

**PERENCANAAN DINDING PENAHAN BADAN JALAN TIPE GRAVITASI
STUDI KASUS : PENINGKATAN JALAN HARUKU-OMA RUAS JALAN
ABORU-HARUKU**

¹Densya Yusuf, ²Vector R R Hutubessy, ³Musper David Soumokil

^{1,2,3} Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ambon
deyyyyyyy@gmail.com¹), vectorreinhard@gmail.com²), musper230378@gmail.com³)

ABSTRACT

The condition of the road in Haruku Village experienced a landslide on the road to Oma Village which was 15 meters long and the landslide depth was 5 meters. The retaining wall on the road body is a construction structure built to stabilize the pressure on the road body and certain soil conditions. In general, retaining walls are used in natural slope areas and artificial slope areas as well as areas that are prone to landslides. The aim of this planning is to obtain the distribution of lateral pressure that works and the stability of the road body retaining walls that are safe against shear forces, overturning forces and collapse in the bearing capacity of the road body in Haruku Village, Haruku Island District, Central Maluku Regency. The methods used are the Rankine method regarding active earth pressure and passive earth pressure on road retaining walls and the Terzaghi method regarding soil bearing capacity. The results of the calculation of the lateral pressure distribution acting on the retaining walls of the Haruku Village road are the active earth pressure distribution value, namely the flat active soil coefficient value for flat soil (K_a), namely 0.33, the active soil pressure value for non-cohesive soil (P_a), namely 81.72 kN and the value The passive earth pressure coefficient for flat soil (K_p) is 3. The passive earth pressure coefficient for non-cohesive soil (P_p) is 42.36 kN. From the results of the safety factor calculation, the value of wall stability against shear is $2.80 > 1.5$ (Safe), the wall stability value against overturning is $2.70 > 1.5$ (Safe) and the safety factor against collapse of the bearing capacity is $15.67 > 3$ (Safe).

ABSTRAK

Kondisi jalan pada Desa Haruku mengalami kelongsoran pada ruas jalan menuju Desa Oma sepanjang 15 meter dan kedalaman longsor 5 meter Dinding penahan (*retaining wall*) pada badan jalan merupakan suatu struktur konstruksi yang dibangun untuk menstabilkan tekanan pada badan jalan maupun kondisi tanah tertentu. Pada umumnya dinding penahan digunakan di area lereng alam maupun area lereng buatan serta daerah-daerah yang rawan akan terjadinya longsor. Tujuan dari perencanaan ini yaitu untuk mendapatkan distribusi tekanan lateral yang bekerja dan stabilitas dinding penahan badan jalan yang aman terhadap gaya geser, gaya guling dan keruntuhan kapasitas dukung badan jalan Desa Haruku, Kecamatan Pulau Haruku, Kabupaten Maluku Tengah. Metode yang di pakai yaitu metode Rankine tentang tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif pada dinding penahan badan jalan serta metode Terzaghi mengenai daya dukung tanah. Hasil perhitungan distribusi tekanan lateral yang bekerja pada dinding penahan badan jalan Desa Haruku yaitu nilai distribusi tekanan tanah aktif yakni nilai koefisien tanah aktif datar untuk tanah datar (K_a) yaitu 0.33 nilai tekanan tanah aktif untuk tanah non kohesif (P_a) yaitu 81.72 kN dan nilai koefisien tekanan tanah pasif untuk tanah datar (K_p) yaitu 3 Nilai tekanan tanah pasif untuk tanah non kohesif (P_p) yaitu 42.36 kN. Dari hasil perhitungan faktor keamanan yang didapat nilai stabilitas dinding terhadap geser yaitu $2.80 > 1.5$ (Aman), nilai stabilitas dinding terhadap guling yaitu $2.70 > 1.5$ (Aman) dan faktor aman terhadap keruntuhan kapasitas dukung yaitu $15.67 > 3$ (Aman).

Kata kunci: Longsor, Dinding Penahan, Keamanan

1. PENDAHULUAN

Dinding penahan atau retaining wall pada badan jalan merupakan suatu konstruksi yang dibangun untuk menstabilkan tekanan pada badan jalan maupun kondisi tanah tertentu. Pada umumnya dinding penahan penahan digunakan di area lereng alam maupun area lereng buatan serta daerah yang rawan terjadinya longsor.

Ruas jalan Desa Haruku adalah salah satu ruas jalan di Kecamatan Pulau Haruku, Kabupaten Maluku Tengah, Provinsi Maluku. Kondisi ruas jalan bagian kiri pada Desa Haruku menuju Desa Oma mengalami kelongsoran sepanjang 15 meter dan tinggi lereng yang

mengalami longsor yaitu 5 meter. Terjadinya longsor pada ruas jalan dipicu oleh air hujan yang menyebabkan lereng menjadi tidak stabil akibat adanya gerakan tanah yang menyerap air akan masuk dan berkumpul pada dasar lereng sehingga dapat mengakibatkan sebuah gaya lateral dan kondisi jalan pada lahan yang miring dan tidak rata juga akan berpotensi menyebabkan kelongsoran, terlebih bila kemiringan lahan sangat curam. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya penanggulangan untuk mengatasi permasalahan tersebut, salah satunya dengan cara membuat dinding penahan badan jalan. Sistem dinding penahan badan jalan tipe gravitasi (*gravity wall*), hal

tersebut dapat menjadi salah satu cara untuk mengurangi kecuraman sudut lereng sehingga meminimalisir terjadinya longsor.

Dinding penahan badan jalan merupakan komponen struktur bangunan penting utama untuk jalan raya dan bangunan lingkungan lainnya yang berhubungan dengan tanah berkontur atau tanah yang memiliki elevasi berbeda. Dinding penahan tanah atau juga biasa disebut tembok penahan tanah adalah suatu konstruksi yang dibangun untuk menahan tanah atau mencegah keruntuhan tanah yang curam atau lereng yang dibangun di tempat yang kemantapannya tidak dapat dijamin oleh lereng itu sendiri, serta untuk mendapatkan bidang yang tegak (Setiawan, 2011).

Tujuan dari perencanaan ini yaitu untuk mendapatkan distribusi tekanan lateral yang bekerja dan stabilitas dinding penahan badan jalan yang aman terhadap gaya geser, gaya guling dan keruntuhan kapasitas dukung badan jalan Desa Haruku, Kecamatan Pulau Haruku, Kabupaten Maluku Tengah.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian ini penulis mencantumkan tiga hasil penelitian yang memiliki relevansi serta keterkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan sebagai berikut:

1. Sriyanti Ramadhani, 2010

Dengan judul penelitian: Perencanaan Dinding Penahan Tanah Tipe Gravitasi pada lokasi Bukit Teluk Palu Permai. Penelitian ini dinyatakan stabil terhadap gaya geser, gaya guling dan daya dukung serta penurunannya. Hasil yang diperoleh dari dimensi dinding penahan tipe gravitasi: lebar atas (a) = 0.3 meter, tinggi tembok = 4.5 meter, lebar dasar fondasi (B) = 2.363 meter dan tebal dasar fondasi (d) = 0.563 meter. Dari Dimensi yang telah direncanakan, dinding penahan tanah tipe gravitasi ini dinyatakan aman terhadap stabilitas penggulingan F_{gl} , stabilitas penggeseran F_{gs} dan stabilitas terhadap daya dukung.

2. Riska Rahma (2020)

Dengan Judul Penelitian : Perencanaan Dinding Penahan Tanah Tipe Gravitasi (Studi Kasus : Sdn Lio, Kecamatan Cireunghas). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kestabilan lereng yang dilakukan untuk menentukan faktor aman dari bidang longsor potensial dengan menggunakan metode fellenius. Dari analisis yang dilakukan SDN Lio didapat nilai faktor keamanan stabilitas lereng dengan pengaruh muka air tanah yaitu 0.70 dan nilai faktor keamanan stabilitas lereng tanpa pengaruh muka air tanah yaitu 0.93 yang menunjukkan bahwa keadaan lereng tersebut tidak aman. Faktor keamanan stabilitas dinding penahan tanah terhadap geser, guling, dan kapasitas daya dukung masing – masing nilainya 4.78, 3.91 dan 7.78.

3. Agus Dermawan (2022)

Dengan judul penelitian: Analisa Stabilitas Dinding Penahan Tanah (Studi Kasus: Desa Mekarjaya, Kecamatan Ciomas, Kabupaten Bogor). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi

dinding penahan tanah terhadap stabilitas gaya guling, gaya geser dan daya dukung tanah dan merencanakan desain dinding penahan tanah yang aman. Metode yang digunakan adalah metode Rankine, metode Schmertmann dan Nottingham. Hasil analisis yang menunjukkan stabilitas terhadap guling (F_{gl}) = 1.55 > 1.5 (aman), stabilitas terhadap gaya geser (F_{gs}) = 2.51 > 1.5 (aman) dan stabilitas terhadap daya dukung diperoleh q_{toe} = 31.39 kN/m² < Q_{all} = 2501.3841 kN/m² (aman) untuk tegangan q_{hell} = 1.43 kN/m² > 0 (lebih dari 0, dinyatakan aman). Dimensi dinding penahan tanah yang direncanakan yakni tinggi (T) = 4.3 meter, lebar atas (ba) = 0.4 meter, lebar bawah (bb) = 3.5 meter dan lebar kaki tumit (D) = 0.8 meter.

2.2 Dinding Penahan Tanah

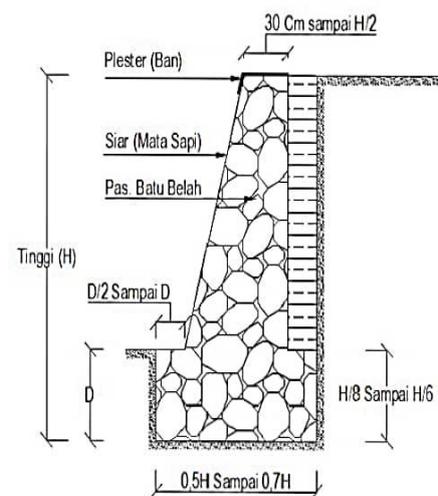
Dinding penahan tanah merupakan suatu konstruksi yang dibangun untuk menahan tanah atau mencegah keruntuhan tanah yang curam atau lereng yang dibangun ditempat, kemantapannya tidak dapat dijamin oleh lereng tanah itu sendiri, serta untuk mendapatkan bidang yang tegak sehingga merupakan salah satu konsep kekuatan tanah yang banyak digunakan dalam pekerjaan rekayasa sipil. Bangunan dinding penahan tanah digunakan untuk menahan tekanan tanah lateral yang ditimbulkan oleh tanah urug atau tanah asli yang labil (Hardiyatmo, 2020).

2.3 Jenis Dinding Penahan Tanah

Berdasarkan cara untuk mencapai stabilitasnya, maka dinding penahan tanah dapat digolongkan dalam beberapa jenis sebagai berikut:

2.3.1 Dinding Penahan Tanah Tipe Gravitasi (gravity wall)

Dinding ini dibuat dari beton tidak bertulang atau pasangan batu, terkadang pada dinding jenis ini dipasang tulangan pada permukaan dinding untuk mencegah retakan permukaan akibat perubahan temperature.

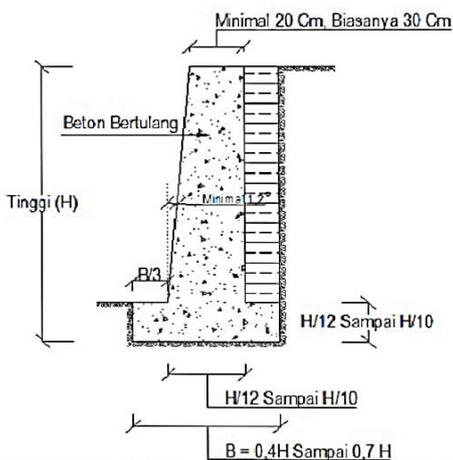


Gambar 1. Dinding penahan tanah tipe gravitasi (gravity wall)

Sumber: Hardiyatmo, 2020

2.3.2 Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever (cantilever retaining wall)

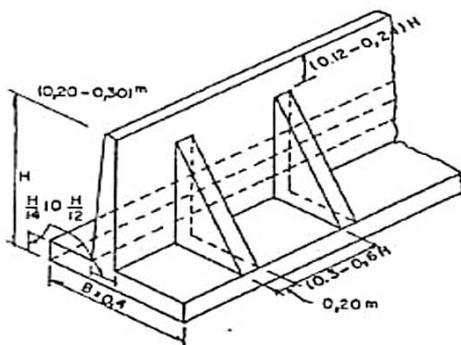
Dinding penahan tipe ini terdiri dari kombinasi beton bertulang yang berbentuk T. Stabilitas konstruksinya diperoleh dari berat sendiri dinding penahan dan berat tanah di atas tumit tapak (*hell*). Adapun tiga bagian struktur yang memiliki fungsi sebagai tipe kantilever yaitu bagian dinding vertical (*steem*), tumit tapak dan ujung kaki tapak (*toe*). Biasanya ketinggian dinding ini tidak lebih dari 6-7 meter.



Gambar 2. Dinding penahan tanah tipe kantilever (cantilever retaining)
 Sumber: Hardiyatmo, 2020

2.3.3 Dinding Penahan Tanah Tipe Counterfort

Dinding penahan ini terdiri dari dinding beton bertulang tipis yang bagian dalam dinding pada jarak tertentu yang didukung oleh pelat atau dinding vertical yang disebut *counterfort* (dinding penguat). Ruang di atas pelat diisi oleh tanah urug.

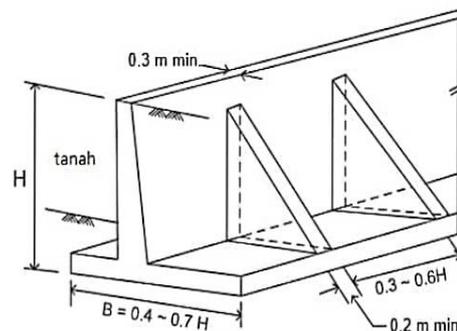


Gambar 3. Dinding penahan tanah tipe counterfort
 Sumber: Hardiyatmo, 2020

2.3.4 Dinding Penahan Tanah Tipe Buttress

Dinding penahan *buttress* hamper mirip dengan dinding penahan *counterfort*, hanya saja berbeda pada bagian perletakkannya yang pada depan dinding. Dalam hal ini, struktur *counterfort* memiliki fungsi memikul tegangan tekan. Bagian tumit pada dinding *buttress* lebih pendek dari pada bagian kaki. Stabilitas konstruksi diperoleh dari berat sendiri dinding penahan dan berat tanah di atas tumit tapak. Kelemahan dari

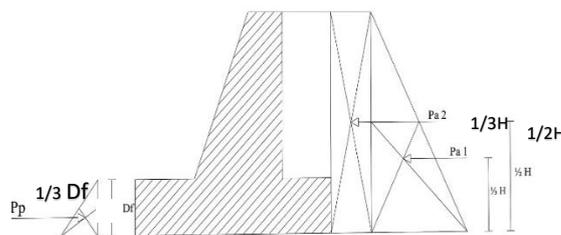
dinding penahan *buttress* yaitu peganannya yang lebu sulit dari pada jenis lainnya dan pematatannya dengan cara *rolling* pada tanah di bagian belakang yaitu jauh lebih sulit.



Gambar 4. Dinding penahan tanah tipe buttress
 Sumber: Hardiyatmo, 2020

2.4 Tekanan Tanah Lateral

Tekanan tanah lateral adalah parameter utama dalam perencanaan dinding penahan tanah, oleh karena itu diperlukan perkiraan tentang tanah lateral secara kuantitatif pada konstruksinya baik untuk analisis perencanaan maupun analisis kestabilan dinding penahan tersebut (Hardiyatmo, 2020).



Gambar 5. Tekanan Lateral Tanah
 Sumber : Hardiyatmo, 2020

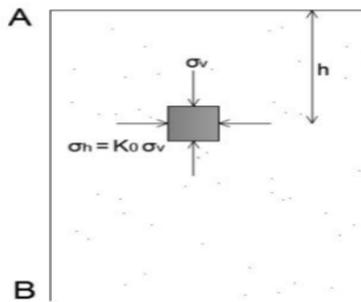
Agar dapat merencanakan konstruksi dinding penahan tanah dengan benar, maka kita perlu mengetahui gaya horizontal yang bekerja antara konstruksi penahan tanah dan massa tanah yang ditahan. Tekanan lateral tanah dapat dibagi menjadi 3 kategori, yaitu:

1. Jika dinding tidak bergerak K menjadi koefisien tekanan tanah diam (K_0)
2. Jika dinding bergerak menekan ke arah tanah hingga runtuh, koefisien K mencapai nilai maksimum yang dinamakan tekanan tanah pasif (K_P)
3. Jika dinding menjauhi tanah, hingga terjadi keruntuhan, nilai K mencapai minimum yang dinamakan tekanan tanah aktif (K_a).

2.4.1 Tekanan Tanah dalam Keadaan Diam

Tekanan vertikal menimbulkan perubahan bentuk kearah lateral oleh pengaruh rasio poisson. Tanah di sekitarnya menahan perubahan kearah laterai ini dengan mengembangkan tekanan tanah lateral sebesar σ_h . Setelah waktu yang lama, konsolidasi dan

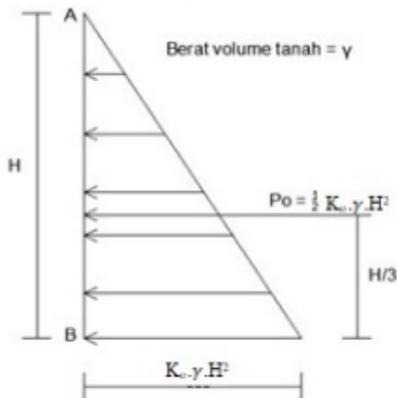
rangkak (*creep*) arah vertikal dan lateral menjadi nol. Pada keadaan ini telah terjadi kedudukan tegangan-tegangan yang telah stabil, dengan σ_v dan σ_h menjadi tegangan-tegangan efektif utamanya. Karena tidak ada perubahan letak (*displacement*), maka tidak ada tegangan geser yang terjadi pada bagian vertikal dan horizontal di sembarang titik pada lapisan tanah. Kondisi kesembarangan di tempat yang dihasilkan dari kedudukan tegangan-tegangan dengan tanpa terjadinya tegangan geser didefinisikan sebagai tegangan K_0 (Hardiyatmo, 2020).



Gambar 6. Tekanan tanah dalam keadaan diam
Sumber: Hardiyatmo, 2020

$$K_0 = \frac{\sigma_h}{\sigma_v} \dots\dots\dots (1)$$

Nilai gaya total per satuan lebar dinding P_0 = luas dari diagram tekanan tanah. Diagram tekanan tanah dalam keadaan diam yang bekerja pada dinding setinggi H digambar sebagai berikut:



Gambar 7. Distribusi Tekanan Tanah Dalam Keadaan Diam
Sumber: Hardiyatmo, 2020

Dengan Persamaan:

$$P_0 = \frac{1}{2} K_0 \times \gamma \times H^2 \dots\dots\dots (2)$$

Pada posisi ini tekanan tanah pada dinding penahan tanah berupa tekanan tanah saat diam dan tekanan tanah lateral horizontal pada dinding penahan tanah, sehingga pada kedalaman tertentu (z) dinyatakan pada persamaan berikut:

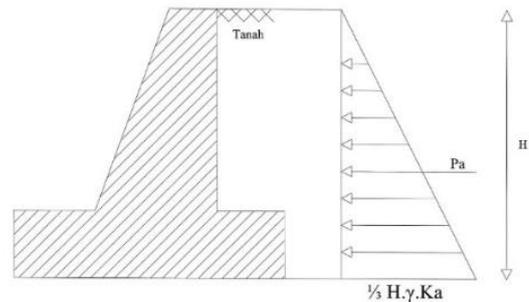
$$\sigma_h = K_0 \times \sigma_v = K_0 \times \gamma \times z \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

- σ_h = tekanan tanah horizontal pada keadaan diam (kN/m^2),
- σ_v = tekanan tanah vertical saat diam (kN/m^2),
- K_0 = koefisien tekanan tanah saat diam,
- γ = berat volume tanah (kN/m^3),
- H = tinggi dinding penahan (m),
- Z = kedalaman dinding penahan (m).

2.4.2 Tekanan Tanah Aktif

Tekanan tanah aktif adalah tekanan yang terjadi pada dinding penahan yang mengalami keluluhan atau bergerak ke arah luar dari tanah di belakangnya, sehingga menyebabkan tanah akan bergerak longsor ke bawah dan menekan dinding penahannya. Kondisi tekanan tanah aktif adalah kondisi dinding yang bergerak menjauhi bagian tanah timbunan atau timbul apabila dinding penahan tanah bagian atas bergerak relatif ke depan terhadap dasarnya.. Hal ini menyebabkan adanya momen yang terjadi atau bekerja pada dinding tersebut sedangkan nilai banding tekanan horizontal dan tekanan vertical terjadi didefinisikan sebagai koefisien tekanan tanah aktif (K_a) (Hardiyatmo, 2020).



Gambar 8. Distribusi Tekanan Tanah Aktif Pada Dinding Penahan Tanah
Sumber: Hardiyatmo, 2020

Nilai tekanan lateral untuk tanah aktif dihitung dengan menggunakan metode Rankine yang dibagi menjadi nilai tekanan tanah tanah aktif untuk tanah datar dan nilai tekanan tanah aktif untuk tanah miring.:

$$K_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \text{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

- ϕ = sudut geser dalam ($^\circ$),
- K_a = tekanan tanah aktif

1. Menghitung tekanan tanah aktif untuk tanah non kohesif

Nilai P_a untuk tanah non kohesif dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma \cdot H^2 \cdot K_a \dots\dots\dots (5)$$

2. Menghitung tekanan tanah aktif untuk tanah kohesif
Nilai P_a untuk tanah kohesif dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma \cdot H^2 \cdot K_a - 2c\sqrt{K_a} \dots\dots\dots (6)$$

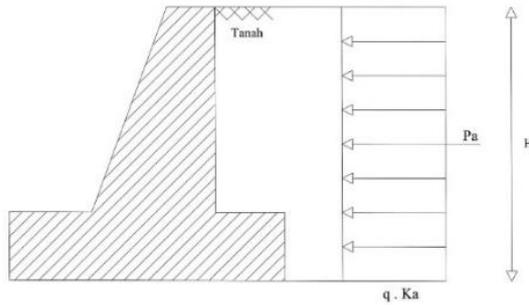
Momen pada tekanan tanah aktif

$$M_a = P_a \times H/3 \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan :

Pa = tekanan tanah aktif (kN/m),
 γ = berat isi tanah (kN/m³),
 H = tinggi dinding (m),
 c = kohesi (kN/m²),
 Ka = koefisien tanah aktif,
 Ma = momen tanah aktif (kNm).

- Tekanan tanah akibat beban merata
 Pada biasanya tanah urugan di belakang dinding penahan tanah dipengaruhi oleh beban merata atau beban yang terbagi merata.

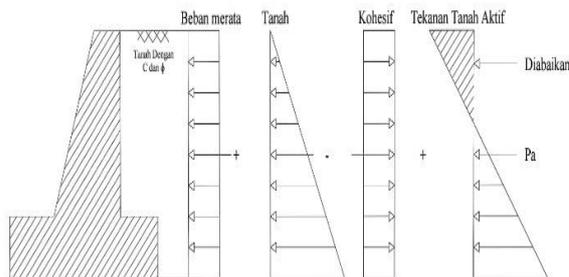


Gambar 9. Tekanan Tanah Aktif Akibat Beban Merata
Sumber: Hardiyatmo, 2020

Berdasarkan asumsi beban merata q sebagai beban tanah setebal hs dengan berat volume (γ) = tertentu, maka tinggi lapisan tanah hs = q/γ. Besar tekanan tanah lateral pada kedalaman hs dari tinggi tanah asumsi atau pada permukaan tanah urug yang besar (Hadiyatmo, 2020).

$$P_a = h_a \times \gamma \times K_a = q \times K_a \dots\dots\dots (8)$$

Maka akibat adanya beban merata ini, bertambahnya tekanan tanah aktif total pada dinding penahan tanah setinggi H.



Gambar 10. Tekanan Tanah Aktif Total
Sumber: Hardiyatmo, 2020

Dapat dinyatakan oleh persamaan
 $P_a = q \times K_a \times H \dots\dots\dots (9)$

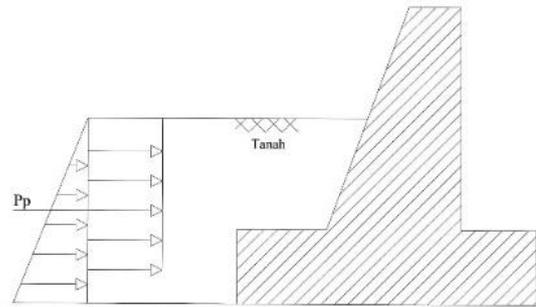
Momen tanah aktif akibat adanya beban merata
 $M_a = P_a \times H/2 \dots\dots\dots (10)$

Keterangan:
 Ma = momen tanah aktif (kNm),

Pa = tekanan aktif akibat beban merata,
 γ = berat volume tanah (kN/m³),
 q = beban merata (kN/m³),
 H = tinggi dinding penahan tanah (m),
 Ka = koefisien tekanan tanah aktif.

2.4.3 Tekanan Tanah Pasif

Tekanan tanah pasif adalah tekanan tanah yang terjadi saat gaya mendorong dinding penahan tanah kearah tanah urugan, sedangkan nilai banding tekan horizontal dan vertikal yang terjadi didefinisikan sebagai koefisien tekanan tanah pasif atau kp.



Gambar 11. Tekanan Tanah Pasif
Sumber: Hardiyatmo, 2020

Untuk nilai tekanan tanah pasif untuk tanah lateral dihitung dengan cara yang sama pada tekanan tanah aktif menggunakan teori Rankine yang dibagi menjadi nilai tekanan tanah pasif untuk tanah datar dan nilai tekanan pasif untuk tanah miring. Prosedur perhitungannya digunakan metode Rankine Seperti rumus di bawah ini.

Nilai Kp untuk tanah datar dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$K_p = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) \dots\dots\dots (11)$$

Keterangan :
 φ = Sudut geser tanah (°),
 Kp = Koefisien tanah pasif.

Perhitungan tekanan tanah pasif dihitung menggunakan persamaan dibawah ini:

1. Menghitung tekanan tanah pasif untuk tanah non kohesif

Nilai Pp untuk tanah non kohesif dinyatakan dalam persamaan berikut ini:

$$P_p = \frac{1}{2} \times \gamma \times H^2 \times K_p \dots\dots\dots (12)$$

2. Menghitung tekanan tanah pasif untuk tanah kohesif

Nilai Pp untuk kohesif dinyatakan dalam persamaan berikut ini:

$$P_p = 2c \sqrt{K_p} \times H \dots\dots\dots (13)$$

3. Momen tanah pasif akibat tekanan dari tanah yaitu:

$$M_p = P_p \times H/3 \dots\dots\dots (14)$$

4. Momen tanah pasif akibat adanya kohesif yaitu:
 $M_p = P_p \times H/2$ (15)

Keterangan :

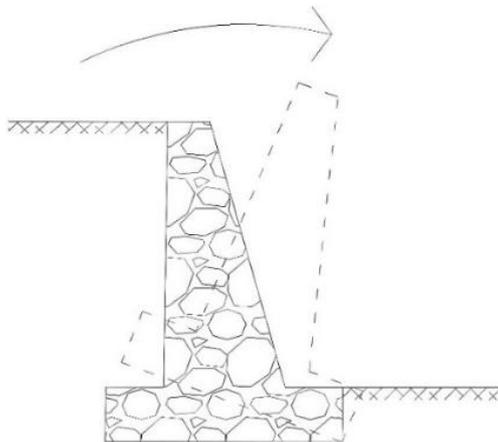
- M_p = momen tanah pasif (kNm),
- P_p = tekanan tanah pasif (kN/m),
- K_p = koefisien tekanan tanah pasif,
- γ = berat volume tanah (kN/m³),
- H = tinggi dinding (m),
- c = kohesi tanah (kN/m²),
- ϕ = sudut geser internal tanah (°).

2.5 Stabilitas Dinding Penahan Tanah

Ada beberapa hal yang dapat menyebabkan terjadinya keruntuhan pada dinding penahan tanah, antara lain oleh faktor penggulingan, penggeseran dan keruntuhan pada daya dukung tanah. Maka dari itu, dalam merencanakan dinding penahan tanah langkah pertama yang harus dilakukan adalah menetapkan ukuran dari dinding penahan untuk menjamin stabilitas dinding penahan tanah aman. Untuk mengetahui stabilitas dinding penahan tanah tipe *gravity wall*, perlu dilakukan pengecekan terhadap dinding gravity tersebut.

2.5.1 Stabilitas Terhadap Gaya 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. Momen penggulingan ini, dilawan oleh momen akibat berat sendiri dinding penahan dan momen akibat berat tanah di atas pelat fondasi. Untuk contoh keadaan gaya guling yang kemungkinan terjadi dapat dilihat di gambar dibawah ini:



Gambar 12. Stabilitas Terhadap Gaya Guling
 Sumber: Hardiyatmo, 2020

Faktor aman akibat gaya guling (Fgl), didefinisikan pada persamaan

$$FS_{guling} = \frac{\sum M_w}{\sum M_{guling}} = \frac{W \cdot b_1}{\sum P_{ah} \cdot h_1 + \sum P_{av} \cdot B} \dots\dots\dots (16)$$

Keterangan :

- $\sum M_w$ = jumlah momen melawan guling (kNm),
- $\sum M_{guling}$ = jumlah momen menahan guling (kNm),

- W = berat tanah + berat sendiri dinding penahan (kN),
- B = lebar kaki dinding penahan (m),
- $\sum P_{ah}$ = jumlah gaya horizontal (kN),
- $\sum P_{av}$ = jumlah gaya vertikal (kN).

Faktor aman terhadap gaya guling (Fgl) bergantung pada jenis tanah (Hardiyatmo, 2020) sebagai berikut:

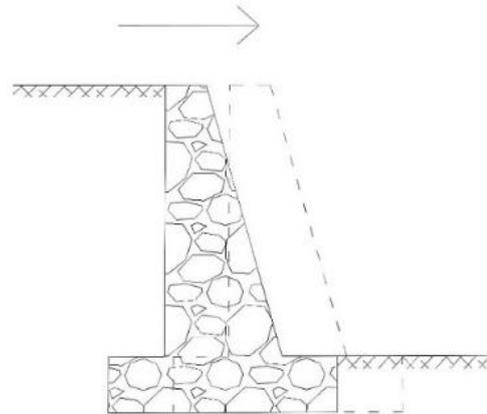
- Fgl $\geq 1,5$ untuk tanah dasar granuler
- Fgl ≥ 2 untuk tanah dasar kohesif

4.5.2 Stabilitas Terhadap Gaya Geser

Gaya-gaya yang menggeser dinding penahan tanah akan ditahan oleh sebagai berikut.

- a. Gesekan antara tanah dengan dasar fondasi.
- b. Tekanan tanah pasif bila di depan dinding penahan terdapat tanah timbunan.

Untuk contoh keadaan geser yang kemungkinan terjadi dapat dilihat di gambar dibawah ini :



Gambar 13. Stabilitas Terhadap Daya Geser
 Sumber: Hardiyatmo, 2020

Nilai kestabilan struktur terhadap kemungkinan bergeser dihitung dengan persamaan berikut:

$$FS_{geser} = \frac{\sum R_h}{\sum P_{ah}} \geq 1,5 \dots\dots\dots (17)$$

Untuk tanah granular ($c = 0$)

$$\sum R_h = W \cdot F = W \cdot \tan \delta h \text{ dengan } \delta b \leq \theta \dots\dots\dots (18)$$

Untuk tan kohesif ($\theta = 0$)

$$\sum R_h = C_a \cdot B \dots\dots\dots (19)$$

Untuk tanah $c = \theta$ ($\theta > ad0$ dan $c = 0$)

$$\sum R_h = C_a \cdot B + W \cdot \tan \delta b \dots\dots\dots (20)$$

Keterangan :

- $\sum R_h$ = tahanan dinding penahan tanah terhadap penggeseran,
- W = berat total dinding penahan dan tanah di atas pelat fondasi (kN),
- Δb = sudut gesek antara tanah dan dasar fondasi, biasanya di ambil $1/3 - 2/3 \phi$,
- c_a = $ad \times c$ = adhesi antara tanah dan dasar dinding (kN/m²),
- c = kohesi tanah dasar (kN/m²),

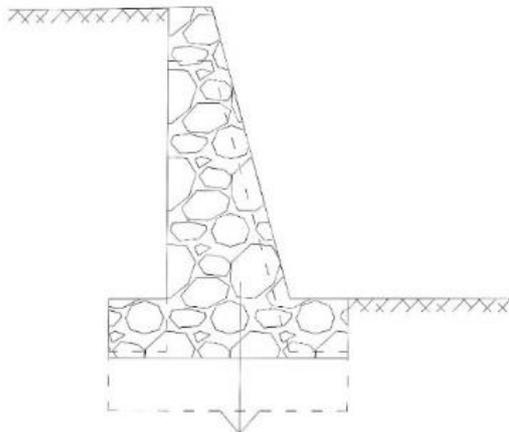
- ad = faktor adhesi,
- B = lebar fondasi (m),
- $\sum Ph$ = jumlah gaya-gaya horisontal (kN),
- F = $\tan \delta b$ = koefisien gesek antara tanah dasar dan dasar fondasi
- ϕ = sudut gesek internal tanah ($^{\circ}$).

Faktor aman terhadap gaya geser (Fgs) bergantung pada jenis tanah (Hardiyatmo 2020) sebagai berikut:

- Fgs $\geq 1,5$ untuk tanah dasar granuler
- Fgs ≥ 2 untuk tanah dasar kohesif

4.5.3 Stabilitas Terhadap Daya Dukung

Beberapa persamaan kapasitas dukung tanah telah digunakan untuk menghitung stabilitas dinding penahan tanah, seperti persamaan kapasitas dukung Terzaghi (1943) dalam Hardiyatmo (2020). Untuk contoh keadaan keruntuhan daya dukung tanah yang kemungkinan terjadi dapat dilihat di Gambar dibawah ini :



Gambar 14. Stabilitas Terhadap Daya Dukung Tanah
Sumber: Hardiyatmo, 2020

Kapasitas daya dukung tanah adalah kapasitas dukung ultimit (q_u) untuk fondasi memanjang dinyatakan pada persamaan

$$q_u = c N_c + D_f \gamma N_q + 0,5 B \gamma N_{\gamma} \dots \dots \dots (21)$$

Keterangan :

- c = kohesi tanah (kN/m²),
- D_f = kedalaman fondasi (m),
- γ = berat volume tanah (kN/m³),
- B = lebar fondasi dinding penahan tanah (m),
- $N_c, N_q,$ dan N_{γ} = faktor-faktor kapasitas dukung Terzaghi (Tabel 1).

Faktor aman terhadap keruntuhan kapasitas dukung didefinisikan pada persamaan berikut:

$$SF = \frac{q_u}{q} \geq 3 \dots \dots \dots (22)$$

Dengan q adalah tekanan akibat beban struktur. Umumnya factor aman (SF) terhadap keruntuhan tanah dasar minimum diambil sama dengan 3.

Tekanan struktur pada tanah dasar fondasi dapat dihitung seperti persamaan dengan V= beban vertikal total dan $B' = B - 2e$

Bila distribusi tekanan kontak antara tanah dasar fondasi dianggap linier.

$$q = \frac{V}{B'} \left(1 + \frac{6e}{B} \right) \text{ bila } e \leq \frac{B}{6} \dots \dots \dots (23)$$

Berikut dibawah ini adalah nilai-nilai faktor kapasitas dukung Terzaghi (1943) (Hardiyatmo, 2020) pada tabel 1.

Tabel 1. Faktor Kapasitas Dukung Terzaghi

ϕ	Keruntuhan Geser Umum			Keruntuhan Geser Lokal		
	N_c	N_q	N_{γ}	N_c'	N_q'	N_{γ}'
0	5,7	1,0	0,0	5,7	1,0	0,0
5	7,3	1,6	0,5	6,7	1,4	0,2
10	9,6	2,7	1,2	8,0	1,9	0,5
15	12,9	4,4	2,5	9,7	2,7	0,9
20	17,7	7,4	5,0	11,8	3,9	1,7
25	25,1	12,7	9,7	14,8	5,6	3,2
30	37,2	22,5	19,7	19,0	8,3	5,7
34	52,6	36,5	35,0	23,7	11,7	9,0
35	57,8	41,4	42,4	25,2	12,6	10,1
40	95,7	81,3	100,4	34,9	20,5	18,8
50	347,6	415,1	1153,2	81,3	65,6	87,1

Sumber: Hardiyatmo, 2020

Faktor aman (SF) terhadap keruntuhan kapasitas dukung didefinisikan sebagai:

$$F = \frac{q_{ult}}{q} \dots \dots \dots (24)$$

Keterangan:

- q_{ult} = nilai daya dukung ultimit tanah (kN/m²),
- q' = tekanan efektif (kN/m).

3. METODOLOGI

3.1 Jenis Data

Dalam Penelitian ini, jenis data yang digunakan yaitu Data primer adalah data yang diperoleh dari hasil pengamatan yang dilakukan dengan cara melakukan observasi situasi eksisting dilapangan, dokumentasi dan mengambil sampel parameter tanah pada lokasi tersebut dan data sekunder adalah data yang penulis dapat dari pihak yang bersangkutan seperti *as build/shop drawing* dan spesifikasi teknis.

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. *Field Research*

Penelitian lapangan atau *field research* adalah penelitian yang objeknya mengenai gejala-gejala atau peristiwa-peristiwa-peristiwa yang terjadi pada kelompok masyarakat sehingga penelitian ini juga bisa disebut penelitian kasus atau studi

kasus (*case study*) dengan pendekatan deskriptif kualitatif.

2. *Library Research*

Penelitian pustaka atau *library research* adalah penelitian yang objeknya dicari dengan berbagai informasi pustaka seperti buku, jurnal ilmiah, majalah, korandan dokumen.

3.3 Sumber Data

1. Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari subjek penelitian, dalam hal ini peneliti memperoleh data atau informasi langsung dari hasil pengamatan di lapangan.

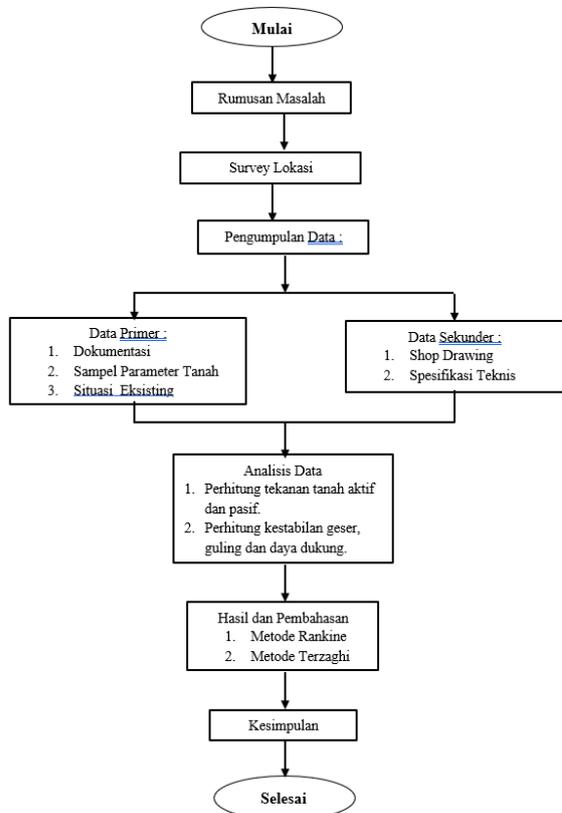
2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang telah tersedia dalam bentuk. Biasanya sumber data ini lebih banyak sebagai data statistik atau data yang sudah diolah sedemikian rupa sehingga siap digunakan dalam statistik biasanya tersedia pada kantor-kantor pemerintah, biro jasa data, perusahaan swasta atau badan lain yang berhubungan dengan menggunakan data.

3.4 Analisa Data

Analisa data dalam penelitian ini adalah dengan menunggunakan teori dan juga rumus-rumus empiris menurut Rankine tentang tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif pada dinding penahan badan jalan serta metode Terzaghi mengenai daya dukung tanah.

3.5 Bagan Alir Pelitian



Gambar 15. Bagan Alir Penelitian (Penulis, 2023)

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

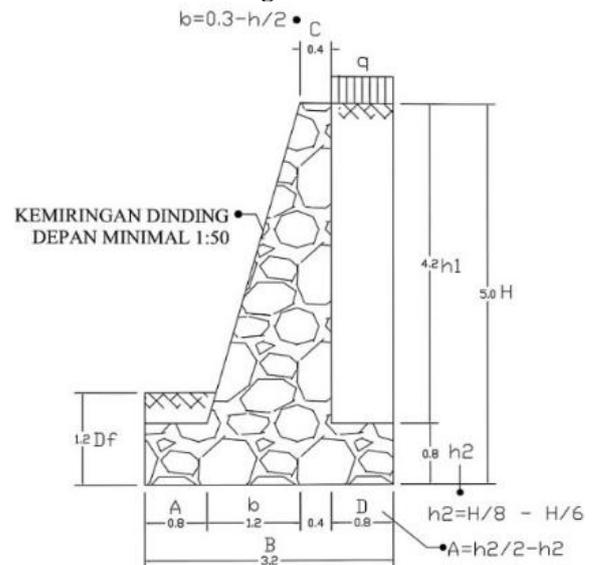
4.1 Hasil Pengumpulan Data

4.1.1 Parameter tanah

Parameter tanah ini bersumber dari hasil pengujian peneliti Hendrik Dahoklory. Sampel tanah yang telah diuji diambil dari lokasi Desa Haruku, Kecamatan Pulau Haruku, Kabupaten Maluku Tengah. Dari penelitian yang dilakukan data tanah yang didapat sebagai berikut:

- Jenis tanah = pasir berlempung
- Berat volume tanah kering (γ_d) = 17.1616 kN/m³
- Berat volume tanah basah (γ_b) = 19.6133 kN/m³
- Berat jenis (Gs) = 2.68
- Sudut geser dalam (δ) = 30°
- Nc = 37.2
- Nq = 22.5
- N γ = 19.7
- Kohesi tanah (c) = 6 kN/m²
- (Asumsi sampel tanah pada belakang dinding penahan tanah = sampel tanah bawah dasar fondasi)
- Berat volume pasangan batu (γ_{batu}) = 22 kN/m³ (SNI-8460:2017)
- Berat jalan kelas IIIC (q jalan) = 12 kN/m² (SNI-8460:2017)

4.1.2 Dimensi Dinding Penahan Badan Jalan



Gambar 16. Dinding Penahan Tanah
Sumber : Hardiyatmo, 2020

Dinding penahan badan jalan tipe gravitasi ini direncanakan menggunakan pasangan batu kali yang panjang dindingnya adalah 15 meter, tinjauan per 1 meter memanjang.

4.2 Distribusi Tekanan Lateral

4.2.1 Perhitungan Koefisien Tekanan Tanah Aktif Dan Pasif

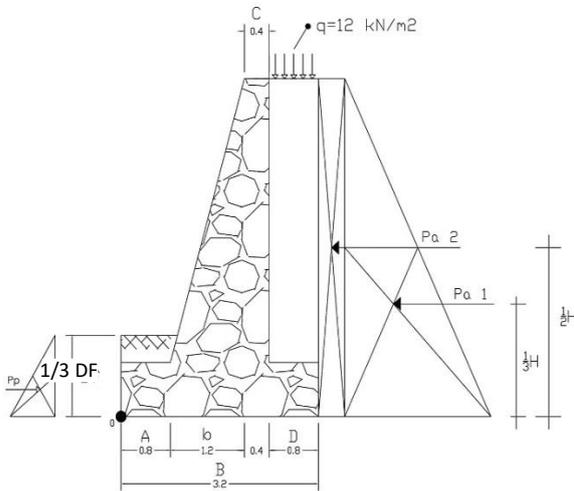
a. Perhitungan koefisien tekanan tanah aktif

$$K_a = tg^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) = tg^2 \left(45 - \frac{30^\circ}{2} \right) = 0.33$$

b. Perhitungan koefisien tekanan tanah pasif

$$K_p = tg^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right) = tg^2 \left(45 + \frac{30^\circ}{2} \right) = 3$$

4.2.2 Perhitungan Tekanan Tanah Aktif Dan Pasif



Gambar 18. Tekanan Tanah Aktif (Penulis, 2023)

a. Perhitungan tekanan tanah aktif

$$P_{a1} = \frac{1}{2} \times \gamma_b \times H^2 \times K_a \times 1 \text{ m} = 0.5 \times 19.613 \text{ kN/m}^3 \times (5\text{m})^2 \times 0.33 \times 1 \text{ m} = 81.72 \text{ kN}$$

$$P_{a2} = q \text{ jalan} \times K_a \times H \times 1 \text{ m} = 12 \text{ kN/m}^2 \times 0.33 \times 5 \text{ m} \times 1 \text{ m} = 20 \text{ kN}$$

$$\Sigma P_{ah} = P_{a1} + P_{a2} = 81.72 \text{ kN} + 20 \text{ kN} = 101.72 \text{ kN}$$

Momen aktif

$$M_{gl1} = P_{a1} \times \frac{1}{3} \times H = 81.72 \text{ Kn} \times 0.33 \times 5 \text{ m} = 136.20 \text{ kNm}$$

$$M_{gl2} = P_{a2} \times \frac{1}{2} \times H = 20 \text{ kN} \times 0.5 \times 5 \text{ m} = 50 \text{ kNm}$$

Total momen aktif

$$\Sigma M_{gl} = M_{gl1} + M_{gl2} = 136.20 \text{ kNm} + 50 \text{ kNm} = 186.20 \text{ kNm}$$

b. Perhitungan tekanan tanah pasif

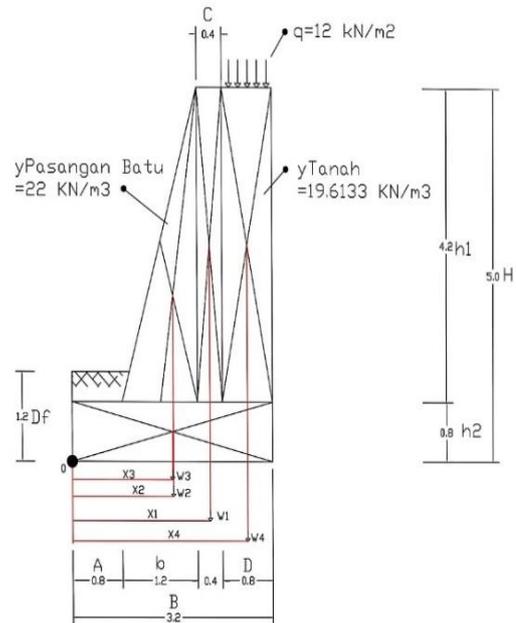
$$P_p = \frac{1}{2} \times \gamma_b \times D_f^2 \times K_p \times 1 \text{ m} = 0.5 \times 19.613 \text{ kN/m}^3 \times (1.2 \text{ m})^2 \times 3 \times 1 \text{ m} = 42.36 \text{ kN}$$

$$M_p = P_p \times \frac{1}{3} \times D_f = 42.36 \text{ kN} \times 0.33 \times 1.2 \text{ m} = 16.95 \text{ kNm}$$

Total gaya-gaya horizontal

$$\Sigma P_h = \Sigma P_a - \Sigma P_p = 101.72 \text{ kN} - 42.36 \text{ kN} = 59.36 \text{ Kn}$$

4.2.3 Perhitungan Berat Sendiri Dinding Penahan Tanah



Gambar 19. Berat Sendiri Konstruksi Dinding Penahan Tanah (Penulis, 2023)

$$W1 = C \times h1 \times \gamma_{batu} \times 1 \text{ m} = 0.4 \text{ m} \times 4.2 \text{ m} \times 22 \text{ kN/m}^3 \times 1 \text{ m} = 36.96 \text{ kN}$$

$$W2 = \frac{1}{2} \times b \times h1 \times \gamma_{batu} \times 1 \text{ m} = 0.5 \times 1.2 \text{ m} \times 4.2 \text{ m} \times 22 \text{ kN/m}^3 \times 1 \text{ m} = 55.44 \text{ kN}$$

$$W3 = B \times h2 \times \gamma_{batu} \times 1 \text{ m} = 3.2 \text{ m} \times 0.8 \text{ m} \times 22 \text{ kN/m}^3 \times 1 \text{ m} = 56.32 \text{ kN}$$

$$W4 = (D \times h1 \times \gamma_b) + (q \times D) \times 1 \text{ m} = (0.8 \text{ m} \times 4.2 \text{ m} \times 19.6133 \text{ kN/m}^3) + (12 \text{ kN/m}^2 \times 0.8 \text{ m}) \times 1 \text{ m} = 75.50 \text{ kN}$$

a. Perhitungan jarak atau lengan

$$X1 = \frac{1}{2} \times C + b + A \times 1 \text{ m} = 0.5 \times 0.4 \text{ m} + 1.2 \text{ m} + 0.8 \text{ m} \times 1 \text{ m} = 2.20 \text{ m}^2$$

$$X2 = \frac{2}{3} \times b + A \times 1 \text{ m} = 0.67 \times 1.2 \text{ m} + 0.8 \text{ m} \times 1 \text{ m} = 1.60 \text{ m}^2$$

$$X3 = \frac{1}{2} \times B \times 1 \text{ m} = 0.5 \times 3.2 \text{ m} \times 1 \text{ m} = 1.60 \text{ m}^2$$

$$X4 = \frac{1}{2} \times D + C + b + A \times 1 \text{ m} = 0.5 \times 0.8 \text{ m} + 0.4 \text{ m} + 1.2 \text{ m} + 0.8 \text{ m} \times 1 \text{ m} = 2.80 \text{ m}^2$$

$$Xq = \frac{1}{2} \times D + C + b + A \times 1 \text{ m} = 0.5 \times 0.8 \text{ m} + 0.4 \text{ m} + 1.2 \text{ m} + 0.8 \text{ m} \times 1 \text{ m} = 2.80 \text{ m}^2$$

Tabel 2. Rekapitulasi Gaya Dan Momen Dinding Penahan Badan Jalan

Gaya vertikal (kn)		Jarak ke 0 atau lengan (m)		Momen (kNm)
W1	: 36.96	X1	: 2.20	81.31
W2	: 55.44	X2	: 1.60	88.70
W3	: 56.32	X3	: 1.60	90.11
W4	: 75.50	X4	: 2.80	211.40
q jalan	: 12	Xq	: 2.80	33.60
$\Sigma W = \Sigma V$: 236.22	ΣM_w	:	505.10

(Penulis, 2023)

Dari tabel rekapitulasi gaya dan momen dinding penahan badan jalan ini didapat nilai jumlah berat tanah + berat sendiri dinding penahan yaitu 236.22 kN serta jumlah momen melawan guling yaitu 505.10 kNm.

Tabel 3. Rekapitulasi Tekanan Tanah Aktif Dan Momen Dinding Penahan Badan Jalan

Tekanan tanah aktif (kN)		Lengan (m)	Momen (kNm)
P_{a1}	: 81.72	1.67	136.20
P_{a2}	: 20	2.5	50
ΣP_a	: 101.72	ΣM_{gl}	: 186.20

(Penulis, 2023)

Dari tabel rekapitulasi tekanan tanah aktif dan momen dinding penahan badan jalan ini didapat jumlah tekanan tanah aktif akibat beban merata yaitu 101.72 serta jumlah momen menahan guling yaitu 186.20 kNm.

4.3 Stabilitas Dinding Penahan Badan Jalan

4.3.1 Stabilitas Terhadap gaya geser

$F_{gs} \geq 1.5$ untuk tanah dasar non kohesif. Dianggap dasar dinding sangat kasar, sehingga sudut geser $\delta_b = \theta$ dan adhesi $c_d = c$

$$R_h = c_d \times B + \Sigma W \times \text{tg } \delta_b = 6 \text{ kN/m}^2 \times 5 \text{ m} + 236.22 \text{ kNm} \times \text{tg } 30^\circ = 166.38 \text{ kN/m}$$

$$F_{gs} = \frac{\Sigma R_h}{\Sigma P_h} = \frac{166.38 \text{ kN/m}}{59.36 \text{ kN}} = 2.80 > 1.5 \quad \text{OK}$$

4.3.2 Stabilitas terhadap gaya guling

$F_{gl} \geq 1.5$ untuk tanah dasar kohesif

$$F_{gl} = \frac{\Sigma M_w}{\Sigma M_{gl}} = \frac{505.10 \text{ kNm}}{186.20 \text{ kNm}} = 2.70 > 1.5 \quad \text{OK}$$

4.3.3 Stabilitas terhadap daya dukung

$$q_{ult} = c \times N_c + D_f \times \gamma_b \times N_q + 0.5 \times B \times \gamma_b \times N_\gamma = 6 \text{ kN} \times 37.2 + 1.2 \text{ m} \times 19.996 \text{ kN/m}^3 \times 22.5 + 0.5 \times 3.2 \text{ m} \times 19.996 \text{ kN/m}^3 \times 19.7 = 1370.97 \text{ kN/m}^2$$

$$x_e = \frac{\Sigma M_w - \Sigma M_{gl}}{\Sigma V} = \frac{505.10 \text{ kNm} - 186.20 \text{ kNm}}{236.22 \text{ kNm}} = 1.35 \text{ m}$$

$$e = \frac{B}{2} - x_e = \frac{3.2 \text{ m}}{2} - 1.35 \text{ m} = 0.25 \text{ m} < A/6 = 5/6 = 0.83 \text{ m}$$

Lebar efektif : $B' = B - 2e = 3.2 \text{ m} - 2(0.25 \text{ m}) = 2.70 \text{ m}$

$$A' = B' \times 1 \text{ m} = 2.70 \text{ m}^2$$

$$q' = \frac{V}{A'} = \frac{236.22 \text{ kN}}{2.70 \text{ m}^2} = 87.49 \text{ kN/m}^2$$

Faktor aman terhadap keruntuhan kapasitas dukung

$$F = \frac{q_{ult}}{q'} = \frac{1370.97 \text{ kN/m}^2}{87.49 \text{ kN/m}^2} = 15.67 > 3 \quad \text{OK}$$

Hasil perhitungan stabilitas dinding penahan badan jalan tipe gravitasi dengan dimensi $H = 5$ meter dan $B = 3.2$ meter yang ditinjau ke 1 meter memanjang menunjukkan nilai kestabilan yang aman terhadap gaya geser, gaya guling dan daya dukung tanah .

5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan pada bab ini , dapat disimpulkan mengenai dinding penahan bada jalan pada Desa Haruku, Kecamatan Pulau Haruku, Kabupaten Maluku Tengah sebagai berikut:

- Berdasarkan hasil perhitungan distribusi tekanan lateral yang bekerja pada dinding penahan badan jalan Desa Haruku yaitu
 - Nilai distribusi tekanan tanah aktif
Nilai koefisien tanah aktif untuk tanah datar yaitu 0.33
Nilai tekanan tanah aktif untuk tanah non kohesif yaitu 81.72 kN
 - Nilai distribusi tekanan tanah pasif
Nilai koefisien tekanan tanah pasif untuk tanah datar yaitu 3
Nilai tekanan tanah pasif untuk tanah non kohesif yaitu 42.36 kN
- Berdasarkan hasil perhitungan faktor aman yang didapat sebagai berikut:
 - Nilai stabilitas dinding terhadap geser yaitu $2.80 > 1.5$ (Aman)
 - Nilai stabilitas dinding terhadap guling yaitu $2.70 > 1.5$ (Aman).
 - Faktor aman terhadap keruntuhan kapasitas dukung yaitu $15.67 > 3$ (Aman).

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian mengenai anailis dinding penahan badan jalan Desa Haruku, Kecamatan Pulau Haruku, Kabupaten Maluku.

- Dalam merencanakan dinding penahan badan jalan harus mengetahui kondisi tanah di lokasi penelitian agar dapat menentukan jenis dinding penahan badan jalan dan merencanakan dimensi dinding penahan badan jalan .
- Data-data yang akan digunakan untuk merencanakan dinding penahan badan jalan harus lengkap dan akurat agar memperoleh hasil yang baik.

3. Diharapkan hasil penelitian tugas akhir ini dapat menjadi masukan yang bermanfaat dan berguna dalam pengambilan keputusan untuk perencanaan dinding penahan badan jalan .

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. (2017). **SNI 8460:2017 Persyaratan Perancangan Geoteknik. Badan Standarisasi Nasional**, Jakarta.
- Bowles, J. E., & Silaban, P. (1999). *Analisa dan Disain Fondasi Jilid 2*, Penerbit : Erlangga
- Dermawan, A., Syaiful, S., Alimuddin, A., & Fachruddin, F. (2022). **Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah (Studi Kasus: Desa Mekarjaya, Kecamatan Ciomas, Kabupaten Bogor)**. *Rona Teknik Pertanian*, 15(2), 67-81..
- Djunaedi, R. R. (2020). **Perencanaan Dinding Penahan Tanah Tipe Gravitasi (Studi Kasus: SDN Lio, Kecamatan Cireunghas)**. *Jurnal Student Teknik Sipil*, 2(1), 55-64.
- Hardiyatmo, H. C. (2020). **Analisis dan Perancangan Fondasi 1**, Yogyakarta : Gajah Mada University Press
- Hardiyatmo, H. C. (2021). **Analisis dan Perancangan Fondasi 1 Edisi Ketiga**, Yogyakarta : Gajah Mada University Press
- Hardiyatmo, H. C. (2003). *Mekanika Tanah II*. Yogyakarta: Gama Press.
- Ramadhani, S. (2010). **Perencanaan Dinding Penahan Tipe Gravitasi Pada Lokasi Bukit BTN Teluk Palu Permai**. *SMARTek*, 8(1).
- Setiawan, H. (2011). **Perbandingan penggunaan dinding penahan tanah tipe kantilever dan gravitasi dengan variasi ketinggian lereng**. *Journal Teknik Sipil Dan Infrastruktur*, 1(2).
- Terzaghi, K., Peck, R. B., & Mesri, G. (1996). *Soil Mechanics In Engineering Practice*. John wiley & sons.
- Titaley, H. D. (2022). **Tinjauan Stabilitas Dinding Penahan Tanah Tipe Gravitasi Pada Ruas Jalan Desa Hatu**. *Syntax Literate; Jurnal Ilmiah Indonesia*, 7(11), 17016-17025.
- Wagola, E. S., & Rasyid, M. (2020). **Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tipe Kantilever Pada Landfill Tepi TPA Kota Masohi Kabupaten Maluku Tengah Provinsi Maluku**. *Rekayasa Sipil*, 14(1), 70-74.