

Perencanaan Dimensi Lebar Tembok Penahan Type Kantilever Pada Variasi Jenis Tanah Dasar Kohesif

Isnaeny Maulidiyah Hanafie^{1,a)}, Vivi Sabrianti², Puspita Sari^{3,b)}

^{1,2,3)} Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

Koresponden : ^{a)} isnaenymaulidiyah@poliupg.ac.id, ^{b)} puspita_1315@yahoo.co.id

ABSTRAK

Penulisan penelitian ini menggunakan metode kepustakaan (*library research*) yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis tanah terhadap kestabilan konstruksi dan dimensi telapak tembok penahan. Tanah yang berada di belakang tembok penahan memiliki berat isi $1,7 \text{ t/m}^3$ dan sudut geser 30^0 . Untuk jenis tanah yang berada dibawah/landasan tembok penahan terdiri dari jenis tanah kohesif (lempung) dengan variasi jenis tanah sebagai berikut; (1) lempung sangat lunak dengan berat isi tanah $1,4 \text{ t/m}^3$ dan nilai Cu 1 t/m^2 (2) lempung lunak dengan berat isi tanah $1,6 \text{ t/m}^3$ dan nilai Cu $2,5 \text{ t/m}^2$ (3) lempung kaku dengan berat isi tanah $1,8 \text{ t/m}^3$ dan nilai Cu 5 t/m^2 (4) lempung sangat kaku dengan berat isi tanah 2 t/m^3 dan nilai Cu 10 t/m^2 (5) lempung keras dengan berat isi tanah $2,2 \text{ t/m}^3$ dan nilai Cu 20 t/m^2 . Sudut geser pada jenis tanah kohesif adalah 0. Hasil analisa menunjukkan bahwa konstruksi tembok penahan tanah tidak aman untuk jenis tanah kohesif dan semakin kecil berat jenis tanah maka dimensi telapak tembok penahan tanah semakin besar. Dimensi tembok penahan tipe kantilever diperoleh (1) tinggi tembok penahan adalah 7 m dengan tinggi dinding 6,3 m dan tebal telapak 0,7 m (2) dimensi lebar telapak tembok penahan berdasarkan kondisi dari jenis tanah nonkohesif diperoleh maksimum 115m pada tanah lempung sangat lunak dan minimum 3,15m pada tanah lempung keras (3) lebar dinding bagian atas tembok penahan didapat 0,25 m, dan bagian bawah sebesar 0,7 m.

Kata kunci: Tembok Penahan Tanah Tipe Kantilever, Tanah Kohesif

PENDAHULUAN

Tembok penahan merupakan konstruksi yang dibangun untuk memberikan stabilitas tanah atau bahan lain yang kondisi-kondisi bahannya tidak memiliki kemiringan alami dan juga digunakan untuk menahan / menopang timbunan tanah. Tembok penahan berfungsi untuk menahan tanah atau bahan lepas lainnya seperti butiran arang batu atau biji logam bila dilakukan pekerjaan seperti penanggulangan atau pemotongan tanah, terutama jika suatu bangunan atau konstruksi, baik jalan raya maupun gedung yang berbatasan dengan sungai, danau, payau, ataupun lereng yang terjal.

Konstruksi tembok penahan memiliki beberapa tipe yaitu tembok penahan

tembok batu atau balok, tembok penahan tipe gravitasi, tipe balok kantilever, tipe menyandar, tipe boks culvert, abutment jembatan, tipe kontrafort dan tipe beton buttres. Dalam memilih macamnya penting untuk mengetahui seluruhnya sifat-sifat tanah pondasi, kondisi tempat kondisi pelaksanaan dan efisiensi ekonomis. Sehingga pembangunan tembok ini disesuaikan dengan fungsi serta kondisi wilayah tempat tembok akan dibangun.

Dalam merencanakan dinding penahan faktor yang harus dipertahankan adalah:

1. Faktor penurunan pondasi (tembok penahan tanah) dalam hal ini apakah penurunan tembok penahan dapat ditoleransi.
2. Faktor keamanan tanah dasar.

3. Pemilihan jenis tembok penahan tanah.
4. Konsekuensi kegagalan pondasi atau tembok penahan terhadap orang banyak (pemakainya).
5. Biaya, tenaga, dan alat yang tersedia.

1. Jenis dan karakteristik tanah kohesif di bawah tembok penahan

Untuk jenis tanah yang berada dibawah/landasan tembok penahan pada penelitian ini yaitu jenis tanah kohesif (lempung). Pada jenis tanah lempung terdapat beberapa macam jenis tanah diantaranya yaitu lempung sangat lunak (*very soft*), lempung lunak (*soft*), lempung kaku (*firm*), lempung sangat kaku (*stiff*), dan lempung keras (*very stiff or hard*) Adapun ciri-ciri dari tanah kohesif tersebut yaitu berat isi tanah dari tanah kohesif berkisar antara (14 –22) kN/m³, tanah kohesif memiliki sudut geser tanah 0, dan nilai Cu (kohesif) dari tanah kohesif diatas berkisar antara 20 > x dan x > 150

2. Tembok penahan kantilever (Cantilever Retaining Wall)

Dinding penahan tipe kantilever dibuat dari beton bertulang yang tersusun dari satu dinding vertikal dan tapak lantai. Masing-masing berperan sebagai balok atau pelat kantilever. Stabilitas konstruksinya diperoleh dari berat sendiri dinding penahan dan berat tanah diatas tumit telapak (hell). Terdapat tiga bagian struktur yang berfungsi sebagai kantilever, yaitu bagian dinding vertikal (steem), tumit tapak dan ujung kaki tapak (toe). Biasanya ketinggian dinding ini tidak lebih dari 6-7 meter.

3. Beban-beban Yang bekerja Pada tembok

Beban pada dinding penahan yang digunakan dalam perencanaan pada umumnya terdiri dari berat sendiri dinding penahan, dan tekanan tanah

Adapun tekanan tanah yang digunakan dalam perencanaan dinding penahan tanah adalah sebagai berikut:

a. Tekanan tanah aktif

Tekanan tanah aktif akibat berat tanah sendiri ditentukan sebagai berikut:

Teori Coulumb dengan persamaan:

$$K_a = \frac{\cos^2 \phi}{\cos \phi_w \left[1 + \sqrt{\frac{\sin \phi_w \cdot \sin \phi}{\cos \phi_w}} \right]^2} \quad (1)$$

Teori Rankine dengan persamaan:

$$K_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} \quad (2)$$

Tekanan tanah aktif akibat beban (merata) ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$P_{a/b} = \frac{\gamma H^2 K_a}{2} \cos \phi_w \quad (3)$$

$$V_{a/b} = \frac{\gamma H^2 K_a}{2} \sin \phi_w \quad (4)$$

b. Tekanan tanah pasif

Menurut teori coulomb untuk perhitungan tekanan tanah pasif pada prinsipnya sama dengan perhitungan tekanan tanah aktif. Bila tanah mempunyai kohesi pada kedudukan pasif ditentukan sebagai berikut:

Teori Coulumb dengan persamaan:

$$K_p = \frac{\cos^2 \phi}{\cos \phi_w \left[1 - \sqrt{\frac{\sin \phi_w \cdot \sin \phi}{\cos \phi_w}} \right]^2} \quad (5)$$

Teori Rankine dengan persamaan:

$$K_p = \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} \quad (6)$$

Tekanan tanah pasif akibat beban (merata)

$$P_{p/b} = \frac{\gamma D f^2 K_p}{2} \cos \beta \quad (7)$$

Keterangan :

- Ka : Koefisien tanah aktif (t/m^2)
- Kp : Koefisien tanah pasif (t/m^2)
- H : Tinggi tembok penahan (m)
- ϕ : Sudut geser dalam
- ϕ_w : Sudut gesek antara tanah dan dasar pondasi
- γ : Berat volume tanah kering (t/m^3)

Dalam hal ini perhitungan Ka dan Kp harusnya menggunakan teori Rankine, tetapi kami menggunakan teori Coulumb dengan pertimbangan kemungkinan adanya pergeseran tanah di belakang tembok dengan tembok penahan itu sendiri.

4. Kontrol Kestabilan Konstruksi

a. Kestabilan Terhadap Geser

Kestabilan terhadap geser adalah kemampuan dari tembok penahan itu untuk menjaga kestabilan perpindahan karena gaya horizontal. Menurut Coulomb persamaan dari kestabilan terhadap geser adalah :

$$F = \frac{\sum P_R}{\sum P_D} \geq 1,5 \quad (8)$$

$$\frac{\sum P_R}{\sum P_D} = \frac{Vf/b + Pp/b + (CaxB)}{Pa/b} \quad (9)$$

$$Vf/b = Pf/b \times \tan \phi_w \quad (10)$$

$$Pf/b = W_{total} + Va/b \quad (11)$$

$$Ca = C \times \mu \quad (12)$$

Keterangan :

- W_{total} : Berat sendiri konstruksi dan berat tanah isian
- ϕ_w : Sudut gesek antara tanah dan dasar pondasi
- Pf/b : Tekanan tanah efektif
- Pp/b : Tekanan tanah pasif
- Ca : Kohesi tanah (t/m^2)
- B : Lebar pondasi (m)
- μ : Faktor adhesi tanah

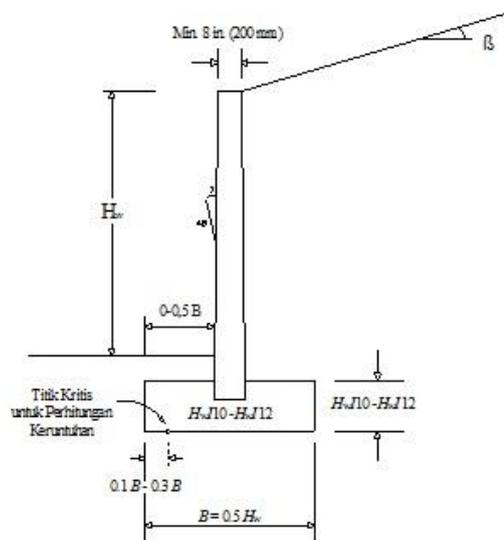
Tabel 1 Nilai-nilai koefisien gesek antara tanah dan beton

No.	Jenis Tanah	μ
1.	Tanah berbutir kasar	0,55
2.	Tanah berbutir kasar (dengan lumpur)	0,45
3.	Lumpur	0,35
4.	Tanah cadas	0,60

(Sumber: Sudarmanto., 1996:194)

b. Kestabilan Terhadap Guling

Kestabilan terhadap guling adalah kemampuan tembok penahan untuk mempertahankan kestabilan kedudukannya terhadap momen guling atau perbandingan antara momen perlawanan dengan momen guling. Letak titik kritis untuk perhitungan keruntuhan dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



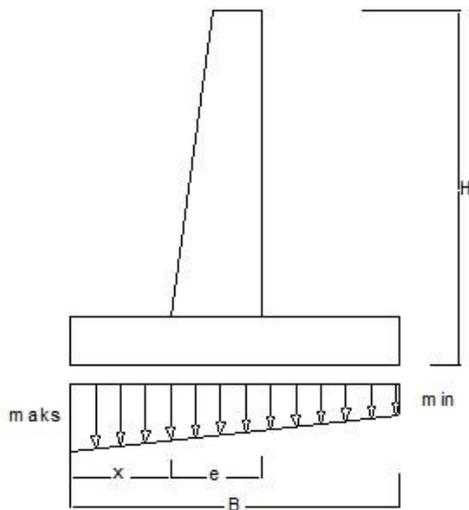
Gambar 1. Dimensi yang diusulkan untuk tembok penahan dengan titik kritis dinding (titik guling) 0,1 – 0,3 B

Persamaan dari kestabilan terhadap guling diketahui sebagai berikut:

$$F = \frac{\sum M_R / b}{\sum M_D / b} \quad (13)$$

c. Kestabilan Terhadap Eksentrisitas

Eksentrisitas (e) adalah jarak antara garis kerja resultante gaya terhadap titik berat tapak dasar.



Gambar 2. Distribusi tegangan tanah

Supaya tembok penahan tanah tidak mengalami eksentrisitas maka resultan gaya harus jatuh pada daerah gali.

Untuk x = Jarak horisontal dari titik guling ke resultan

$$\sum M/b = M_D/b + Pf/b \cdot x - (M_R/b - (Pfult/b_{force} \times Pfult/b_{arm})) \quad (14)$$

Untuk e = eksentrisitas

$$e = \frac{B}{2} - 0 - x \quad (15)$$

Sehingga harus memiliki syarat:

$$e \leq 1/6 B \quad (16)$$

$$e = x - 1/2 B \quad (17)$$

Keterangan:

e : eksentrisitas, bila :

e = negatif (kiri)

e = positif (kanan)

B : Lebar dasar pondasi

x : Garis kerja resultan gaya

d. Kestabilan Terhadap Daya Dukung Tanah

Agar tembok tidak roboh, harus diusahakan supaya tegangan yang terjadi pada tembok harus lebih kecil atau sama dengan tegangan izin tanah. Menurut Terzaghi besarnya tegangan yang terjadi :

$$B' = B - 2e \quad (18)$$

$$q'_{equiv} = \frac{Pfb}{B'} \text{ t/m}^2 \quad (19)$$

Menurut Terzaghi, untuk tanah tidak berkohesi kapasitas dukung ultimet pondasi berbentuk memanjang :

$$q_u = c N_c + q N_q + 0,5 \gamma' B N_\gamma \quad (20)$$

Untuk nilai intensitas beban pondasi saat tanah akan mengalami keruntuhan geser, persamaannya :

$$q_u' = q_u - Df \gamma \quad (21)$$

Faktor aman (FS) dalam tinjauan kapasitas dukung ultimet neto di definisikan sebagai berikut:

$$q_a' = \frac{q_u'}{F} \text{ t/m}^2 \quad (22)$$

$q'_{equiv} \ll q_a'$ **OK!**

Jadi menurut teori Terzaghi kapasitas daya dukung aman untuk pondasi memanjang :

$$q_u' = CNc + \sigma_D' (Nq - 1) + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \quad (23)$$

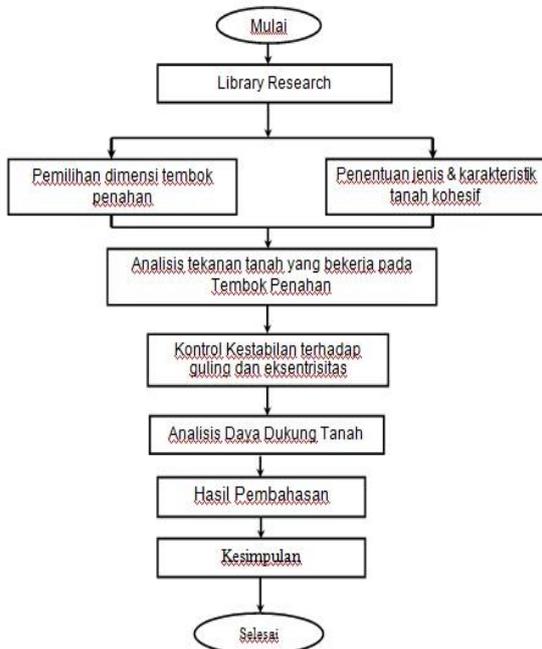
Keterangan :

- q : Tekanan tanah overburden pada dasar pondasi (kN/m^2)
- c : Kohesi (kN/m^2)
- γ : Berat isi tanah (kN/m^3)
- γ_{sat} : Berat isi tanah dalam keadaan jenuh (kN/m^3)
- Df : Kedalaman pondasi (m)
- q_u : Kapasitas daya dukung ultimate netto (kN/m^2)
- q_a : Kapasitas dukung aman (kN/m^2)
- FS : Faktor aman
- B' : jarak titik guling
- e : Eksentrisitas
- σ : Tegangan yang terjadi

N_c, N_q, N_γ : Faktor-faktor kapasitas dukung tanah yang merupakan fungsi dari sudut gesek dalam tanah dari Terzaghi (1943).

METODE PENULISAN

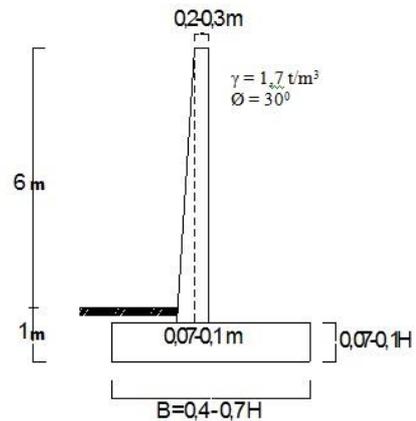
Metode yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini yakni kombinasi antara penelitian pustaka dan perancangan dengan tahapan adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Bagan alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pemilihan dimensi awal konstruksi



Gambar 4. Perencanaan dimensi dinding penahan kantilever

Dari ketentuan pendekatan tembok penahan tanah type kantilever diperoleh dimensi sebagai berikut:

1. Tinggi tembok penahan (H) idealnya untuk tipe kantilever berkisar 4 sampai dengan 10 m diambil 7 m dengan Df = 1 m.
2. Lebar telapak tembok penahan (B) berdasarkan kondisi dari jenis tanah yang aman terhadap kestabilan tembok penahan tanah.
3. Lebar dinding atas (B') diambil 0,25 m.
4. Lebar dinding bawah (D') diambil 0,7 m.
5. Tinggi telapak (D) diambil 0,7 m

Diketahui data:

Tabel 2 Jenis tanah kohesif (lempung)

No.	Jenis Tanah	γ_s (t/m^3)	C (t/m^2)	ϕ
1.	Lempung sangat lunak (<i>very soft</i>)	1,4	1	0
2.	Lempung lunak (<i>soft</i>)	1,6	2,5	0
3.	Lempung kaku (<i>firm</i>)	1,8	5	0
4.	Lempung sangat kaku (<i>stiff</i>)	2,0	10	0
5.	Lempung keras (<i>very stiff or hard</i>)	2,2	20	0

Hasil yang ingin dicapai yaitu dimensi telapak bervariasi dengan :

- a. Letak titik guling berubah
- b. Daya dukung berubah

2. Hasil Perhitungan Tegangan Tanah Kohesif dan Nonkohesif

Dari analisis data tanah tersebut dapat diketahui sebagai berikut:

Tabel 3 Data tanah

No.	Jenis Tanah	γ (t/m ³)	C (t/m ²)	ϕ	Tekanan tanah						
					Ka (t/m)	Pa/b (t/m)	Va/b (t/m)	Kp (t/m)	Pp/b (t/m)	Pfb (t/m)	
Jenis Tanah Kohesif											
1.	Lempung sangat lunak	1,4	1	0							205,759
2.	Lempung lunak	1,6	2,5	0	0,326	12,465	5,377	2,877	2,445		49,834
3.	Lempung kaku	1,8	5	0							35,554
4.	Lempung sangat kaku	2	10	0							49,162
5.	Lempung keras	2,2	20	0							32,845

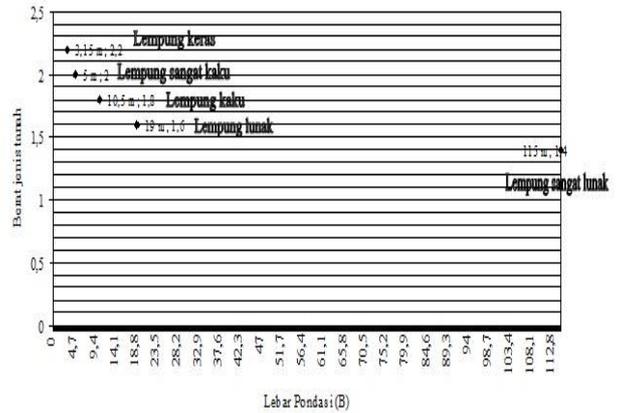
Tabel 4 Hasil perencanaan dimensi

No.	Jenis Tanah	Hasil Dimensi					
		H (m)	Df (m)	B yang direncanakan (m)	B' (m)	D' (m)	D (m)
Jenis Tanah Kohesif							
1.	Lempung sangat lunak			115			
2.	Lempung lunak			19			
3.	Lempung kaku	7	1	10,5	0,25	0,7	0,7
4.	Lempung sangat kaku			5			
5.	Lempung keras			3,15			

Tabel 5 Kontrol kestabilan konstruksi

No.	Jenis Tanah	Kontrol Kestabilan Konstruksi				
		Faktor geser ($>1,5$)	Faktor Guling ($>1,5$) Jarak			Daya Dukung (q_a) ($q_{equiv} < q_a'$)
			0	1/2,0,3B	0,3B	
Jenis Tanah Kohesif						
1.	Lempung sangat lunak	3,43	431,544	36,196	9,568	1,9
2.	Lempung lunak	1,53	21,896	15,582	10,848	3,662
3.	Lempung kaku	1,67	9,419	8,193	8,329	4,92
4.	Lempung sangat kaku	1,6	5,739	4,958	5,14	11,193
5.	Lempung keras	1,965	2,501	2,396	3,129	12,355

Sehingga dapat dihubungkan dalam grafik berikut:



Gambar 5. Grafik hubungan lebar pondasi (B) dan berat isi tanah kohesif (γ)

Dari grafik dapat kita ketahui bahwa semakin kecil berat isi tanah maka semakin besar dimensi yang digunakan. Standar lebar pondasi berkisar antara 0,4 H-0,7 H dan dari grafik dapat diketahui bahwa lebar pondasi pada tanah kohesif sudah tidak memenuhi standar pendimensian pondasi. Hal ini disebabkan daya dukung tanah pada tanah kohesif lebih kecil.

KESIMPULAN

Berdasarkan uraian-uraian dan analisis yang telah dikemukakan pada bagian sebelumnya, maka dapat ditarik beberapa simpulan sebagai berikut :

1. Konstruksi tembok penahan tanah yang kurang aman untuk jenis tanah kohesif sedangkan untuk jenis tanah nonkohesif aman untuk tembok penahan tanah. Juga semakin kecil berat jenis tanah maka dimensi telapak tembok penahan tanah semakin besar, hal ini disebabkan daya dukung tanah yang kecil.
2. Dimensi Tembok Penahan Tipe Kantilever yang diperoleh tinggi total tembok penahan adalah 7 m dengan tinggi dinding 6,3 m dan tebal telapak 0,7 m; lebar telapak tembok penahan berdasarkan kondisi jenis tanah kohesif diperoleh min 3,15m dan maks. 115m; lebar dinding bagian atas tembok penahan didapat

0,25 m, dan bagian bawah sebesar 0,7 m.

3. Rencana dimensi lebar pondasi pada tanah kohesif sudah tidak memenuhi standar pendimensian pondasi

DAFTAR PUSTAKA

- Coduto, Donald P. 1994. **Foundation Design: Principles and Practices**. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Das, Braja M. 1985. **Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)**. Dialihbahasakan oleh Ir. Noor Endah Mochtar, M.Sc., Ph.D. dan Ir. Indrasurya B Mochtar, M.Sc., Ph.D. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Sosrodarsono, Suyono dan Kazuto Nakazawa. 2005. **Mekanika Tanah Dan Teknik Pondasi**. Dialihbahasakan oleh Ir. L. Taulu dkk. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Sudarmanto. 1996. **Konstruksi Beton 2**. Bandung: Pusat Pengembangan Pendidikan Politeknik.
- Sungguno Kh, V. 1995. **Buku Teknik Sipil**. Bandung: Penerbit NOVA
- Vis, W.C dan Gideon Kusuma. 1994. **Grafik Dan Tabel perhitungan Beton Bertulang**. Seri Beton 4. Jakarta: Erlangga.
- _____. 1993. **Grafik Dan Tabel perhitungan Beton Bertulang**. Seri Beton 1. Jakarta: Erlangga.