

STUDI PERHITUNGAN STRUKTUR
DINDING PENAHAN TANAH PADA LONGSORAN JALAN LOA JANAN
STA.0+035 – STS.0+090 KECAMATAN LOA JANAN
KABUPATEN KUTAI KARTANEGARA

SAHARUDDIN

Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

ABSTRACT

What is meant by a landslide is the movement of a land mass slopes downward slope stability due to the disruption of the amount of soil moved it apart from its geometric depends on the severity and also from the shear strength (shear strength). Shear strength is not fixed, and can be decreased due to increasing water content in the soil itself, in addition to the influence of other disorders. Disruption to the stability of the slope can be caused by nature and also by human activity itself. The first so-called natural disasters, which can be caused by earthquakes or by heavy rain is prolonged, the second is human error, and generally in the form of imposition of excessive (overloading), excavation uncontrolled, drainage is less than perfect, and deforestation.

Loa thorn road is one of the areas that has undulating topography. Wave in question is the natural state of hills and valleys, this has resulted in some segments of roads should be on the slopes. The presence of natural factors, especially rain and ground water flow that makes it lose ground slope stability or ability to withstand sliding friction that occurs, automatically highway above it will be impaired and will also affect the level of service. So that public facilities can function optimally we need to hold the handling of an avalanche is one of them by making the construction of retaining soil so that the soil in these segments do not move or shift.

From the results of calculations can be concluded that, the dimensions of retaining wall is 3 meters high and 2.5 meters wide, 0.40 meters thick plate with a length of 55 meters, retaining wall stability safe to bolster however affect the shear, so it is necessary to pile foundation meperkaku wall structure and pile foundation.

Key words: landslides, retaining walls (retaining wall), stability

PENGANTAR

Bumi kita terdiri dari dua bagian yaitu daratan dan perairan, daratan mempunyai permukaan yang beraneka ragam seperti pegunungan, lembah, ngarai, dataran tinggi, dataran rendah dan sebagainya. Pada permukaan tanah yang tidak horizontal komponen gravitasi cenderung mengerakan tanah turun kebawah, jika komponen ini sedemikian besar sehingga perlawanan terhadap geseran yang mampu ditahan oleh tanah pada bidang longsornya terlampaui, maka tanah tersebut dikatakan mengalami kelongsoran.

Secara umum dapat dikatakan dalam pembuatan suatu konstruksi bangunan tanah adalah salah satu komponen yang sangat penting, baik sebagai bahan maupun sebagai tempat perletakan bangunan tersebut. Pada bangunan gedung, jembatan, menara, tembok penahan, bendungan, dermaga dan jalan raya contohnya, kita harus mengetahui klasifikasi atau jenis tanah yang mendukung konstruksi tersebut. Persoalan tanah berkaitan dengan penentuan pondasi yang nantinya akan dipakai terhadap konstruksi yang akan dibangun, sehingga konstruksi tersebut mempunyai tingkat keamanan yang baik dan juga mempunyai umur pemakaian sesuai dengan yang direncanakan. Tanah yang mempunyai kondisi stabil sangat mutlak diperlukan untuk perletakan bangunan atau konstruksi, tanah pada bagian lereng yang kita tahu rawan terjadi kelongsoran dapat kita stabilisasi salah satunya dengan metode dinding penahan (Retaining Wall), dinding penahan mempunyai beragam jenis dan bentuk yang disesuaikan dengan keadaan topografi serta struktur tanah ditempat tersebut.

Kabupaten Kutai Kartanegara memiliki luas wilayah sekitar 27.263,10 Km² terletak antara 115⁰26' Bujur Timur sampai dengan 117⁰36' Bujur Timur dan 1⁰28' Lintang Utara sampai dengan 1⁰08' Lintang Selatan. yang tidak luput dari bencana longsor, khususnya pada jaringan jalan raya yang merupakan salah satu prasarana perhubungan darat yang sangat penting dan merupakan unsur perkembangan wilayah di Kabupaten Kutai Kartanegara yang mengalami perkembangan.

Ruas jalan loa duri adalah salah satu daerah yang mempunyai kondisi topografi yang bergelombang. Gelombang yang dimaksud adalah keadaan alam yang berupa perbukitan dan lembah, hal ini mengakibatkan beberapa segmen ruas jalan harus berada pada lereng. Adanya faktor-faktor alam terutama hujan dan aliran air tanah yang membuat tanah lereng ini kehilangan kestabilan ataupun kemampuan menahan geseran sehingga terjadi kelongsoran, secara otomatis jalan raya diatasnya akan mengalami gangguan dan juga akan berpengaruh terhadap tingkat pelayanannya. Agar sarana umum ini dapat berfungsi secara optimal maka perlu diadakan penanganan terhadap longsor yaitu salah satunya dengan membuat konstruksi penahan tanah sehingga tanah pada segmen tersebut tidak bergerak atau bergeser.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka terdapat beberapa masalah yang kemudian difokuskan menghitung Struktur Dinding Penahan Tanah Pada Longsoran Jalan Loa Duri Sta.0+035 – Sta.0+090 Kec.Loa Janan Kab.Kutai Kartanegara Menggunakan Metode Rankine Dan Coulomb dalam menghitung stabilitas serta perhitungan analisa pancang dengan menggunakan metode Schmertmann dan Nottingham.

Adapun maksud dalam penelitian ini, adalah bagaimana cara mengatasi permasalahan yang timbul akibat berubahnya kondisi tanah yang secara langsung berpengaruh pada ruas jalan loa duri. Sedangkan Tujuan dari penulisan ini, Agar dapat merencanakan struktur dinding penahan tanah Pada Longsoran Jalan Loa Duri Sta.0+035 - Sta.0+090 Kecamatan Loa Janan Kabupaten Kutai Kartanegara.

Untuk membatasi luasnya ruang lingkup pembahasan dalam suatu penelitian. maka dalam penelitian di fokuskan kepada Menghitung Kontrol Stabilitas terhadap Guling (*Overturning*), Geser (*Sliding*) dan keruntuhan (*Downfall*), dengan menggunakan metode Rankine dan Coulomb, Menganalisa Perhitungan Tiang Pancang dengan metode Schmertmann, Nottingham dan Menganalisa Perhitungan Tiang Pancang dengan metode Schmertmann dan Nottingham dan Menganalisa Jumlah dan dimensi Penulangan.

CARA PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Lokasi penelitian berada Ruas jalan Loa duri Kec. Loa janan Kab. Kutai Kartanegara. Pengambilan data tanah dilapangan menggunakan metode sondir sondir 1 titik sampel dan handboring sebanyak 1 titik sampel.

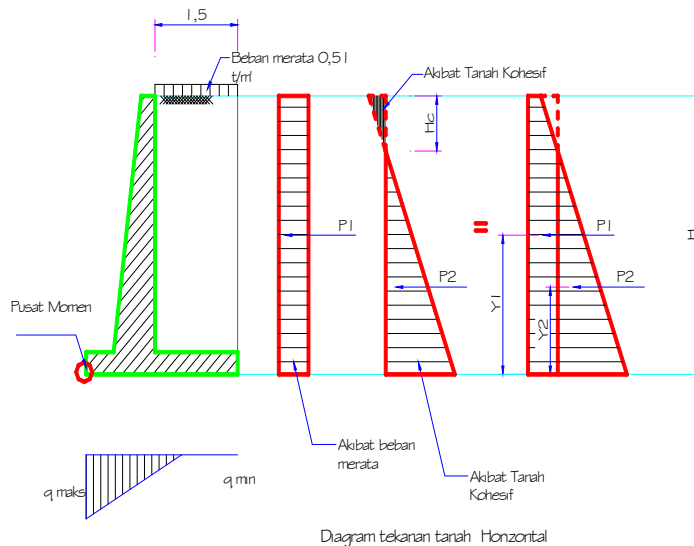
Data tanah BT.04 dari lokasi :

Kohesi (C)	: 0,22	t/m ²
Sudut geser (ϕ)	: 5,30 °	
Bobot isi tanah (γ s)	: 1,775	t/m ³
Bobot isi beton (γ c)	: 2,400	t/m ³
Beban merata (q)	: 0,510	t/m

(data tanah terlampir pada lampiran)

4.1.1 Perhitungan koefisien tekanan tanah aktif

Gaya horizontal yang terjadi, yaitu :



Perhitungan Beban Merata (q)

Beban Merata yang di maksud adalah beban tanah urugan yaitu :

$$\begin{aligned}q &= 1 \cdot 1,5 \cdot 0,2 \cdot 1700 \text{ (berat tanah permeter kubik)} \\ &= 510 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

Karena permukaan tanah urugan datar ($\beta=0$) maka rumus koefisien tekanan tanah dipakai :

Koefisien Tanah Aktif Menurut Rankine

$$\begin{aligned}K_a &= \tan^2\left(45 - \frac{W}{2}\right) \\ &= \tan^2\left(45 - \frac{5,30}{2}\right) \\ &= 0,831\end{aligned}$$

Koefisien Tanah Aktif Menurut Coulomb

$$\begin{aligned}K_a &= \frac{\sin^2(r + s)}{\sin^2 r \sin(r - u) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(w + u) \cdot \sin(w - s)}{\sin(r - u) \cdot \sin(r + s)}} \right]^2} \\ &= \frac{0,988}{0,976 \left[1,00 + \sqrt{\frac{\sin(5,30) \cdot \sin(5,30)}{\sin(81) \cdot \sin(81)}} \right]^2} \\ &= 0,846\end{aligned}$$

Perhitungan koefisien tekanan tanah pasif

Karena permukaan tanah urugan datar ($\beta=0$) maka rumus koefisien tekanan tanah dipakai :

Koefisien Tanah Pasif Menurut Rankine

$$\begin{aligned}K_p &= \tan^2\left(45 + \frac{W}{2}\right) \\ &= \tan^2\left(45 + \frac{5,30}{2}\right) \\ &= 1,203\end{aligned}$$

Koefisien Tanah Pasif Menurut Coulomb

$$K_p = \frac{\sin^2(r - s)}{\sin^2 r \sin(r - u) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(w + u) \cdot \sin(w - s)}{\sin(r + u) \cdot \sin(r + s)}} \right]^2}$$

$$= \frac{0,988}{0,976 \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(5.30) \cdot \sin(5.30)}{\sin(81) \cdot \sin(81)}} \right]^2}$$

$$= 0,800$$

Perhitungan tekanan tanah pasif menurut Rankine

$$Z_0 = \frac{2c}{\gamma_s \cdot \sqrt{K_a}}$$

$$= \frac{2 \cdot 0,22}{1,775 \cdot \sqrt{0,831}}$$

$$P_p = \left(\frac{1}{2} \cdot 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_p} \cdot Z_0 \right)$$

$$= \left(\frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 0,22 \cdot \sqrt{1,027} \right)$$

$$= 0,27$$

Tabel 1 Akibat beban merata

Menurut Rankine	Menurut Coulomb
$P1 = K_a \cdot q \cdot H$ $= 0,831 \cdot 0,510 \cdot 3$ $= 1,271 \text{ ton}$	$P1 = K_a \cdot q \cdot H$ $= 0,846 \cdot 0,510 \cdot 3$ $= 1,294 \text{ ton}$

Tabel 2 Akibat beban tanah

Menurut Rankine	Menurut Coulomb
$P2 = \frac{1}{2} \cdot \gamma_s \cdot H^2 \cdot K_a$ $= \frac{1}{2} \cdot 1,775 \cdot 3^2 \cdot 0,831$ $= 6,638 \text{ ton}$	$P2 = \frac{1}{2} \cdot \gamma_s \cdot H^2 \cdot K_a$ $= \frac{1}{2} \cdot 1,775 \cdot 3^2 \cdot 0,846$ $= 6,757 \text{ ton}$

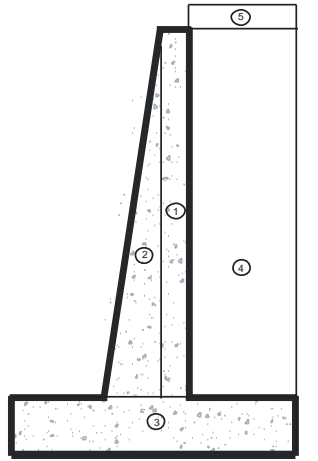
Tabel 3 Gaya horizontal Rankine

No	Gaya (P) ton	Lengan (Y) m	Momen (Tm)
1	1,271	$\frac{1}{2} H = \frac{1}{2} \cdot 3 = 1,5$	1,907
2	6,638	$\frac{1}{3}(H) = \frac{1}{3}(3) = 1$	6,638
dPh	7,909	dMh	8,545

Tabel 4.4 Gaya horizontal Coulomb

No	Gaya (P) ton	Lengan (Y) m	Momen (Tm)
1	1,294	$\frac{1}{2} H = \frac{1}{2} * 3 = 1,5$	1,941
2	6,757	$\frac{1}{3}(H) =$ $\frac{1}{3} (3) = 1$	6,757
dPh	7,547	dMh	8,698

Gaya vertikal (gaya berat)



Gambar 4.2

Gambar Potongan Dinding Penahan Tanah

(Berat sendiri Struktur)

$$\begin{aligned}
 W1 &= \text{luas bidang 1} * \gamma_c \\
 &= 0,4 \times 2,4 \times 2,4 \\
 &= 2,304 \text{ ton} \\
 W2 &= \frac{1}{2} 0,4 \times 2,4 \times 2,4 \\
 &= 2,304 \text{ ton} \\
 W3 &= 2,50 \times 0,6 \times 2,4 \\
 &= 3,600 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Tabel 5 Gaya Vertikal Dinding

No	Gaya (W) ton	Lengan (x) m	Momen (Tm)
1	2,304	$0,80 + 0,40 + (\frac{1}{2} * 0,4) = 1,40$	3,226
2	2,304	$\frac{2}{3} * 0,40 + 0,80 = 1,067$	2,458
3	3,600	$\frac{1}{2} * 2,5 = 1,25$	4,500
dPv	8,352	dMv	10,184

(Berat Tanah)

$$W4 = \frac{1}{2} \times 0,90 \times 2,4 \times 1,775$$

$$= 1,917 \text{ ton}$$

$$W5 = q \times L$$

$$= 0,51 \times 0,90$$

$$= 0,459 \text{ ton}$$

Tabel 6 Gaya vertical Tanah

No	Gaya (W) ton	Lengan (x) m	Momen (Tm)
1	1,917	$\frac{1}{2} \times 0,90 + 2,05 = 2,50$	4,793
2	0,459	$\frac{1}{2} \times 0,90 + 2,05 = 2,50$	1,148
dPv	2,376		dMv
			5,941

$$\text{Maka } P_v = P_v \text{ Struktur} + P_v \text{ Tanah} = 10,728 \text{ Ton}$$

$$M_v = M_v \text{ Struktur} + M_v \text{ Tanah} = 16,125 \text{ Ton/m}$$

Cek stabilitas

Tabel 7 Terhadap penggulingan

Menurut Rankine	Menurut Coulomb
$F_{\text{guling}} = \frac{\sum M_v}{\sum M_h}$ $= \frac{16,125}{8,545}$ $= 1,89 > 1,5 \text{ (Aman)}$	$F_{\text{guling}} = \frac{\sum M_v}{\sum M_h}$ $= \frac{16,125}{8,698}$ $= 1,854 > 1,5 \text{ (Aman)}$

Terhadap penggeseran

Tahanan geser pada dinding sepanjang B = 2,50 m, dihitung dengan menganggap dasar dinding sangat kasar, sehingga sudut gesek $\delta_b = \phi$; dan adhesi $Cd = C$ (kohesi), maka :

$$R_h = Cd \times B + \sum P_v * \tan \phi$$

$$= 0,22 \times 2,50 + 10,728 \times \tan(1/3 - (2/3) \cdot 5,3)$$

$$= 0,219 \text{ ton}$$

Tabel 8 Terhadap penggeseran

Menurut Rankine	Menurut Coulomb
$F \text{ geser} = \frac{\Sigma Rh}{\Sigma Ph}$ $= \frac{0,219}{7,909}$ $= 0,03 < 2,0 \text{ (Tak Aman)}$	$F \text{ geser} = \frac{\Sigma Rh}{\Sigma Ph}$ $= \frac{0,219}{7,547}$ $= 0,03 < 2,0 \text{ (Tak Aman)}$

Karena konstruksi tidak memenuhi syarat stabilitas geser maka konstruksi perlu ditambah dengan *pondasi tiang pancang* untuk menahan gaya geseran, atau gaya horizontal.

Terhadap keruntuhan kapasitas daya dukung

$\Sigma P_v = 10,728 \text{ ton}$

Letak resultan gaya dari titik O

Tabel 9 Terhadap keruntuhan kapasitas daya dukung

Menurut Rankine	Menurut Coulomb
$X = \frac{\Sigma M_v - \Sigma M_h}{\Sigma P_v}$ $= \frac{16,125 - 8,545}{10,728}$ $= 0,707 \text{ m}$	$X = \frac{\Sigma M_v - \Sigma M_h}{\Sigma P_v}$ $= \frac{16,125 - 8,698}{10,728}$ $= 0,692 \text{ m}$
$e = \frac{B}{2} - X$ $= \frac{2,50}{2} - 0,707$ $= 0,543 \geq B/6 = 0,42$	$e = \frac{B}{2} - X$ $= \frac{2,50}{2} - 0,692$ $= 0,558 \geq B/6 = 0,42$

Karena $e \geq B/6$ maka $q_{\min} = 0$ (nol) dan rumus q_{\max} adalah :

(Hary Christady Hardiyatmo; Teknik Pondasi 1)

Tabel 10 Terhadap keruntuhan kapasitas daya dukung Maksimal

Menurut Rankine	Menurut Coulomb
$q_{\text{maks}} = \frac{2 \cdot \Sigma P_v}{3(B - 2e)}$ $= \frac{2 \times 10,728}{3(2,50 - 2 \times 0,543)}$ $= 5,058 \text{ ton/m}^2$	$q_{\text{maks}} = \frac{2 \cdot \Sigma P_v}{3(B - 2e)}$ $= \frac{2 \times 10,728}{3(2,50 - 2 \times 0,558)}$ $= 5,168 \text{ ton/m}^2$

Tabel 11 Perhitungan lebar efektif pondasi (mayerhof)

Menurut Rankine	Menurut Coulomb
$B' = B - 2e$ $= 2,50 - 1,086$ $= 1,414 \text{ m}$	$B' = B - 2e$ $= 2,50 - 1,116$ $= 1,384 \text{ m}$

untuk menghitung kapasitas daya dukung ultimit digunakan rumus Terzaghi yaitu :

$$q_{\text{ult}} = C \cdot N_c + b \cdot N_q \cdot D_f + 0,5 \cdot b \cdot B' \cdot N$$

dimana :

q_{ult} = Daya dukung Ultimate Pondasi

C = Kohesi tanah

b = Berat Volume Tanah

D_f = Kedalaman Dasar Pondasi

B' = Lebar Efektif Pondasi untuk meningkatkan daya dukung tanah.

Menurut Rankine	Menurut Coulomb
$q_{ult} = (0,22 \cdot 6,586) + (1,775 \cdot 1,615 \cdot 0,60) + (0,5 \cdot 1,775 \cdot 1,414 \cdot 0,082)$ $= 3,272 \text{ t/m}^2$ $i_{jin \text{ tanah}} = \frac{3,272}{3} = 1,090 < 3 \text{ ton/m}^2$ <p style="text-align: center;">(Tidak Aman)</p>	$q_{ult} = (0,22 \cdot 6,586) + (1,775 \cdot 1,615 \cdot 0,60) + (0,5 \cdot 1,775 \cdot 1,384 \cdot 0,082)$ $= 3,272 \text{ t/m}^2$ $i_{jin \text{ tanah}} = \frac{3,272}{3} = 1,091 < 3 \text{ ton/m}^2$ <p style="text-align: center;">(Tidak Aman)</p>

karena $i_{jin \text{ tanah}}$ tidak aman, maka dibutuhkan tiang pancang untuk meningkatkan daya dukung tanah.

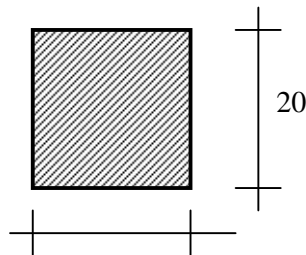
Tabel 13 Nilai tekanan dinding penahan ketanah menjadi :

Menurut Rankine	Menurut Coulomb
$q \text{ maks} = \frac{\Sigma P_v}{B'} = \frac{10,728}{1,414}$ $= 7,586 \text{ ton/m}^2$ $q \text{ maks} \geq q_u = 3,188 \text{ ton/m}^2$	$q \text{ maks} = \frac{\Sigma P_v}{B'} = \frac{10,728}{1,384}$ $= 7,751 \text{ ton/m}^2$ $q \text{ maks} \geq q_u = 3,186 \text{ ton/m}^2$

Analisa perhitungan tiang pancang

Karena dimensi dinding tidak dapat menahan pembebanan khususnya untuk gaya geseran, dan juga tanah dibawah telapak pondasi tidak mampu menahan maka untuk perkuatan stabilitas digunakan tiang pancang.

Mutu tiang pancang yang digunakan adalah beton K400 (400 kg/cm^2) menurut SK-SNI T-15-1991-03 nilai tersebut harus direduksi sebesar 15% sehingga tegangan desain yang bekerja adalah 0,85 kali tegangan semula, yaitu 340 kg/cm^2 .



20
Gambar 4.3
Gambar Potongan Tiang Pancang

Analisa kemampuan tiang pancang tunggal

Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang berdasarkan Data Sondir

Dari titik sampel pemeriksaan sondir yang dipilih secara acak dapat diketahui parameter-parameter fisik tanah yang nilai konus (q_c) dan Jumlah Hambatan Lekat atau total friction (JHL). Sedangkan dari dimensi profil tiang pancang, didapat dimensi luas penampang (A_b), dan keliling tiang (A_s). Untuk menghitung kekuatan yang diizinkan tiang pancang digunakan persamaan Metode Schmertmann dan Nottingham sebagai berikut:

$$Q_{ultimit} = A_b f_b + A_s f_s - W_p$$

Perhitungan :

Dari dimensi profil tiang pancang minipile (20 x 20) cm, didapat :

$$A_b = 400 \text{ cm}^2 = 0.04 \text{ m}^2$$

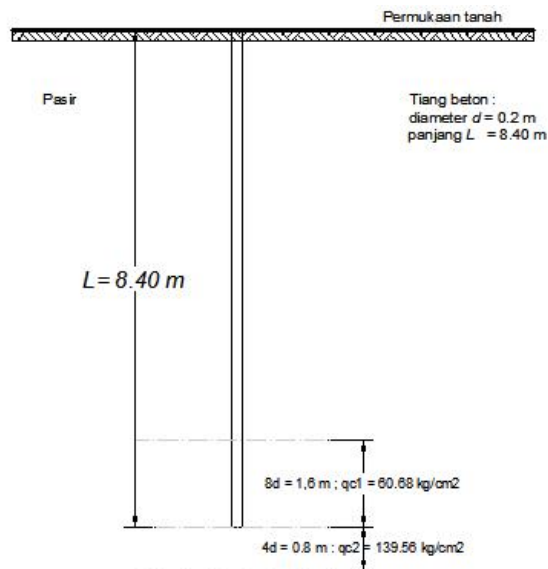
$$A_s = 4 \times 20 \text{ cm} = 80 \text{ cm} = 0.80 \text{ m}$$

Tabel 14 Data Hasil Sondir

Uraian	Satuan	Titik S3
- Kedalaman	Meter	9.20
- Hambatan Konus	Kg/cm ²	176.98
- JHL Hambatan Pelekat	Kg/cm	492.08

Titik sondir 3

$$Q_{ultimit} = A_b f_b + A_s f_s - W_p$$



Dapat diperoleh :

$$q_{c1} = 65,74 \text{ kg/c m}^2 \text{ dan } q_{c2} = 176,98 \text{ kg/c m}^2$$

Dari persamaan metode Schmertmann dan Nottingham :

$$Q_u = A_b \phi q_{ca} + A_s k_f q_f - W_p$$

a) Tahanan ujung tiang

Tahanan ujung satuan

$$f_b = \phi q_{ca} \leq 150 \text{ kg/cm}^2 (15000 \text{ kN/m}^2)$$

$$q_{ca} = \frac{1}{2} (q_{c1} + q_{c2})$$

$$q_{ca} = \frac{1}{2} (65,74 + 176,98)$$

$$q_{ca} = 1213,6 \text{ kg/m}^2$$

Tahanan ujung satuan :

$$f_b = \phi q_{ca} = 1 \times 1213,6 = 1213,6 \text{ kg/m}^2 = 1213,6 < 15.000 \text{ kPa} \dots \text{ok}$$

Luas dasar tiang :

$$A_b = 0,04 \text{ m}^2$$

Tahanan ujung ultimit tiang :

$$Q_b = A_b \times f_b = 0,04 \times 1213,6 = 48,544 \text{ kN}$$

b) Tahanan gesek Tiang

$$f_s = K_f q_f \text{ (kg/cm}^2)$$

dari data sondir pada kedalaman 8,40 m, q_f rata-rata = $1,06 \text{ kg/cm}^2 = 10,6 \text{ kg/cm}^2$ kPa. Bila diambil secara keseluruhan $K_f = 0,90$ maka tahanan gesek satuan:

$$f_s = K_f q_f$$

$$= 0,90 \times 10,6 \text{ kg/cm}^2 = 9,54 \text{ kg/cm}^2 = 95,4 \text{ Kpa} < 120 \text{ Kpa} \dots \text{ok}$$

Tahanan gesek ultimit:

$$Q_s = A_s f_s = 0,8 \times 8,40 \times 95,4 \text{ kN} = 64,109 \text{ kN}$$

c) Kapasitas dukung ultimit tiang

Berat sendiri tiang :

$$W_p = 0,04 \times 8,40 \times 34$$

$$= 11,424 \text{ Kn}$$

Kapasitas dukung ultimit tiang :

$$Q_u = Q_b + Q_s - W_p$$

$$Q_u = 48,544 + 64,109 - 11,424 = 101,229 \text{ kN}$$

Dengan menggunakan faktor aman $F=2,5$ diperoleh kapasitas dukung ijin tiang :

$$Q_a = Q_u / 2,5 = 40,492 \text{ kN}$$

Kapasitas tarik ijin tiang dengan mengambil faktor aman $F = 4$:

$$Q_t = (Q_s + W_p) / F$$

$$= (64,109 + 11,424) / 4 = 18,883 \text{ kN} \times 1000 = 18883 / 9,8$$

$$= 19268 / 1000$$

$$= 19,268 \text{ Ton}$$

4.1.1 Analisa kemampuan tiang pancang kelompok (pile group)

Konstruksi dinding penahan sepanjang 55 meter

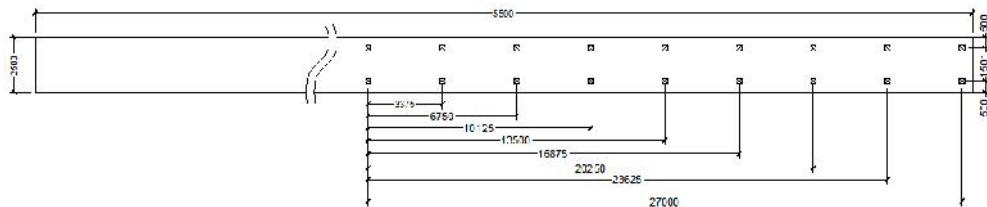
Beban vertikal yang bekerja untuk tinjauan 1 meter adalah (P_v) = 10,728 ton.

Maka gaya vertikal menjadi :

$$\begin{aligned} P_{v \text{ total}} &= P_v \times \text{panjang dinding} \\ &= 10,728 \times 55 \\ &= 590,04 \text{ ton} \end{aligned}$$

Jumlah pancang

$$\begin{aligned} n \text{ tiang pancang} &= \frac{P_{v \text{ total}}}{Q_{\text{tiang}}} \\ &= \frac{590,04}{19,268} \\ &= 34 \text{ buah} \end{aligned}$$



Gambar 4.4
Gambar Perletakan Tiang Pancang

perletakan tiang adalah 2 baris memanjang, baris 1 dan 2 berisi @ 17 tiang

Maka diketahui sesuai gambar

$$\begin{aligned} m &= \text{jumlah baris} &&= 2 \\ n &= \text{jumlah tiang dalam 1 baris} &&= 17 \text{ titik} \\ &= \text{arc tan } d/s &&= 3,351 \\ d &= \text{diameter tiang} &&= 0,2 \\ s &= \text{jarak antara tiang (as ke as)} &&= 3,375 \text{ meter} \end{aligned}$$

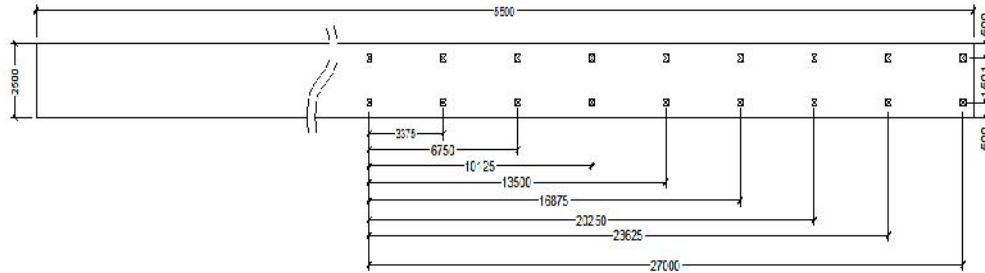
perumusan untuk efisiensi tiang dari “Uniform Building Code” dari AASHO :

$$\begin{aligned} \text{Eff. } \eta &= 1 - \frac{n}{90} \left(\frac{(n-1)m + (m-1)n}{m \times n} \right) \\ &= 1 - \frac{3,351}{90} \left(\frac{(17-1)2 + (2-1)17}{2 \times 17} \right) \\ &= 1 - 0,054 \end{aligned}$$

$$= 0,946 = 94,60 \%$$

$$\begin{aligned} Q \text{ tiang menjadi} &= \text{Eff.}y \hat{I} Q \text{ tiang} \\ &= 94,60 \% \times 19,268 \\ &= 18,227 \text{ ton} \end{aligned}$$

Gaya maksimum yang dipikul tiang berdasarkan jaraknya



Tabel 15 Mencari ΣX^2 dan ΣY^2

No	X	X ²	No	Y	Y ²
1	3,375	11,391	1	1,50	2,250
2	6,750	45,563			
3	10,125	102,516			
4	13,500	182,250			
5	16,875	284,765			
6	20,250	410,063			
7	23,625	558,141			
8	27,000	729,000			
		2323,689			2,250

$$\begin{aligned} \Sigma X^2 &= 2 \times (X_1^2 + X_2^2 + \dots + X_n^2) \\ &= 2 \times (2323,689) \\ &= 4647,378 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma Y^2 &= 17 \times (Y_1^2) \\ &= 17 \times (2,250) \\ &= 38,25 \text{ m} \end{aligned}$$

$$X \text{ maks} = 27,00 \text{ m}$$

$$Y \text{ maks} = 1,50 \text{ m}$$

$$n_y = 2 \text{ (jumlah baris)}$$

$$n_x = 17 \text{ (jumlah tiang per baris)}$$

$$n = 34$$

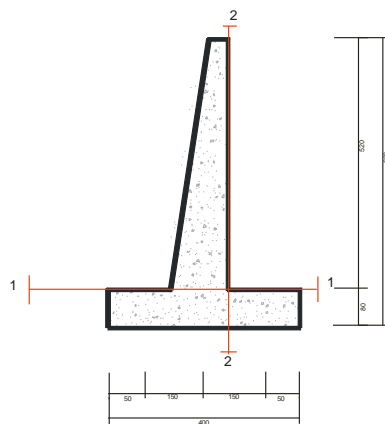
$$\begin{aligned}
M_x &= \Sigma M_h = 8,545 \text{ Tm (momen tegak lurus sumbu x)} \\
M_y &= 0 \text{ Tm} \\
P \text{ maks} &= \frac{\Sigma P_v}{n} \pm \frac{M_y \times X_{maks}}{n y \times \Sigma X^2} \pm \frac{M_x \times Y_{maks}}{n x \times \Sigma Y^2} \\
&= \frac{590,04}{34} \pm \frac{0 \times 27,00}{2 \times 4647,378} \pm \frac{8,545 \times 1,50}{17 \times 38,25} \\
&= 17,354 + 0 + 0,020 \\
&= 17,373 \leq 18,227 \text{ ton Aman}
\end{aligned}$$

Analisa penulangan dinding penahan

Untuk menahan gaya lentur maka struktur dinding penahan tanah perlu diberi tulangan, tulangan berdasarkan momen ultimit (M_u).

Perhitungan tulangan dinding penahan tanah arah vertikal

Pada potongan ini gaya harus diperhitungkan adalah gaya horizontal maka :



Diambil dua tempat potongan untuk tinjauan momen, Potongan 1 – 1 untuk penulangan dinding arah vertikal, dan potongan 2 – 2 untuk penulangan arah horizontal.

Gambar 4.6
Gambar Potongan Dinding Penahan Tanah

- Diketahui :
- Ka : 0.831
 - γ_s : 1,775 T/m³
 - q : 1,00 T/m
 - y : 2,4 m
 - c : 0.22 T/m²
 - Hc : 0.272 T/m² ($hc = 2c/(\gamma S Ka)$)

(data tanah terlampir pada lampiran)

$$\begin{aligned}
M_{1-1} &= \left\{ \left(\frac{1}{2} \cdot \gamma_s \cdot Ka \cdot y^2 - 2 \cdot c \cdot S \cdot Ka \right) \cdot \frac{1}{3} \cdot (y - Hc) \right\} + \frac{1}{2} q \cdot Ka \cdot Y^2 \\
&= \left\{ \left(\frac{1}{2} \cdot 1,775 \cdot 0,831 \cdot 2,4^2 - 2 \cdot 0,22 \cdot S \cdot 0,831 \right) \cdot \frac{1}{3} (2,4 - 0,272) \right\} + \frac{1}{2} \\
&\quad \cdot 1 \cdot 0,831 \cdot 2,4^2 \\
&= 5,106 \text{ Tm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Mu &= 1,6 * M_{1-1} \\
 &= 1,6 * 5,106 \\
 &= 8,169 \text{ Tm} = 81,69 \text{ KNm}
 \end{aligned}$$

Digunakan Mutu beton $f'c = 30 \text{ Mpa}$; Mutu baja $fy = 400 \text{ Mpa}$

Direncanakan diameter tulangan utama 19 mm

Tebal beton (a) 40 cm

Selimut beton 5 cm

Lebar berguna beton :

$$\begin{aligned}
 d &= a - p - \frac{1}{2} \phi \text{ tul. Ut} \\
 &= 40 - 5 - \frac{1}{2} (1,9) \\
 &= 34,05 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \frac{Mu}{bd^2} &= \frac{81,69}{1 \times 0,3405^2} \\
 &= 700,467
 \end{aligned}$$

Dari tabel diperoleh

$$\frac{Mu}{bd^2} = 700 \dots\dots\dots \rho = 0,0022$$

$$\frac{Mu}{bd^2} = 800 \dots\dots\dots \rho = 0,0026$$

Dari interpolasi diperoleh

$$\frac{Mu}{bd^2} = 700,467 \dots\dots\dots \rho = 0,0022$$

$$\rho \text{ maks} = 0,0026$$

$$\rho \text{ min} = 0,0022$$

Syarat

$$\rho \text{ min} \leq \rho \leq \rho \text{ maks}$$

$$0,0022 \leq 0,0022 \leq 0,0026 \dots\dots\dots \text{ terpenuhi}$$

Luas tulangan utama

$$\begin{aligned}
 As &= \rho * b * d \\
 &= 0,0022 * 100 * 34,05 \\
 &= 7,491 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

Dari tabel penampang baja polos untuk pelat selebar 1 m didapat :

Tulangan utama digunakan $\phi 19 - 20$; dengan luas (A) = 2,835 cm^2

Jumlah batang tiap satu meter 5 buah.

Tulangan pembagi

$$fy = 400 \text{ Mpa} \quad ; \quad As = \frac{0,18bh}{100}$$

maka

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{0,18 \times 100 \times 400}{100} \\ &= 72 \text{ mm}^2 = 7,2 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Dari tabel penampang baja polos untuk pelat selebar 1 m didapat :

Tulangan digunakan ϕ 12 – 150; dengan luas (A) = 1,131 cm²

Jumlah batang tiap satu meter 7 buah

Perhitungan tulangan dinding penahan arah horizontal

Dalam hal ini potongan yang ditinjau adalah potongan 2 – 2, dan gaya yang mempengaruhi adalah reaksi dari tiang pancang Berdasarkan gambar diagram gaya-gaya (cara cullman) diambil gaya vertikal dari pancang yaitu :

$$\begin{aligned} P1 \text{ (reaksi pancang tegak)} &= 16,125 \text{ ton} \\ \text{Diketahui jarak as tiang ke titik potong} & \quad (x1) 3,375 \text{ meter} \\ & \quad (x2) 6,750 \text{ meter} \end{aligned}$$

Jumlah tiang pancang pada barisnya adalah (n) 11 buah

Untuk alasan keamanan berat telapak tidak ikut diperhitungkan karena akan mengurangi besar momen yang bekerja

Karena jarak antar tiang pancang < 1 meter maka momen menjadi

$$\begin{aligned} M_{2-2} &= (P1 \cdot x1 + x2) \cdot 17 \\ &= (16,125 \cdot 3,375 + 6,750) \cdot 17 \\ &= 1039,92 \text{ Tm} \end{aligned}$$

Dan besar momen per meter

$$\begin{aligned} M' &= \frac{M_{2-2}}{\text{panjang pondasi}} \\ &= \frac{1039,922}{55} \\ &= 18,90 \text{ Tm /m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_u &= 1,2 \cdot M' \\ &= 1,2 \cdot 18,90 \\ &= 22,689 \text{ Tm} = 226,89 \text{ KNm} \end{aligned}$$

Digunakan Mutu beton $f'c = 30 \text{ Mpa}$; Mutu baja $f_y = 400 \text{ Mpa}$

Direncanakan diameter tulangan utama 19 mm

Tebal beton (a) 60 cm

Selimut beton 5 cm.

Lebar berguna beton :

$$\begin{aligned} d &= a - p - \frac{1}{2} \phi \text{ tul. Ut} \\ &= 60 - 5 - \frac{1}{2} (1,9) \end{aligned}$$

$$= 54,05 \text{ cm}$$

$$\frac{Mu}{bd^2} = \frac{226,89}{1 \times 0,5405^2}$$

$$= 776,647$$

Dari tabel diperoleh

$$\frac{Mu}{bd^2} = 700 \dots\dots\dots \rho = 0,0022$$

$$\frac{Mu}{bd^2} = 800 \dots\dots\dots \rho = 0,0026$$

Dari interpolasi diperoleh

$$\frac{Mu}{bd^2} = 776,647 \dots\dots\dots \rho = 0,0025$$

$$\rho \text{ maks} = 0,0026$$

$$\rho \text{ min} = 0,0022$$

Syarat

$$\rho \text{ min} \leq \rho \leq \rho \text{ maks}$$

$$0,0022 \leq 0,0025 \leq 0,0026 \dots\dots\dots \text{terpenuhi}$$

Karena keadaan diatas dipakai rasio tulangan minimum (... min)

Luas tulangan utama

$$\begin{aligned} As &= \rho_{\text{min}} * b * d \\ &= 0,0022 * 100 * 54,05 \\ &= 11,891 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dari tabel penampang baja polos untuk pelat selebar 1 m didapat :

Tulangan utama digunakan ϕ 19 – 20; dengan luas (A) = 2,835 cm²

Jumlah batang tiap satu meter 5 buah

Tulangan pembagi

$$fy = 400 \text{ Mpa} \quad ; \quad As = \frac{0,18bh}{100}$$

maka

$$\begin{aligned} As &= \frac{0,18 \times 100 \times 600}{100} \\ &= 108 \text{ mm}^2 = 10,80 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Tulangan digunakan ϕ 12 – 100; dengan luas (A) = 1,131cm² Jumlah batang tiap satu meter 10 buah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Tabel Kesimpulan Gaya Rankine

NO	GAYA	HASIL	SATUAN
1	Stabilitas Guling	1,89	
2	Stabilitas Geser	0,03	
3	Daya Dukung Tanah	5,058	Ton/m ²
4	Tekanan dinding penahan tanah	3,118	Ton/m ²

Tabel Kesimpulan Gaya Coulomb

NO	GAYA	HASIL	SATUAN
1	Stabilitas Guling	1,854	
2	Stabilitas Geser	0,03	
3	Daya Dukung Tanah	5,168	Ton/m ²
	Tekanan dinding penahan tanah	3,186	Ton/m ²

Tabel Kesimpulan Tiang Pancang

NO	GAYA	HASIL	SATUAN
1	Q tiang	19,268	Ton
2	Pv total	590.04	Ton
3	n tiang pancang	34	Bh
4	P maks	17,384	Ton

Tabel Pembesian Dinding Turap

TABEL PEMBESIAN DINDING TURAP

Elemen	Kode Bentuk	Ø Jarak (mm - cm)	Panjang per buah (m)	Jumlah	Bentuk Tulangan
Pembesian Dinding Turap	TT - 01	Ø12 - 200	55,0	45	TT-01
	TT - 02	D.19 - 200	3,40	275	TT-02
	TT - 03	Ø 12 - 200	0,95	275	TT-03
	TT - 04	D.19 - 200	3,37	275	TT-04
	TT - 05	D.19 - 200	2,99	275	TT-05
	TT - 06	D.19 - 200	3,49	275	TT-06
	TT - 07	Ø12 - 100	60,20	48	TT-07

Tabel Pembesian Dinding Sayap

TABEL PEMBESIAN DINDING SAYAP

Elemen	Kode Bentuk	Ø Jarak (mm - cm)	Panjang per buah (m)	Jumlah	Bentuk Tulangan
Pembesian Dinding Sayap	TS - 01	Ø 10 - 200	2,47	8	
	TS - 02	Ø 10 - 200	1,05	22	
	TS - 03	Ø 10 - 200	3,68	2	

DAFTAR PUSTAKA

G. Djatmiko Soedarmo, Ir ; S.J. Edy Purnomo,Ir MEKANIKA TANAH 1 & 2 penerbit “KANISIUS “ 1997

Gideon Kusuma M. Eng, GRAFIK DAN TEBEL PERHITUNGAN BETON BERTULANG penerbit “ERLANGGA” Surabaya 1997

Hary Christady Hardiyatmo, ANALISIS DAN PERANCANGAN FONDASI 2 edisi ke-2 penerbit “GADJAH MADA UNIVERSITY PRESS” 2011

Hary Christady Hardiyatmo, ANALISIS DAN PERANCANGAN FONDASI bagian II penerbit “GADJAH MADA UNIVERSITY PRESS” 2010

Sardjono HS, Ir PONDASI TIANG PANCANG penerbit “SINAR WIJAYA” Surabaya 1988

Sunggono kh, Ir BUKU TEKNIK SIPIL, penerbit “NOVA” Bandung 1995

Sunggono kh, Ir MEKANIKA TANAH, penerbit “NOVA” Bandung 1995