

**PERENCANAAN PEMBUATAN TEMBOK PENAHAN TANAH (TPT) DI DESA NAPIS
RT. 04 / 01 KECAMATAN TAMBAKREJO KABUPATEN BOJONEGORO**

THE PLANNING MAKING OF RETAINING WALL IN NAPIS VILLAGE RT. 04/01
TAMBAKREJO - BOJONEGORO

SUGIYARTO

Program Studi Teknik Sipil Universitas Bojonegoro

Abstrak

Tembok penahan tanah adalah suatu struktur konstruksi yang dibangun untuk menahan tanah yang mempunyai kemiringan/lereng dimana kemantapan tanah tersebut tidak dapat dijamin oleh tanah itu sendiri. Bangunan tembok penahan tanah digunakan untuk menahan tekanan tanah lateral yang ditimbulkan oleh tanah urugan atau tanah asli yang labil akibat kondisi topografinya. Pembangunan tembok penahan tanah haruslah benar – benar berdasarkan perhitungan kestabilan dan faktor keselamatan karena kesalahan yang terjadi dalam pembangunan tembok penahan tanah dapat berakibat fatal yaitu kerugian harta dan hilangnya korban jiwa..

Kata kunci : Tembok penahan tanah, stabilitas

Abstract

The retaining wall is a construction structure constructed to withstand slope-filled soil where the soil's stability can not be guaranteed by the soil itself. The building of retaining wall is used to withstand lateral soil stress caused by urugan soil or unstable ground due to its topographic condition. The construction of retaining wall must be based on calculation of stability and safety factor because errors in the construction of retaining wall can be fatal ie loss of property and loss of loss of life.

Keywords: Retaining wall, stability

1. Pendahuluan

Tanah merupakan aspek penting dalam perencanaan konstruksi. Karena pada

tanahlah berdiri satu bangunan. Oleh karena itu, sangat penting untuk memperhatikan faktor kestabilan tanah. Salah satu cara yang

digunakan untuk melakukan pengendalian kestabilan tanah agar tak mengalami kelongsoran adalah dengan membangun tembok penahan tanah.

Tembok penahan tanah adalah suatu struktur konstruksi yang dibangun untuk menahan tanah yang mempunyai kemiringan/lereng dimana kemantapan tanah tersebut tidak dapat dijamin oleh tanah itu sendiri. Bangunan tembok penahan tanah digunakan untuk menahan tekanan tanah lateral yang ditimbulkan oleh tanah urugan atau tanah asli yang labil akibat kondisi topografinya.

Pembangunan tembok penahan tanah haruslah benar – benar berdasarkan perhitungan kestabilan dan faktor keselamatan karena kesalahan yang terjadi dalam pembangunan tembok penahan tanah dapat berakibat fatal yaitu kerugian harta dan hilangnya korban jiwa.

Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah perencanaan tembok penahan tanah yang betul-betul stabil dan efisien. Stabil dari segi kekuatan untuk menopang besarnya gaya guling, gaya geser dan daya dukung. Selain itu, perencanaan dimensi harus memperhatikan sisi efisiensinya. Tujuan dari perencanaan tembok penahan tanah adalah merencanakan dimensi dan stabilitas tembok penahan tanah terhadap

kestabilan akibat gaya guling, geser dan daya dukung tanah

2. Kajian Pustaka

2.1 Tanah

Tanah di alam terdiri dari campuran-campuran butiran mineral dengan atau tanpa kandungan bahan organik. Butiran – butiran dengan mudah dipisahkan satu sama lain dengan kocokan air. Tanah berasal dari pelapukan batuan yang prosesnya dapat secara fisik atau kimia. Sifat-sifat teknis tanah kecuali dipengaruhi oleh sifat dari induk batunya juga dipengaruhi oleh unsur-unsur luar yang menjadi penyebab terjadinya pelapukan batuan tersebut. (Hardiyatmo, C.H.2006)

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

2.2 Identifikasi Tanah

Tanah berbutir kasar dapat diidentifikasi berdasarkan ukuran butiran. Menurut

Massachusetts of Institute Technology (MIT) butiran-butiran yang berdiameter lebih besar dari 2mm diklasifikasikan sebagai kerikil. Jika butiran dapat dilihat oleh mata, tetapi ukurannya kurang dari 2mm, disebut pasir. Tanah pasir kasar jika diameter berkisar antara 2-0,6 mm, pasir sedang jika diameter antara 0,6-0,2 mm, dan pasir halus bila diameter antara 0,2-0,06 mm (Hardiyatmo, C.H. 2006).

Cara membedakan antara lanau dan lempung dengan mengambil tanah basah yang dicetak dan dikeringkan, kemudian dipecah kedalam fragmen-fragmen kira-kira berukuran 1/8 inci (3,1 mm) dan ditekan antara jari telunjuk dan ibu jari. Fragmen lempung hanya dapat pecah jika ditekan dengan usaha yang relative besar, sedangkan fragmen lanau dapat pecah dengan mudah bila ditekan(Peck,dkk, 1953),

2.3 Sifat-sifat Teknis Tanah

Penjelasan umum dari sifat-sifat teknis berbagai jenis tanah.

a. Tanah Granuler

Tanah-tanah Granuler, seperti pasir, kerikil, batuan dan campuranya, mempunyai sifat-sifat teknis yang sangat baik. Sifat-sifat tanah tersebut, antara lain :

1) Merupakan material yang baik untuk mendukung bangunan dan badan jalan2) Merupakan material yang baik untuk tanah

urug pada tembok penahan tanah, struktur bawah tanah dan lain-lain, karena menghasilkan tekanan lateral yang kecil. Mudah dipadatkan dan merupakan material untuk drainasi yang baik karena lolos air.

3) Tanah yang baik untuk urugan karena mempunyai kuat geser yang tinggi.

4) Bila tanah tidak dicampur dengan material kohesif, tidak dapat digunakan sebagai bahan tanggul, bendungan, kolam, dan lain-lain. Karena permeabilitasnya besar.

b. Tanah Kohesif

Tanah kohesif seperti lempung, lempung berlanau, lempung berpasir atau berkerikil yang sebagian besar butiran tanahnya terdiri dari butiran halus. Kuat geser tanah jenis ini ditentukan terutama dari kohesinya. Tanah-tanah kohesif, umumnya mempunyai sifat-sifat sebagai berikut :

Kuat geser rendah :

1. Bila basah bersifat plastis dan mudah mampat (mudah turun)
2. Menyusut bila kering dan mengembang bila basah
3. Berkurang kuat gesernya bila kadar airnya bertambah
4. Berkurang kuat gesernya bila struktur tanahnya terganggu
5. Berubah volumenya dengan bertambahnya waktu akibat rangkakan (*creep*) pada beban yang konstan
6. Merupakan material kedap air

7. Material yang jelek untuk tanah urug, karena menghasilkan tekanan lateral yang tinggi.

c. Tanah-tanah Lanau dan loess

Lanau adalah material yang butiran-butirannya lolos saringan no.200. Peck, dkk, membagi tanah ini menjadi 2 kategori, yaitu lanau yang dikarakteristikan sebagai tepung batu yang tidak berkoheesi dan tidak plastis dan lanau yang bersifat plastis. Sifat-sifat teknis lanau tepung batu lebih cenderung mendekati sifat pasir halus. Loess adalah material lanau yang diendapkan oleh angin dengan diameter butiran kira-kira 0,06 mm. Partikel-partikelnya biasanya mempunyai rekatan karena adanya kalsium karbonat. Akibat dari pengaruh proses pembentukannya, sifat loess sangat berbeda dengan lanau. Karakteristik loess umumnya merupakan endapan yang tidak padat dengan berat volume kira-kira 10 kN/m³. Bila mengandung material pengikat (lempung atau kapur) pada kondisi kering tanah ini mempunyai kapasitas dukung sedang sampai tinggi. Akibat penjumlahan, loess kehilangan sifat rekatannya dan dapat mengalami penurunan yang tinggi. Loess bisa digali pada tebing yang mendekati vertical.

d. Tanah Organik

Sembarang tanah yang mengandung bahan organik, yang mempengaruhi sifat-sifat teknis tanah disebut tanah organik.

Bahan-bahan organik terdiri tumbuhan-tumbuhan atau binatang. Jumlah bahan organik dinyatakan dalam istilah kadar organik, yaitu nilai banding antara berat bahan organik terhadap contoh tanah yang kering oven. Berat bahan organik dapat ditentukan dengan memanaskan contoh tanah untuk membakar bahan organiknya (McFarland, 1959).

2.4 Kadar Air, Angka Pori, Porositas, dan Berat Volume Tanah

Tanah terdiri dari tiga komponen yaitu: udara, air, dan bahan padat. Udara dianggap tidak mempunyai pengaruh teknis, sedang air sangat mempengaruhi sifat-sifat teknis tanah. Ruang diantara butiran-butiran dapat terisi oleh air atau udara. Bila rongga tersebut terisi air maka tanah dapat dikatakan dalam kondisi jenuh. Bila rongga terisi oleh udara dan air maka tanah dalam kondisi jenuh sebagian. Sedangkan tanah yang tidak mengandung air sama sekali atau kadar airnya nol disebut tanah kering. Hubungan antara kadar air, angka pori, porositas, berat volume dan lainnya tersebut sangat diperlukan dalam praktik (Hardiyatmo, C.H 2006).

2.4. Perhitungan Stabilitas Tembok Penahan

1. Stabilitas terhadap geser

Gaya aktif tanah (P_a) selain menimbulkan terjadinya momen juga

menimbulkan gaya dorong sehingga tembok akan bergeser. Bila tembok penahan tanah dalam keadaan stabil, maka gaya-gaya yang bekerja dalam keadaan seimbang ($\sum F = 0$ dan $\sum M = 0$). Perlawanan terhadap gaya dorong ini terjadi pada bidang kontak antara tanah dasar tembok penahan tanah dengan tanah dasar pondasi (Suryolelono,1994).

Rumus yang digunakan :

$$SF = \frac{f \cdot \Sigma(V)}{\Sigma(H)} \dots\dots\dots(2-43)$$

di mana:

$\Sigma(H)$ = keseluruhan gaya horizontal yang bekerja pada bangunan (kN)

$\Sigma(V)$ = keseluruhan gaya vertikal (kN)

f = koefisien gesekan

SF = faktor keamanan

Tabel 2.3 Harga-harga perkiraan untuk koefisien gesekan

(KP-02 perencanaan bendung, 1986)

Bahan	F
Pasangan batu pada pasangan batu	0,60 – 0,75
Batu keras berkualitas baik	0,75
Kerikil	0,50
Pasir	0,40
Lempung	0,30

Untuk bangunan-bangunan kecil, seperti bangunan-bangunan yang dibicarakan di sini, di mana berkurangnya umur bangunan, kerusakan besar dan terjadinya bencana besar belum dipertimbangkan, harga-harga faktor keamanan (SF) yang dapat diterima adalah: 2,0 untuk kondisi pembebanan normal dan 1,25 untuk kondisi pembebanan ekstrem. Kondisi pembebanan ekstrem dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Tak ada aliran di atas mercu selama gempa, atau
2. Banjir rencana maksimum.

Apabila, untuk bangunan-bangunan yang terbuat dari beton, harga yang aman untuk faktor gelincir yang hanya didasarkan pada gesekan saja (persamaan 2-43) ternyata terlampaui, maka bangunan bisa dianggap aman jika faktor keamanan dari rumus itu yang mencakup geser (persamaan 2-44), sama dengan atau lebih besar dari harga-harga faktor keamanan yang sudah ditentukan.

$$\Sigma(H) \leq \frac{f \cdot \Sigma(V-U) + c \cdot A}{s} \dots\dots\dots(2-44)$$

di mana:

c = satuan kekuatan geser bahan (kN/m²)

A = luas dasar yang dipertimbangkan (m²)

Harga-harga faktor keamanan jika geser juga dicakup, sama dengan harga-harga yang hanya mencakup gesekan saja, yakni 2,0 untuk kondisi normal dan 1,25 untuk kondisi ekstrem.

Untuk beton, c (satuan kekuatan geser) boleh diambil 1.100 kN/m² (= 110 Tf/m²). Persamaan (2-44) mungkin hanya digunakan untuk bangunan itu sendiri. Kalau rumus untuk pondasi tersebut akan digunakan, perencana harus yakin bahwa itu kuat dan berkualitas baik berdasarkan hasil pengujian. Untuk bahan pondasi nonkohesi, harus digunakan rumus yang hanya mencakup gesekan saja (persamaan 2-43).

2. Stabilitas terhadap guling

Agar bangunan aman terhadap guling, maka resultante semua gaya yang bekerja pada bagian bangunan di atas bidang horisontal, termasuk gaya angkat, harus memotong bidang ini pada teras. Tidak boleh ada tarikan pada bidang irisan mana pun. Besarnya tegangan dalam bangunan dan pondasi harus tetap dipertahankan pada harga-harga maksimal yang dianjurkan.

Tekanan tanah lateral yang diakibatkan oleh tanah urug di belakang tembok penahan, cenderung menggulingkan tembok dengan pusat rotasi pada ujung kaki depan pelat fondasi. Momen penggulingan ini dilawan oleh momen akibat berat sendiri tembok penahan dan momen akibat berat tanah diatas fondasi. Sedangkan untuk konstruksi pangkal jembatan, pilar jembatan, tembok saluran dan lain-lain perlu diperhatikan terhadap gerusan yang diakibatkan oleh aliran air sehingga mengurangi besarnya tekanan pasif. Untuk ini tekanan tanah

pasif dapat diabaikan dalam perhitungan (Suryolelono, 1994).

Faktor aman terhadap penggulingan (SF) didefinisikan sebagai :

$$SF = \frac{\Sigma M_t}{\Sigma M_g} > 1,5$$

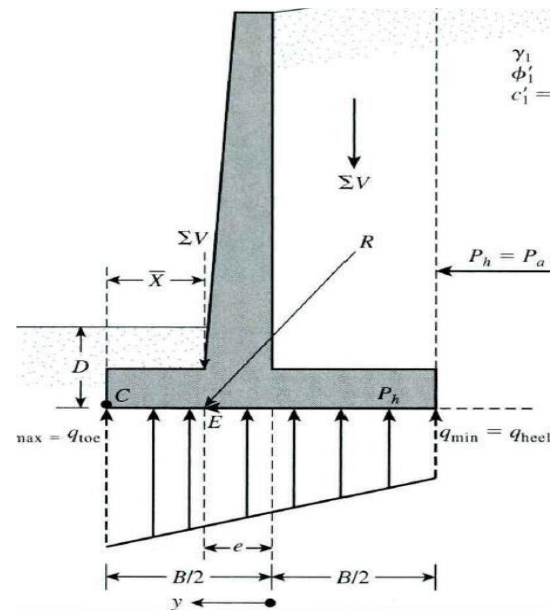
Dimana :

ΣM_t = momen tahan terhadap guling (kNm)

ΣM_g = momen total sesungguhnya yang menyebabkan guling (kNm)

Tahanan tanah pasif oleh tanah yang berada di depan kaki tembok depan sering diabaikan dalam hitungan stabilitas. Jika tahanan tanah pasif yang ditimbulkan oleh pengunci dasar fondasi diperhitungkan, maka nilainya harus direduksi untuk mengantisipasi pengaruh-pengaruh erosi, iklim, dan retakan akibat tegangan-tegangan tarik tanah dasar yang kohesif.

3.Stabilitas terhadap keruntuhan daya dukung



Gambar 2.12 kontrol terhadap keruntuhan daya dukung

Momen pada titik C

$$M_{net} = \Sigma M_R - \Sigma M_O (\Sigma M_R \text{ dan } \Sigma M_O \text{ diperoleh dari stabilitas penggulingan})$$

Jika resultan pada dasar tembok

berada pada titik E

$$\overline{CE} = \bar{X} = \frac{M_{net}}{\Sigma V}$$

- Eksentrisitas dapat diperoleh

dari

$$e = \frac{B}{2} - \overline{CE}$$

Atau ;

$$e = \frac{B}{2} = \frac{\Sigma M_R - \Sigma M_O}{\Sigma V}$$

- Distribusi tekanan pada dasar tembok penahan dapat dihitung sebagai berikut:

$$q = \frac{\sum V}{A} \mp \frac{M_{net} y}{1}$$

Dimana ;

$$M_{net} = \left(\sum V \right) e$$

$$1 = \left(\frac{1}{2} \right) (1)(B^3)$$

- Untuk nilai maksimum dan minimum, $y = B/2$

$$q_{max} = \frac{\sum V}{B} \left[1 + \frac{6e}{B} \right]$$

$$q_{min} = \frac{\sum V}{B} \left[1 - \frac{6e}{B} \right]$$

- Kapasitas dukung tanah duhitung dengan menggunakan persamaan hansen :

$$qu = c * N_c * F_{ci} * q * F_{qd} * q * N_q * F_{qd} * F_{qi} + 0,5 * \gamma * B' * N_\gamma * F_{\gamma d} * F_{\gamma i}$$

dimana:

$$q = \gamma * D$$

$$B' = B - 2e$$

$$F_{cd} = 1 + 0,4 \frac{D}{B'}$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 \sin \phi)^2 \frac{D}{B'}$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

$$F_{ci} = F_{qi} = (1 - \psi^\circ / 90^\circ)^2$$

$$F_{\gamma i} = (1 - \psi^\circ / \phi)^2$$

$$\psi = \tan^{-1} \left(\frac{Ph}{\sum V} \right)$$

Catatan: N_c, N_q, N_γ = faktor kapasitas dukung Terzaghi
Faktor keamanan terhadap keruntuhan kapasitas dukung didefinisikan sebagai:

$$F = \frac{qu}{q} \geq 3$$

3. Metode Penelitian

Penelitian ini berorientasi pada observasi. Secara umum, metodologi yang digunakan adalah menggabungkan antara penelitian kualitatif dengan penelitian kuantitatif yang menggunakan pendekatan studi kasus dan survei.

3.1. Teknik Pengumpulan Data

Dalam memperoleh data untuk penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan data – data yang diperoleh dari data primer dan data sekunder.

1. Data primer diperoleh dengan melakukan penyebaran kuesioner
2. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari dokumen – dokumen yang dapat dijadikan acuan dalam penelitian ini.

3.2. Analisis data

Dalam penelitian ini, analisa data perencanaan dilakukan berdasarkan *literature review*.

4. Hasil Dan Pembahasan

4.1 Data tanah

Untuk keperluan perencanaan tembok penahan, diperlukan data tanah di lapangan. Dalam penelitian ini digunakan data tanah yang terletak di Desa Napis RT.04/01 Kecamatan Tambakrejo Kabupaten Bojonegoro. Kondisi geologi tanah pada sekitar lokasi perencanaan dikategorikan sebagai tanah lempung/berkohesi. Paramet

er tanah yang perlu diketahui untuk melakukan perencanaan tembok penahan tanah adalah:

- Kohesi (c) dan sudut gesek (ϕ) di dapatkan dengan melakukan pengujian uji geser langsung (direct shear test) di Laboratorium.
- Berat isi tanah (γ) juga diperoleh dengan pengujian di laboratorium.
- Perencanaan menggunakan berat isi beton 25 kN/m.

Kohesi tanah $c_1 = 5,3 \text{ kN/m}^2$. $c_2 = 7,7 \text{ kN/m}^2$

Sudut gesek dalam $\phi = 0,7^\circ$

Berat volume tanah kering $\gamma = 16,53 \text{ kN/m}^3$

Berat volume air $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$

Berat jenis tanah $G_s = 2,5$

Angka pori $e = 1,139$

Kadar pori :

$$n = \frac{e}{1 + e} = \frac{1,139}{1 + 1,139} = 0,58$$

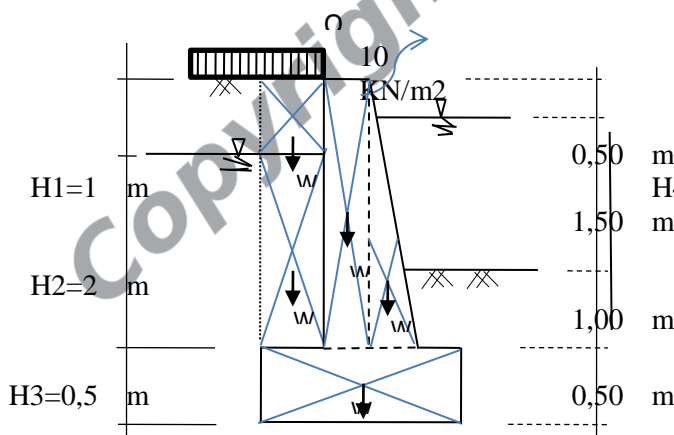
$$\begin{aligned} \gamma_{sat} &= \gamma + n = 16,53 + 0,58 \\ &= 17,11 \text{ kN/m}^3 \end{aligned}$$

4.2. Perhitungan

a. Perhitungan Tembok Penahan Tanah.

DATA :

		Tanah	
H1 = 1,00	B1 = 0,6	Urug	
H2 = 2,00	B2 = 0,5	c1 =	
H3 = 0,50	B3 = 1,3	Ø1 = 30	
H4 = 1,50	B4 = 0,5		



B1	B2	B3	B4
0,6	0,5	1,3	0,5

Momen Akibat Gaya Vertikal

- Menghitung Berat

(W) kN/m

$$W1 = \frac{1}{2} \cdot B3 \cdot (H1+H2) \cdot Bj$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 1,3 \cdot (1+2) \cdot 14,5$$

$$= 28,275 \text{ kN/m}$$

$$W2 = B2 \cdot (H1+H2) \cdot Bj$$

$$= 0,5 \cdot (1+2) \cdot 14,5$$

$$= 21,75 \text{ kN/m}$$

$$W3 = (B1+B2+B3+B4) \cdot H3 \cdot Bj$$

$$= (0,6+0,5+1,3+0,5) \cdot 0,5 \cdot 14,5$$

$$= 21,025 \text{ kN/m}$$

$$W4 = H1 \cdot B1 \cdot \gamma$$

$$= 1 \cdot 0,6 \cdot 16,02$$

$$= 9,612 \text{ kN/m}$$

$$W5 = H2 \cdot B1 \cdot (\gamma - \gamma_w)$$

$$= 2 \cdot 0,6 \cdot (16,02 - 10)$$

$$= 7,224 \text{ kN/m}$$

$$H4 W6 = Q1 \cdot B1$$

$$= 10 \cdot 0,6$$

$$= 6 \text{ kN/m}$$

- Menghitung Jarak (X) m

$$X1 = \left(\frac{2}{3} \cdot B3 \right) + B4$$

$$\left(\frac{2}{3} \cdot 1,3 \right) + 0,5$$

$$1,371 \text{ m}$$

$$X2 = \left(\frac{1}{2} \cdot B2 \right) + B3 + B4$$

$$\begin{aligned}
 & (1/2 \cdot 0,5) + 1,3 + 0,5 \\
 & 2,05 \quad \text{m} \\
 X3 & = 1/2 \cdot (B1 + B2 + B3 + B4) \\
 & 1/2 \cdot (0,6 + 0,5 + 1,3 + 0,5) \\
 & 1,45 \quad \text{m} \\
 X4 & = (1/2 \cdot B1) + B2 + B3 + B4 \\
 & (1/2 \cdot 0,6) + 0,5 + 1,3 + 0,5 \\
 & 2,6 \quad \text{m} \\
 X5 & = (1/2 \cdot B1) + B2 + B3 + B4 \\
 & (1/2 \cdot 0,6) + 0,5 + 1,3 + 0,5 \\
 & 2,6 \quad \text{m} \\
 X6 & = (1/2 \cdot B1) + B2 + B3 + B4 \\
 & (1/2 \cdot 0,6) + 0,5 + 1,3 + 0,5 \\
 & 2,6 \quad \text{m}
 \end{aligned}$$

- Menghitung Momen (M) KN

$$\begin{aligned}
 M1 & = W1 \cdot X1 \\
 & 2,83 \cdot 1,371 \\
 & 3,876503 \\
 M2 & = W2 \cdot X2 \\
 & 2,18 \cdot 2,05 \\
 & 4,45875 \\
 M3 & = W3 \cdot X3 \\
 & 2,10 \cdot 1,45
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & 3,048625 \\
 M4 & = W4 \cdot X4 \\
 & 0,87 \cdot 2,6 \\
 & 2,262 \\
 M5 & = W5 \cdot X5 \\
 & 1,74 \cdot 2,6 \\
 & 4,524 \\
 M6 & = W6 \cdot X6 \\
 & 6 \cdot 2,6 \\
 & 15,6
 \end{aligned}$$

NO.	BERAT (W) KN/m	JARAK (X) m	MOMEN (M) KN
1	28.3	1.371	38,7
2	21.8	2.05	44.69
3	21.0	1.45	30.45
4	9.612	2.6	24.96
5	7.224	2.6	18.78
6	6.00	2.6	15.6
	$\Sigma W = 93,936$		$\Sigma M_w = 173,18$

- Koefisien Tekanan Tanah

Aktif

$$Ka = \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi} = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$$

$\frac{\varphi}{2}$

$$Ka = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{30^\circ}{2} \right)$$

$$K_a = 1$$

- Tekanan Tanah Aktif

$$\checkmark P_{a1} = 2 \cdot c \cdot H \cdot \sqrt{K_a}$$

$$P_{a1} = 2 \cdot 5,3 \cdot 3 \cdot \sqrt{1}$$

$$= 31,8 \text{ kN}$$

$$\checkmark P_{a2} = \frac{1}{2} \cdot K_a \cdot \gamma_w \cdot$$

$$H^2$$

$$P_{a2} = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 10 \cdot 2^2$$

$$= 20 \text{ kN}$$

$$\checkmark P_{a3} =$$

$$\frac{1}{2} \cdot K_a \cdot \gamma_{sat} \cdot H_2^2$$

$$P_{a3}$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 17,11 \cdot 1^2$$

$$= 8,55 \text{ kN}$$

$$\checkmark \Sigma P_a = P_{a1} + P_{a2} +$$

$$P_{a3}$$

$$\Sigma P_a$$

$$= 31,8 + 20 + 8,55$$

$$= 60,35 \text{ kN}$$

- Jarak I Lengan terhadap titik 0

$$\checkmark I_1 = \frac{1}{2} \cdot H$$

$$I_1 = \frac{1}{2} \cdot 3 = 1,5 \text{ m}$$

$$\checkmark I_2 = \frac{1}{3} \cdot H_1 + H_2$$

$$I_2 = \frac{1}{3} \cdot 3 = 1 \text{ m}$$

$$\checkmark I_3 = \frac{1}{3} \cdot H_2$$

$$I_3 = \frac{1}{3} \cdot 1 = 0,33 \text{ m}$$

- Gaya - Gaya

Horizontal &

Perhitungan Momen

No	Tekanan Tanah Aktif (Pa) Kn	Jarak (m)	Momen (M)
1	31,8	1.5	47,7
2	20	1	20
3	8,55	0.33	2.82
	$\Sigma Pa = 60.35$		$\Sigma Ma = 70,52$

- Koefisien Tekanan Tanah Aktif

$$K_p = \frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi} = \tan^2 \left(45^\circ + \right.$$

$\left. \frac{\varphi}{2} \right)$

$$K_p = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{30^\circ}{2} \right)$$

$$K_p = 1$$

- Tekanan Tanah Pasif

$$P_{P1} = \frac{1}{2} \cdot K_p \cdot \gamma_1 \cdot (H_1)^2$$

$$P_{P1} = \frac{1}{2} \cdot 1.16,02 \cdot 1^2$$

$$= 8,01 kN$$

$$P_{P2} = \frac{1}{2} \cdot K_p \cdot \gamma_2 \cdot (H_2)^2$$

$$P_{P2} = \frac{1}{2} \cdot 1.16,53 \cdot 2^2$$

$$= 33,06 kN$$

No.	Tekanan Tanah Pasif (Pp) kN	Jarak (m)	Momen (M)
1	8,01	1	0,801
2	33,06	2	66,12
$\Sigma P_p = 41,07$		$\Sigma M_p = 66,92$	

- Jumlah Gaya – gaya

Horizontal

$$\Sigma P_h = \Sigma P_a - \Sigma P_p$$

$$\Sigma P_h = 60,35 - 41,07$$

$$= 19,28 kN$$

- Momen yang mengakibatkan penggulingan

$$\Sigma M_g = \Sigma M_a - \Sigma M_p$$

$$\Sigma M_g = 70,52 - 66,92$$

$$= 3,6 kN$$

- Menghitung stabilitas terhadap penggeseran

Tahanan geser pada tembok sepanjang B = 2,9 m, dihitung dengan menganggap dasar dinding sangat kasar. Sehingga sudut geser $\delta_b = \phi_2$ dan adhesi $c_d = c_2$.

Untuk tanah c – ϕ ($\phi > 0$, dan $c > 0$)

$$\Sigma R_h = c_d \cdot B + W \tan \delta_b$$

Dengan :

ΣR_h = tahanan tembok penahan tanah terhadap penggeseran

c_d = adhesi antara tanah dan dasar tembok

B = lebar pondasi (m)

W = berat total tembok penahan dan tanah diatas plat pondasi

δ_b = sudut geser antara tanah dan dasar pondasi

$$\Sigma R_h = C_d \cdot B +$$

$$\Sigma W \cdot \tan \delta_b$$

$$\begin{aligned} \sum R_h & \\ &= 7,7 \cdot 2,9 \\ &+ 93,936 \cdot \tan 30^\circ \end{aligned}$$

$$\sum R_h = 54,48 \text{ kN/m}$$

$$F_{gs} = \frac{\sum R_h}{\sum P_h} = \frac{54,48}{19,28} =$$

$$2,83 \gg 2 \text{ (aman)}$$

(dimensi tidak perlu diperbesar)

Dimana :

F_{gs} = faktor aman

terhadap penggeseran

$\sum P_h$ = jumlah gaya –
gaya horizontal

- Menghitung Stabilitas

Terhadap Penggulingan

Tekanan tanah lateral yang diakibatkan oleh tanah dibelakang tembok penahan, cenderung menggulingkan tembok, dengan pusat rotasi terletak pada ujung kaki depan tembok penahan tanah.

$$F_{gl} = \frac{\sum Mw}{\sum Ma} \geq 1,5$$

$$= \frac{173,18}{66,92} \geq 1,5$$

$$= 2,58 \geq 1,5$$

(dimensi tidak perlu diperbesar)

Dimana :

F_{gl} = Faktor aman

terhadap penggulingan

$\sum Mw$ = Jumlah momen

yang melawan

penggulingan

$\sum Ma$ = Jumlah momen

yang menyebabkan

penggulingan

Karena faktor aman konstruksi tembok penahan tanah terhadap geser, dan guling lebih dari 1,5 ($\geq 1,5$), maka dimensi konstruksi sudah aman dan tidak perlu diperbesar.

- Stabilitas Terhadap Keruntuhan Kapasitas Daya Dukung Tanah

Dalam hal ini akan digunakan persamaan Hansen pada perhitungan menganggap pondasi terletak di permukaan.

$$X_e = \frac{\sum Mw - \sum Ma}{\sum w}$$

$$X_e = \frac{173,18 - 66,92}{93,936} = 1,13 \text{ m}$$

Eksentrisitas (e)

$$e = \frac{B}{2} - X_e$$

$$e = \frac{2,9}{2} - 1,13 = 0,89 \text{ m} \geq \frac{B}{6} = \frac{2,9}{6} = 0,48$$

Lebar Efektif (B') = $B - 2e$

$$= 2,9 - (2 \times 0,89) \text{ m}$$

$$= 1,12 \text{ m}$$

$$A' = B' \times 1$$

$$= 1,12 \times 1$$

$$= 1,12 \text{ m}^2$$

- Gaya – gaya yang ada pada tembok

$$\text{Gaya horizontal} = 66,92 \text{ kN/m}$$

$$\text{Gaya vertikal} = 173,18 \text{ kN/m}$$

- Faktor Kemiringan Beban

$$i_q = \left[1 - \left[\frac{0,5 \sum H}{\sum V + A' \cdot C_2 \cdot \tan \phi} \right]^5 \right]$$

$$i_q = \left[1 - \left[\frac{0,5 \cdot 66,92}{173,18 + 1,12 \cdot 7,7 \cdot \tan 30} \right]^5 \right]$$

$$i_q = 0,37$$

Berdasarkan tabel : (untuk $\phi = 30^\circ$)

$$N_c = 30,14$$

$$N_q = 18,40$$

$$N_\gamma = 15,07$$

$$i_c = i_q - \left[\frac{1 + i_q}{N_q - 1} \right]$$

$$i_c = 0,37 - \left[\frac{1 + 0,37}{18,4 - 1} \right]$$

$$i_c = 0,29$$

5. Kesimpulan

75

Dari hasil pembahasan di BAB IV dapat disimpulkan beberapa hal mengenai

15

perencanaan tembok penahan tanah yang berada di jaringan Desa Napis RT.04/01 Kecamatan Tambakrejo Kabupaten Bojonegoro. Dapat di simpulkan bahwa Stabilitas tembok penahan tanah terhadap geser dan penggulingan :

Terhadap geser = $2,83 \geq 2 \rightarrow$ (aman)

Terhadap guling = $2,58 \geq 1,5 \rightarrow$ (aman)

Stabilitas terhadap keruntuhan kapasitas daya dukung tanah :

$e=0,89 \geq 0,48$

6. Saran

Dari hasil penelitian yang diperoleh, maka saran yang dapat direkomendasikan adalah perlu adanya optimalisasi dalam aplikasi tembok penahan tanah di Bojonegoro.

7. Daftar Pustaka

Spesifikasi Teknis, 2012, Pembuatan Sumur Resapan, Dinas Kehutanan dan Perkebunan Kabupaten Bojonegoro.

Schwab,et,al,1981 dalam Arsyad, 2006, Koefisien Aliran Permukaan (C) Untuk Daerah Urban , Pusat Studi Lingkungan Universitas Airlangga.

Anonimus,2012, Kecamatan Sukosewu Dalam Angka 2012, Badan Pusat Statistik Kabupaten Bojonegoro

Anonim, 2012, Profil Pembuatan Sumur Resapan Air Hujan, Dinas Kehutanan dan Perkebunan Kabupaten Bojonegoro.

Soemarwoto , Otto, 1991, Analisis Hidrologi, Gajah Mada Univercity Press, Yogyakarta.

usti Rusmayadi. 2002. Klimatologi Pertanian. Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian. Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru.

Indrawan Sani. 2006. Analisis Ketersediaan Air Tanah dan Kekeringan dalam Diklat Teknis Klimatologi dan Kualitas Udara. Badan Meteorologi dan Geofisika. Jakarta.

Kentjus Soesilo. 2007. Gawar Dini Kekeringan dalam Workshop Penguatan Kemampuan UPT BMG dalam Pelayanan Informasi MKKuG untuk Mendukung Penanggulangan Bencana Alam Gempa Bumi, Cuaca dan Iklim Tahap II. Badan Meteorologi dan Geofisika. Jakarta.