

PERENCANAAN DINDING PENAHAN TANAH JENIS KANTILEVER PADA TANAH BERPASIR

Deni Irda Mazni¹, Ridho Aidil Fitrah², Sellvi Rahmadani³

¹Dosen Teknik Sipil, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Dharma Andalas, Padang.
Email: deniirdamazni@gmail.com

² Dosen Teknik Sipil, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Dharma Andalas,
Padang.
Email: dhoaidilfitriah@gmail.com

³ Mahasiswa Teknik Sipil, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Dharma Andalas,
Padang.
Email: rsellvi@gmail.com

ABSTRACT

The Padang Pariaman Regency office complex located in the Enam Lingkung Subdistrict, Padang Pariaman Regency is the central government of Padang Pariaman Regency. In that area there are cliffs or slopes along the shoulder of the road that is likely to cause landslides. The soil type in the area is sandy soil, with land cohesion property data $C = 0$ kN / m³, shear angle $\Phi = 35^\circ$, volume weight $\gamma = 17$ kN / m³. Therefore it is necessary to design a retaining wall to prevent landslides with the required stability factor. The type of retaining wall used is cantilever type with dimensions obtained wall height 9 m, wall base width 5.4 m, wall top width 0,3 m, heel width 3,6 m and site thickness 0,9 m. These dimensions have met the requirements of the stability of the roll 4.04 ($F_s \geq 1.5$) shear stability 1.65 ($F_s \text{ shear} \geq 1.5$) and the carrying capacity of the land 4.65 ($F_{dd} \geq 3$). In order to get the flexural reinforcement D-25 a distance of 15 cm (screw reinforcement) and shear reinforcement D-16 a distance of 10 cm (plain reinforcement) with reference to SNI2847: 2013.

Keywords: Cliffs, Slopes, Landslides, Cantilever Walls, Soil Stability, Flexible Reinforcement, Shear Reinforcement

ABSTRAK

Komplek perkantoran Bupati Padang Pariaman yang berada di Kecamatan Enam Lingkung Kabupaten Padang Pariaman merupakan pusat pemerintahan Kabupaten Padang Pariaman. Pada kawasan tersebut terdapat tebing atau tanah lereng disepanjang bahu jalan yang berkemungkinan terjadinya longsor. Jenis tanah pada daerah tersebut adalah tanah pasir, dengan data propertis tanah kohesi $C = 0$ kN/m³, sudut geser $\Phi = 35^\circ$, berat volume $\gamma = 17$ kN/m³. Oleh karena itu perlu didesain dinding penahan untuk mencegah kelongsoran dengan faktor kestabilan yang disyaratkan. Tipe dinding penahan tanah yang dipakai adalah tipe kantilever dengan dimensi yang didapatkan tinggi dinding 9 m, lebar dasar dinding 5,4 m, lebar atas dinding 0,3 m, lebar tumit 3,6 m dan ketebalan tapak 0,9 m. Dimensi tersebut telah memenuhi persyaratan stabilitas terhadap guling 4,04 ($F_s \text{ guling} \geq 1,5$) stabilitas geser 1,65 ($F_s \text{ geser} \geq 1,5$) dan daya dukung tanah 4,65 ($F_{dd} \geq 3$). Sehingga didapatkan tulangan lentur D-25 Jarak 15 cm (tulangan ulir) dan tulangan geser D-16 jarak 10 cm (tulangan polos) dengan berpedoman pada SNI2847: 2013.

Kata Kunci : Tebing, Lereng, Longsor, Dinding Kantilever, Stabilitas Tanah, Tulangan Lentur, Tulangan Geser

1. PENDAHULUAN

Kabupaten Padang Pariaman merupakan salah satu Kabupaten yang berada di Provinsi Sumatera Barat, memiliki 17 Kecamatan begitu juga dengan kompleks Bupati Kabupaten Padang Pariaman yang terletak di Kecamatan 2x11 Enam Lingsung, pada tempat tersebut terdapat longsor di beberapa titik seperti pada bahu jalan serta dinding penahan tanah yang ada disekitar bangunan tersebut.

Menurut data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) dari tahun 2000 sampai tahun 2018, tercatat sebanyak 4.641 kali terjadinya bencana tanah longsor dengan jumlah kerusakan yang tercatat sebanyak 13.427 rusak berat, 5.746 rusak sedang dan 3.042 rusak ringan selain itu kerugian yang ditimbulkan akibat tanah longsor berdampak pada fasilitas lainnya. Untuk mencegah terjadinya tanah longsor maka diperlukan konstruksi dinding penahan tanah (*Retaining Wall*). Dinding penahan tanah merupakan dinding yang digunakan untuk menahan tanah secara vertikal ataupun dengan kemiringan tertentu (Hakam, 2011).

Dalam mendesain sebuah dinding penahan tanah, hal yang harus dilakukan adalah mengecek stabilitas tanah terhadap penggulingan, pergeseran, dan keruntuhan kapasitas daya dukung tanah. Stabilitas dari dinding penahan tanah dipengaruhi oleh pergerakan tanah aktif dan tanah pasif. Tanah aktif adalah tekanan tanah yang berusaha mendorong dinding penahan tanah untuk bergerak ke depan, sedangkan tanah pasif adalah tekanan tanah yang berusaha mengimbangi atau menahan tekanan tanah aktif. Jika kondisi tanah tersebut telah stabil maka dilanjutkan dengan mendesain sebuah dinding penahan tanah.

2. TUJUAN

Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan faktor aman terhadap stabilitas terhadap penggulingan, geser dan daya dukung serta dimensi dan penulangan pada dinding kantilever.

3. STUDI PUSTAKA

3.1 Tanah Lereng

Tanah lereng merupakan permukaan tanah yang terlihat lebih menonjol karena adanya perbedaan tinggi pada kedua elevasi. Proses pembentukan lereng akibat adanya erosi, pelapukan dan pergerakan tanah. Tingkat kemiringan lereng dapat dilihat dari kontur tanahnya. Menurut Wesley (1977) lereng terbagi menjadi 3 macam dari segi terbentuknya, yaitu :

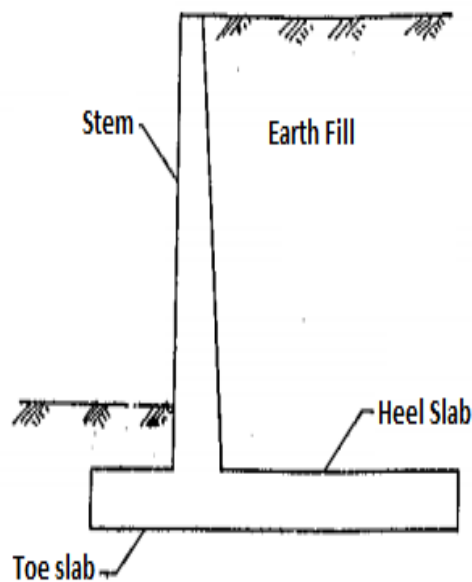
1. Lereng alam, yaitu lereng yang terbentuk akibat kegiatan alam seperti erosi, gerakan tektonik dan sebagainya.
2. Lereng yang dibuat manusia, akibat penggalian atau pemotongan pada tanah asli.

3. Lereng timbunan tanah, seperti urugan untuk jalan raya.

Pada ketiga jenis lereng ini kemungkinan untuk terjadi longsor selalu ada. Karena dalam setiap kasus tanah yang tidak rata akan menyebabkan komponen gravitasi dari berat memiliki kecenderungan untuk gerakkan massa tanah dari elevasi lebih tinggi ke elevasi yang lebih rendah dan gaya yang bekerja mendorong sehingga tanah yang lebih tinggi kedudukannya cenderung bergerak ke bawah. Longsor merupakan bagian gerakan tanah (Purbohadiwidjojo, 1985), sedangkan menurut Hutchinsons dalam Hansen (1968), kelompok utama gerakan tanah terdiri atas rayapan (*creep*) dan longsor (*landslide*) yang terbagi menjadi sub-kelompok gelinciran (*slide*), aliran (*flows*), jatuhan (*fall*) dan luncuran (*slip*), selain itu longsor menurut Sharpe (1938) adalah kehancuran atau gelinciran (*sliding*) atau jatuhan (*falling*) dari massa batuan/ tanah atau campuran keduanya. Jenis tanah pada suatu lereng juga menjadi salah satu faktor untuk terjadinya longsor

3.2 Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever

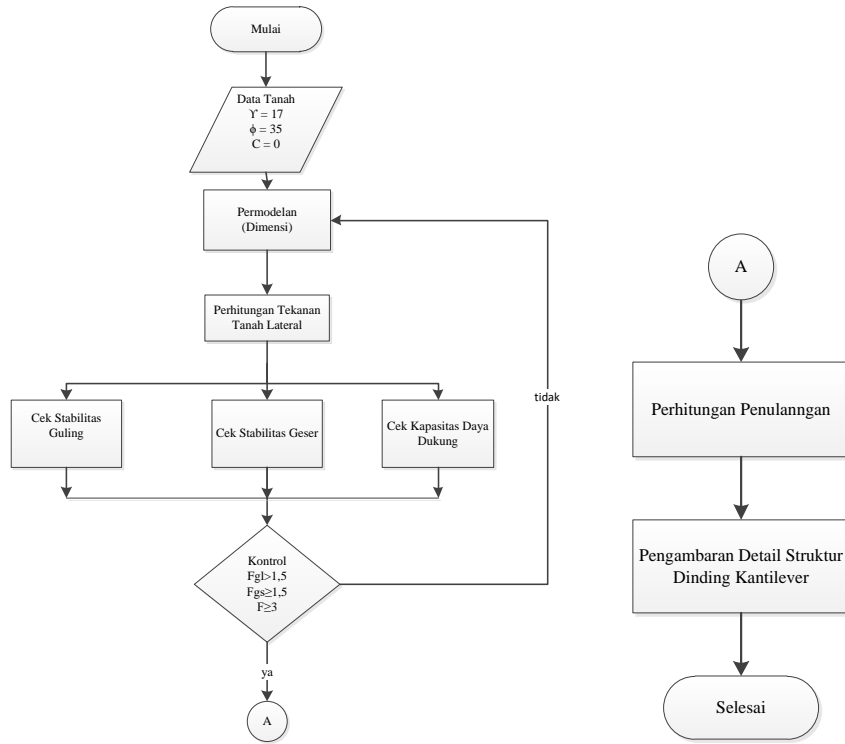
Dinding Kantilever (*Cantilever Wall*). Dinding kantilever terbuat dari beton bertulang yang tersusun dari satu dinding vertikal dan tapak lantai. Masing-masing dari bagian tersebut berperan sebagai balok atau pelat kantilever. Stabilitas konstruksinya didapatkan dari berat sendiri dinding penahan tanah diatas tumit tapak (*heel*). Adapun tiga bagian struktur yang terdapat pada dinding penahan tanah jenis kantilever yaitu, dinding vertikal (*stem*), tumit tapak dan ujung kaki tapak (*toe*), untuk ketinggian dinding ini lebih dari 6 meter.



(Sumber : Jamestheongsal.blogspot.com)

Gambar 1 Dinding Penahan Tanah Jenis Kantilever

4. METODE PENELITIAN



Gambar 2 Bagan Alir Penelitian

5. PEMBAHASAN DAN HASIL

5.1 Tekanan Tanah Aktif

Tekanan tanah aktif adalah tekanan yang bergerak ke arah luar dari tanah urugan dibelakangnya, untuk menentukan nilai tekanan tanah aktif dapat diselesaikan dengan rumus :

$$\begin{aligned}
 K_a &= \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \\
 &= \tan^2 \left(45 - \frac{35}{2} \right) \\
 &= 0,271
 \end{aligned}$$

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

$$= \left(\frac{1}{2}\right) \cdot 0,271 \cdot 17 \cdot (9)^2$$

$$= 186,557 \text{ kN/m}$$

Dimana :

Ka = Koefisien Tanah Aktif

γ = Berat Jenis Tanah (kN/m^3)

H^2 = Tinggi Dinding (m)

Φ = Sudut Geser Tanah ($^\circ$)

Pa = Tekanan Tanah Aktif (kN/m)

5.1.1 Tekanan Tanah Pasif

Tekanan tanah pasif adalah tekanan yang terjadi mendorong dinding penahan tanah ke arah urugan, nilai tekanan tanah pasif dapat di cari dengan menggunakan rumus.

$$Kp = \tan^2 \left(45 - \frac{\Phi}{2} \right)$$

$$= \tan^2 \left(45 - \frac{35}{2} \right)$$

$$= 0$$

$$Pp = \left(\frac{1}{2}\right) \cdot Ka \cdot \gamma \cdot H^2$$

$$= \left(\frac{1}{2}\right) \cdot 0,271 \cdot 17 \cdot (9)^2$$

$$= 0$$

Dimana :

Kp = Koefisien Tanah Pasif

γ = Berat Jenis Tanah (kN/m^3)

H^2 = Tinggi Tanah (m)

Φ = Sudut Geser Tanah ($^\circ$)

Pp = Tekanan Tanah Pasif (kN/m)

5.2 Stabilitas Terhadap Guling

Dalam mendesain sebuah dinding penahan tanah perlu diperhatikan kestabilan terhadap penggulingan.

Tabel 1. Berat Bangunan

Bangunan	Lebar (B)	Tinggi (H)	Berat (W)
W1	3,6	8,1	495,720
W2	0,3	8,1	58,320
W3	0,6	8,1	87,480
W4	5,4	0,90	116,640
Σw			758,160

Tabel 2. Momen Bangunan

Bangunan	Berat (W)	Jarak (x)	Momen
M1	495,72	3,90	1933,308
M2	58,320	1,95	133,724
M3	87,480	1,50	131,220
M4	116,160	2,70	314,920
Σw			2493,180

$$\Sigma Mo = Pa \cdot \frac{H}{3}$$

$$\Sigma Mo = Pa \cdot \frac{9}{3}$$

$$= 559,73 \text{ kN.m}$$

$$F_{sgl} = \frac{\Sigma Mr}{\Sigma Mo}$$

$$= \frac{2493,180}{559,72}$$

$$= 4,04 > 1,5 \quad \text{aman}$$

5.3 Stabilitas Terhadap Geser

Geser pada dinding penahan tanah dapat terjadi akibat dorongan secara horizontal oleh tanah yang berada dibelakang dinding penahan tanah atau lebih dikenal dengan tanah aktif

Stabilitas terhadap geser dapat dicari dengan rumus berikut :

$$F_{sgr} = \frac{\Sigma Fr}{\Sigma Fd} > 1,5$$

$$\begin{aligned}\Sigma Fr &= \Sigma v. \tan \delta + B. Ca + Pp \\ &= 729 . 0,413 . 5,4 . 0 + 0 \\ &= 314,56 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Sigma Fd &= Pa \\ &= 186,58 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}F_{sgr} &= \frac{\Sigma Fr}{\Sigma Fd} \\ &= \frac{314,56}{186,58} \\ &= 1,65 > 1,5 \quad \text{Aman}\end{aligned}$$

5.4 Stabilitas Daya Dukung Tanah

Stabilitas daya dukung tanah didapatkan dengan mencari kapasitas dukungan ultimit dihitung dengan menggunakan persamaan fungsi dari sudut geser dalam ϕ dari Mayerhof.

$$\begin{aligned}Qu &= c. Nc. Fcd. Fci + q. Nq. Fqd. Fqi + 0,5. \gamma. B'. Ny. Fyd. F\gamma_i \\ &= 0 . 46,12 . 1 . 0,76 + 0 . 33,2 . 1 . 0, \\ &\quad + 0,5 . 17 . 4,696 . 48,03 . 0,348 \\ &= 5524,3 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Fdd &= \frac{qu}{q_{max}} \\ &= \frac{667,43}{187,77} \\ &= 4,65 > 3 \quad \text{aman}\end{aligned}$$

5.5 Desain Penulangan

Dalam mendesain penulangan analisis digunakan untuk satu meter dengan berpedoman pada SNI 2487 :2013 Pasal 14.3, disebutkan Rasio Tulangan Minimum untuk tulangan vertikal $\rho=0,0015$ dan Tulangan Horizontal $\rho=0,0020$

1. Desain Penulangan Pada Dinding Vertikal

a. Desain Penulangan Lentur

$$A_s = 2940 \text{ mm}^2$$

$$A_s' \text{ (D-25)} = 490,625 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ min} = 1350 \text{ mm}^2$$

(ρ SNI 2847 :2013) Gunakan A_s

$$S = \frac{A_s'}{A_s}$$
$$= \frac{490,625}{2940} \cdot 1000$$

$$= 16879252 \text{ mm} = 16,879 \text{ cm}$$

Maka jarak tulangan yang digunakan 15 cm

Tulangan D25-15 cm

b. Desain Penulangan Geser

$$A_s = 1880 \text{ mm}^2$$

$$= 0,0020 \cdot 1000 \cdot 940$$

$$A_s' \text{ (D-16)} = 200,96 \text{ mm}^2$$

$$S = 106,894 \text{ mm} = 10,689 \text{ cm}$$

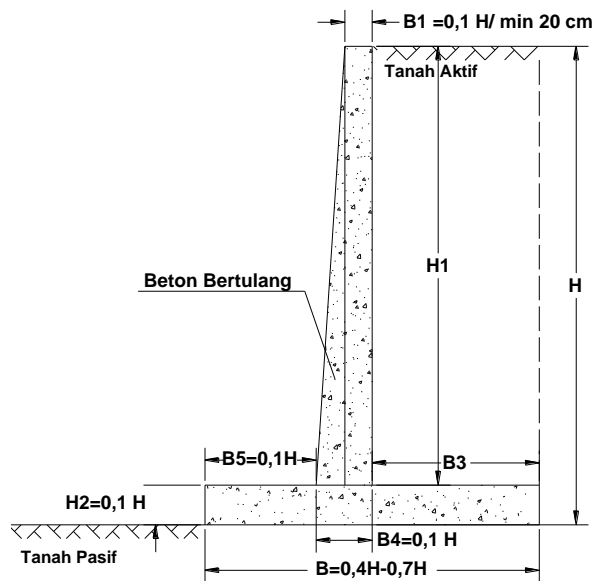
Maka jarak tulangan yang digunakan 10 cm

Tulangan D16-10 cm

6. KESIMPULAN

Pada proyek akhir ini didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

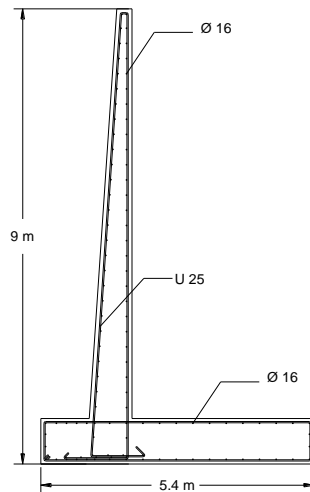
1. Stabilitas dinding penahan tanah jenis kantilever terhadap guling, geser dan daya dukung dinyatakan aman dengan nilai :
 - a. Guling sebesar 4,45 kN.m,
 - b. Geser 1,75.
 - c. Daya dukung tanah 4,65 kN/m.
2. Dari analisa stabilitas dinding penahan tanah di dapatkan detail dimensi akhir dengan stabilitas yang sudah aman dapat dilihat pada gambar 7.1



Gambar 3 Detail Dimensi Akhir

Setelah mendapatkan dimensi dan stabilitas dinding penahan tanah, selanjutnya perencanaan penulangan yang mengacu pada SNI 2013 dengan detail tulangan dapat dilihat pada Gambar 4. Tulangan yang didapatkan dengan dimensi tinggi 9 m, Lebar 5,4 dan panjang 20 m adalah :

- Penulangan Dinding Vertikal
Lentur = D25 - 150 mm , Geser = D16 - 100 mm
- Penulangan Dinding Horizontal
Lentur = D25 - 150 mm , Geser = D16- 100 mm



Gambar 4 Detail Penulangan

7. DAFTAR PUSTAKA

- Hakam, Abdul, Rizki Pranata Mulya. 2011. *Studi Stabilitas Dinding Penahan Tanah Kantilever Pada Ruas Jalan Silaing Padang-Bukittinggi KM 64+500*. Padang: Universitas Andalas.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 1996. *Teknik Fondasi 1*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2011. *Perancangan Perkerasan Jalan Dan Penyelidikan Tanah*. Yogyakarta: Universitas Gajah Madah.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 1994. *Mekanika Tanah 2*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Imran, Iswandi, Ediansjah Zulkifli. 2014. *Perencanaan Dasar Struktur Beton Bertulang*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Karnawati, Dwikorita. 2005. *Bencana Alam Gerakan Massa Tanah Di Indonesia Dan Upaya Penanggulangnya*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Kurota, Nadia A'yunina. 2018. *Perencanaan Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever Di Desa Jembayan Tengah Kecamatan Loa Kabupaten Kutai Kartanegara*. Samarinda: Politeknik Negeri Samarinda.
- Setiawan, Hendra. 2011. *Perbandingan Penggunaan Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever dan Gravitasi Dengan Variasi Ketinggian Sama*. Palu: Universitas Tadulako.
- SNI 1725-2016, Pembebanan Jembatan.
- Soewandy, Irwan. 2012. *Studi Efisiensi Lebar Alas Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever Pada Perumahan The Mutiara*. Makasar. Fakultas Teknik Universitas Hasanudin.
- Vernes, D.J. 1978. *Slove Movement Types and Proces, Special Report 176: Landslide: Analisis and Control*, Eds. Schuster dan R.J. Krizek, Tranport Reseach Board, National Research Council, Washington, Dc.
- Zaidir. 2015. *Konstruksi Beton Bertulang Jilid I*. Padang. CV. Ferila.