

**PERANCANGAN DINDING PENAHAN TANAH PADA
PENANGANAN LONGSORAN JEMBATAN LESAN
KABUPATEN BERAU
PROVINSI KALIMANTAN TIMUR**

Junaidi ¹⁾
Dr. Ir. H. Habir., MT. ²⁾
Zulfan Syahputra, ST., MT. ³⁾

Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

ABSTRACT

Retaining wall is a building built to withstand a steep collapse of soil or slopes built in a place where steadiness can not be guaranteed by the slope of the soil itself. The retaining wall building is used to withstand lateral soil stress caused unstable unstable ground. The building is widely used on projects: irrigation, roads, ports, and others.

The landslide that occurred on the Lesan bridge of Berau district of East Borneo Province has damaged some roads and is feared will damage the abutment structure of the bridge if not handled quickly and accurately.

The method used in analyzing the stability of the retaining wall in the landslide is by using Coulomb and Rankine methods, while the method used in analyzing the carrying capacity of soil occurring using Terzaghi method.

From the calculation results can be concluded that, the dimension of the retaining wall is 6 meters high and 1 meter wide body, 0,8 meters thick plate with 20 and 25 meters per segment review. Secure the stability of a retaining wall is to bolster however effect the shear, so that the necessary foundation piles is required.

Keywords: Landslide, Retaining Wall, Stability of Soil Bearing Capacity.

- 1) Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.
- 2) Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.
- 3) Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.

INTISARI

Dinding penahan adalah suatu bangunan yang dibangun untuk menahan keruntuhan tanah yang curam atau lereng yang dibangun ditempat dimana kemantapan tidak dapat dijamin oleh lereng tanah itu sendiri. Bangunan dinding penahan tanah digunakan untuk menahan tekanan tanah lateral yang ditimbulkan oleh tanah urug atau tanah asli yang labil. Bangunan ini banyak digunakan pada proyek-proyek : irigasi, jalan raya, pelabuhan, dan lain-lainnya.

Longsoran yang terjadi pada Jembatan Lesan Kabupaten Berau Provinsi Kalimantan Timur ini telah merusak sebagian badan jalan dan dikhawatirkan akan merusak stuktur abutmen jembatan apabila tidak ditangani secara cepat dan tepat.

Metode yang digunakan dalam menganalisa stabilitas dinding penahan tanah pada longsoran tersebut adalah dengan menggunakan metode Coulomb dan juga Rankine, sedangkan metode yang digunakan dalam menganalisa daya dukung tanah yang terjadi menggunakan metode Terzaghi.

Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa, dimensi dinding penahan tanah adalah tinggi 6 meter dan lebar badan 1 meter, tebal plat 0,8 meter dengan panjang tinjauan 20 dan 25 meter. Stabilitas dinding penahan tanah aman terhadap guling namun berpengaruh terhadap geser, sehingga diperlukan pondasi tiang pancang.

Kata kunci : tanah longsor, dinding penahan tanah, stabilitas daya dukung tanah.

PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Menurut Peta Rawan Bencana (2016) yang diterbitkan oleh Pemerintah Provinsi Kalimantan Timur, terdapat banyak sekali kawasan rawan bencana yang khususnya terdapat pada lingkup Pemerintahan Kabupaten Berau Provinsi Kalimantan Timur. Adapun indikator rawan bencana tersebut mencakup kebakaran pemukiman, kebakaran lahan dan hutan, kekeringan, cuaca ekstrim, banjir, dan juga khususnya bencana longsor.

Pada umumnya bencana longsor terjadi pada jaringan konstruksi jalan, jaringan pengairan, serta daerah pemukiman. Prasarana tersebut di atas cukup vital, sehingga diperlukan penanggulangan dengan tepat, cepat, dan ekonomis untuk menanggulangi kerugian-kerugian dalam pemanfaatan prasarana tersebut oleh masyarakat.

Dalam penanganan suatu longsor, sangatlah penting untuk mengetahui fungsi dari perencanaan penanganan longsor itu sendiri. Sebab dengan mengetahui fungsi serta tujuan dari perencanaan penanganan longsor, maka akan mempermudah dalam proses mendesain serta perencanaannya. Terdapat banyak hal yang dapat mempengaruhi proses perencanaan penanganan longsor seperti fungsi, letak, serta kondisi tanah yang kemudian akan berpengaruh pada kekuatan serta ketahanan dari struktur pendukung lainnya. Pendukung lainnya yang terdiri dari tiang pancang serta dinding penahan tanah yang sangat diharapkan mempunyai kekuatan dan kemampuan yang cukup tinggi sebagai komponen yang penting dalam suatu penanganan longsor.

Longsor yang terjadi pada Jembatan Muara Lesan Kabupaten Berau ini, telah merusak bahu serta sebagian badan jalan pendekat (oprit) dari jembatan tersebut. Selain telah merusak konstruksi bahu dan sebagian badan jalan, longsor tersebut juga dikhawatirkan akan merusak konstruksi jembatan tersebut (abutment) dan juga dapat membuat kerusakan pada badan jalan yang telah terjadi semakin meluas. Posisi dari longsor tersebut adalah pada lajur sebelah kiri sebelum Jembatan Muara Lesan apabila dari Kota Samarinda menuju Kabupaten Berau.

Rumusan Masalah

1. Bagaimana mendesain dinding penahan tanah yang tahan terhadap gaya geser, guling, serta keruntuhan ?

2. Bagaimana perhitungan stabilitas daya dukung tanah yang terjadi dengan metode coulomb dan rankine ?

Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui desain dinding penahan tanah yang tahan terhadap gaya geser, guling serta keruntuhan.
2. Untuk mengetahui perhitungan stabilitas daya dukung tanah yang terjadi dengan metode coulomb dan rankine.

Manfaat Penelitian

1. Diharapkan dapat menjadi sumbangsih ilmiah dalam memperbanyak ilmu pengetahuan serta dapat menjadi bahan acuan bagi peneliti dan perhitungan penanganan longsor.
2. Menambah wawasan ilmiah dan pengetahuan penulis secara khusus dibidang penanganan longsor.
3. Untuk mengetahui faktor-faktor aman dari perhitungan stabilitas terhadap penggulingan, penggeseran, serta stabilitas terhadap keruntuhan kapasitas daya dukung tanah pada kawasan jembatan lesan Kabupaten Berau Provinsi Kalimantan Timur.

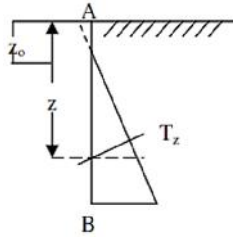
TINJAUAN PUSTAKA

Tanah

Tanah, di dalam terdiri dari campuran butiran-butiran mineral sengan atau tanpa kandungan bahan organik. Butiran-butiran dengan mudah dipisah-pisahkan satu sama lain dengan kocokan air. Tanah berasal dari pelapukan batuan, yang prosesnya dapat secara fisik maupun kimia. Sifat- sifat teknis tanah, kecuali dipengaruhi oleh unsur-unsur luar menjadi penyebab terjadinya pelapukan batuan tersebut.

Istilah-istilah seperti krikil, pasir, lanau dan lempung digunakan dalam teknik sipil untuk membedakan jenis-jenis tanah. Pada kondisi alam, tanah dapat terdiri dua atau lebih campuran jenis-jenis tanah dan kadang-kadang terdapat pula kandungan bahan organik. Material campurannya, kemudian dipakai sebagai nama tambahan dibelakang material unsur utamanya. Sebagai contoh, lempung berlanau adalah Tanah lempung yang mengandung lanau, dengan material utamanya adalah lempung dan seterusnya (Hardiyatmo, 2006).

Tekanan tanah lateral T (p) : (cara analitis)



Dari gambar di atas perhitungan keadaan aktif dengan menggunakan perhitungan Coulumb dan Rankine antara lain adalah :

I. Keadaan aktif :

1. Menurut Rankine :

$$\sigma_z = \bar{\sigma} \times z \times \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) \\ = \bar{\sigma} \times z \times K_a - 2c \sqrt{K_a}$$

$$\text{dimana : } K_a = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$$

$$Z_0 = \frac{2c}{\bar{\sigma} \sqrt{K_a}}$$

Z_0 = kedalaman daerah tarik

Arah z sejajar dengan bidang permukaan tanah ($= 0$)

2. Menurut Coulomb :

$$\sigma = \bar{\sigma} \times Z \times K - 2c \sqrt{K}$$

dimana ;

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

arah σ_z membentuk sudut δ dengan bidang tembok AB

δ = sudut geser bidang tembok AB dengan tanah isian

ditinjau dengan keadaan pasif perhitungan Coulomb antara lain adalah :

II. Keadaan pasif :

1. Menurut Rankine :

$$\sigma_z = \bar{\sigma} \times z \times \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) + 2c \times \tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \\ = \bar{\sigma} \times z \times K_p - 2c \sqrt{K_p}$$

$$\text{dimana : } K_p = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right)$$

2. Menurut Coulomb:

$$\sigma_z = \bar{\sigma} \times z \times K_p - 2c \sqrt{K_p}$$

dimana ;

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

Stabilitas Terhadap Penggeseran

Faktor aman terhadap penggeseran (F_{gs}), didefinisikan sebagai

$$F_{gs} = \frac{\sum R_h}{\sum P_h} \geq 1,5$$

$\sum R_h$ = tahanan dinding penahan tanah terhadap penggeseran

$\sum P_h$ = jumlah gaya-gaya horizontal

Faktor aman terhadap penggeseran dasar fondasi (F_{gs}) minimum diambil 1,5. Bowles (1997) menyarankan :

$F_{gs} \geq 1,5$ untuk tanah dasar granuler

$F_{gs} \geq 2$ untuk tanah dasar kohesif

Stabilitas Terhadap Penggulingan

Faktor aman terhadap penggulingan (F_{gl}), didefinisikan sebagai :

$$F_{gl} = \frac{\sum M_w}{\sum M_{gl}} \geq 1,5$$

Dengan :

$\sum M_w$ = momen yang melawan penggulingan (kN.m)

$\sum M_{gl}$ = momen yang mengakibatkan penggulingan (kN.m)

Faktor aman terhadap penggulingan (F_{gl}) bergantung pada jenis tanah yaitu :

$F_{gl} \geq 1,5$ untuk tanah dasar granuler

$F_{gl} \geq 2$ untuk tanah dasar kohesif

Stabilitas terhadap keruntuhan kapasitas dukung tanah

Beberapa persamaan kapasitas dukung tanah telah digunakan untuk menghitung stabilitas dinding penahan tanah, seperti persamaan-persamaan kapasitas dukung Terzaghi (1943), Meyerhof (1951, 1963) dan Hansen (1961).

Faktor aman terhadap keruntuhan kapasitas dukung tanah didefinisikan sebagai :

$$F_k = \frac{q_{ult}}{q'} > 3$$

Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang

Berdasarkan jumlah hambatan lekat

$$Q_{\text{tiang}} = \frac{A_{ti} \times P}{3} + \frac{\sum J_{ti} \times K_{ti}}{5}$$

Dimana :

Q_{tiang} = daya dukung keseimbangan tiang (kg)

P = nilai tekanan konus dari hasil sondir (kg/cm^2)

3 & 5 = faktor keamanan

JHL = jumlah hambatan lekat

Untuk perhitungan efisiensi tiang digunakan perumusan untuk efisiensi tiang dari Converse-Labarre Formula :

$$Eg = 1 - \frac{\theta}{90} \left(\frac{(n-1)m + (m-1)n}{m \times n} \right)$$

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Adapun lokasi penelitian dalam perhitungan dinding penahan tanah ini dilakukan pada Proyek Penanganan Longsor Jembatan Lesan Kabupaten Berau Provinsi Kalimantan Timur.

Teknik Pengumpulan Data

Data merupakan faktor terpenting dalam sebuah penelitian karena tanpa adanya data yang menunjang, sebuah penelitian tidak akan dapat dilakukan. Adapun data-data tersebut meliputi :

- Data Primer, data yang diperoleh dari secara langsung baik melalui penyalidikan di lapangan maupun di laboratorium, berupa hasil dokumentasi, sondir, boring, dll.
- Data Sekunder, data yang diperoleh melalui studi literatur sebagai pendukung dan pelengkap dari data primer, berupa peta wilayah Kabupaten Berau, peta rawan bencana Provinsi Kalimantan Timur, dan buku-buku literatur lainnya.

Teknik Analisis Data

Setelah data-data yang dibutuhkan sudah diperoleh, kemudian proses analisa data tersebut. Adapun cara - cara Analisa data tersebut sebagai berikut :

1. Perhitungan Beban Vertikal
2. Merencanakan Dimensi Dinding Penahan Tanah
3. Perhitungan Koefisien Tekanan Tanah Aktif dan Tanah
 - Metode Coloumb
 - Metode Rankine
4. Perhitungan Tekanan Tanah Aktif dan Pasif
5. Perhitungan Stabilitas Daya Dukung Tanah
6. Perhitungan Terhadap Keruntuhan Kapasitas Daya Dukung
7. Analisa Perhitungan Tiang Pancang
8. Analisa Daya Dukung Tiang Pancang Tunggal Baja Spiral Pipe
9. Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok Baja Spiral Pipe
10. Perumusan Untuk Efisiensi Tiang Dari Converse-Labarre Formula.

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Kondisi Existing

Pada analisa tugas akhir ini berisi tentang kondisi existing dilapangan dimana longsor yang akan di evaluasi atau di tangani dengan dinding penahan tanah adalah ruas jalan poros Jembatan Lesan Kabupaten Berau Provinsi Kalimantan Timur dengan panjang dinding penahan $\pm$ 65 meter.

Data Teknis Lapangan

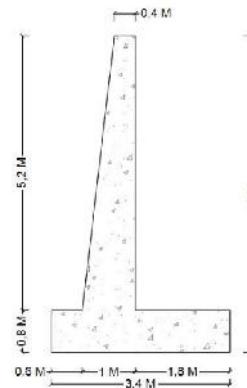
Adapun data teknis di lapangan yang menjadi analisa tugas akhir ini, yaitu ;

- Pengujian sondir, dan didapat kedalaman daya dukung tanah baik atau tanah keras cukup dangkal yaitu 6,40 meter dengan nilai hambatan konus 201,25 kg/cm dan jumlah hambatan lekat 197,67 kg/cm.
- Pengujian boring, didapat kedalaman 24 meter dengan rekapitulasi pengujian laboratorium didapat nilai berat jenis (Gs) 2,04, nilai kohesi c 0,841, dan sudut geser $27,497^\circ$.

Setelah data tanah diperoleh, maka data diolah untuk digunakan dalam analisa pengolahan data dengan menggunakan bantuan program microsoft excel dan teknik analisa data yang digunakan dimulai dengan menghitung beban yang bekerja pada dinding penahan tanah. Menghitung dimensi dinding penahan tanah, menghitung stabilitas dinding penahan tanah, serta menghitung pondasi tiang pancang dinding penahan tanah.

Analisa Struktur Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever

Dinding penahan tanah berbentuk dinding tipe kantilever dengan material beton bertulang. Adapun dimensi rencana dari dinding adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Dimensi DPT Kantilever

Perhitungan Beban Vertikal (Gaya)

Hasil dari perhitungan diatas dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 1. Gaya Vertikal Dinding

No	Berat W (k/N)		Jarak Terhadap Titik A (M)		Momen (W x m) (k/N)
1	w ₁	49,92	A ₁	1,40	69,89
2	w ₂	37,44	A ₂	1,00	37,44
3	w ₃	65,28	A ₃	1,70	110,98
4	w ₃	19,09	A ₄	2,50	47,74
	ΣV =	171,734		ΣMx =	266,040

Sumber : Hasil Analisa, 2017

Perhitungan Beban Horizontal

A. Perhitungan Koefisien Tekanan Tanah

Karena permukaan tanah urugan sejajar dengan permukaan dinding penahan tanah ($\beta=0$) maka rumus koefisien tekanan tanah dipakai :

1. a. Perhitungan Koefisien Tekanan Tanah Aktif Cara Coulomb

$$\begin{aligned}\alpha &= 90^\circ & \beta &= 0^\circ \\ \delta &= (2/3) \times \phi = (2/3) \times 27,497^\circ \\ &= 18,331^\circ\end{aligned}$$

$$K_a = \frac{\sin^2(90^\circ + 27,497^\circ)}{\sin^2 90^\circ \sin(90^\circ - 18,331^\circ)} \left(1,00 + \frac{\sin(27,497^\circ + 18,331^\circ) \cdot \sin 27,497^\circ \cdot 0^\circ}{\sin(90^\circ - 18,331^\circ) \cdot \sin 90^\circ \cdot 0^\circ} \right)$$
$$= 0,328$$

b. Perhitungan Koefisien Tekanan Tanah Aktif Cara Rankine

$$\begin{aligned}K_a &= \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \\ &= \tan^2 \left(45 - \frac{27,497}{2} \right) = 0,368\end{aligned}$$

2. a. Perhitungan Koefisien Tekanan Tanah Pasif Cara Coulomb

$$K_p = \frac{\sin^2(90^\circ - 27,497^\circ)}{\sin^2 90^\circ \sin(90^\circ + 18,331^\circ)} \left(1,00 + \frac{\sin(27,497^\circ - 18,331^\circ) \cdot \sin 27,497^\circ \cdot 0^\circ}{\sin(90^\circ + 18,331^\circ) \cdot \sin 90^\circ \cdot 0^\circ} \right)$$
$$= 4,947$$

b. Perhitungan Koefisien Tekanan Tanah Pasif Cara Rankine

$$\begin{aligned}K_p &= \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \\ &= \tan^2 \left(45 + \frac{27,497}{2} \right) = 2,715\end{aligned}$$

B. Perhitungan Tekanan Tanah Dari Nilai "q"

Nilai "q" di ambil dari nilai berat beban truk, menurut RSNI-02-2005 Standar Pembebanan untuk Jembatan besarnya beban truk yang diambil sebesar 500 kN

perhitungan beban tambahan pada dinding penahan tanah berdasarkan persamaan terzaghi dalam "Teknik Fondasi I Hal ;385 (Hary Christady Hardiyatmo Cetlak Ke-3, 2006)" sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\sigma_h &= \\ \text{dengan,} \\ \beta &= 14^\circ = 0,244 \text{ (dalam radian)} \\ \alpha &= 61^\circ = 0,977 \text{ (dalam radian)} \\ q &= 500 \text{ kN} \\ \sigma_h &= \frac{2 \times 500}{\pi} (0,244 - \sin 0,140 \cos(2 \times 0,977)) \\ &= 318,471 \times 0,335 \\ &= 106,679 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

C. Perhitungan Tekanan Tanah Aktif dan Pasif

Dalam menghitung tekanan tanah aktif dan pasif, penulis menggunakan metode Coulomb dan Rankine dalam pembahasannya. Adapun perhitungannya sebagai berikut :

1. Perhitungan Tekanan Tanah Aktif dan Pasif Menurut Coulomb

a. Perhitungan Tekanan Tanah Pasif

$$\begin{aligned}P_p &= \frac{1}{2} \times H^2 \times (\gamma_s) \times K_p \\ &= 0,50 \times 0,8^2 \times 2,04 \times 4,95 \\ &= 3,23 \text{ Kn}\end{aligned}$$

b. Perhitungan Tekanan Tanah Aktif

$$\begin{aligned}P_1 &= \frac{1}{2} \times H^2 \times (\gamma_s) \times K_a \\ &= 0,50 \times 6^2 \times 2,04 \times 0,328 \\ &= 12,030 \text{ Kn} \\ P_2 &= \sigma_h \times K_a \\ &= 106,679 \times 0,328 \\ &= 34,949 \text{ Kn}\end{aligned}$$

2. Perhitungan Tekanan Tanah Aktif dan Pasif Menurut Rankine

a. Perhitungan Tekanan Tanah Pasif

$$\begin{aligned}P_p &= \frac{1}{2} \times H^2 \times (\gamma_s) \times K_p \\ &= 0,50 \times 0,8^2 \times 2,04 \times 2,715 \\ &= 1,773 \text{ kN}\end{aligned}$$

b. Perhitungan Tekanan Tanah Aktif

$$\begin{aligned}P_1 &= \frac{1}{2} \times H^2 \times (\gamma_s) \times K_a \\ &= 0,50 \times 6^2 \times 2,04 \times 0,368 \\ &= 13,523 \text{ Kn} \\ P_2 &= \sigma_h \times K_a \\ &= 106,679 \times 0,368 \\ &= 39,286 \text{ Kn}\end{aligned}$$

3. Perhitungan Lengan Panjang terhadap titik O

$$\begin{aligned} P_p &= x H^3 \\ &= 0,33 \times 0,80 = 0,267 \text{ m} \\ P_{a1} &= \frac{1}{2} \times H \\ &= 0,5 \times 6 = 3 \text{ m} \\ P_{a2} &= x H = 0,33 \times 6 = 2 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan Stabilitas Daya Dukung Tanah

Dalam menghitung stabilitas daya dukung tanah, penulis menggunakan metode Coulomb dan Rankine dalam pembahasannya. Adapun perhitungannya sebagai berikut :

Terhadap Stabilitas Gaya Guling

- A. Terhadap Stabilitas Gaya Guling Menurut Coulomb

$$\begin{aligned} F_{\text{guling}} &= \frac{266,04}{105,125} \geq 2 \text{ Aman} \\ &= 2,531 \geq 2 \text{ (Aman)} \end{aligned}$$

- B. Terhadap Stabilitas Gaya Guling Menurut Rankine

$$\begin{aligned} F_{\text{guling}} &= \frac{266,04}{118,668} \geq 2 \text{ Aman} \\ &= 2,242 \geq 2 \text{ (Aman)} \end{aligned}$$

Terhadap Stabilitas Gaya Geser

Tekanan geser pada dinding sepanjang B = 3,40 m, dihitung dengan diasumsikan dasar dinding sangat kasar, sehingga sudut gesek $\delta_b = \phi$; dan adhesi $C_d = C$ (kohesi), maka :

$$\begin{aligned} \sum R_h &= C_d \times B + \sum P_v \times \tan \delta_b \\ &= 0,841 \times 3,40 + 171,734 \times 0,521 \\ &= 92,247 \end{aligned}$$

Dimana :

$\sum R_h$ = Tahanan dinding penahan tanah terhadap penggeseran

C_d = Adhesi antara tanah dan dasar dinding

B = Lebar pondasi

δ_b = Sudut geser antara tanah dan pondasi

- A. Terhadap Stabilitas Gaya Geser Menurut Coulomb

$$\begin{aligned} F_{\text{geser}} &= \frac{92,247}{43,749} > 2,0 \text{ Aman} \\ &= 2,109 > 2,0 \text{ (Aman)} \end{aligned}$$

- B. Terhadap Stabilitas Gaya Geser Menurut Rankine

$$\begin{aligned} F_{\text{geser}} &= \frac{92,247}{51,037} > 2,0 \text{ Aman} \\ &= 1,807 > 2,0 \text{ (Tidak Aman)} \end{aligned}$$

Perhitungan Terhadap Keruntuhan Kapasitas Daya Dukung

Dalam hal ini akan digunakan metode Terzaghi. Pada hitungan ini dianggap pondasi terletak pada kedalaman 1 meter dari permukaan.

$$\begin{aligned} q_{ult} &= c \cdot N_c + D_f \cdot \gamma \cdot N_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \\ &= (0,841 \times 31,157) + (1 \times 2,04 \times 17,606) + \\ &\quad (0,5 \times 2,04 \times 3,40 \times 14,706) \\ &= 113,120 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

A. Terhadap Stabilitas Keruntuhan Menurut Coulomb

Letak resultan gaya dari titik O

$$\begin{aligned} X_e &= \frac{\sum M_v - \sum M_h}{\sum P_v} \\ &= \frac{266,04 - 105,125}{171,734} \\ &= 0,937 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e &= \frac{B}{2} - X > \frac{B}{6} \\ &= \frac{3,40}{2} - 0,937 > \frac{3,40}{6} \\ &= 0,594 > 0,567 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B' &= B - 2e \\ &= 3,40 - 2 \times 0,763 \\ &= 1,874 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q' &= \frac{\sum P_v}{B'} \\ &= \frac{171,734}{1,874} \\ &= 91,641 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Faktor aman terhadap keruntuhan kapasitas dukung :

$$\begin{aligned} F &= \frac{q_{ult}}{q'} > 3 \\ &= \frac{113,120}{91,641} > 3 \\ &= 1,234 > 3 \text{ (Tidak Aman)} \end{aligned}$$

B. Terhadap Stabilitas Keruntuhan Menurut Rankine

Letak resultan gaya dari titik O

$$\begin{aligned} X_e &= \frac{\sum M_v - \sum M_h}{\sum P_v} \\ &= \frac{266,04 - 118,668}{171,734} \\ &= 0,858 \text{ m} \end{aligned}$$

$$e = \frac{B}{2} - X > \frac{B}{6}$$

$$= \frac{3,40}{2} - 0,858 > \frac{3,40}{6}$$

$$= 0,842 > 0,567$$

$$B' = B - 2e$$

$$= 3,40 - 2 \times 0,842$$

$$= 1,716 \text{ m}$$

$$q' = \frac{\Sigma Pv}{B'}$$

$$= \frac{171,734}{1,716} = 100,062 \text{ kN/m}^2$$

Faktor aman terhadap keruntuhan kapasitas dukung :

$$F_k = \frac{q_{ult}}{q'} > 3$$

$$= \frac{113,120}{100,062} > 3$$

$$= 1,130 > 3 \text{ (Tidak Aman)}$$

Analisa Perhitungan Tiang Pancang

Tiang pancang rencana adalah dengan menggunakan tiang pancang baja tipe spiral pipe berbentuk lingkaran.

Tiang Pancang Baja Tipe Spiral Pipe D 300 mm

Diperhitungkan terhadap Tahanan tanah keras dan kelekatan tanah (*End Bearing pile and Friction Pile*), maka :

$$q_c = 201,25 \text{ kg/cm}^2$$

$$JHL = 197,67 \text{ kg/cm}$$

$$P_{\text{tiang}} = \frac{A_o \times q_c}{sf} + \frac{A_k \times JHL}{sf}$$

$$= \frac{707143 \times 201,250}{3} + \frac{94,286 \times 197,670}{5}$$

$$= 51164,991 \text{ kg}$$

$$= 511,650 \text{ kN}$$

$$P_{\text{netto}} = P_{\text{tiang}} - W_p$$

$$= 511,650 - 20,104$$

$$= 491,546 \text{ kN}$$

Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok Baja Spiral Pipe

Konstruksi dinding penahan sepanjang 65 meter yang dibagi menjadi 3 segmen, yaitu segmen 1 & 3 = 20 meter dan segmen 2 = 25 meter. Adapun beban vertikal yang bekerja untuk tinjauan 1 meter adalah (P_v) = 171,734 kN, Maka gaya vertikal menjadi :

Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Segmen 1 & 3

$$P_{v \text{ total}} = P_v \times \text{panjang dinding segmen 1 \& 3}$$

$$= 171,734 \times 20 \text{ meter}$$

$$P_{v \text{ total}} = 3434,688 \text{ kN}$$

Untuk perhitungan jumlah pancang dapat menggunakan rumus :

$$n \text{ tiang pancang} = \frac{P_{v \text{ Total}}}{P_{\text{tiang}}} = \frac{3434,69}{491,55}$$

$$= 6,988 \text{ buah}$$

$$= 7 \text{ buah tiang pancang}$$

$$\text{Jumlah Pancang} = 2 \times 7$$

$$= 14 \text{ buah tiang pancang}$$

Untuk perhitungan efisiensi tiang digunakan perumusan untuk efisiensi tiang dari Converse-Labarre Formula :

$$E_g = 1 - \frac{\theta}{90} \left(\frac{(n-1)m + (m-1)n}{m \times n} \right)$$

$$= 1 - \frac{5,711}{90} \left(\frac{(7-1)2 + (2-1)7}{2 \times 7} \right)$$

$$= 1 - (0,063 \times 1,357)$$

$$= 0,914 = 91,4 \%$$

$$Q_{u \text{ tiang}} = E_g \times P_{\text{tiang}} \times \text{Jumlah Pancang}$$

$$= 91,4 \% \times 491,546 \times 14$$

$$= 6289,06 \text{ kN} > 3434,688 \text{ kN} \dots \text{Aman}$$

$$P_{\text{maks}} = \frac{\Sigma Pv}{n} + \frac{My \times X_{\text{maks}}}{ny \times \Sigma x^2} + \frac{Mx \times Y_{\text{maks}}}{nx \times \Sigma y^2}$$

$$= \frac{3434,688}{14} + \frac{266,04 \times 19}{2 \times 952} + \frac{118,668 \times 2,7}{7 \times 7,78}$$

$$= 245,335 + 2,655 + 5,883$$

$$= 253,873 \text{ kN} < 491,546 \text{ kN} \dots \text{Aman}$$

Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Segmen 2

$$P_{v \text{ total}} = P_v \times \text{panjang dinding segmen 2}$$

$$= 171,73 \times 25 \text{ meter}$$

$$P_{v \text{ total}} = 4293,36 \text{ kN}$$

Untuk perhitungan jumlah pancang dapat menggunakan rumus :

$$n \text{ tiang pancang} = \frac{P_{v \text{ Total}}}{P_{\text{tiang}}} = \frac{4293,36}{491,55}$$

$$= 8,734 \text{ buah}$$

$$= 9 \text{ buah tiang pancang}$$

$$\text{Jumlah Pancang} = 2 \times 9$$

$$= 18 \text{ buah tiang pancang}$$

Untuk perhitungan efisiensi tiang digunakan perumusan untuk efisiensi tiang dari Converse-Labarre Formula :

$$E_g = 1 - \frac{\theta}{90} \left(\frac{(n-1)m + (m-1)n}{m \times n} \right)$$

$$= 1 - \frac{5,711}{90} \left(\frac{(9-1)2 + (2-1)9}{2 \times 9} \right)$$

$$= 1 - (0,063 \times 1,389)$$

$$= 0,912 = 91,2 \%$$

$$Q_{u \text{ tiang}} = E_g \times P_{\text{tiang}} \times \text{Jumlah Pancang}$$

$$= 91,2 \% \times 491,546 \times 18$$

$$= 8068,11 \text{ kN} > 4293,36 \text{ kN} \dots \text{Aman}$$

$$P_{\text{maks}} = \frac{\sum P_v}{n} + \frac{M_y \times X_{\text{maks}}}{n_y \times \sum x^2} + \frac{M_x \times Y_{\text{maks}}}{n_x \times \sum y^2}$$

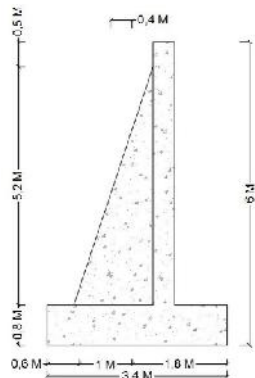
$$= \frac{4293,36}{18} + \frac{266,04 \times 24,5}{2 \times 1946,25} + \frac{118,668 \times 2,7}{9 \times 7,78}$$

$$= 238,520 + 1,674 + 4,576$$

$$= 244,770 \text{ kN} < 491,546 \text{ kN} \dots \text{Aman}$$

Analisa Struktur Dinding Penahan Tanah Dengan Dinding Penyokong

Dinding penahan tanah berbentuk dinding dengan dinding penyokong dengan material beton bertulang. Adapun dimensi rencana dari dinding adalah sebagai berikut :



Gambar 2. Dimensi DPT dengan Dinding Penyokong

Perhitungan Beban Vertikal (Gaya)

Hasil dari perhitungan diatas dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 2. Gaya Vertikal Dinding

No	Berat W (k/N)		Jarak Terhadap Titik A (M)		Momen (W x m) (k/N)
1	w ₁	49,92	A ₁	2,20	109,82
2	w ₂	84,60	A ₂	1,50	126,90
3	w ₃	65,28	A ₃	1,70	110,98
4	w ₃	9,59	A ₄	3,90	27,81
	$\sum V =$	209,388	$\sum M_x =$		375,505

Sumber : Hasil Analisa, 2017

Perhitungan Beban Horizontal

A. Perhitungan Koefisien Tekanan Tanah

Karena permukaan tanah urugan sejajar dengan permukaan dinding penahan tanah ($\beta=0$) maka rumus koefisien tekanan tanah dipakai :

1. a. Perhitungan Koefisien Tekanan Tanah

Aktif Cara Coulomb

$$\alpha = 90^\circ \quad \beta = 0^\circ$$

$$\delta = (2/3) \times \phi = (2/3) \times 27,497^\circ$$

$$= 18,331^\circ$$

$$K_a = \frac{\sin^2(90^\circ + 27,497^\circ)}{\sin^3 90^\circ \sin(90^\circ - 18,331^\circ)} \left(1,00 + \frac{(\sin(27,497^\circ + 18,331^\circ) \cdot \sin 27,497^\circ \cdot 0^\circ)}{\sin(90^\circ - 18,331^\circ) \cdot \sin 90^\circ + 0^\circ} \right)^2$$

$$= 0,328$$

b. Perhitungan Koefisien Tekanan Tanah

Aktif Cara Rankine

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

$$= \tan^2 \left(45 - \frac{27,497}{2} \right) = 0,368$$

2. a. Perhitungan Koefisien Tekanan Tanah

Pasif Cara Coulomb

$$K_p = \frac{\sin^2(90^\circ - 27,497^\circ)}{\sin^3 90^\circ \sin(90^\circ + 18,331^\circ)} \left(1,00 + \frac{(\sin(27,497^\circ - 18,331^\circ) \cdot \sin 27,497^\circ \cdot 0^\circ)}{\sin(90^\circ + 18,331^\circ) \cdot \sin 90^\circ + 0^\circ} \right)^2$$

$$= 4,947$$

c. Perhitungan Koefisien Tekanan Tanah

Pasif Cara Rankine

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

$$= \tan^2 \left(45 + \frac{27,497}{2} \right) = 2,715$$

B. Perhitungan Tekanan Tanah Dari Nilai "q"

Nilai "q" di ambil dari nilai berat beban truk, menurut RSNI-02-2005 Standar Pembebanan untuk Jembatan besarnya beban truk yang diambil sebesar 500 kN

perhitungan beban tambahan pada dinding penahan tanah berdasarkan persamaan terzaghi dalam "Teknik Fondasi I Hal ;385 (Hary Christady Hardiyatmo Cetlak Ke-3, 2006)" sebagai berikut :

oh =

dengan,

$$\beta = 17^\circ = 0,297 \text{ (dalam radian)}$$

$$\alpha = 56^\circ = 0,977 \text{ (dalam radian)}$$

$$q = 500 \text{ kN}$$

$$\sigma_h = \frac{2 \times 500}{\pi} (0,297 - \sin 0,297 \cos(2 \times 0,977))$$

$$= 318,471 \times 0,406$$

$$= 129,373 \text{ kN/m}$$

C. Perhitungan Tekanan Tanah Aktif dan Pasif

Dalam menghitung tekanan tanah aktif dan pasif, penulis menggunakan metode Coulomb dan Rankine dalam pembahasannya. Adapun perhitungannya sebagai berikut :

2. Perhitungan Tekanan Tanah Aktif dan Pasif Menurut Coulomb

a. Perhitungan Tekanan Tanah Pasif

$$P_p = \frac{1}{2} \times H^3 \times (\gamma_s) \times K_p$$

$$= 0,50 \times 0,8^2 \times 2,04 \times 4,95$$

$$= 3,23 \text{ Kn}$$

b. Perhitungan Tekanan Tanah Aktif

$$P_1 = \frac{1}{2} \times H^2 \times (\gamma_s) \times K_a$$

$$= 0,50 \times 6^2 \times 2,04 \times 0,328$$

$$= 12,030 \text{ Kn}$$

$$P_2 = \sigma_h \times K_a$$

$$= 129,373 \times 0,328$$

$$= 42,383 \text{ Kn}$$

2. Perhitungan Tekanan Tanah Aktif dan Pasif Menurut Rankine

a. Perhitungan Tekanan Tanah Pasif

$$P_p = \frac{1}{2} \times H^3 \times (\gamma_s) \times K_p$$

$$= 0,50 \times 0,8^2 \times 2,04 \times 2,715$$

$$= 1,773 \text{ kN}$$

b. Perhitungan Tekanan Tanah Aktif

$$P_1 = \frac{1}{2} \times H^2 \times (\gamma_s) \times K_a$$

$$= 0,50 \times 6^2 \times 2,04 \times 0,368$$

$$= 13,523 \text{ Kn}$$

$$P_2 = \sigma_h \times K_a$$

$$= 129,373 \times 0,368$$

$$= 47,644 \text{ Kn}$$

3. Perhitungan Lengan Panjang terhadap titik O

$$P_p = x H^3$$

$$= 0,33 \times 0,80 = 0,267 \text{ m}$$

$$P_{a1} = \frac{1}{2} \times H$$

$$= 0,5 \times 6 = 3 \text{ m}$$

$$P_{a2} = x H$$

$$= 0,33 \times 6 = 2 \text{ m}$$

Perhitungan Stabilitas Daya Dukung Tanah

Dalam menghitung stabilitas daya dukung tanah, penulis menggunakan metode Coulomb dan Rankine dalam pembahasannya. Adapun perhitungannya sebagai berikut :

Terhadap Stabilitas Gaya Guling

A. Terhadap Stabilitas Gaya Guling Menurut Coulomb

$$F_{\text{guling}} = \frac{375,51}{119,995} \geq 2 \text{ Aman}$$

$$= 3,129 \geq 2 \text{ (Aman)}$$

B. Terhadap Stabilitas Gaya Guling Menurut Rankine

$$F_{\text{guling}} = \frac{375,51}{135,383} \geq 2 \text{ Aman}$$

$$= 2,774 \geq 2 \text{ (Aman)}$$

Terhadap Stabilitas Gaya Geser

Tekanan geser pada dinding sepanjang B = 3,40 m, dihitung dengan diasumsikan dasar dinding sangat kasar, sehingga sudut gesek $\delta_b = \phi$; dan adhesi $C_d = C$ (kohesi), maka :

$$\Sigma R_h = C_d \times B + \Sigma P_v \times \tan \delta_b$$

$$= 0,841 \times 3,40 + 209,388 \times 0,521$$

$$= 111,846$$

Dimana :

ΣR_h = Tahanan dinding penahan tanah terhadap penggeseran

C_d = Adhesi antara tanah dan dasar dinding

B = Lebar pondasi

δ_b = Sudut geser antara tanah dan pondasi

A. Terhadap Stabilitas Gaya Geser Menurut Coulomb

$$F_{\text{geser}} = \frac{111,846}{51,184} > 2,0 \text{ Aman}$$

$$= 2,185 > 2,0 \text{ (Aman)}$$

B. Terhadap Stabilitas Gaya Geser Menurut Rankine

$$F_{\text{geser}} = \frac{111,846}{59,184} > 2,0 \text{ Aman}$$

$$= 1,883 > 2,0 \text{ (Tidak Aman)}$$

Perhitungan Terhadap Keruntuhan Kapasitas Daya Dukung

Dalam hal ini akan digunakan metode Terzaghi. Pada hitungan ini dianggap pondasi terletak pada kedalaman 1 meter dari permukaan.

$$q_{ult} = c \cdot N_c + D_f \cdot \gamma \cdot N_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

$$= (0,841 \times 31,157) + (1 \times 2,04 \times 17,606) +$$

$$(0,5 \times 2,04 \times 3,40 \times 14,706)$$

$$= 113,120 \text{ kN/m}^2$$

A. Terhadap Stabilitas Keruntuhan Menurut Coulomb

Letak resultan gaya dari titik O

$$\begin{aligned} X_e &= \frac{\Sigma M_v - \Sigma M_h}{\Sigma P_v} \\ &= \frac{375,51 - 119,995}{209,388} \\ &= 1,220 \text{ m} \\ e &= \frac{B}{2} - X > \frac{B}{6} \\ &= \frac{3,40}{2} - 1,220 > \frac{3,40}{6} \\ &= 0,480 > 0,567 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B' &= B - 2e \\ &= 3,40 - 2 \times 0,480 \\ &= 2,441 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q' &= \frac{\Sigma P_v}{B'} \\ &= \frac{209,388}{2,441} \\ &= 85,796 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Faktor aman terhadap keruntuhan kapasitas dukung :

$$\begin{aligned} F &= \frac{q_{ult}}{q'} > 3 \\ &= \frac{113,120}{85,796} > 3 \\ &= 1,318 > 3 \text{ (Tidak Aman)} \end{aligned}$$

B. Terhadap Stabilitas Keruntuhan Menurut Rankine

Letak resultan gaya dari titik O

$$\begin{aligned} X_e &= \frac{\Sigma M_v - \Sigma M_h}{\Sigma P_v} \\ &= \frac{375,51 - 135,383}{209,388} \\ &= 1,147 \text{ m} \\ e &= \frac{B}{2} - X < \frac{B}{6} \\ &= \frac{3,40}{2} - 1,147 < \frac{3,40}{6} \\ &= 0,553 < 0,567 \\ B' &= B - 2e \\ &= 3,40 - 2 \times 0,553 \\ &= 2,294 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q' &= \frac{\Sigma P_v}{B'} \\ &= \frac{209,388}{2,294} = 91,294 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Faktor aman terhadap keruntuhan kapasitas dukung :

$$\begin{aligned} F_k &= \frac{q_{ult}}{q'} > 3 \\ &= \frac{113,120}{91,294} > 3 \\ &= 1,239 > 3 \text{ (Tidak Aman)} \end{aligned}$$

Analisa Perhitungan Tiang Pancang

Tiang pancang rencana adalah dengan menggunakan tiang pancang baja tipe spiral pipe berbentuk lingkaran.

Tiang Pancang Baja Tipe Spiral Pipe D 300 mm

Diperhitungkan terhadap Tahanan tanah keras dan kelekatan tanah (*End Bearing pile and Friction Pile*), maka :

$$q_c = 201,25 \text{ kg/cm}^2$$

$$JHL = 197,67 \text{ kg/cm}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{tiang}} &= \frac{A_o \times q_c}{s_f} + \frac{A_k \times JHL}{s_f} \\ &= \frac{707143 \times 201,250}{3} + \frac{94,286 \times 197,670}{5} \\ &= 51164,991 \text{ kg} \\ &= 511,650 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{netto}} &= P_{\text{tiang}} - W_p \\ &= 511,650 - 20,104 \end{aligned}$$

$$Q_{\text{tiang}} = 491,546 \text{ kN}$$

Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok Baja Spiral Pipe

Konstruksi dinding penahan sepanjang 65 meter yang dibagi menjadi 3 segmen, yaitu segmen 1 & 3 = 20 meter dan segmen 2 = 25 meter. Adapun beban vertikal yang bekerja untuk tinjauan 1 meter adalah (P_v) = 209,388 kN, Maka gaya vertikal menjadi :

Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Segmen 1 & 3

$$\begin{aligned} P_{v \text{ total}} &= P_v \times \text{panjang dinding segmen 1 \& 3} \\ &= 209,388 \times 20 \text{ meter} \\ P_{v \text{ total}} &= 4187,76 \text{ Kn} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan jumlah pancang dapat menggunakan rumus :

$$\begin{aligned}
 n \text{ tiang pancang} &= \frac{Pv_{Total}}{P_{tiang}} = \frac{4187,76}{491,55} \\
 &= 8,520 \text{ buah} \\
 &= 9 \text{ buah tiang pancang} \\
 \text{Jumlah Pancang} &= 2 \times 9 \\
 &= 18 \text{ buah tiang pancang}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan efisiensi tiang digunakan perumusan untuk efisiensi tiang dari Converse-Labarre Formula :

$$\begin{aligned}
 E_g &= 1 - \frac{\theta}{90} \left(\frac{(n-1)m + (m-1)n}{m \times n} \right) \\
 &= 1 - \frac{8,531}{90} \left(\frac{(9-1)2 + (2-1)9}{2 \times 9} \right) \\
 &= 1 - (0,095 \times 1,389) \\
 &= 0,868 = 86,8 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{u \text{ tiang}} &= E_g \times P_{tiang} \times \text{Jumlah Pancang} \\
 &= 86,8 \% \times 491,546 \times 18 \\
 &= 7683,04 \text{ kN} > 4187,76 \text{ kN} \dots \text{Aman}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{maks} &= \frac{\Sigma Pv}{n} + \frac{My \times X_{maks}}{ny \times \Sigma x^2} + \frac{Mx \times Y_{maks}}{nx \times \Sigma y^2} \\
 &= \frac{4187,76}{18} + \frac{375,51 \times 18}{2 \times 1140} + \frac{135,383 \times 2,7}{9 \times 7,78} \\
 &= 232,653 + 2,965 + 5,220 \\
 &= 240,838 \text{ kN} < 491,546 \text{ kN} \dots \text{Aman}
 \end{aligned}$$

Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Segmen 2

$$\begin{aligned}
 P_{v \text{ total}} &= P_v \times \text{panjang dinding segmen 2} \\
 &= 209,39 \times 25 \text{ meter} \\
 P_{v \text{ total}} &= 5234,7 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan jumlah pancang dapat menggunakan rumus :

$$\begin{aligned}
 n \text{ tiang pancang} &= \frac{Pv_{Total}}{P_{tiang}} = \frac{5234,7}{491,55} \\
 &= 10,649 \text{ buah} \\
 &= 11 \text{ buah tiang pancang} \\
 \text{Jumlah Pancang} &= 2 \times 11 \\
 &= 22 \text{ buah tiang pancang}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan efisiensi tiang digunakan perumusan untuk efisiensi tiang dari Converse-Labarre Formula :

$$\begin{aligned}
 E_g &= 1 - \frac{\theta}{90} \left(\frac{(n-1)m + (m-1)n}{m \times n} \right) \\
 &= 1 - \frac{7,431}{90} \left(\frac{(11-1)2 + (2-1)11}{2 \times 11} \right) \\
 &= 1 - (0,083 \times 1,409) \\
 &= 0,844 = 84,4 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{u \text{ tiang}} &= E_g \times P_{tiang} \times \text{Jumlah Pancang} \\
 &= 84,4 \% \times 491,546 \times 22 \\
 &= 9555,81 \text{ kN} > 5234,7 \text{ kN} \dots \text{Aman}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{maks} &= \frac{\Sigma Pv}{n} + \frac{My \times X_{maks}}{ny \times \Sigma x^2} + \frac{Mx \times Y_{maks}}{nx \times \Sigma y^2} \\
 &= \frac{5234,7}{22} + \frac{375,51 \times 24}{2 \times 2300,65} + \frac{135,383 \times 2,7}{11 \times 7,78} \\
 &= 237,941 + 1,959 + 4,271 \\
 &= 244,171 \text{ kN} < 491,546 \text{ kN} \dots \text{Aman}
 \end{aligned}$$

Resume Hasil Analisa

Berikut adalah resume hasil analisa dari perhitungan dinding penahan tanah tipe kantilever dan dinding penahan tanah dengan dinding penyangkang dengan menggunakan metode coulomb dan rankine.

Tabel 3. Rekapitulasi Perhitungan Stabilitas Geser dan Guling

Metode	Stabilitas Gaya			
	Kantilever		DPT Dengan Penyokong	
	≥ 2	> 2	≥ 2	> 2
	Guling	Geser	Guling	Geser
Coulomb	2,531	2,109	3,129	2,185
Rankine	2,242	1,807	2,774	1,883
Hasil	Aman	Tidak Aman	Aman	Tidak Aman

Sumber : Hasil Analisa, 2017

Tabel 4. Rekapitulasi Perhitungan Stabilitas Keruntuhan

Stabilitas Keruntuhan			
Kantilever		DPT Dengan Penyokong	
kN/m ²	> 3	kN/m ²	> 3
q'	F	q'	F
91,641	1,234	85,796	1,318
100,062	1,130	91,294	1,239
	Tidak Aman		Tidak Aman

Sumber : Hasil Analisa, 2017

Tabel 5. Rekapitulasi Jumlah Tiang Pancang

Tipe	Jumlah Tiang (perbaris)			Jarak Antar Tiang	Jumlah Baris
	Segmen 1	Segmen 2	Segmen 3	As (m)	
Kantilever	7	9	7	3	2
Dengan Dinding Penyokong	9	11	9	3	2

Sumber : Hasil Analisa, 2017

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil Analisa dan Pembahasan Dimensi Dinding Penahan Tanah, dapat diambil hasil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil Analisa terhadap tipe kantilever dengan metode coulomb didapat nilai stabilitas gaya guling sebesar $2,531 \geq 2$ (aman), gaya geser sebesar $2,109 > 2$ (aman), stabilitas keruntuhan $1,234 > 3$ (tidak aman) dan dengan metode rankine didapat nilai stabilitas gaya guling sebesar $2,242 \geq 2$ (aman), gaya geser $1,807 > 2$ (tidak aman), serta stabilitas keruntuhan $1,130 > 3$ (tidak aman). Sedangkan pada tipe dinding penahan tanah dengan penyokong dengan metode coulomb didapat nilai stabilitas gaya guling sebesar $3,129 \geq 2$ (aman), gaya geser sebesar $2,185 > 2$ (aman), stabilitas keruntuhan $1,318 > 3$ (tidak aman), dan dengan metode rankine didapat nilai gaya guling sebesar $2,774 \geq 2$, gaya geser $1,883 > 2$ (tidak aman), dan nilai keruntuhan $1,239 > 3$ (tidak aman). Karena dari analisa didapat pada perhitungan daya dukung tanah tidak aman, maka penulis menambahkan perhitungan tiang pancang guna menahan beban vetikal.
2. Dari hasil analisa tiang pancang terhadap tipe kantilever diperoleh nilai faktor keamanan $2,862 > 3,6$ (kurang aman) untuk individu dan pada posisi tiang pancang kelompok didapat nilai $5,724 > 3,6$ (aman), pada baris individu untuk setiap baris menggunakan 23 buah tiang pancang dengan diameter 30 cm untuk setiap barisnya, dan 46 buah tiang pancang kelompok sedangkan jarak as antar tiang

pancang 3 m. Pada tipe dinding penahan tanah dengan dinding penyokong diperoleh nilai faktor keamanan $2,348 > 3,6$ (kurang aman) untuk individu dan pada posisi tiang pancang kelompok didapat nilai $4,695 > 3,6$ (aman), pada baris individu untuk setiap baris menggunakan 29 buah tiang pancang dengan diameter 30 cm untuk setiap barisnya, dan 58 buah tiang pancang kelompok sedangkan jarak as antar tiang pancang 3 m.

Saran

Saran yang di berikan penulis dari hasil penelitian dinding penahan tanah yang telah dilakukan, yaitu :

1. Dalam menghitung dinding penahan tanah tipe kantilever hendaknya selalu memperhatikan beban yang akan ditopang diatasnya, karna akan sangat berpengaruh dalam menentukan dimensi serta stabilitas dari konstruksi tersebut.
2. Sama halnya dengan dinding penahan tanah tipe kantilever, dinding penahan tanah dengan dinding penyokongpun harus memperhatikan beban yang akan digunakan, serta memperhatikan ketersediaan area atau lahan yang akan digunakan dalam pembangunan konstruksi tersebut.
3. Dalam perancangan pondasi tiang pancang, hendaknya data yang digunakan tidak hanya berupa hasil test sondir saja, tetapi juga menggunakan hasil uji boring agar dapat diperoleh perbandingan perhitungan yang akan digunakan dalam merancang pondasi tiang pancang.

DAFTAR PUSTAKA

- Hardiyatmo, H.C., Mekanika Tanah I, Gama Press, Yogyakarta, 2006.
Hardiyatmo, H.C., Mekanika Tanah II, Gama Press, Yogyakarta, 2003.
Hardiyatmo, H.C., Teknik Fondasi I, Beta Offset, Yogyakarta, 2006.
Hardiyatmo, H.C., Teknik Fondasi II, Beta Offset, Yogyakarta, 2006.
Hardiyatmo, H.C., Prinsip-prinsip Mekanika Tanah dan Soal Penyelesaian I, Beta Offset, Yogyakarta, 2004.
Hardiyatmo, H.C., Converse Labarre, Equation for Pile Group Efficiency, *Analisis dan Perancangan Fondasi II – Edisi III*, LPPM-UGM, 2015.
SNI 03-2847, Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung, Pusjatan-Balitabang PU, 2002.
Sunggono, K.H., Mekanika Tanah, Nova, Bandung, 2002.
Sunggono, K.H., Teknik Sipil, Nova, Bandung, 1995.
Sardjono. HS, *Pondasi Tiang Pancang*, Jilid I, Sinar Wijaya, Surabaya, 1991.
Sardjono. HS, *Pondasi Tiang Pancang*, Jilid II, Sinar Wijaya, Surabaya, 1998
Sasrodarsono, S, *Mekanika Tanah & Teknik Pondasi*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta, 2000.