Era Sains: Jurnal Penelitian Sains, Keteknikan dan Informatika
Vol. 1, No. 3, September 2025
e-ISSN: xxxx-xxxx, p-ISSN: xxxx-xxxx, Hlm. 48-65

Analisis Perencanaan terhadap Kinerja Dinding Penahan Tanah di Dukuh Padanama, Desa Mendala, Kecamatan Sirampog, Kabupaten Brebes

Planning Analysis of the Performance of Land Retaining Walls in Padanama Hamlet, Mendala Village, Sirampog District, Brebes Regency

Yuni Maulidah[1*], Imron[2], Wahudin Diantoro[3], Abdul Khamid[4], Wahidin[5]
[1,2,3,4,5]Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhadi Setiabudi, Brebes, Indonesia
E-mail: [1]yunimaulidah@gmail.com, [2]imevv111@gmail.com, [3]irwahudindiantoro@gmail.com, [4]abdulkhamid.mt@gmail.com, [5]wahidinnaures@gmail.com

ARTICLE INFO

Article History:
Received: July, 06, 2025
Revised: August, 04, 2025
Accepted: Sept, 03, 2025
Published: Sept, 20, 2025

Keywords:
Gravity Type,
Planning,
Soil Retaining Wall,
River Stone Structure

ABSTRACT

So far, the area around Mendala Village, Sirampog District often experiences landslides at a number of points. Areas that became the center of the landslide include Jalan Dukuh Padanama, Kubang Bogo in Sirampog District, Brebes Regency. The problem is obtained with a height of 2.6 m and a length of 67 m. The type of research to be used is quantitative research. The data required for this retaining wall analysis are soil type, soil volume weight, shear angle (φ) and soil cohesion (c). Points that often occur landslides are categorized as heavy, reaching three points that experience traffic jams of dozens of kilometers. A number of locations that are landslide points are currently quite vulnerable, for road users who cross the area. In addition to a landslide that paralyzed the flow of traffic from Sirampog District to Brebes Regency. On this occasion, the researcher wanted to examine the "Planning Analysis of the Performance of the Land Retaining Wall in Padanama Hamlet, Mendala Village, Sirampog District" on the Kali Stone Structure Soil Retaining Wall Stability Project on the Sirampog-Brebes Sta Road Section 0+000 to 0+950.

This is an open access article under the CC BY-SA license.

Corresponding Author:
Yuni Maulidah
Email: yunimaulidah@gmail.com

Abstrak

Selama ini daerah disekitar Desa Mendala, Kecamatan Sirampog sering mengalami terjadinya tanah longsor di sejumlah titik. Kawasan yang menjadi pusat longsor antara lain Jalan Dukuh Padanama, Kubang Bogo di Kecamatan Sirampog, Kabupaten Brebes. Permasalahan yang ada didapat dengan ketinggian 2.6 m dan panjang 67 m. Jenis penelitian yang akan digunakan adalah penelitian kuantitatif. Data yang diperlukan untuk analisis dinding penahan ini adalah jenis tanah, berat volume tanah, sudut geser (*φ*) dan kohesi tanah (c). Titik-titik yang sering terjadi longsor dikategorikan berat mencapai tiga titik yang mengalami macet belasan kilometer. Sejumlah lokasi yang menjadi titik tanah longsor saat ini memang cukup rawan, bagi pengguna jalan yang melintasi dikawasan itu. Selain terjadi tanah longsor yang melumpuhkan arus lalu lintas dari Kecamatan Sirampog menuju Kabupaten Brebes. Pada kesempatan ini peneliti ingin meneliti tentang "Analisis Perencanaan terhadap Kinerja Dinding Penahan Tanah di Dukuh Padanama, Desa Mendala, Kecamatan Sirampog" pada Proyek Kestabilan Dinding Penahan Tanah Struktur Batu Kali pada Ruas Jalan Sirampog-Brebes Sta 0+000 s/d 0+950.
Kata Kunci: Tipe Gravitasi, Perencanaan, Dinding Penahan Tanah, Struktur Batu Kali

1. PENDAHULUAN

Daerah di sekitar Dukuh Padanama, Kubang Bogo, Desa Mendala, Kecamatan Sirampog, Kabupaten Brebes sering mengalami terjadinya tanah longsor di beberapa titik. Salah satu pusat longsor terjadi di Jalan Dukuh Padanama-Kubang Bogo di Kecamatan Sirampog. Ada tiga titik berat di jalan tersebut yang mengalami longsor, menyebabkan macet hingga belasan kilometer. Kawasan ini tergolong rawan longsor dan menjadi perhatian bagi para pengguna jalan yang melintasi daerah

tersebut. Upaya mitigasi dan perhatian lebih terhadap kestabilan tanah di daerah ini mungkin diperlukan untuk mengurangi risiko tanah longsor di masa mendatang. Peneliti akan melakukan studi tentang "Analisis Perencanaan terhadap Kinerja Dinding Penahan Tanah di Dukuh Padanama, Kubang Bogo, Desa Mendala, Kecamatan Sirampog, Kabupaten Brebes" yang terletak pada proyek kestabilan Dinding Penahan Tanah Struktur Batu Kali pada Ruas Jalan Sirampog-Brebes Sta 0+000 hingga 0+950. Penelitian ini akan fokus pada evaluasi dan analisis kinerja dinding penahan tanah yang ada di kawasan Dukuh Padanama, Kubang Bogo, Desa Mendala, Kecamatan Sirampog. Dinding penahan tanah ini bertujuan untuk mengatasi masalah tanah longsor yang sering terjadi di daerah tersebut, khususnya di ruas jalan Sirampog-Brebes. Beberapa hal yang mungkin akan diteliti oleh peneliti meliputi: evaluasi kondisi eksisting dinding penahan tanah, analisis stabilitas dinding penahan tanah, perencanaan dan desain dinding penahan tanah, evaluasi dampak lingkungan, dan analisis kinerja perencanaan.

Peneliti akan menilai kondisi fisik dinding penahan tanah yang sudah ada, termasuk bahan konstruksi, tinggi dan panjang dinding, serta tingkat keausan dan kerusakan yang terjadi, melakukan analisis terhadap stabilitas dinding penahan tanah saat ini, untuk memastikan bahwa struktur tersebut mampu menahan tekanan tanah dengan baik dan tidak rentan terhadap kegagalan. Jika ditemukan kelemahan atau kekurangan pada dinding penahan tanah yang sudah ada, peneliti akan merencanakan perbaikan atau peningkatan desain struktur dinding penahan tanah yang lebih efektif dan tahan lama. Peneliti akan mengevaluasi dampak lingkungan dari perencanaan dan implementasi proyek dinding penahan tanah baru, termasuk potensi perubahan pola aliran air dan ekosistem sekitar, menilai sejauh mana rencana dan perencanaan dinding penahan tanah baru telah mempertimbangkan faktor-faktor risiko tanah longsor dan kesiapan menghadapinya, dan untuk menyusun rekomendasi perencanaan yang lebih baik dan efektif dalam mengatasi masalah tanah longsor di kawasan tersebut, serta meningkatkan kinerja dinding penahan tanah yang ada. Hal ini diharapkan dapat membantu mencegah terjadinya tanah longsor yang dapat mengganggu arus lalu lintas dan keselamatan masyarakat yang melintasi ruas jalan Sirampog-Brebes.

Dinding penahan tanah adalah suatu konstruksi yang berfungsi untuk menahan tanah lepas atau alami dan mencegah keruntuhan tanah yang miring atau lereng yang kemantapannya tidak dapat dijamin oleh lereng tanah itu sendiri dinding penahan tanah dari akibat longsor, akibat pergeseran tanah [1]. Dinding penahan tanah merupakan suatu konstruksi yang dibangun untuk menahan tanah atau mencegah keruntuhan tanah yang curam atau lereng yang dibangun di tempat, kemantapannya tidak dapat dijamin oleh lereng tanah itu sendiri, serta untuk mendapatkan bidang yang tegak. Dalam proses pembuatannya, batu kali memerlukan campuran semen, pasir, dan air yang membentuk adukan (mortal), sehingga lebih menguatkan pada pasangan dan saling menyatu. Jenis batu-batuan yang digunakan berasal harus dari pegunungan karena memiliki struktur yang kasar. Struktur batu yang kasar akan membuat semen terikat lebih erat dengan batu-batuannya. Pemasangan dinding penahan tanah biasanya diterapkan pada konstruksi bangunan yang berada diatas kemiringan tertentu agar tidak mudah goyah atau roboh.

Selain itu dinding penahan tanah juga digunakan untuk menahan timbunan tanah serta lain seperti beban merata, beban garis, tekanan-tekanan akibat beban-beban tekanan air dan beban gempa [2]. Pada kasus lereng penanggulangan longsor dilakukan dengan menggunakan dinding penahan tanah metode gravitasi *(gravity wall)* yaitu konstruksi dinding penahan tanah dari pasangan batu kali, dimana berat struktur menjadi komponen kestabilan struktur terhadap gaya-gaya lateral tanah. Kondisi ini sangat berpengaruh terhadap struktur bangunan yang terletak di sekitar daerah lereng atau pun tanah yang dalam keadaan labil, karena dengan kondisi tanah yang demikian serta dengan mendapatkan beban dari struktur di atasnya maka kestabilan tanah dapat terganggu. Perencanaan dinding penahan tanah, dengan menggunakan pasangan batu kali sebagai dinding penahan dari pergerakan tanah atau longsor pada tebing tanah. Beberapa teknik pengendalian tanah diantaranya perencanaan dinding penahan tanah, sehingga dapat meminimalisir terhadap dampak yang timbul terutama pada daerah pemukiman dengan kondisi tanah yang berbeda, ketinggian.

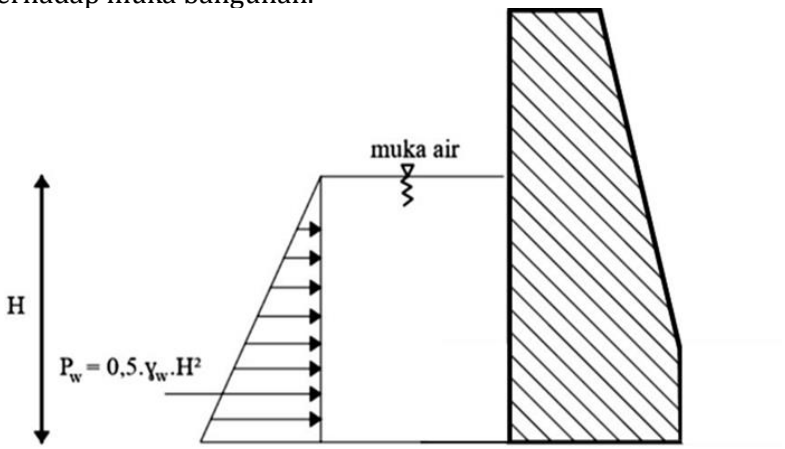
Definisi Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah adalah suatu konstruksi yang berfungsi untuk menahan tanah lepas atau alami dan mencegah keruntuhan tanah yang miring atau lereng yang kemantapannya tidak dapat dijamin oleh lereng tanah itu sendiri [3]. Tanah yang tertahan memberikan dorongan secara aktif pada struktur dinding, sehingga struktur cenderung akan terguling atau akan tergeser [4].

a. Beban Bekerja pada Dinding Penahan Tanah

Beban adalah sebuah gaya yang dipikul oleh struktur bangunan. Jenis-jenis beban yang bekerja pada bangunan struktur [5] antara lain:

1) Beban Mati
   Beban mati adalah beban dengan besar yang konstan dan berada pada posisi yang sama setiap saat. Beban ini terdiri dari berat sendiri struktur dan beban lain yang melekat pada struktur secara permanen.
2) Beban Hidup
   Beban hidup adalah seluruh beban tidak tetap yang dapat mempengaruhi berat bangunan dan atau unsur bangunan. Jenis beban hidup lain adalah angin, tekanan tanah, tekanan air, beban lumpur, dan beban yang disebabkan oleh pelaksanaan konstruksi.
3) Tekanan Hidrostatis
   Gaya tekan air atau gaya hidrostatis adalah gaya horisontal akibat air di hulu dan hilir bendung. Tekanan hidrostatis adalah fungsi kedalaman di bawah permukaan air, dan bekerja tegak lurus terhadap muka bangunan.



Gambar 1. Tekanan Air pada Dinding Penahan Tanah

Tekanan air pada dinding penahan tanah.
Pair = 0,5 . γw . H2
Momen akibat tekanan hidrostatis dapat dinyatakan:

$$Mair = \frac{Pair \times H}{3}$$

dengan :
Pair = Tekanan air aktif (kN/m)
Mair = Momen tekanan air (kNm)
γw = Berat volume air (kN/m^3)

b. Stabilitas terhadap Geser

Akibat gaya-gaya lateral seperti tekanan tanah aktif Pa yang bekerja, maka dinding penahan tanah dapat bergeser [6]. Gaya-gaya lateral Pa tersebut akan mendapatkan perlawanan dari tekanan tanah Pasif Pp dan gaya gesek antara dasar dinding dan tanah.

$$SF = \frac{\Sigma Rh}{\Sigma Ph} \geq 1.5$$

$\Sigma Rh = c \times B + \Sigma W \times \tan\phi$
Keterangan:
SF = Faktor keamanan

ΣRh = Tahanan dinding penahan tanah terhadap penggeseran (kN)
ΣPh = Jumlah tekanan gaya horisontal (kN)
ΣW = Jumlah gaya berat sendiri dinding penahan tanah (kN)
B = Lebar dasar pondasi (m)
c = Kohesi (kN/m2)
ϕ = Sudut gesek internal tanah (°)

c. Stabiltas terhadap Guling

Tekanan tanah lateral yang diakibatkan oleh tanah urug di belakang dinding penahan, cenderung menggulingkan dinding dengan pusat rotasi pada ujung kaki depan pelat fondasi [7]. Momen penggulingan ini, dilawan oleh momen akibat berat sendiri dinding penahan dan momen akibat berat tanah di atas pelat fondasi. Faktor aman terhadap penggulingan (SF) dirumuskan:

$$SF = \frac{\Sigma Mt}{\Sigma Mg} \geq 1.5$$

Keterangan:
ΣMt = momen melawan terhadap guling (kNm)
ΣMg = momen yang mengakibatkan penggulingan (kNm)
Faktor aman terhadap penggulingan bergantung pada jenis tanah, yaitu:
SF ≥ 1,5 untuk tanah dasar granuler
SF ≥ 2 untuk tana kohesif

Jenis Dinding Penahan Tanah

Berdasarkan cara untuk mencapai stabilitasnya, maka dinding penahan tanah dapat digolongkan dalam beberapa jenis yaitu dinding gravitasi, dinding kantilever, dinding *counterfort,* dinding *buttress* [8]. Beberapa jenis dinding penahan tanah antara lain:

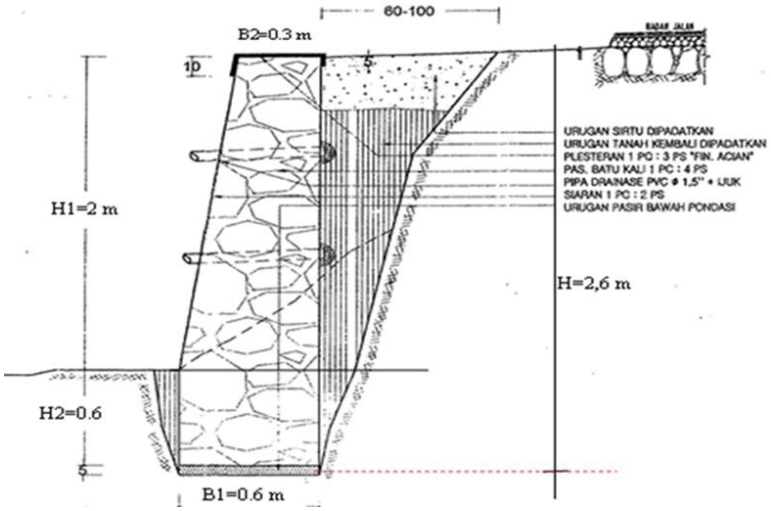
a. Dinding Penahan Tanah Tipe Gravitasi *(Gravity Wall)*
Dinding ini biasanya dibuat dari beton murni (tanpa tulangan) atau dari pasangan batu kali. Stabilitas konstruksi diperoleh hanya dengan mengandalkan berat sendiri.
b. Dinding Kantilever *(Cantilever Wall)*
Dinding Kantilever dibuat dari beton bertulang yang tersusun dari suatu dinding vertikal dan tapak lantai. Masing- masing berperan sebagai balok atau pelat Kantilever. Stabilitas konstruksi diperoleh dari berat sendiri dinding penahan dan berat tanah di atas tumit tapak *(hell).* Terdapat 3 bagian struktur yang berfungsi sebagai Kantilever, yaitu bagian dinding vertikal *(steem),* tumit tapak dan ujung kaki tapak *(toe)* [1].
c. Dinding Kontrafort *(Counterfort Wall)*
Apabila tekanan tanah aktif pada dinding vertical cukup besar, makabagian dinding vertikal dan tumit perlu disatukan *(counterfort). Kontrafort* berfungsi sebagai pengikat tarik dinding vertikal dan ditempatkan pada bagian timbunan dengan interval jarak tertentu.
d. Dinding *Butters (Buttrers Wall)*
Dinding ini hampir sama dengan dinding *kontrafort,* hanya bedanya bagian *kontrafort* diletakkan di depan dinding. Dalam hal ini, struktur *kontrafort* berfungsi memikul tegangan tekan. Pada dinding ini, bagian tumit lebih pendek daripada bagian kaki. Stabilitas konstruksinya diperoleh dari berat sendiri dinding penahan dan berat tanah diatas tumit tapak.

Dinding penahan tanah merupakan suatu struktur yang direncanakan dan dibangun untuk menahan tekanan tanah lateral yang ditimbulkan oleh tanah urug atau tanah asli yang labil, sehingga dinding penahan tanah aman terhadap pergeseran, penggulingan dan keruntuhan kapasitas dukung tanah.

Perencanaan Dinding Penahan Tanah

Jenis atau tipe dinding penahan tanah yang akan digunakan untuk perbandingan penelitian ini yaitu dinding penahan tanah tipe gravitasi. Perencanaan dinding penahan tanah ini digunakan

untuk menganalisa stabilitas dari setiap struktur [9]. Bentuk dan ukuran bagian dari dinding penahan tanah tipe *gravity* di bawah kondisi normal sebagai berikut:



Gambar 1. Struktur Dinding Penahan Tanah

Tekanan Tanah Lateral

Tekanan tanah lateral adalah gaya yang ditimbulkan akibat dorongan tanah di belakangstruktur penahan tanah [8]. Besarnya tekanan lateral sangat dipengaruhi oleh perubahan. Letak *(displacement)* dari dinding penahan dan sifat-sifat tanahnya. Analisis tekanan tanah lateral ditinjau padakondisi keseimbangan plastis, yaitu saat massa tanah pada kondisi tepat akan runtuh. Besarnya tekanan tanah ditentukan oleh koefisien tekanan tanah aktif, pasif dan tekanan tanah aktif pada saat gempa, kohesi tanah, dan beban yang bekerja pada permukaan tanah timbunan. Tekanan tanah lateral adalah sebuah parameter perencanaan yang penting di dalam sejumlah persoalan teknik pondasi, dinding penahandan konstruksi–konstruksi lain yang ada di bawah tanah [10]. Semuanya ini memerlukan perkiraan tekanan lateral secara kuantitatif pada pekerjaan konstruksi, baik untuk analisa perencanaan maupun untuk analisa stabilitas. Tekanan pada dinding akan meningkat sesuai dengan kedalamannya.

Analisis tekanan tanah lateral ditinjau pada kondisi keseimbangan elastis, yaitu teori yang digunakan untuk menghitung profil tekanan lateral pada dinding penahan tanah dari pembebanan muatan tambahan permukaan (titik, garis, lajur). Jenis-jenis pembebanan pada dinding penahan yang dapat menaikkan tekanan tanah dapat dibagi atas: a) beban titik atau beban terpusat Q diletakkan pada permukaan tanah urugan dibelakang dinding, b) beban garis yaitu beban yang diletakkan sejajar dengan puncak (bagian atas) dinding penahan, dan c) beban lajur sebesar q per satuan luas dapat berbentuk beban merata persegi panjang, beban merata segi tiga, dengan beban merata trapesium.

Teori elastis memberikan nilai untuk Poisson ratio (μ) sebesar -1 dan +0,5. Tanda + berarti suatu regangan perpanjangan dengan penyusutan lateral seperti untuk baja regang yang menghasilkan μ= 0,3 dan untuk uji silinder beton μ= 0,15 [11]. Teori yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan teori Coloumb (1776). Persamaan Teori dari Coloumb tentang koefisien tekanan tanah aktif, tanah pasif,dan tanah aktif pada saat gempa sebagai berikut :

$$K_a = \frac{sin^2(\beta+\theta')}{sin^2\beta\,.\sin(\beta-\delta)\left[1+\sqrt{\frac{\sin(\theta'+\delta).\sin(\theta'-\alpha)}{\sin(\beta-\delta).\sin(\alpha+\beta)}}\right]^2}$$

$$K_p = \frac{sin^2(c-\theta')}{sin^2\beta\,.\sin(\beta+\delta)\left[1-\sqrt{\frac{\sin(\theta'+\delta).\sin(\theta'+\alpha)}{\sin(\beta+\delta).\sin(\alpha+\beta)}}\right]^2}$$

Dimana:

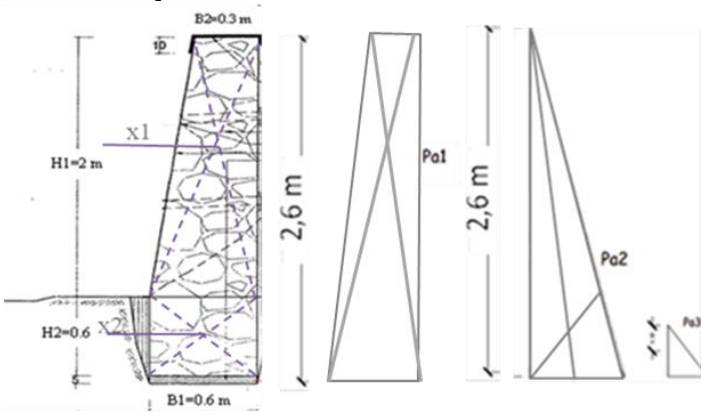
Ka = koefisien tekanan tanah aktif

Kp = koefisien tekanan tanah pasif
KAE' = koefisien tekanan tanah aktif pada saat gempa
= sudut kemiringan tanah timbunan
α = sudut kemiringan lereng
Ø = sudut geser dalam tanah
θ = tan-1 Kh

Teori yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan teori Coloumb. Akibatnya, perkiraan detail dari gaya lateral yang bekerja pada berbagai dinding penahan tanah hanya suatu masalah teoritis dalam mekanika tanah [12]. Jika suatu dinding penahan digunakan untuk menahan batuan solid, maka tidak ada tekanan pada dinding yang ditimbulkan oleh batuan tersebut. Pembahasan berikut ini dibatasi untuk dinding penahan tanah, perilaku tanah pada umumnya berada diantara batuan dan air, dimana tekanan yang disebabkan oleh tanah jauh lebih tinggi dibandingkan oleh air. Tekanan pada dinding akan meningkat sesuai dengan kedalamannya pada prinsipnya kondisi tanah dalam kedudukannya ada 2 kemungkinan yaitu:

a. Dalam keadaan aktif (Ka).
Ka = tan2 (45 – φ 1/2)
b. Dalam keadaan pasif (Kp).
Kp = tan2 (45 + φ 1/2)

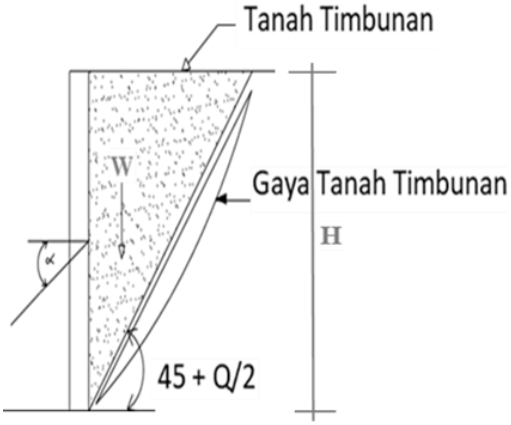
Beban yang berada di atas bangunan tersebut memberikan tekanan kepada bangunan yang ada di bawahnya. Teori yang membahas tentang tekanan tanah lateral yaitu teori tekanan tanah lateral. Teori ini memberikan analisis mengenai besar dari kedua jenis tekanan tanah lateral yang disebut dengan tekanan aktif dan tekanan pasif.



Gambar 2. Tekanan Tanah Aktif dan Pasif

Tekanan Tanah Aktif

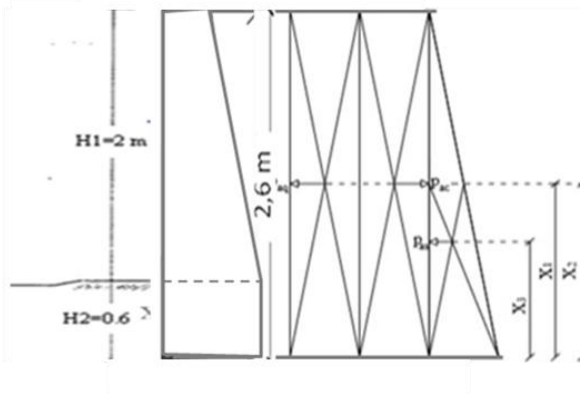
Seperti ditunjukkan pada gambar 2 akibat dinding penahan berotasi ke kiri terhadap titik A, maka tekanan tanah yang bekerja pada dinding penahan akan berkurang perlahan-lahan sampai mencapai suatu harga yang seimbang. Tekanan tanah yang mempunyai harga tetap atau seimbang dalam kondisi ini disebut tekanan tanah aktif [13].



Gambar 3. Dinding Akibat Tekanan Aktif Tanah

Analisis Gaya Tekanan Tanah Aktif

Gaya tekan yang diakibatkan oleh tanah aktif terdapat 3 gaya tekan yang menekan pada tanah yaitu akibat tanah, kohesi dan beban merata yang berada di atas dinding penahan tanah [14]. Untuk perhitungan gaya tekan akibat tanah itu sendiri menggunakan rumus: Pa =1/2 ×γ×H ×Ka. Untuk perhitungan gaya tekan akibat adanya nilai kohesi menggunakan perhitungan gaya tekan akibat adanya beban merata diatas dinding penahan tanah menggunakan rumus: Pa = q×Ka×H. Berikut diberikan gambar untuk gaya tekan tanah aktif dengan lengan beban momennya.



Gambar 4. Lengan Momen Tekanan Tanah Aktif pada Dinding Penahan Tanah

Menurut Teori Rankine, untuk tanah berpasir tidak kohesif, besarnya gaya lateral pada satuan lebar dinding akibat tekanan tanah aktif pada dinding setinggi H dapat dinyatakan dalam persamaan berikut.

Pa = 1/2 γd H2 Ka

Dimana Ka untuk tanah datar adalah tekanan akibat beban merata. Pada biasanya tanah urugan di belakang dinding penahan tanah dipengaruhi oleh beban merata atau beban yang terbagi merata.

Tekanan tanah Akibat beban merata di atas tanah (Pa1):

Pa1 = Ka x q x H

Akibat adanya beban merata ini, bertambahnya tekanan tanah aktif total tekanan tanah akibat tanah di belakang dinding (Pa2): pada dinding penahan tanah setinggi H dapat dinyatakan oleh persamaan:

Pa2 = ½ x Ka x γd x H2

Momen tanah aktif akibat adanya beban merata Tekanan tanah akibat muka air tanah di belakang dinding (pa3)

Pa3 = ½ x Ka x γw x H3

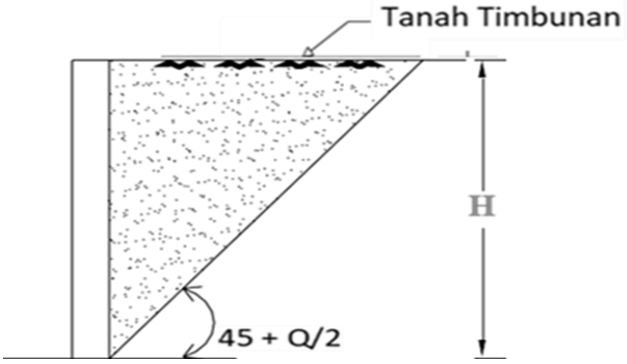
Dimana :

Pa = tekanan aktif akibat beban merata,
γw = Berat jenis tanah basah (kN/m3),
γd = Berat jenis tanah kering (kN/m3),
γair = Berat jenis air sungai (kN/m3),
γbatu = Berat jenis batu belah (kN/m3),
φ = Sudut geser dalam tanah (°)
c = Kohesi tanah (kN/m2),
q = Beban merata (q) (kN/m2),
H = tinggi dinding penahan tanah (m),
Ka = koefisien tekanan tanah aktif.

Tekanan Tanah Pasif

Besarnya gaya tegangan lateral yang terjadi bertambah dengan bertambahnya regangan dalam tanah seiring dengan bergeraknya dinding, hingga sampai suatu regangan tertentu[15]. Maka tanah akan mengalami keruntuhan geser akibat desakan dinding penahan, saat gaya lateral tanah mencapai nilai yang konstan yaitu pada nilai maksimumnya. Berlawanan dengan terjadinya tekanan tanah aktif, pada tekanan tanah pasif, kondisi tekanan tanah yang bekerja pada dinding akan bertambah dari kondisi seimbang sampai suatu harga maksimum yang mungkin [16].

Tekanan tanah lateral maksimum yang mengakibatkan keruntuhan geser tanah akibat gerakan dinding menekan tanah urug disebut tekanan tanah pasif *(passive earth pressure).*



Gambar 5. Dinding Akibat Tekanan Pasif

2. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang akan digunakan adalah penelitian kuantitatif. Metode penelitian kuantitatif adalah jenis penelitian yang melibatkan pengumpulan data statistik untuk perhitungan atau dimensi, yang dapat disajikan dalam bentuk desain [17]. Metode penelitian memberikan gambaran rancangan penelitian yang meliputi prosedur dan langkah-langkah yang ditempuh, sumber data, waktu penelitian, yang selanjutnya diolah atau dianalisis. Pada penelitian ini penulis menggunakan metode studi kasus dengan pengumpulan data lapangan seperti gambar kerja, data tanah, data topografi serta anggaran biaya terdahulu. Lokasi penelitian ini dilakukan di Dukuh Padanama, Kubang Bogo, Desa Mendala, Kecamatan Sirampog. Permasalahan yang ada didapat dengan ketinggian 2.6 m dan panjang 67 m. Berikut merupakan peta lokasi yang ditunjukkan pada gambar.



Gambar 6. Lokasi Pembangunan Dinding penahan Tanah

Metode pengumpulan data yang dibutuhkan memerlukan beberapa tahap antara lain dengan:

a. Gambar desain dinding penahan tanah dan dimensi dinding penahan tanah
b. Analisis stabilitas dinding penahan tanah dengan tipe gravitasi
c. Perhitungan koefisien tekanan tanah aktif dan pasif
d. Rencana anggaran biaya dinding penahan tanah
e. Peraturan Menteri No. 01 tahun 2022 tentang pedoman analisis harga satuan pekerjaan bidang pekerjaan umum.
f. Standar harga barang dan jasa brebes tahun 2022

Dalam melakukan penelitian, diperlukan tahapan-tahapan penelitian untuk mencapai tujuan penelitian dengan teori dan metode serta data penelitian yang telah didapat. Data primer yang dibutuhkan pada pekerjaan ini adalah data tanah dari pengambilan sampel di lokasi penelitian Data yang diperlukan untuk analisis dinding penahan ini adalah jenis tanah, berat volume tanah, sudut geser (φ) dan kohesi tanah (c). Data ini diperoleh melealui sampel tanah yang diambil dengan menggunakan tabung sampel pada kedalaman tertentu. Data sekunder yang diperlukan yaitu peta topografi serta yang di tinjau secara langsung di lokasi penelitian. Peta lokasi menggambarkan dimensi lereng secara visual, sehingga didapatkan tinggi dari kemiringan lereng, sedangkan peninjauan langsung dilapangan yaitu untuk mengamati situasi lokasi penelitian dan pengambilan foto–foto lokasi penelitian.

Rencana Anggaran Biaya Proyek

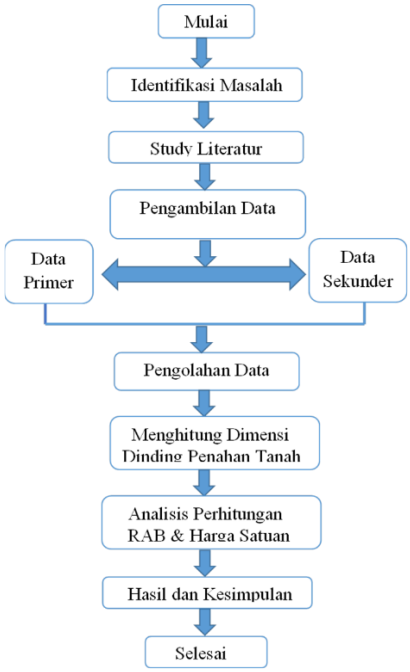
Ada tiga istilah yang harus dibedakan dalam menyusun anggaran biaya bangunan yaitu: harga satuan bahan, harga satuan upah, dan harga satuan pekerjaan [18].

a. Analisa bahan, dengan analisis bahan suatu pekerjaan, ialah menghitung banyaknya atau volume masing-masing bahan, serta biaya yang dibutuhkan.
b. Analisa upah dengan analisis upah suatu pekerjaan ialah, menghitug banyaknya tenaga yang diperlukan, serta besarnya biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan tersebut.

Bagan Rencana Penelitian

Tahapan rencana penelitian dilaksanakan dengan kegiatan berikut [19].

a. Identifikasi Masalah
   a) Mendefinisikan permasalahan yang akan dipecahkan dalam penelitian ini.
   b) Mengidentifikasi kebutuhan informasi dan data yang relevan.
b. Studi Literatur
   a) Melakukan pencarian literatur yang terkait dengan topik penelitian.
   b) Meninjau penelitian sebelumnya yang relevan.
   c) Menganalisis teori-teori dan konsep yang relevan dengan identifikasi masalah.
c. Pengambilan Data
   a) Merencanakan metode pengumpulan data primer, seperti survei atau wawancara.
   b) Menentukan metode pengumpulan data sekunder, seperti mengumpulkan data dari sumber-sumber yang telah ada.
   c) erancang instrumen pengumpulan data primer, seperti kuesioner atau pedoman wawancara.
d. Pengolahan Data
   a) Mengumpulkan data primer melalui survei atau wawancara.
   b) Mengumpulkan data sekunder dari sumber-sumber yang relevan.
   c) Menyusun data dalam bentuk yang siap untuk dianalisis.
   d) Membersihkan dan mengorganisir data agar siap untuk analisis.
e. Menghitung Dimensi Dinding Penahan Tanah
   a) Menerapkan metode yang sesuai untuk menghitung dimensi dinding penahan tanah berdasarkan data yang dikumpulkan.
   b) Memperhitungkan faktor-faktor seperti jenis tanah, beban dinding, dan kondisi lingkungan.
f. Analisis Perhitungan RAB dan Harga Satuan
   a) Menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB) berdasarkan analisis dimensi dinding penahan tanah dan komponen lainnya.
   b) Menentukan harga satuan untuk berbagai komponen konstruksi yang akan digunakan dalam proyek.
g. Hasil dan Kesimpulan
   a) Menganalisis hasil perhitungan dimensi dinding penahan tanah dan RAB.
   b) Menginterpretasikan hasil analisis untuk menarik kesimpulan terhadap identifikasi masalah.
   c) emberikan rekomendasi atau saran untuk solusi masalah yang diidentifikasi.
   d) Menyajikan hasil penelitian secara sistematis dalam bentuk laporan atau presentasi.



Gambar 7. Bagan Rencana Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Stabilitas Dinding Penahan Tanah Tipe Gravitasi

a. Perencanaan Dimensi Dinding Penahan Tanah

Analisis stabilitas dinding penahan tanah dengan tipe gravitasi. 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 geser, guling, serta kapasitas daya dukung tanah [20]. 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 (γw) 3,5598 gr/cm3, Berat jenis tanah kering (γd) 2,0398 gr/cm3, Berat jenis tanah kering (γair) 0,981 gr/cm3, Berat jenis batu belah (γbatu) 1,47 gr/cm3, sudut geser dalam tanah (φ) 40°, kohesi tanah (c) 5,884 kg/cm2, serta beban mati merata (q) 0,671 berdasarkan beban yang bekerja diatas tanah aktif dinding penahan tanah terdapat beban merata bahu jalan ditunjukkan pada:

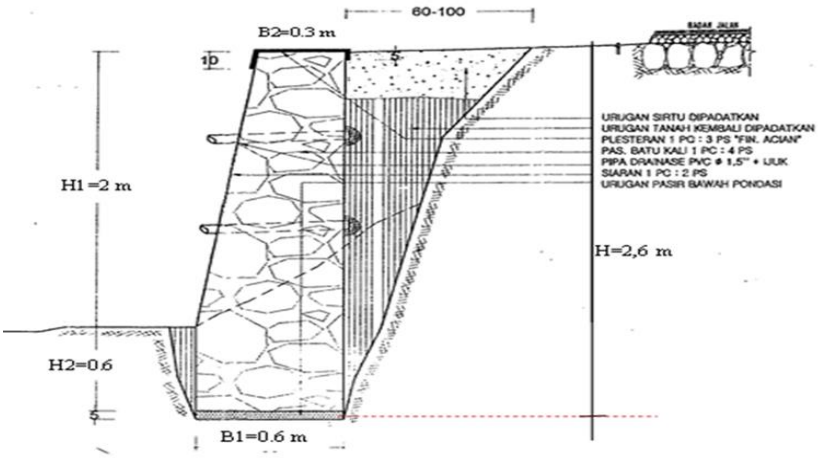
Tabel 1. Data Geoteknik

No	Uraian		Sat
1	Berat jenis tanah basah (γw)	35,598	kN/m3
2	Berat jenis tanah kering (γd)	20,398	kN/m3
3	Berat jenis air sungai (γair)	9,81	kN/m3
4	Berat jenis batu belah (γbatu)	14,7	kN/m3
5	Sudut geser dalam tanah (φ)	40	°
6	Kohesi tanah (c)	58,84	kN/m2
7	Beban merata (q)	6,71	kN/m2
	(Badan Standarisasi SNI 1727:2013)		

Sumber: Hasil pengujian laboratorium

Setelah mendapatkan beban yang bekerja pada dinding penahan tanah, maka perlu direncanakan dimensi dari dinding penahan tanah tersebut. Dinding penahan tanah yang

digunakan berupa dinding penahan tanah tipe gravitasi. Dimensi DPT ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 8. Dimensi Dinding Penahan Tanah

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 yang memiliki ketinggian yang lebih pendek, lebih kurang dari 6 m. Desain rencana dinding penahan tanah ini memiliki dimensi setinggi 2,6 m (H), lebar atas 0,3 m (B2), lebar bawah 3,5 m (B1), tinggi dinding atas 2,0 m (h1), tebal telapak 0,6 m (h2), tebal telapak 0,05 m (h3), dan panjang dinding penahan tanah 67 m.

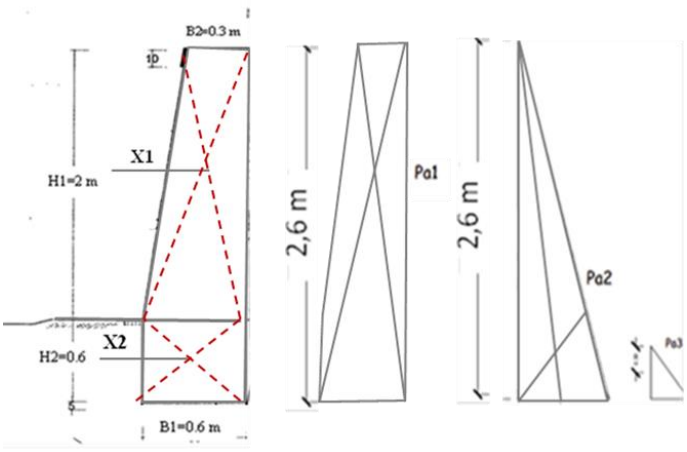
Tabel 2. Dimensi Dinding Penahan Tanah

No	Uraian	Dimensi	Sat
1.	Tinggi permukaan tanah DPT (h1)	2	m
2.	Tinggi air di depan dinding (h2)	0,6	m
3.	Tebal telapak (h3) (t telapak)	0,05	m
4.	Tinggi total (H)	2,6	m
5.	Tebal dinding atas (B2)	0,3	m
6.	Tebal dinding bawah (B1) (P)	0,6	m

Sumber: Hasil pengujian laboratorium

3) Perhitungan Koefisien Tekanan Tanah Aktif dan Tanah Pasif
Untuk menghitung koefisien dari tanah aktif maupun tanah pasif, maka dapat digunakan perhitungan menurut rumus rankine dengan perhitungan.
a) Koefisien tekanan tanah aktif (Ka) karena permukaan tanah urugan yang berada diatas dinding penahan tanah tidak memiliki sudut atau datar (β=0) maka rumus koefisien tekanan tanah aktif yang dipakai adalah:
Ka = tan2 (45 – φ 1/2)
= tan2 45 – 40 x 1/2)
= tan2 (45 – 20) = 25 0,47
Ka = 0,2209
b) Koefisien tekanan tanah pasif (Kp) karena permukaan tanah urugan yang berada di berada di atas dinding penahan tanah tidak memiliki sudut atau datar (β=0) maka rumus koefisien tekanan tanah pasif yang dipakai adalah:
Kp = tan2 (45 + φ x 1/2)
= tan2 (45 + 40 x 1/2)
= tan2 (45 + 20) = 652,144
= 4,597

Pp = ½ x kp x γwx H2 xH2
= ½ x 4,596736 x 35,5981 x 0,6 x 0,6
= 29,45



Gambar 9. Tekanan Tanah Aktif Dan Pasif Pada Dinding Penahan Tanah

b. Tekanan Tanah Aktif Dinding Penahan Tanah (Gravitasi Wall)

Dihitung berdasarkan metode Rankine, yaitu sebagai berikut:
H1 = 2 m B1 = 0,6m
H = 2,6 m B2 = 0,3m
H2 = 0,6 m
γc = 2,04
Perhitungan bertat sendiri bangunan dinding penahan tanah
W1 = b1 x h1 x γc
= 0,6 x 2 x 2,04
= 2,448
Perhitungan Momen berat sendiri sendiri sebagai berikut
M = W x Lengan Momen terhadap titik A
M1 = W1 x [(1/2 x b1) + b2)
= 2,448 x [(1/2 x 0,6)+ 0,3
= 1,47

Tabel 3. Berat Dinding Penahan Tanah dan Momen Tahanan terhadap Titik O

No	Uraian Perhitungan Berat Dinding	Berat Dinding(ton)	Lengan Momen(m)	Momen Tahanan(ton.m)
1	W1 = 1,447 × (2,6 x 0,6)	2,26	2,1	4,740
2	W2 = 2,40 × (2,6 x 0,30)	1,87	1,55	2,902
3	W3 = 2,40 × (2,0 × 0,6)	2,88	1,25	3,6
	Total	7,01		11,242

Sumber: Hasil olah data

Tekanan Tanah Pasif

Tekanan tanah Akibat beban merata di atas tanah (Pa1):

a. Tekanan tanah Akibat beban merata di atas tanah (Pa1):
Beban merata (q) (Badan Standarisasi SNI 1727:2013)
Pa1 = Kax q x H
= 0,2209 x 6,71 x 2,6
= 3,854 kN.m

b. Tekanan tanah akibat tanah di belakang dinding (Pa2):
σo' = H x γd
= 2,6 x 20,3978

= 53,03428

Pa2 = ½ x Ka x γw x H
= ½ x 0,2209 x 53,03428 x 2,60
= 15,23 kN.m

c. Tekanan tanah akibat muka air tanah di belakang dinding (pa3):

u = ½ x γair x H
= ½ x 9,81 x 2,6
= 12,753

Pa3 = ½ x Ka x γw x H2
= ½ x 0,2209 x 35,5981 x 0,6
= 2,359 kN.m

Gaya Horizontal

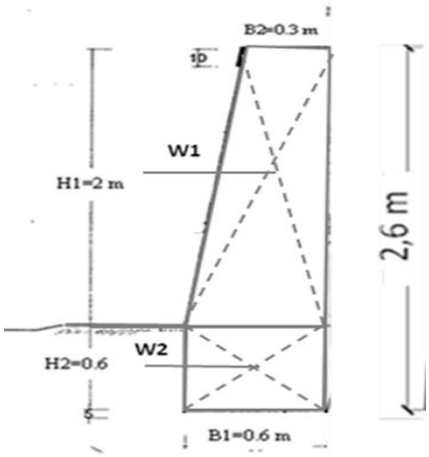
Gaya horizontal adalah gaya yang bekerja tegak lurus pada bidang dan garis kerja untuk perhitungan gaya horizontal [21]ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan Gaya Horizontal

No. Gaya	Gaya (P) (kN.m)	Lengan Momen (Y) (m)	Momen (M) (kN.m)
Pa1	3,854	1/2 x H = 1/2 x 2,6 = 1,30	5,01
Pa2	15,230	1/3 x H = 1/3 x 2,6 = 0,87	13,19
Pa3	2,359	1/3 x H = 1/3 x 2,6 = 0,87	2,04
∑Ph	0	∑Mh	20,24

Sumber: Hasil olah data

Analisis Berat Sendiri Dinding Penahan Tanah



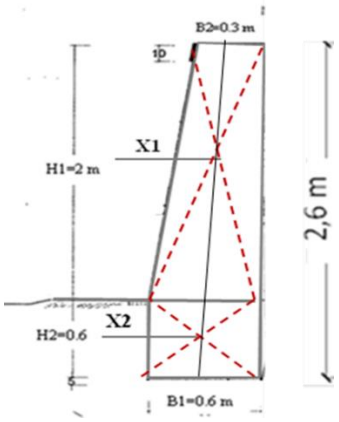
Gambar 10. Analisis Berat Sendiri DPT

Analisa berat sendiri dinding penahan tanah 0,441

a. Berat Penahan:

w1 = ½ x h1 x (a + b) x γbatu
= ½ x 2 x (0,3 + 0,6) x 14,7
= 13,23

w2 = (B1)p x (B1) x γbatu
= 0,6 x 0,6 x 14,7
= 5,292



Gambar 11. Analisis Jarak Beban Terhadap Titik Pusat

b. Jarak beban terhadap titik pusat titik pusat dinding penahan tanah

x1 = (½ * 0,6)+0,7
x1 = (½ x b1) + (b2 xb1)
= (½ x 0,6)+ (0,3 x 0,6)
= 0,48
x2 = 1/2 x b1
= 0,5 x 0,6
= 0,3

Gaya Vertikal

Gaya vertikal adalah gerak benda yang arahnya vertikal dan merupakan penerapan dari gerak lurus berubah beraturan [22]. Untuk perhitungan gaya vertikal ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan Gaya Vertikal

No. Gaya	Gaya (P) (kN.m)	Lengan Momen (Y)(m)	Momen (M) (kN.m)
W1	13,23	(½ x 0,6 x) + 0,3 = 0,6	7,938 kN.m
W2	0,441	½ x 0,6 = 0,3	0,1323 kN.m
∑Pv	13,671	∑Mv	8,0703 kN.m

Sumber: Hasil olah data

Perhitungan Analisis Stabilitas terhadap Guling

Kontrol terhadap guling setelah dihitung data mengenai jumlah momen penahan (∑Mv) dengan momen yang menyebabkan pengguling (∑Mh), maka perlu dicek kekuatan dinding penahan tanah tersebut terhadap pengguling diketahui data-data sebelumnya:

Momen penahan (∑Mv) = 8,07 kN.m
Momen pengguling (∑Mh) = 20,24 kN.m
Cek terhadap Keamanan Guling (FS= 1,5) Maka:
FS '= ∑Mh > FS ijin

$$FS = \frac{\sum Mh}{\sum Mv} > FS\ ijin$$

$$\frac{20,24}{8,07} = 2,507 > 1,5$$

Perhitungan Analisis Stabilitas terhadap Geser

Analisis perhitungan terhadap gaya geser
Vo = Pa1 + Pa2 + Pa3

F (Tan) = Tan φ
Cek terhadap gaya geser ditunjukkan:
Fs = (∑Pv x f + 2/3 x c x (Bb + Pp) / Vo
dengan:
Fs = Faktor aman [kN.m],
Pa1, Pa2, Pa3 = Analisis tekanan tanah aktif metode rankine (kN.m),
Pp = Tekanan tanah pasif di depan DPT (kN),
∑Pv = Berat penahan total (kN),
Bb = Tebal Dinding Bawah (m)
Vo = Gaya Geser (kN)

Cek Momen Penggeseran
Gaya geser (vo) = Pa1 + Pa2 + Pa3
= 3,854+ 15,230+ 2,359
= 21,44
F (Tan) = Tan 40
F (Tan) = 0,84
Gaya Vertikal (∑Pv) Fs= (∑Pv x F +2/3 x c x (Bb + Pp) / Vo
(∑Pv) Fs = (13,671 x 0,84 +2/3 x 58,84 x (0,6+29,45) / 21,44
= 3,00679 > 1,50 (lebih dari 1,5 hasil aman)

Perhitungan Analisis Stabilitas Daya Dukung Tanah
a. Menentukan eksentrisitas (e)
e = (1/2) x ((∑Mv – Gay a Vertikal) / ∑Pv
e = (1/2) x ((8,07 – 3,00679) /13,671
= 0,185
= bb1 / bb2
= 0,6 / 0,3
= 2 x e
= 2 x 0,185
= 0,3704 > 0,185 (eksentrisitas aman)
b. Mencari nilai B', q, β pada dinding penahan tebingan
B' = b1 – (2 x e)
= 0,6 – (2 x 0,185)
= 0,230 m
q = (∑Pv) Fs / B'
= 3,00679 / 0,230
= 13,095 kN/m^2
= 30° (bentuk belakang tembok miring).
c. Menentukan faktor daya dukung
Tanah dengan sudut geser φ = 40° menggunakan faktor daya dukung mayerhoff sudut geser 40°
Nq = $\tan^2$ (45 + (φ / 2)) x e x π x tan φ
= $\tan^2$ (45 + (40 / 2)) x 0,185 x 3,14 x tan 40
= 4,3768
Nc = (Nq – 1) x cos φ
= (4,3768 – 1) x cos φ
= 2,5866
N = 2 x (Nq x 10) x tan φ
= 2 x (4,3768 x 10) x tan 40
= 73,4422
d. Menentukan faktor bentuk
Fc = 1+ ((2 / L) * (Nq / Nc))
= 1+ ((2 / 31) * (4,38 / 2,59))
= 1,109
Fqs = 1 + ((2 / L) x tan φ

= 1 + ((2/ 35) x tan 40
= 1,048

Fγs = 1 – (bb x (2 / L))
= 1 – (0,4x (2/ 35))
= 0,977

e. Menentukan faktor kedalaman

Fcd = 1 + (bb x h2 /2)
= 1 + (0,4 x 0,3 / 2)
= 1,06

Fqd = 1+ (2 x tan φ x (1 – sin φ) 2 x (h2 / 2)
= 1+ (2 x tan 40 x (1–sin 40) 2 x (0,3 / 2)
= 1,032

Fγd = 1

f. Menentukan faktor inklimasi

Fci = (1 – (0 / 90)) 2
= (1 – 0 / 90)) 2
= 1,00

Fqi = (1 – (0 / 90)) 2
= (1 – (0 / 90)) 2
= 1,00

fγi = (1 – (0 / 90)) 2
= (1 – (0 / 90)) 2
= 1,00

g. Menghitung kapasitas ultimate (Qult)

Qult = (c x Nc x fcs x fcd x fci) + (q x Nq x fqs x fqd x fqi) + (1/2 x fγd x B'x Nγ x fγs x fγd x f γi)
= (58,84 x 2,59 x 1,11 x 1,06 x 1,00) + (13,095 x 4,38 x 1,05 x 1,03 x 1,00) + (1/2 x 1 x 0,229 x 73,442 x 0,977 x 1 x 1,00)

Qult = 249,17

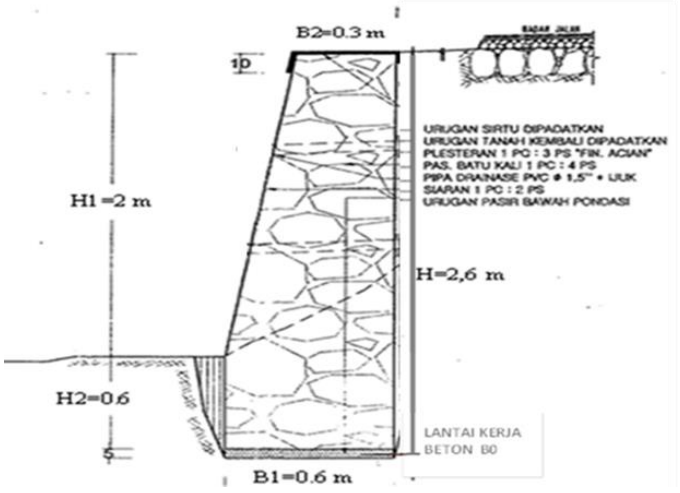
h. Kapasitas allowable (Qall)

Qall = Qult / 3
= 249,17 / 3
= 83,06

i. Cek tegangan tanah di bawah dinding

q toe = (∑Mv / 3) x (1 + (6 x e) / 3)
= 8,07/ 3) x (1 + (6 x 0,451) / 3)
= 5,115 kN/m2 < 2501,38 kN/m2 (hasil aman)

q heel = (∑Mv / 3) x (1 – (6 x e) / 3)
= (8,07 / 3) x (1 – (6 x 0,451) / 3)
= 0,265 kN/m^2 > 0 (lebih dari 0, hasil aman)



Gambar 12. Dimensi Dinding Penahan Tanah

4. SIMPULAN

Berdasarkan analisis data dan pembahasan mengenai analisis dinding penahan tanah dilakukan di Dukuh Padanama, Kubang Bogo, Desa Mendala, Kecamatan Sirampog yang ada didapat dengan ketinggian 2,6 m dan panjang 67 m. Tanah yang terdapat di lokasi studi adalah Tanah Lanau, dengan nilai sudut geser dalam tanah (φ) 40°, kohesi tanah (c) 58,84 kN/m2, berat jenis tanah kering (γd) 20,398 kN/m3 dan berat jenis tanah basah (γw) 35,598 kN/m3. Perencanaan dinding penahan tanah jenis dinding penahan yang direncanakan dengan menggunakan dinding dengan sisi depan miring karena jenis ini sesuai dengan ketentuan ketinggian tebing penahan tanah pada bahu jalan. Dimensi dinding penahan tanah dengan Tinggi Permukaan Tanah DPT (h1) = 2 m, Tinggi Air Di Depan Dinding (h2) = 0,6 m, Tebal Telapak (h3) (t telapak) = 0,05 m, Tinggi Total (H) = 2,6 m, Tebal Dinding Atas (B2) = 0,3 m, Tebal Dinding Bawah (B1) (P) = 0,6 m, Hasil Analisa Stabilitas Dinding Penahan Tanah, Dinding stabil terhadap daya dukung tanah = 0,3704 > 0,185 (Aman), Rencana Anggaran Biaya pekerjaan dinding penahan tanah pada ruas jalan di Dukuh Padanama, Kubang Bogo, Desa Mendala, Kecamatan Sirampog, Kabupaten Brebes.

Saran

Dari hasil analisis dinding penahan tanah yang berada di Dukuh Padanama, Kubang Bogo, Desa Mendala, Kecamatan Sirampog, maka dapat disarankan untuk merencanakan dinding penahan tanah harus mengetahui kondisi lokasi agar dapat menentukan jenis dan dimensi dinding penahan tanah yang tepat. Perencana harus mengetahui dimensi rencana dinding penahan tanah, data ketinggian muka air banjir daerah tersebut agar dapat menganalisa dampak aliran air terhadap dinding penahan tanah. Perhitungan pada dinding penahan tanah ini hanya memperhitungkan stabilitas terhadap bahaya geser, bahaya guling dan kapasitas dukung tanah jika penelitian ini akan dijadikan penelitian lanjutan, maka peneliti dapat melanjutkan ke perhitungan penulangan, perhitungan penurunan dan rencana anggaran biayanya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Analisis Perencanaan terhadap Kinerja Dinding Penahan Tanah di Dukuh Padanama, Desa Mendala, Kecamatan Sirampog, Kabupaten Brebes". Sesuai dengan yang direncanakan selanjutnya penulis menyampaikan terima kasih kepada:

a. Bapak Rektor Universitas Muhadi Setiabudi, Dr. Roby Setiadi, S.Kom., M M.
b. Bapak Dr. Abdul Khamid, S.T. M,T., selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil, Universitas Muhadi Setiabudi.
c. Bapak Wahidin, M.T., selaku Kaprodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhadi Setiabudi.
d. Bapak Imron, M.T., selaku Dosen Pembimbing I, dan Bapak Wahudin Diantoro, M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing, memberi masukan dan saran demi kesempurnaan skripsi ini.
e. Seluruh staf pengajar dan pegawai Administrasi Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhadi Setiabudi yang telah banyak membantu dalam penulisan skripsi ini.
f. Orang tua penulis yang telah memberikan dukungan moril, materil dan dorongan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
g. Teman-teman Teknik Sipil dan teman seperjuangan angkatan 2019 yang telah memberikan dukungan dalan penyusunan skripsi ini.

REREFENCES

[1] Sudirham, "Perencanaan Tembok Penahan Tanah (Kantilever) Desa Sidomukti Kecamatan Kenduruan Kabupaten Tuban Pada Awal Tahun 2020," *De' Teksi - J. Tek. Sipil Unigoro*, vol. 6, no. 1, pp. 20–36, 2020.

[2] E. Maret *et al.*, "Analisis Efisiensi Dinding Penahan Tanah Type Kantilever di Kecamatan Babahrot Kabupaten Aceh Barat Daya," *J. Arsip Rekayasa Sipil dan Perenc.*, vol. 6, no. 1, pp. 18–26, 2018, doi: 10.24815/jarsp.v1i1.10331.

[3] M. F. Firdaus, "Upaya Peningkatan Dinding Penahan Tanah Sesuai Spesifikasi Teknis Lintas Banjar-Kroya Km 315+840 S.D. 402+100," *Skripsi Politek. Transp. Darat Indones. Progr. Stud.*

Diploma IiII Manaj. Transp. Perkeretaapi. Bekasi, 2021.
[4] Z. Zulfendri, D. Kurniawan, and A. Susanti Yusman, *Perencanaan Dinding Penahan Tanah Retaining Wall Dam Katapiang Jorong Binu Nagari Kamang Hilia Kecamatan Kamang Magek*, vol. 2, no. 1. 2022. doi: 10.33559/err.v2i1.1390.
[5] N. Ray, L. Setia, B. Wibowo, and M. S. D. Cahyono, "Perencanaan Dinding Penahan Tanah pada Basement Grand Dharmahusada Lagoon Surabaya," *Semin. Nas. IlmuTerapan*, pp. 1–6, 2018.
[6] E. A. Hasibuan, D. Tanjung, and B. Pasaribu, "Analisa Dinding Penahan Tanah Akibat Beban Dinamis Di Desa Nabundong Kabupaten Padang Lawas Utara Kecamatan Hulu Sihapas," *Cetak) Bul. Utama Tek.*, vol. 17, no. 1, pp. 1410–4520, 2021.
[7] M. Anak, U. Prasekolah, and D. I. Tk, "Perencanaan Tembok Penahan Longsor pada Tebing Sungai Jenelata di Hilir Jembatan Moncongloe Kabupaten Gowa," *Skripsi Jur. Tek. Pengair. Fak. Tek. Univ. Muhammadiyah Makassar*, 2020.
[8] M. R. Abdurrozak and N. A. Wibowo, "Pengaruh Kondisi Ekstrim terhadap Stabilitas Internal Dinding Penahan Tanah (Studi Kasus Pada Jalan Nasional Iii Yogyakarta-Wonosari Km 17, Sta 00+060)," *J. Tek.*, vol. 21, no. 1, pp. 189–200, 2016.
[9] S. Ria, N. Panjaitan, and F. B. Sitompul, "Analisis Stabilitas Konstruksi Dinding Penahan Tanah pada Pembangunan Turap, Talud dan Bronjong di Kabupaten Simalungun," *Junal Ilm. Tek. Ind. Prima*, vol. 5, no. 2, pp. 7–10, 2022.
[10] D. S. Pratama, "Uji Model Dinding Penahan Tanah dengan Timbunan Gambut Menggunakan Perkuatan Fleksibel Terpal," *J. Tek. Sipil dan Lingkung.*, vol. 2, no. 3, pp. 477–482, 2014.
[11] M. E. Fahmizaqha, "Perencanaan Tembok Penahan Tanah Diruas Jalan Selogabus-Malo Desa Tanggir Kecamatan Malo Kabupaten Bojonegoro," *J. Konstr.*, vol. 10, no. 1, pp. 12–23, 2022.
[12] R. Gunanta, "Uji Model Dinding Penahan Tanah dengan Timbunan Gambut Menggunakan Perkuatan Fleksibel Polypropilene," *J. Tek. Sipil dan Lingkung.*, vol. 2, no. 3, 2014.
[13] F. A. Putri, I. Adha, and S. Setyanto, "Pengaruh Nilai Kohesi Tanah Terhadap Stabilitas Retaining Wall Pada Basement Gedung Bertingkat," *J. Rekayasa Sipil dan Desain*, vol. 4, no. 4, pp. 1–10, 2018, [Online]. Available: http://journal.eng.unila.ac.id/index.php/jrsdd/article/view/522
[14] S. Subekti and B. Wibowo, "Analisis pada Mortar dengan Campuran Lusi, Tanah Sawah, Semen dan Fly Ash Ditinjau terhadap Kuat Tekan dan Resapan," *J. Apl. Tek. Sipil*, vol. 10, no. 1, p. 33, 2012, doi: 10.12962/j12345678.v10i1.2683.
[15] J. Marpaung, "Perencanaan Dinding Penahan Tanah di Perumahan Mutiara Palas Permai Kelurahan Rumbai Bukit Kecamatan Rumbai Kota Pekanbaru," *J. Arsip Rekayasa Sipil dan Perenc.*, vol. 4, no. 2, pp. 60–68, 2021, doi: 10.24815/jarsp.v4i2.21967.
[16] A. Khamid, "Pengaruh Genangan Air Hujan terhadap Kinerja Campuran Aspal Concere - Wearing Course (AC - WC)," *Syntax Lit. J. Ilm. Indones.*, vol. 4, no. 7, pp. 5–24, 2019.
[17] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, R & D*. Bandung: CV Alfabeta, 2017.
[18] C. A. Berlian, R. P. Adhi, H. Nugroho, and A. Hidayat, "Perbandingan Efisiensi Waktu, Biaya dan Sumber Daya Manusia Antara Metode BIM dan Konvensional (Studi kasus :Perencanaan Gedung 20 Lantai)," *J. Karya Tek. Sipil*, vol. 5, no. 2, pp. 220–229, 2016, [Online]. Available: http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkts
[19] A. Khamid, "Sedimentation Handling Model of Sediment Reservoir on Darma Reservoir Das Cimanuk–Cisanggarung Kuningan Regency," in *International Conference on Coastal and Delta Areas*, 2017, pp. 276–284.
[20] A. Khamid and H. Wildan, "Perencanaan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) untuk Peningkatan Ruas Jalan Brebes–Jatibarang Kabupaten Brebes," *Infratech Build. J.*, vol. 1, no. 01, 2020.
[21] R. PRATAMA, "Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan Dinding Penahan Tanah Berjenjang Tipe Concrete Cantilever Menggunakan Program Plaxis 8.6 (Studi Kasus Di ...," 2021, [Online]. Available: https://dspace.uii.ac.id/handle/123456789/31549%0Ahttps://dspace.uii.ac.id/bitstream/handle/123456789/31549/15511035 Rio Rizky Pratama.pdf?sequence=1
[22] H. Fardilla, "Perencanaan Dinding Penahan Sebagai Alternatif Pencegah Bahaya Longsor pada Konstruksi Pangkal Jembatan," *JRSDD*, vol. 6, no. 1, 2018.