

Perencanaan Teknik Longsoran KM 21 Balikpapan Dengan Menggunakan Konstruksi Retaining Wall

Maraden Panjaitan¹, Wahyu Mahendra²

Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik

Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

Email : maraden.panja12@gmail.com¹ wahyumahendra86@yahoo.com²

ABSTRACT

Given the contours of the island of Borneo are numerous plateaus, allowing roads to be constructed in mountainous areas or hilly, it can be seen on the streets shaft Kalimantan namely Balikpapan – Samarinda road on the path Balikpapan – Samarinda there is a level of steepness high without made retaining wall can be causing landslides that could be dangerous for road users and surrounding residents. This can occur as a result of soil instability especially when coupled with high rainfall, it is necessary to retaining that handy to withstand the pressures in the soil so that the soil does not move and headed towards the bottom. With the development of science, the more ways you can use to avoid or rectify the land / area avalanche of one of them by making a retaining wall.

Keywords: Mechanical Construction Avalanches using retaining wall

ABSTRACT

Mengingat kontur pulau Kalimantan yang banyak terdapat dataran tinggi, memungkinkan jalan dibuat di daerah pegunungan atau berbukit, ini dapat dilihat pada jalan-jalan poros Kalimantan yaitu Balikpapan – Samarinda jalan yang berada di jalur Balikpapan – Samarinda terdapat tingkat kecuraman yang tinggi tanpa dibuatkan dinding penahan dapat menimbulkan terjadinya tanah longsor yang dapat membahayakan bagi pengguna jalan dan warga disekitarnya. Hal ini dapat terjadi akibat ketidakstabilan tanah apalagi bila ditambah dengan curah hujan yang tinggi, maka diperlukan penahan tanah yang berguna untuk menahan tekanan-tekanan pada tanah sehingga tanah tidak bergerak dan menuju kearah bawah. Dengan berkembangnya ilmu pengetahuan maka semakin banyak cara yang dapat digunakan untuk menghindari atau memperbaiki tanah/daerah longsoran salah satunya dengan membuat dinding penahan tanah.

Kata Kunci : Teknik Longsoran dengan menggunakan Konstruksi retaining wall

I. PENDAHULUAN

Kalimantan Timur merupakan salah satu propinsi yang sedang berkembang baik dari segi pembangunan, pariwisata, dan pemukiman. Dilihat dari segi pembangunan maka pemprop kaltim kini sedang merenovasi dan membangun infrastuktur-infrastruktur yang dapat menunjang pelayanan terhadap masyarakatnya. Salah satunya adalah membuat prasarana jalan guna mendukung perekonomian kota-kota khususnya Balikpapan-Samarinda.

Dengan berkembangnya ilmu pengetahuan maka semakin banyak cara yang dapat digunakan untuk menghindari atau memperbaiki tanah/daerah longsor salah satunya dengan membuat dinding penahan tanah.

Tanah selalu mempunyai peranan yang sangat penting pada suatu lokasi pekerjaan konstruksi. Tanah adalah pondasi pendukung satu bangunan, atau bahan konstruksi dari bangunan itu sendiri seperti tanggul atau bendungan, atau kadang-kadang sebagai sumber penyebab gaya luar pada bangunan, seperti tembok/dinding penahan tanah. Jadi tanah itu selalu berperan pada setiap pekerjaan teknik sipil. (Sosrodarsono, Suyono. 1994).

Mengingat hampir semua bangunan itu dibuat diatas atau dibawah permukaan tanah, maka harus dibuatkan pondasi yang

dapat memikul bangunan itu atau gaya yang bekerja melalui bangunan itu. (Sosrodarsono, Suyono. 1994).

Masalah teknik memang sering dijumpai oleh ahli teknik sipil dan harus dipertimbangkan sedalam-dalamnya, yakni untuk meramal dan menentukan kemampuan daya dukung tanah beserta kemungkinan dalamnya penurunan yang akan terjadi yang disebabkan oleh gaya yang bekerja. (Sosrodarsono, Suyono. 1994).

II. CARA PENELITIAN

Persiapan Dan Pengumpulan Data

Persiapan dan pengumpulan data meliputi, mengumpulkan data-data yang diperlukan untuk merencanakan dinding penahan, termasuk data yang didapat dari penyelidikan dilapangan dan data hasil dari laboratorium.

Merencanakan Dinding Penahan

Perancangan dinding penahan tanah dapat diringkas menjadi langkah-langkah seperti berikut :

1. Perhitungan dimensi.
2. Perhitungan gaya yang bekerja pada dinding penahan.
3. Perhitungan stabilitas.
4. Perhitungan tulangan.
5. Perhitungan bagunan bawah.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan dimensi

Untuk menentukan dimensi konstruksi (dinding penahan tanah), kita dapat melakukan tafsiran/asumsi dimensi. Agar dapat menghasilkan sebuah konstruksi yang aman kuat dan ekonomis.

Data-data hasil penyelidikan lapangan dan pengujian lab :

Sudut $\alpha = 2.78^\circ$

$B\gamma = 1.542 \text{ t/m}^3$

$\emptyset = 16.500^\circ$

$C = 0.210$

Mendimensi dinding penahan tanah

- 1) Tinggi dinding penahan tanah (H) = 610 cm
- 2) Di coba tebal dinding bagian atas = 20 cm
- 3) Diatas kepala tersebut ditambah longi jalan = 100 cm
- 4) Tebal plat dasr bagian bawah = $(1/14) \times H$
= 43.57 ~ 50 Cm
- 5) Lebar plat bawah (B) = $0.6 \times H$
= 366 Cm
- 6) Lebar teo bagian bawah (a) = $(1/3) \times B$
= 122 Cm
- 7) Tebal dinding bagian bawah (tb) = $(1/12) \times H$
= 50.83 ~ 60 Cm
- 8) Jarak conterfort = $0,5 \times H$
= 305 Cm

Perhitungan gaya yang berpengaruh terhadap konstruksi

a. Gaya tekan akibat tanah aktif

Koefisien tanah aktif (Ka)

$$k_a = \cos \alpha \left[\frac{\cos \alpha - \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \emptyset}}{\cos \alpha + \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \emptyset}} \right]$$
$$k_a = \cos 2,78^\circ \left[\frac{\cos 2,78^\circ - \sqrt{\cos^2 2.78 - \cos^2 16.5}}{\cos 2,78^\circ + \sqrt{\cos^2 2.78 - \cos^2 16.5}} \right]$$

$$k_a = 0.999 \left[\frac{0.999 - \sqrt{0.998 - 0.919}}{0.999 + \sqrt{0.998 - 0.919}} \right]$$

$$k_a = 0.999 \frac{0.719}{1.297} = 0.562$$

b. Gaya tekan akibat tanah pasif

Koefisien tanah aktif (Kp)

$$k_p = \cos \alpha \left[\frac{\cos \alpha + \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \emptyset}}{\cos \alpha - \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \emptyset}} \right]$$

$$k_p = \cos 2.78^\circ \left[\frac{\sqrt{\cos 2.78^\circ + \sqrt{\cos^2 2.78 - \cos^2 16.5}}}{\sqrt{\cos 2.78^\circ - \sqrt{\cos^2 2.78 - \cos^2 16.5}}} \right]$$

$$k_p = 0.999 \left[\frac{0.999 + \sqrt{0.998 - 0.919}}{0.999 - \sqrt{0.998 - 0.919}} \right]$$

$$k_p = 0.999 \frac{1.2729}{0.719} = 1.776$$

Perhitungan tekanan tanah aktif pada dinding penahan tanah :

$$h' = H + (\text{heel} \times \text{tg } 10^\circ) = 618.937 \text{ cm}$$

$$p = \frac{1}{2} \times \gamma \times k_a \times (h')^2 = \frac{1}{2} \times 1.542 \times 0.562 \times 6.189^2 = 16.588 \text{ t/m}$$

$$PaH = P \times \cos \alpha = 16.588 \times \cos 2.78 = 16.569 \text{ t/m}$$

$$PaV = P \times \sin \alpha = 16.588 \times \sin 2.78 = 2.880 \text{ t/m}$$

Muatan beban-beban tersebut diperhitungkan sebagai berikut:

$$q_1 (\text{Aspal, mineral}) = t \times \gamma = 0.05 \times 2200 = 110 \text{ kg/m}^2$$

$$q_2 (\text{sirtu}) = t \times \gamma = 0.15 \times 1450 = 217.5 \text{ kg/m}^2$$

$$q_3 (\text{Bt Pecah}) = t \times \gamma = 0.05 \times 1850 = 370 \text{ kg/m}^2$$

$$q = 697.5 \text{ kg/m}^2$$

$$= 0.6975 \text{ t/m}^2$$

$$\text{Dibulatkan} = 1.00 \text{ t/m}^2$$

$$Y = nxH = 0.1 \times 6.1 = 0.61$$

$$\tau = \text{arc tan } (z/y) = \text{arc tan } (6.50 / 0.61) = 84.639^\circ$$

$$\beta = \text{arc tan } (x/y) - \tau = \text{arc tan } (11.00 / 0.61) - 84.639^\circ = 2.187^\circ$$

$$= (2.187^\circ / 180) \pi = 0.038$$

$$\alpha = (\beta / 2) + \tau = (2.187^\circ / 2) + 84.639^\circ = 85.732^\circ$$

$$\sigma_h = [(2xq) / \pi] \times (\beta - \sin \beta \times \cos^2 \alpha)$$

$$= [(2 \times 1.00) / 3.14] \times (0.038 - \sin 2.187 \times \cos^2 85.732^\circ)$$

$$= 0.637 \times (0.038 - 0.038 \times (-0.988))$$

$$= 0.637 \times 0.076 = 0.048 \text{ t/m}^2$$

$$Y = nxH = 0.2 \times 6.1 = 1.22$$

$$\tau = \arctan (z/y) = \arctan (6.50 / 1.22) = 79.370^\circ$$

$$\beta = \arctan (x/y) - \tau = \arctan (11.00 / 1.22) - 79.370^\circ = 4.302^\circ$$

$$= (4.302^\circ / 180) \pi = 0.075$$

$$\alpha = (\beta / 2) + \tau = (4.302^\circ / 2) + 79.370^\circ = 81.520^\circ$$

$$\sigma_h = [(2xq) / \pi] \times (\beta - \sin \beta \times \cos^2 \alpha)$$

$$= [(2 \times 1.00) / 3.14] \times (0.075 - \sin 4.302 \times \cos^2 81.520^\circ)$$

$$= 0.637 \times (0.075 - 0.075 \times (-0.957))$$

$$= 0.637 \times 0.147 = 0.093 \text{ t/m}^2$$

$$Y = nxH = 0.3 \times 6.1 = 1.83$$

$$\tau = \arctan (z/y) = \arctan (6.50 / 1.83) = 74.276^\circ$$

$$\beta = \arctan (x/y) - \tau = \arctan (11.00 / 1.83) - 74.276^\circ = 6.279^\circ$$

$$= (6.279^\circ / 180) \pi = 0.110$$

$$\alpha = (\beta / 2) + \tau = (6.279^\circ / 2) + 74.276^\circ = 77.415^\circ$$

$$\sigma_h = [(2xq) / \pi] \times (\beta - \sin \beta \times \cos^2 \alpha)$$

$$= [(2 \times 1.00) / 3.14] \times (0.110 - \sin 6.279 \times \cos^2 77.415^\circ)$$

$$= 0.637 \times (0.110 - 0.109 \times (-0.905))$$

$$= 0.637 \times 0.209 = 0.133 \text{ t/m}^2$$

$$Y = nxH = 0.4 \times 6.1 = 2.44$$

$$\tau = \arctan (z/y) = \arctan (6.50 / 2.44) = 69.425^\circ$$

$$\beta = \arctan (x/y) - \tau = \arctan (11.00 / 2.44) - 69.425^\circ = 8.069^\circ$$

$$= (8.069^\circ / 180) \pi = 0.141$$

$$\alpha = (\beta / 2) + \tau = (8.069^\circ / 2) + 69.425^\circ = 73.459^\circ$$

$$\sigma_h = [(2xq) / \pi] \times (\beta - \sin \beta \times \cos^2 \alpha)$$

$$= [(2 \times 1.00) / 3.14] \times (0.141 - \sin 8.069 \times \cos^2 73.459^\circ)$$

$$= 0.637 \times (0.141 - 0.140 \times (-0.838))$$

$$= 0.637 \times 0.258 = 0.165 \text{ t/m}^2$$

$$Y = nxH = 0.5 \times 6.1 = 3.05$$

$$\tau = \arctan(z/y) = \arctan(6.50 / 3.05) = 64.863^\circ$$

$$\begin{aligned} \beta = \arctan(x/y) - \tau &= \arctan(11.00 / 3.05) - 64.863^\circ = 9.640^\circ \\ &= (9.640^\circ / 180) \pi = 0.168 \end{aligned}$$

$$\alpha = (\beta / 2) + \tau = (9.640^\circ / 2) + 64.863^\circ = 69.683^\circ$$

$$\begin{aligned} \sigma_h &= [(2xq) / \pi] \times (\beta - \sin \beta \times \cos^2 \alpha) \\ &= [(2 \times 1.00) / 3.14] \times (0.168 - \sin 9.640 \times \cos^2 69.683^\circ) \\ &= 0.637 \times (0.168 - 0.167 \times (-0.759)) \\ &= 0.637 \times 0.295 = 0.188 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$Y = nxH = 0.6 \times 6.1 = 3.66$$

$$\tau = \arctan(z/y) = \arctan(6.50 / 3.66) = 60.617^\circ$$

$$\begin{aligned} \beta = \arctan(x/y) - \tau &= \arctan(11.00 / 3.66) - 60.617^\circ = 10.979^\circ \\ &= (10.979^\circ / 180) \pi = 0.192 \end{aligned}$$

$$\alpha = (\beta / 2) + \tau = (10.979^\circ / 2) + 60.617^\circ = 66.107^\circ$$

$$\begin{aligned} \sigma_h &= [(2xq) / \pi] \times (\beta - \sin \beta \times \cos^2 \alpha) \\ &= [(2 \times 1.00) / 3.14] \times (0.192 - \sin 10.979 \times \cos^2 66.107^\circ) \\ &= 0.637 \times (0.192 - 0.190 \times (-0.672)) \\ &= 0.637 \times 0.319 = 0.203 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$Y = nxH = 0.7 \times 6.1 = 4.27$$

$$\tau = \arctan(z/y) = \arctan(6.50 / 4.27) = 56.698^\circ$$

$$\begin{aligned} \beta = \arctan(x/y) - \tau &= \arctan(11.00 / 4.27) - 56.698^\circ = 12.087^\circ \\ &= (12.087^\circ / 180) \pi = 0.211 \end{aligned}$$

$$\alpha = (\beta / 2) + \tau = (12.087^\circ / 2) + 56.698^\circ = 62.741^\circ$$

$$\begin{aligned} \sigma_h &= [(2xq) / \pi] \times (\beta - \sin \beta \times \cos^2 \alpha) \\ &= [(2 \times 1.00) / 3.14] \times (0.211 - \sin 12.087 \times \cos^2 62.741^\circ) \\ &= 0.637 \times (0.211 - 0.209 \times (-0.580)) \\ &= 0.637 \times 0.332 = 0.212 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$Y = nxH = 0.8 \times 6.1 = 4.88$$

$$\tau = \arctan(z/y) = \arctan(6.50 / 4.88) = 53.102^\circ$$

$$\begin{aligned} \beta &= \arctan(x/y) & -\tau &= \arctan(11.00 / 4.88) - 53.102^\circ = 12.974^\circ \\ & & &= (12.974^\circ / 180) \pi = 0.226 \\ \alpha &= (\beta / 2) + \tau & &= (12.974^\circ / 2) + 53.192^\circ = 59.589^\circ \\ \sigma_h &= [(2xq) / \pi] \times (\beta - \sin \beta \times \cos^2 \alpha) \\ &= [(2 \times 1.00) / 3.14] \times (0.226 - \sin 12.974 \times \cos^2 59.589^\circ) \\ &= 0.637 \times (0.226 - 0.225 \times (-0.488)) \\ &= 0.637 \times 0.336 = 0.214 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$Y = nxH = 0.9 \times 6.1 = 5.49$$

$$\begin{aligned} \tau &= \arctan(z/y) & &= \arctan(6.50 / 5.49) = 49.815^\circ \\ \beta &= \arctan(x/y) & -\tau &= \arctan(11.00 / 5.49) - 49.815^\circ = 13.662^\circ \\ & & &= (13.662^\circ / 180) \pi = 0.238 \\ \alpha &= (\beta / 2) + \tau & &= (13.662^\circ / 2) + 49.815^\circ = 56.646^\circ \\ \sigma_h &= [(2xq) / \pi] \times (\beta - \sin \beta \times \cos^2 \alpha) \\ &= [(2 \times 1.00) / 3.14] \times (0.238 - \sin 13.662 \times \cos^2 56.646^\circ) \\ &= 0.637 \times (0.238 - 0.236 \times (-0.395)) \\ &= 0.637 \times 0.332 = 0.211 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$Y = nxH = 1.0 \times 6.1 = 1.22$$

$$\begin{aligned} \tau &= \arctan(z/y) & &= \arctan(6.50 / 6.10) = 46.818^\circ \\ \beta &= \arctan(x/y) & -\tau &= \arctan(11.00 / 6.10) - 46.818^\circ = 14.171^\circ \\ & & &= (14.171^\circ / 180) \pi = 0.247 \\ \alpha &= (\beta / 2) + \tau & &= (14.171^\circ / 2) + 46.818^\circ = 53.904^\circ \\ \sigma_h &= [(2xq) / \pi] \times (\beta - \sin \beta \times \cos^2 \alpha) \\ &= [(2 \times 1.00) / 3.14] \times (0.247 - \sin 14.171 \times \cos^2 53.904^\circ) \\ &= 0.637 \times (0.247 - 0.245 \times (-0.306)) \\ &= 0.637 \times 0.322 = 0.205 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

Luas Trapesium

$$P1 = \frac{(0.000 + 0.048) \cdot 0.5}{2} = 0.012 \text{ t/m} \quad P2 = \frac{(0.048 + 0.093) \cdot 0.5}{2} = 0.035 \text{ t/m}$$

$$P3 = \frac{(0.093 + 0.133) \cdot 0.5}{2} = 0.057 \text{ t/m} \quad P4 = \frac{(0.133 + 0.165) \cdot 0.5}{2} = 0.074 \text{ t/m}$$

$$P5 = \frac{(0.165 + 0.188)}{2} \cdot 0.5 = 0.088 \text{ t/m} \quad P6 = \frac{(0.188 + 0.203)}{2} \cdot 0.5 = 0.098 \text{ t/m}$$

$$P7 = \frac{(0.203 + 0.212)}{2} \cdot 0.5 = 0.104 \text{ t/m} \quad P8 = \frac{(0.212 + 0.214)}{2} \cdot 0.5 = 0.106 \text{ t/m}$$

$$P9 = \frac{(0.214 + 0.211)}{2} \cdot 0.5 = 0.106 \text{ t/m} \quad P2 = \frac{(0.211 + 0.205)}{2} \cdot 0.5 = 0.104 \text{ t/m}$$

Titik Berat Trapesium Terhadap Titik Guling

$$L1 = \frac{((0.000 + (2 \times 0.048)) \times (0.5))}{0.000 + 0.048} + (6.10 - 0.61) = 5.832 \text{ m}$$

$$L2 = \frac{((0.048 + (2 \times 0.093)) \times (0.5))}{0.048 + 0.093} + (6.10 - 1.22) = 5.175 \text{ m}$$

$$L3 = \frac{((0.093 + (2 \times 0.133)) \times (0.5))}{0.093 + 0.133} + (6.10 - 1.83) = 4.534 \text{ m}$$

$$L4 = \frac{((0.133 + (2 \times 0.165)) \times (0.5))}{0.133 + 0.165} + (6.10 - 2.44) = 3.919 \text{ m}$$

$$L5 = \frac{((0.165 + (2 \times 0.188)) \times (0.5))}{0.165 + 0.188} + (6.10 - 3.05) = 3.306 \text{ m}$$

$$L6 = \frac{((0.188 + (2 \times 0.203)) \times (0.5))}{0.188 + 0.203} + (6.10 - 3.66) = 2.693 \text{ m}$$

$$L7 = \frac{((0.203 + (2 \times 0.212)) \times (0.5))}{0.203 + 0.212} + (6.10 - 4.27) = 2.082 \text{ m}$$

$$L8 = \frac{((0.212 + (2 \times 0.214)) \times (0.5))}{0.212 + 0.214} + (6.10 - 4.88) = 1.470 \text{ m}$$

$$L9 = \frac{((0.214 + (2 \times 0.211)) \times (0.5))}{0.214 + 0.211} + (6.10 - 5.49) = 0.859 \text{ m}$$

$$L10 = \frac{((0.211 + (2 \times 0.205)) \times (0.5))}{0.211 + 0.205} + (6.10 - 8.30) = 0.249 \text{ m}$$

$$\Sigma P = 0.012 + 0.035 + 0.057 + 0.074 + 0.088 + 0.098 + 0.104 + 0.106 + 0.106 + 0.104 = 0.785 \text{ ton}$$

$$\Sigma M = (0.012 \times 5.823) + (0.035 \times 5.517) + (0.057 \times 4.534) + (0.074 \times 3.919) + (0.088 \times 3.306) + (0.098 \times 2.693) + (0.104 \times 2.082) + (0.106 \times 1.470) + (0.106 \times 0.859) + (0.104 \times 0.249) = 1.8459 \text{ tm}$$

Garis kerja titik tangkap tekanan akibat perkerasan terhadap konstruksi

$$Y = \sum M / \sum P = 1.8459 / 0.785 = 2.351 \text{ m}$$

Gaya Tekan Akibat Bahaya Gempa

Koefisien gempa untuk daerah lokasi longsor perantau adalah 0.05, sehingga perlu di tinjau pengaruh tekanan gempa tersebut terhadap konstruksi, terhadap tekanan horizontal. Berat konstruksi dinding penahan tanah tersebut beton bertulang $B\gamma = 2,500 \text{ t/m}^3$.

No	Berat P (ton)	Lengan (m)	Momen
1	$P1 = (0.2 \times 6.60) \times 2.500 \times 0.05 = 0.165$	$L1 = (0.5 \times 6.60) + 0.5$ $= 3.800$	0.627
2	$P2 = (((0.5 \times (0.6-0.2)) \times 6.60) \times 2.500 \times 0.05$ $= 0.165$	$L2 = (1/3 \times 6.60) + 0.50$ $= 2.200$	0.363
3	$P3 = (0.6 \times 3.66) \times 2.500 \times 0.05 = 0.2288$	$L3 = \frac{1}{2} \times 0.6 = 0.25$	0.057
	$\sum P = 0.559$		$\sum M = 1.047$

Garis kerja titik tangkap tekanan akibat perkerasan terhadap konstruksi

$$Y = \sum M / \sum P = 1.047 / 0.559 = 1.874 \text{ m}$$

Berat Sendiri Konstruksi

Berat sendiri konstruksi dinding penahan tanah perlu diperhitungkan untuk mencari momen penahan, yang akan ditinjau dari kontrol geser dan guling.

No	Berat P (ton)	Lengan	Momen
1	$W1 = (1.84(\frac{1}{2}((5.60)+(5.60+1.84 \text{ tg } 2.78^\circ)))) \times$ $1.84 \times 1.542 = 29.469$	$L1 = 1.22 + 0.6 + (\frac{1}{2} \times 1.84) =$ 2.740	80.744
2	$W2 = (0.3 \times 6.60) \times 2.5 = 3.300$	$L2 = 1.22 + (0.6 - 0.10)$ $= 1.720$	5.676
3	$W3 = (\frac{1}{2} (0.6 - 0.4) \times 5.60) \times 2.5 = 1.400$	$L3 = 1.22 + (0.6 - 0.40)$ $= 1.420$	1.988
4	$W4 = (0.50 \times 5.60) \times 2.5 = 4.575$	$L4 = 3.66 + 0.5 = 1/830$	8.372
5	$W5 = P_{av} = 2.880$	$L5 = (B) = 3.66$	10.540

6	$W6 = (1.5(\frac{1}{2} \times ((1.22)+(1.22+ 1.5 \operatorname{tg} 4.086^\circ))))$ $\times 1.5 \times 1.542 = 4.419$	$L6 = (\frac{1}{2} \times 1.22) + (1/2 \times$ $(1.291 - 1.22) = 0.646$	2.853
7	$P_s = (\frac{1}{2} \times \gamma \times K_p \times (h/(1/3))^2)$ $= (\frac{1}{2} \times 1.542 \times 1.778 \times 1.87^2)$ $= 4.771$		
	$\sum P = 46.042 - 4.772 = 41.270$		$\sum M =$ 110.173

Perhitungan Faktor Keamanan

a. Faktor Keamanan Terhadap Guling

Dari hasil perhitungan gaya-gaya yang bekerja terhadap konstruksi di dapat total gaya yang bekerja :

$$\begin{aligned} \sum P_{\text{guling}} &= \sum P_{\text{tanah}} + \sum P_{\text{perkerasan}} + \sum P_{\text{air hujan \& mobil}} + \sum P_{\text{mobil henti}} + \sum P_{\text{gempa}} \\ &= 16.569 + 0.785 + 1.178 + 0.806 + 0.559 = 19.896 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum M_{\text{guling}} &= \sum M_{\text{tanah}} + \sum M_{\text{perkerasan}} + \sum M_{\text{air hujan \& mobil}} + \sum M_{\text{mobil henti}} + \sum M_{\text{gempa}} \\ &= 33.689 + 1.846 + 2.769 + 2.845 + 1.047 = 42.196 \end{aligned}$$

Chek terhadap guling :

$$\begin{aligned} Fr &= \frac{\sum M_{\text{dinding}}}{\sum M_{\text{guling}}} = 110.173 / 42.196 \\ &= 2.661 \geq Fr = 2 \text{ maka konstruksi aman terhadap guling} \end{aligned}$$

b. Faktor Keamanan Terhadap Geser

Dengan nilai diatas maka dapat di chek keamanan geser

$$\begin{aligned} Fr &= \frac{\sum W_{\text{dinding}}}{\sum P_{\text{guling}}} = 46.042 / 19.896 \\ &= 2.314 \geq Fr = 2 \text{ maka konstruksi aman terhadap geser} \end{aligned}$$

c. Faktor Keamanan Plat Dasar Terhadap Eksentrisitas

$$\begin{aligned} x &= (\sum M_{\text{dinding}} - \sum M_{\text{guling}}) / (\sum W_{\text{dinding}} - P_{\text{pasif}}) \\ &= (110.173 - 42.196) / (46.042 - 4.772) \\ &= 2.312 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e &= \frac{1}{2} \cdot B - x \\ &= \frac{1}{2} \cdot 366 - 164.714 \\ &= 18.286 \text{ cm} < (1/6 \times B) = 61.00 \end{aligned}$$

Tegangan yang terjadi pada plat dasar, di tinjau pada 1M'

$$\begin{aligned} q_{\text{max}} &= [(P / (B \times L)) \times (1 + (6 \times e) / B)] \\ &= [(46.042 / (3.66 \times 1)) \times (1 + (6 \times 0.183) / 3.66)] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 12.580 \times 1.300 \\
&= 16.351 \text{ t/m}^2 \\
&= 1.635 \text{ kg/cm}^2 \geq \text{tegangan ijin tanah} = 1.3 \text{ kg/cm}^2
\end{aligned}$$

Catatan maka pada bagian dasar tanah diberi kekuatan tiang pancang

$$\begin{aligned}
q_{\min} &= [(P / (B \times L) \times (1 - (6 \times e) / B)] \\
&= [(46.042 / (3.66 \times 1) \times (1 - (6 \times 0.183) / 3.66)] \\
&= 12.580 \times 0.700 \\
&= 8.809 \text{ t/m}^2 \\
&= 0.881 \text{ kg/cm}^2
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
q_1 &= \frac{q_{\max} (\text{heel} + l_b) + q_{\min} (\text{teo})}{B} \\
&= \frac{16.351 \times (1.84 + 0.60) + (8.809 \times 1.22)}{3.66} = 13.837 \text{ t/m}^2
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
q_1 &= \frac{(q_{\max} \times \text{heel}) + q_{\min} (\text{teo} + t_b)}{B} \\
&= \frac{(16.351 \times 1.84) + (8.809 \times (1.22 + 0.60))}{3.66} = 12.600 \text{ t/m}^2
\end{aligned}$$

Perhitungan Bangunan Bawah

- Tiang Pancang

Nilai Konus (Kg/cm ²)	Jumlah Hambatan Pelekat (Kg/cm ²)	Kedalaman (m)
50	448.00	6

Dari hasil penyelidikan sondir dilapangan, diperhitungkan daya dukung tanah tersebut dengan mempergunakan rumus sebagai berikut :

$$QA = \left[\frac{p \times A}{3} + \frac{f \times o}{5} \right]$$

Dimana :

QA= daya dukung tiang

p = nilai konus (kg/cm²)

f = jumlah hambatan pelekat (kg/cm²)

A = luasan lingkaran tiang pancang (cm²)

O = keliling tiang pancang (cm)
 3&5 = angka keamanan

$$A = (1/4) \times \pi \times D^2 = (1/4) \times 3.14 \times 30^2 = 707.1429 \text{ cm}^2$$

$$O = 2 \times \pi \times r = 2 \times 3.14 \times 15 = 94.29 \text{ cm}$$

$$QA = \left[\frac{50 \times 707.1429}{3} + \frac{448.00 \times 94.29}{5} \right]$$

$$= 11785.714 + 8448$$

$$= 20233.714 \text{ kg} = 20.234 \text{ ton}$$

Kebutuhan tiang pancang

$$N = \sum W_{\text{dinding}} / QA = 46.042 / 20.234 = 2.276 \sim 3$$

Jarak tiang pancang

$$S \geq \frac{1.57 \text{ mn} - 2 D}{M + n - 2}$$

$$160 \geq \frac{1.57 \cdot 30 \cdot 1 \cdot 3 - 2 \cdot 30}{3 + 1 - 2}$$

$$160 \geq \frac{81.3}{2} = 40.65$$

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

$$\theta = \text{arc tg } (D/k) = (30 / 160) = 10.619^\circ$$

$$Eg = 1 - \frac{10.619 \cdot (1 - 1) \cdot 3 + (3 - 1) \cdot 3}{90 \cdot 3 \cdot 1}$$

$$Eg = 0.921$$

Jadi daya dukung tiap tiang pancang = 0.921 x 20.234
 = 18.638 Ton

Perhitungan Penulangan / Beton

- Perhitungan Tumit (Heel)

Pembebanan, diperhitungkan 1 m pada bagian tumit (heel)

$$\begin{aligned} \text{Akibat tanah} &= [\text{heel} (1/2 \times (h1 + (h + \text{heel} \sin 2.78^\circ)))] \times 1\text{m} \times 1,542 \\ &= (1.84 (1/2 \times (5.60 + (5.60 + 1.84 \sin 2.78^\circ)))) \times 1\text{m} \times 1,542 \\ &= (1.84 (1/2 \times (5.60 + 5.689))) \times 1\text{m} \times 1,542 \\ &= 16.015 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat plat} &= (0,1 \times 2,5) \\
 &= 2.5 \text{ t/m}^2 \\
 q \text{ heel} &= \text{berta plat} + \text{akibat tanah} \\
 &= 16.015 + 2.5 \\
 &= 18.615 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

Maka diagram tegangan yang terjadi seperti yang ada pada gambar sebelumnya. Perhitungan perulangan-perulangan beton pada tumit (heel) karena pada bagian tumit tersebut ada counterfort maka diperhitungkan berdasarkan prinsip plat dasar diatas perletakan diambil pelat diujung 1m.

$$\begin{aligned}
 q \text{ heel} &= 18.515 \text{ t/m}^2 \times 1\text{m} \\
 &= 18.515 \text{ t/m} \\
 q' &= [(q \text{ heel} - q \text{ min}) + (q \text{ heel} - q_2)] \\
 &= [(18.515 - 8.809) + (18.515 - 12.600)] \\
 &= [(9.707) + (5.915)]
 \end{aligned}$$

q = yang dipergunakan adalah = 9.707 t/m karena teretak pada ujung daerah heel

L = jarak counterfort = 3.05

$$\begin{aligned}
 M \text{ lap} &= 1/12 \times q \times L^2 & M \text{ lap} &= 1/10 \times q \times L^2 \\
 &= 1/12 \times 9.707 \times 3.05^2 & &= 1/10 \times 9.707 \times 3.05^2 \\
 &= 7.525 \text{ t/m} & &= 9.030 \text{ t/m}
 \end{aligned}$$

Data konstruksi beton

$f_c = 300 \text{ kg/cm}^2$

$f_y = 2250 \text{ kg/cm}^2$

dicoba tulangan utama $\varnothing 16 \text{ mm} = 1.6 \text{ cm}$

selimut p = 10

tebal penampang h = 50

b = 100

d = 50 - 10 (0,5 x 1,9)

$$\frac{Mu}{b \cdot d^2} = \left[\frac{\phi \cdot f_y \cdot p - 0,588 f_y p}{f_c} \right] = 39,25$$

$$\frac{902963.138}{100 \times 39.2^2} = 1.9 \times 2250 \times p \left[\frac{1 - 0,588 \cdot 2250 p}{300} \right]$$

$$5.876 = 3600 p \times \left[\frac{1 - 0,586 \times 7.500 p}{300} \right]$$

$$5.876 = 3600 p \times [1 - 4.410 p]$$

$$5.876 = 3.600 - 15876 p^2$$

$$15876 p^2 - 3600 p + 5.876 = 0$$

Jadi dapat dihitung menggunakan rumus a b c

$$\rho_{12} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$P_{12} = \frac{(-3600) \pm \sqrt{((-3600)^2) - 4 \times 15876 \times 5.876}}{2 \times 15876}$$

$$= \frac{3600 \pm 3547.7932}{31752}$$

$$\rho_1 = \frac{3600 + 3547.7932}{31752}$$

$$= 0.22511316$$

$$\rho_2 = \frac{4750 - 3547.7932}{31752}$$

$$= 0.001644205$$

Diambil nilai ρ yang terkecil = 0.001644205

$$\rho_{min} = \frac{0,14 \sqrt{f_c}}{0,9 f_y}$$

$$\rho_{min} = \frac{0,14 \sqrt{300}}{0,9 \cdot 2250}$$

$$= \frac{2,42487113}{2025} = 0.00119747$$

$$\rho_{max} = \frac{0,75 \cdot 0,85 \cdot f_c}{600}$$

$$f_y 600 + f_y$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \frac{0,85 \cdot 300}{2250} \times \frac{600}{600 + 2250}$$

$$= 0.01521053$$

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

$$0.00119747 < 0.001644205 < 0.01521053$$

Luas tulangan $A_s = \rho \cdot b \cdot d$

$$= 0.001644205 \times 100 \times 39.2$$

$$= 6.44528269 \text{ cm}^2$$

Jumlah tulangan $n : \frac{A_s}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2}$

$$= \frac{6.44528269}{0,25 \cdot 3,143 \cdot 1,6^2} = 3.20433089 \sim 4$$

Jarak $S = \frac{Y}{n + 1}$ $s = \frac{100}{4 + 1} = 20$

Dipergunakan tulangan tarik 4 Ø 16 – 20

Dipergunakan tulangan tekan 4 Ø 16 – 20

IV. PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil analisa dan perhitungan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Daya dukung tiang pancang yang diperlukan adalah = 18.635 ton sedangkan daya dukung tanah terhadap tiang pancang adalah = 20.234 ton, kesimpulan bahwa daya dukung tiang pancang adalah : 20.234 ton > 16.635 ton (terpenuhi).

2. Dinding penahan dapat menahan tekanan tanah dan gaya yang bekerja pada dinding penahan ternyata aman terhadap all :

- Gaya guling = 2.611 > Fr = 2 (aman)
- Gaya geser = 2.314 > Fr = 2 (aman)
- Tegangan tanah > tegangan ijin tanah (1,635 kg/cm² > 1,3 kg/cm²).

- Faktor keamanan plat terhadap exentrisitas = $18.268 \text{ cm} < 61.00 \text{ cm}$... aman.
3. Perencanaan “Counmterfort Retaining Wall” dan tiang pancang (sheet pile) merupakan perpaduan konstruksi dinding penahan tanah yang sangat ideal sebagai pengaman badan jalan dari longsoran pada daerah lereng sehingga prasarana transportasi dapat berfungsi maksimal.
4. Dimensi dinding penahan tanah type kantilever diperoleh sebagai berikut :
- Tinggi dinding penahan : 5,60 m
 - Tebal dinding bagian atas : 1,00 m

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, Joseph E, 1986, Analisa dan Desain Pondasi Jilid 2, Erlangga Jakarta.
- Sosrodarsono Suyono, 1994, Mekanika Tanah & Teknik Pondasi, PT Pradmya Paramita Jakarta.
- Sunggono, K.H.V, 1995, Buku Teknik Sipil, Nova Bandung.

- Tebal plat lantai : 0,50 m
- Lebar dinding bagian bawah : 0,60 m
- Lebar yoe bagian bawah : 1,20 m

Saran

Dalam hal perencanaan semua yang berhubungan langsung dengan daya dukung tanah (dalam hal ini Counterfort Retaining Wall dan tiang pancang) sangat diperlukan. Data tanah yang sangat akurat terutama di titik konstruksinya, sehingga dalam perencanaan biaya dapat ditekan dan dimensinya dapat diperkecil.

- Ralph, B. Peck, dkk, 1996, Teknik Pondasi, Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, Hary Christady, 2002, Teknik Pondasi 1, Beta Offset Senturan.
- H.S. Sardjono, 1996, Pondasi Tiang Pancang 1, Sinar Wijaya, Surabaya.