3) Berat jenis air sungai (γ_{air}): $9,81 \text{ kN/m}^3$
- 4) Berat jenis batu belah (γ_{batu}): $14,7 \text{ kN/m}^3$
- 5) Sudut geser dalam tanah (ϕ): 40°
- 6) Kohesi tanah (c): $0,60 \text{ kg/cm}^2 = 58,8399 \text{ kN/m}^2$
- 7) Di atas tanah aktif dinding penahan tanah terdapat saluran irigasi, maka digunakan beban merata untuk mencari nilai $q =$

- Berat beton

Luas penampang saluran x gamma beton

Mencari nilai luas penampang saluran



Gambar 6 Penampang saluran irigasi

- Luasan 1	-Luasan 2	- Luasan 3
$L = \frac{1}{2} * t(a + b)$	$L = \frac{1}{2} * t(a + b)$	$p * l$
$L = \frac{1}{2} * 0,7(0,2+0,4)$	$L = \frac{1}{2} * 0,7(0,2+0,4)$	$1 = l * p$
$L = \frac{1}{2} * 0,7*0,6$	$L = \frac{1}{2} * 0,7*0,6$	$1 = 2,17 * 0,3$
$L = 0,21 \text{ m}^2$	$L = 0,21 \text{ m}^2$	$1 = 0,651 \text{ m}^2$

$$\text{Total} = 0,21 + 0,21 + 0,651 = 1,051 \text{ m}^2$$

Berat volum beton sudah diketahui = 24 kN/m^3

Jadi berat dari beton adalah

Luas penampang saluran x gamma beton =

$$\begin{aligned} \text{Berat beton} &= 1,051 \text{ m}^2 * 24 \text{ kN/m}^3 \\ &= 24 \text{ kN/m} * \text{m1} \\ &= 24 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

-Berat air (W) = $\gamma_w \times Hw$

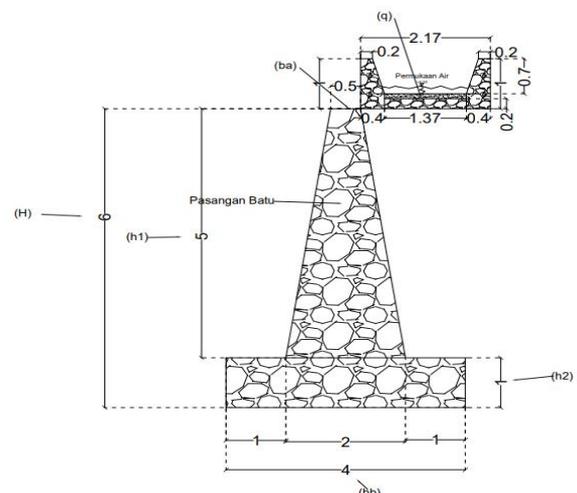
$$= 0,7 \times 9,81 = 6,867$$

Sehingga beban yang digunakan untuk desain DPT adalah berat beton ditambah dengan berat air.

$$\begin{aligned} \text{- Total nilai } q &= 24 \text{ kN/m}^2 + 6,867 \text{ k/m}^2 \\ &= 30,867 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Perencanaan Dinding Penahan Tanah Saluran Induk Situ Bala

Untuk menghindari berkurangnya lebar sungai, plat pada desain rencana dibuat tertanam di bawah tanah dengan tebal plat 1 m sehingga tinggi (H) menjadi 6 m.



Gambar 7 Dimensi DPT

Tinggi dinding atas $h_1 = 5$ m
 Tebal telapak $h_2 = 1$ m
 Tebal dinding atas $b_a = 0,5$ m
 Tebal dinding bawah $b_b = 4$ m
 Tinggi total $H = 6$ m
 Panjang total $L = 16$ m

Perhitungan koefisien tekanan tanah aktif dan pasif

Untuk menghitung koefisien dari tanah aktif maupun tanah pasif, maka dapat digunakan perhitungan menurut rumus rankine dengan perhitungan :

Koefisien Tekanan tanah aktif (K_a)

Karena permukaan tanah urugan yang berada di atas dinding penahan tanah tidak memiliki sudut atau datar ($\beta = 0$) maka rumus koefisien tekanan tanah aktif yang dipakai adalah :

$$K_a = \tan^2(45 - \varphi - /2)$$

$$= \tan^2(45 - 40/2) = 0,22$$

Koefisien Tekanan tanah pasif

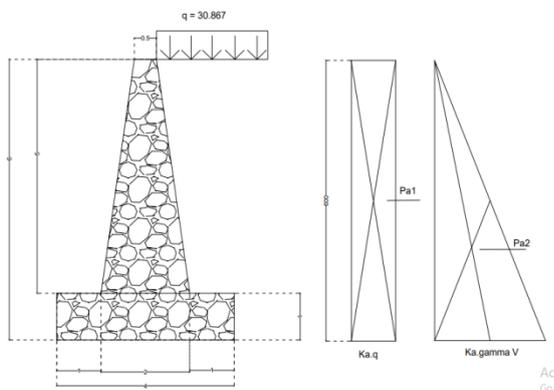
Karena permukaan tanah urugan yang berada di atas dinding penahan tanah tidak memiliki sudut atau datar ($\beta = 0$) maka rumus koefisien tekanan tanah pasif yang dipakai adalah:

$$K_p = \tan^2(45 + \varphi - /2)$$

$$= \tan^2(45 + 40/2) = 4,59$$

$$P_p = \frac{1}{2} * k_p * \gamma_w * h^2 * h^2$$

$$= \frac{1}{2} * 4,59 * 27,2017 * 1 * 1 = 62,4279$$



Gambar 8 Dinding Penahan Tanah

Tekanan tanah Akibat beban merata di atas tanah (Pa_1)

$$q = 30,867 \text{ kN/m}^2$$

$$pa_1 = K_a * q * H$$

$$pa_1 = 0,22 * 30,867 * 6 = 40,7444 \text{ kN.m}$$

Tekanan tanah Akibat tanah di belakang dinding (Pa_2)

$$\sigma_{0v} = H * \gamma$$

$$= 6 * 9,81 = 58,86$$

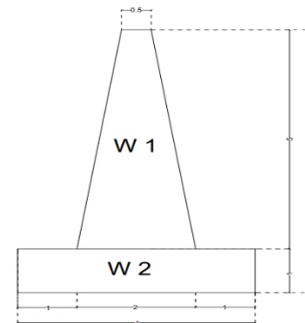
$$\sigma_h = K_a * \sigma_{0v}$$

$$= 0,22 * 58,86 = 12,94$$

$$pa_2 = \frac{1}{2} * K_a * \sigma_v * H$$

$$pa_2 = \frac{1}{2} * 0,22 * 58,86 * 6 = 38,8476 \text{ kN.m}$$

Analisis berat sendiri DPT



Gambar 9 Analisis berat sendiri DPT

1) Berat penahan

$$W_1 = \frac{1}{2} * t * (a + b) * \gamma_{batu}$$

$$W_1 = \frac{1}{2} * 5 * (0,5 + 2) * 14,7$$

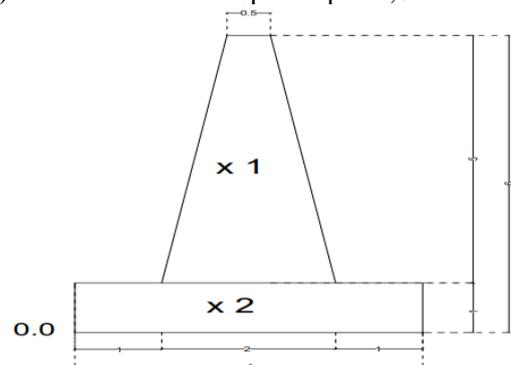
$$= \frac{1}{2} * 5 * 2,5 * 14,7 = 91,875$$

$$W_2 = P * L * \gamma_{batu}$$

$$W_2 = 4 * 1 * 14,7 = 58,8$$

$$R = 91,875 + 58,8 = 150.675 \text{ kN}$$

2) Jarak beban terhadap titik pusat,0

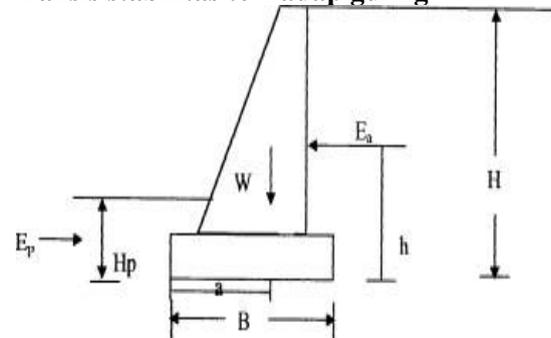


Gambar 10 beban terhadap titik pusat,0

$$X_1 = (\frac{1}{2} * 0,5) + 1 = 1,25 \text{ m}$$

$$X_2 = \frac{1}{2} * 4 = 2 \text{ m}$$

Analisis stabilitas terhadap guling



Gambar 11 Tinjauan stabilitas terhadap bahaya guling

Kontrol Terhadap Guling Setelah dihitung data-data mengenai jumlah momen penahan (mb) dengan momen yang menyebabkan pengguling (mo), maka perlu dicek kekuatan dinding penahan tanah

tersebut terhadap pengguling. diketahui data-data sebelumnya :

Momen penahan (m_b) =

$$W_1 * X_1 = 91,875 * 1,25 = 114,8437$$

$$W_2 * X_2 = 58,8 * 2 = 117,6$$

$$M_b = 114,8437 + 117,6 = 232,4437 \text{ kN.m}$$

Momen pengguling (m_o) = ($p_{a1} * H/2$) + ($p_{a2} * H/3$)

$$= (40,7444 * 6/2) + (38,8476 * 6/3)$$

$$= 1.222.332 + 77.6952$$

$$= 1.999.284$$

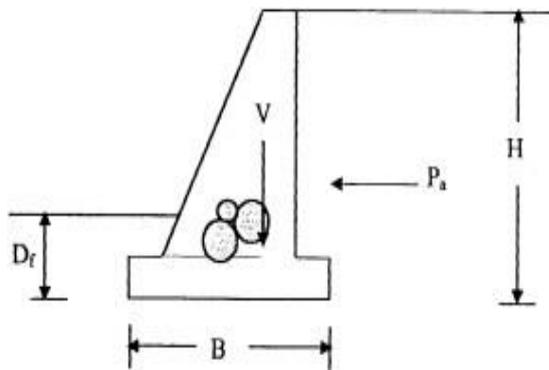
Cek terhadap Keamanan Guling (FS= 1,5) Maka:

$$FS = m_o / m_b > FS \text{ ijin}$$

$$= 1.999,284 / 232,4437$$

$$= 0,86 < 1,5 \text{ .. (Tidak aman)}$$

Analisis stabilitas terhadap geser



Gambar 12 Tinjauan stabilitas terhadap bahaya geser

Analisis perhitungan terhadap gaya geser untuk kondisi statis menggunakan metode Rankine :

f_s = Faktor aman [kN.m],

P_{a1}, P_{a2} , = Analisis tekanan tanah aktif metode rankine [kN.m],

P_p = Tekanan tanah pasif di depan DPT [kN],

m_o = Berat penahan total [Kn.m],

V_b = Gaya penahan [kN],

v_o = Gaya geser [kN], dan

μ = Kepadatan relative

$$1) \text{ Gaya geser } (v_o) = P_{a1} + P_{a2} \\ = 40,7444 + 38,8476 = 79,592 \text{ kN}$$

$$2) \text{ Gaya penahan } (v_b) = \mu * m_b * P_p \\ = 0,6 * 232,4437 * 62,4279 \\ = 8706,5832 \text{ kN}$$

3) Cek terhadap geser ($f_s = 1,5$)

$$F_s = m_o / v_o$$

$$= 1.999,284 / 79,592 = 25,119 > 1,5$$

(lebih besar dari 1,5 hasil aman)

Analisis stabilitas daya dukung tanah

1) Menentukan eksentrisitas (e)

$$e = (1/2) - (m_b - v_b) / R$$

$$= (1/2) - ((232,4437 - 8706,5832) / 150,675)$$

$$= 0,2972$$

$$bb/6 = 1/6 = 0,16 e > bb/6$$

(eksentrisitas tidak aman)

2) Mencari nilai B, q, β , pada dinding penahan tebingan

$$B' = bb - (2 * e)$$

$$= 4 - (2 * 0,2972) = 3,4056 \text{ m}$$

$$q = v_b / B'$$

$$= 8706,5832 / 3,4056 = 2556,5489 \text{ kN/m}^2$$

$\beta = 0^\circ$ (bentuk belakang tembok tegak).

3) Menentukan faktor daya dukung

Tanah dengan sudut geser $\phi = 40^\circ$ menggunakan faktor daya dukung Mayerhoff :

$$N_q = \tan^2 (45 + (\mu/2)) * e^{\pi \tan \phi} = 64,20$$

$$N_c = (N_q - 1) \cos \phi = 75,31$$

$$N_\gamma = 2 (N_q * 10) \tan \phi = 93,69$$

4) Menentukan faktor bentuk

$$f_{cs} = 1 + ((bb/L) * (N_q/N_c))$$

$$= 1 + ((4/16) * (64,20/75,31))$$

$$= 1 + 0,25 * 0,8524 = 1,231$$

$$f_{qs} = 1 + ((bb/L) * \tan 40^\circ)$$

$$= 1 + ((4/16) * \tan 40^\circ)$$

$$= 1 + 0,25 * 0,8390 = 1,2097$$

$$F_{\gamma s} = 1 - (b_a * (bb/l))$$

$$= 1 - (0,5 * (4/16))$$

$$= 1 - (0,5 * 0,25) = 0,875$$

5) Menentukan faktor kedalaman

$$f_{cd} = 1 + (b_a * H/bb)$$

$$= 1 + (0,5 * 0,7/4) = 1,0875$$

$$f_{qd} = 1 + (2 * \tan 40^\circ * (0,7/4))$$

$$= 1 + (2 * 0,8390 * (1 - 0,6427)^2 * 0,175)$$

$$= 1 + (2 * 0,8390 * 0,1276 * 0,175)$$

$$= 1 + 0,0374 = 1,0374$$

$$f_{\gamma d} = 1$$

6) Menentukan faktor inklimasi

$$f_{ci} = \left(1 - \left(\frac{\theta}{90}\right)^2\right)$$

$$f_{qi} = \left(1 - \left(\frac{\theta}{90}\right)^2\right)$$

$$f_{\gamma i} = \left(1 - \left(\frac{\theta}{40}\right)^2\right)$$

7) Menghitung kapasitas ultimate (Qult)

$$Q_{ult} = (c * N_c * f_{cs} * f_{cd} * f_{ci}) + (q * N_q * f_{qs} * f_{qd} * f_{qi}) + \left(\frac{1}{2} * \gamma d * B' * N_\gamma * f_{\gamma s} * f_{\gamma d} * f_{\gamma i}\right) = (58,83 * 75,31 * 1,231 * 1,0875 * 1) + (59,28 * 64,20 * 1,2097 * 1,0374 * 1) + (1/2 * 12,26 * 3,41 * 93,69 * 0,875 * 1 * 1) = 12.419,59 \text{ kN/m}^2$$

$$f_{qi}) + \left(\frac{1}{2} * \gamma d * B' * N_\gamma * f_{\gamma s} * f_{\gamma d} * f_{\gamma i}\right) = (58,83 * 75,31 * 1,231 * 1,0875 * 1) + (59,28 * 64,20 * 1,2097 * 1,0374 * 1) + (1/2 * 12,26 * 3,41 * 93,69 * 0,875 * 1 * 1) = 12.419,59 \text{ kN/m}^2$$

$$f_{qi}) + \left(\frac{1}{2} * \gamma d * B' * N_\gamma * f_{\gamma s} * f_{\gamma d} * f_{\gamma i}\right) = (58,83 * 75,31 * 1,231 * 1,0875 * 1) + (59,28 * 64,20 * 1,2097 * 1,0374 * 1) + (1/2 * 12,26 * 3,41 * 93,69 * 0,875 * 1 * 1) = 12.419,59 \text{ kN/m}^2$$

$$f_{qi}) + \left(\frac{1}{2} * \gamma d * B' * N_\gamma * f_{\gamma s} * f_{\gamma d} * f_{\gamma i}\right) = (58,83 * 75,31 * 1,231 * 1,0875 * 1) + (59,28 * 64,20 * 1,2097 * 1,0374 * 1) + (1/2 * 12,26 * 3,41 * 93,69 * 0,875 * 1 * 1) = 12.419,59 \text{ kN/m}^2$$

$$f_{qi}) + \left(\frac{1}{2} * \gamma d * B' * N_\gamma * f_{\gamma s} * f_{\gamma d} * f_{\gamma i}\right) = (58,83 * 75,31 * 1,231 * 1,0875 * 1) + (59,28 * 64,20 * 1,2097 * 1,0374 * 1) + (1/2 * 12,26 * 3,41 * 93,69 * 0,875 * 1 * 1) = 12.419,59 \text{ kN/m}^2$$

$$f_{qi}) + \left(\frac{1}{2} * \gamma d * B' * N_\gamma * f_{\gamma s} * f_{\gamma d} * f_{\gamma i}\right) = (58,83 * 75,31 * 1,231 * 1,0875 * 1) + (59,28 * 64,20 * 1,2097 * 1,0374 * 1) + (1/2 * 12,26 * 3,41 * 93,69 * 0,875 * 1 * 1) = 12.419,59 \text{ kN/m}^2$$

$$f_{qi}) + \left(\frac{1}{2} * \gamma d * B' * N_\gamma * f_{\gamma s} * f_{\gamma d} * f_{\gamma i}\right) = (58,83 * 75,31 * 1,231 * 1,0875 * 1) + (59,28 * 64,20 * 1,2097 * 1,0374 * 1) + (1/2 * 12,26 * 3,41 * 93,69 * 0,875 * 1 * 1) = 12.419,59 \text{ kN/m}^2$$

$$f_{qi}) + \left(\frac{1}{2} * \gamma d * B' * N_\gamma * f_{\gamma s} * f_{\gamma d} * f_{\gamma i}\right) = (58,83 * 75,31 * 1,231 * 1,0875 * 1) + (59,28 * 64,20 * 1,2097 * 1,0374 * 1) + (1/2 * 12,26 * 3,41 * 93,69 * 0,875 * 1 * 1) = 12.419,59 \text{ kN/m}^2$$

$$f_{qi}) + \left(\frac{1}{2} * \gamma d * B' * N_\gamma * f_{\gamma s} * f_{\gamma d} * f_{\gamma i}\right) = (58,83 * 75,31 * 1,231 * 1,0875 * 1) + (59,28 * 64,20 * 1,2097 * 1,0374 * 1) + (1/2 * 12,26 * 3,41 * 93,69 * 0,875 * 1 * 1) = 12.419,59 \text{ kN/m}^2$$

$$f_{qi}) + \left(\frac{1}{2} * \gamma d * B' * N_\gamma * f_{\gamma s} * f_{\gamma d} * f_{\gamma i}\right) = (58,83 * 75,31 * 1,231 * 1,0875 * 1) + (59,28 * 64,20 * 1,2097 * 1,0374 * 1) + (1/2 * 12,26 * 3,41 * 93,69 * 0,875 * 1 * 1) = 12.419,59 \text{ kN/m}^2$$

$$f_{qi}) + \left(\frac{1}{2} * \gamma d * B' * N_\gamma * f_{\gamma s} * f_{\gamma d} * f_{\gamma i}\right) = (58,83 * 75,31 * 1,231 * 1,0875 * 1) + (59,28 * 64,20 * 1,2097 * 1,0374 * 1) + (1/2 * 12,26 * 3,41 * 93,69 * 0,875 * 1 * 1) = 12.419,59 \text{ kN/m}^2$$

$$f_{qi}) + \left(\frac{1}{2} * \gamma d * B' * N_\gamma * f_{\gamma s} * f_{\gamma d} * f_{\gamma i}\right) = (58,83 * 75,31 * 1,231 * 1,0875 * 1) + (59,28 * 64,20 * 1,2097 * 1,0374 * 1) + (1/2 * 12,26 * 3,41 * 93,69 * 0,875 * 1 * 1) = 12.419,59 \text{ kN/m}^2$$

$$f_{qi}) + \left(\frac{1}{2} * \gamma d * B' * N_\gamma * f_{\gamma s} * f_{\gamma d} * f_{\gamma i}\right) = (58,83 * 75,31 * 1,231 * 1,0875 * 1) + (59,28 * 64,20 * 1,2097 * 1,0374 * 1) + (1/2 * 12,26 * 3,41 * 93,69 * 0,875 * 1 * 1) = 12.419,59 \text{ kN/m}^2$$

9) Cek tegangan tanah di bawah dinding

$$\begin{aligned} q_{toe} &= (mb/3) * (1 + (6 * e)/3) \\ &= (232.44/3) * (1 + (6 * 0,30)/3) \\ &= 1.235,36 \text{ kN/m}^2 < 12.419,59 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

(hasil aman)

$$\begin{aligned} q_{heel} &= (mb/3) * (1 - (6 * e)/3) \\ &= (232.44/3) * (1 - (6 * 0,30)/3) \\ &= 31.4263 \text{ kN/m}^2 > 0 \text{ (aman)}. \end{aligned}$$

Analisis Perencanaan Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah yang terletak di lokasi penelitian telah mengalami longsor maka perlu dilakukannya perencanaan dinding penahan tanah dan menganalisis terhadap kestabilannya. Dalam perencanaan konstruksi dinding penahan tanah perlu diperhatikan beberapa faktor agar konstruksi tersebut tetap aman. Dinding penahan tanah harus dirancang untuk tetap aman terhadap, stabilitas terhadap pergeseran, stabilitas terhadap penggulingan, dan stabilitas terhadap keruntuhan kapasitas daya dukung tanah. Berdasarkan analisis data yang telah dihasilkan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian laboratorium.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa data yang diambil dari sampel tanah dilokasi penelitian dan data yang dihasilkan berupa hasil pengujian berat isi volume tanah, berat jenis tanah, dan geser langsung tanah. Melalui data pengujian tanah didapatkan hasil berat jenis tanah basah (γ_w) 2,85 gr/cm³, Berat jenis tanah kering (γ_d) 1,25 gr/cm³, sudut geser dalam tanah (ϕ) 40°, kohesi tanah (c) 0,60 kg/cm². Serta beban mati merata (q) berdasarkan beban yang bekerja di atas tanah aktif dinding penahan tanah terdapat saluran irigasi, maka digunakan beban merata nilai $q = 1,051 \text{ m}^2$.

2. Desain Rencana Dinding Penahan Tanah.

Pada desain rencana dinding penahan tanah yang digunakan berupa dinding penahan tanah tipe gravitasi karena dinding penahan tanah tipe gravitasi umumnya digunakan pada lereng. Desain rencana dinding penahan tanah ini memiliki dimensi setinggi 6 m (H), lebar atas 0,5 m (b_a), lebar bawah 4 m (b_b), tinggi dinding atas 5 m (h₁), tinggi air di depan dinding 1 m (h₂), dan panjang dinding penahan tanah 16 m.

3. Hasil Analisis Kestabilan Dinding Penahan Tanah

Dari hasil perhitungan diperoleh angka keamanan tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif. Serta memperhitungkan kestabilan terhadap guling, geser dan daya dukung tanah. Tekanan tanah lateral

minimum, yang mengakibatkan keruntuhan geser tanah oleh akibat gerakan dinding menjauhi tanah di belakangnya disebut dengan tekanan tanah aktif. Tekanan tanah lateral maksimum yang mengakibatkan keruntuhan geser tanah akibat gerakan dinding menekan tanah urug, disebut tekanan tanah pasif hasil Perhitungan koefisien tekanan tanah aktif dan pasif yaitu tekanan tanah akibat beban merata di atas tanah (pa_1) 40,74 kN.m, tekanan tanah akibat tanah di belakang dinding (Pa_2) 38,84 kN.m, Dari hasil perhitungan diperoleh angka keamanan stabilitas terhadap guling, geser dan kapasitas daya dukung tanah. Stabilitas dinding terhadap guling f_s menjadi $0,86 < 1,5$ (tidak aman) dan stabilitas terhadap geser f_s menjadi $25.119 > 1,5$ (aman). Untuk tegangan tanah di bawah dinding q_{toe} 12.419,58 kN/m² < q_{all} 4.139,86 kN/m² (aman) untuk tegangan q_{hell} 31.4263 $\frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ > 0 (aman).

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis di atas, dapat disimpulkan bahwa beban yang bekerja pada dinding penahan tanah eksisting akibat tekanan tanah aktif beban merata di atas tanah (Pa_1) 40,74 kN.m, akibat tanah di belakang dinding (Pa_2) 38,84 kN.m. Dinding penahan tanah direncanakan dengan tinggi (H) = 6 m, lebar atas (ba) = 0,5 m, lebar bawah (bb) = 4 m, dan lebar dinding penahan tanah 16 m. Nilai faktor keamanan dinding terhadap guling adalah sebesar 0,86, sehingga dapat dinyatakan bahwa dinding tidak aman terhadap penggulingan.

Daftar Pustaka

- Afryansyah, A., Hariati, F., Taqwa, F. M. L., & Alimuddin, A. (2023). Analisis Stabilitas Dan Biaya Perencanaan Dinding Penahan Tanah Tipe Bronjong di Sungai Ciliwung (Studi Kasus: Ruas Legok Nyenang Rt.01/03, Desa Leuwimalang, Kecamatan Cisarua, Kabupaten Bogor). *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Sipil*, 7(1), 11–16. https://doi.org/10.32832/jurnal_komposit.v7i1.7369
- Badan Standardisasi Nasional (2017) SNI 8460-2017. Persyaratan Perancangan Geoteknik. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Djunaedi, R. R. (2020). Perencanaan Dinding Penahan Tanah Tipe Gravitasi (Studi Kasus: SDN Lio, Kecamatan Cireunghas). *Jurnal Student Teknik Sipil*, 2(1), 55-64.
- Fadli, M., Hariati, F., Chayati, N., & Taqwa, F. M. L. (2021). Perlindungan Tebing Sungai

- Ciliwung dengan Dinding Kantilever Ruas Kampung Legok Nyenang, Kabupaten Bogor. *Jurnal Komposit*, 5(1), 17-23.
- Hardiyatmo, H. C. (2010). *Analisis dan Perencanaan Fondasi bagian I*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H. C. (2006). *Mekanika Tanah I*, Gama Press, Yogyakarta, 2006.
- Hardiyatmo, H. C. (2007). *Mekanika Tanah II*, Edisi Keempat, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Kurniawan, I. (2019). Desain Bronjong untuk Perkuatan Tebing Pada Hilir Jembatan Moncongloe di Sungai Jenelata, Kab. Gowa, Makasar. *Skripsi*. Universitas Muhamadiyah Makasar.
- Nurrohman, I. (2016). Analisis Dinding Penahan Tanah Tipe Gravitasi pada Lereng di Desa Sumbersari, Tirtomoyo, Wonogiri.
- Sudarmanto, (1996) *Konstruksi Beton 2*. Bandung: Pusat Pengembangan Pendidikan Politeknik Dirjen Dikti.
- Suryolelono, (1994) *Teknik Pondasi bagian I (Pondasi Telapak dan Dinding Penahan Tanah*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Syaiful, S., Taqwa, F. M. L., & Muktadir, R. (2023). Evaluation of Failure and Design of Structural Reinforcement for Gabion-type Retaining Walls. *Ibn Khaldun International Journal of Applied Sciences and Sustainability*, 1(1), 69–88. Retrieved from <https://ejournal.uika-bogor.ac.id/index.php/IJJASS/article/view/13762>
- Terzaghi, K, & Peck. R, B.(1943) *Mekanika Tanah dalam Praktik Rekayasa*. Jakarta: Erlangga.
- Ulfa, R., Chayati, N., & Hariati, F. (2021). Evaluasi Stabilitas Dinding Pengaman Tebingan Saluran Irigasi Cadasngampar Ruas SDN 02 Cikeas. *Seminar Nasional Ketekniksipilan, Infrastruktur dan Industri Jasa Konstruksi (KIIJK)* (Vol. 1, No. 1, hlm. 183-194).
- Wang, Y. Z. (2000). Distribusi Tekanan Tanah pada Dinding Penahan Tanah. *Geoteknik*, 50 (1), 83-88.