

ANTISIPASI DINDING PENAHAN TANAH DAERAH PANGKALAN KM 16 KABUPATEN LIMA PULUH KOTA

ANTICIPATION OF SOIL DETAINING WALLS ON LAND WATER LEVELS BASED IN KM 16 PANGKALAN LIMA PULUH KOTA REGENCY

Hanifah Asnur¹ dan Dilson²

¹Sekolah Tinggi Teknologi Payakumbuh
Jln. Khatib Sulaiman Sawah Padang Telp. (0752) 796063 HP: 085264570170
Email: hanifasya76@gmail.com

² Sekolah Tinggi Teknologi Payakumbuh
Jln. Khatib Sulaiman Sawah Padang Telp. (0752) 796063 HP: 082385079499
Email: dilsonpyk2013@gmail.com

Naskah Masuk: 14-10-2019

Naskah Diterima: 5-12-2019

Naskah Disetujui: 10-12-2019

ABSTRACT

The Ground of water content in the Pangkalan area if the level achives more than 50 % (watery or wet soil), the soil becomes watery and wet. it will get its saturation point and wil cause landslide. The purpose of this study was to overcome the occurrence of landslides / slope collapse in Pangkalan, using the Cantilever detaining wall method. Soil samples were taken at base points 10, 16 and 22 by using handboards. Laboratory tests , conducted in Andalas university Laboratory, were carried out to determine water content, atterberg limits, volume weight (γ), and direct share (c and ϕ). The data were processed by entering the parameters of the test results into the calculation of Cantilever detaining wall. The results showed that the soil detaining wall increased the value of the safety factor of the rolling slope which was 3.72; the safety factor for sliding was 2,4 and the safety factor for carrying capacity was 34,89. Further research can also be carried out in anticipating detaining walls at base point KM in Pangkalan Lima Puluh Kota Regency.

Keywords : Soil, Moisture content, Landslides, Cantilever Retaining Walls

ABSTRAK

Kadar air tanah daerah pangkalan apabila melebihi > 50% (tanah encer atau basah) hal tersebut dapat menyebabkan tanah berada pada titik jenuh dan rawan longsor. Tujuan penelitian adalah untuk mengantisipasi terjadinya longsor berdasarkan kadar air tanah pada pangkalan 16 titik 2, menggunakan metode dinding penahan tanah kantilever. Penelitian dilakukan dengan mengambil sample tanah dititik pangkalan 10, 16 dan 22 menggunakan bor tangan. Sampel tanah diuji dilaboratorium Universitas Andalas Padang untuk mendapatkan kadar air tanah asli, kadar air pada batas atterberg limit, berat volume (γ), dan direct share (c dan ϕ). Data diolah dengan memasukan parameter-parameter hasil pengujian kedalam perhitungan dinding penahan tanah kantilever. Hasil penelitian menunjukkan dengan adanya dinding penahan tanah dapat meningkatkan nilai faktor keamanan lereng terhadap guling sebesar 3.72, faktor keamanan terhadap geser sebesar 2.4, dan faktor keamanan terhadap daya dukung sebesar 34.89. Penelitian selanjutnya juga dapat dilakukan antisipasi dinding penahan tanah pada titik Km lainnya di daerah pangkalan kabupaten lima puluh kota.

Keywords: Tanah, Kadar air, Longsor, Dinding Penahan Tanah kantilever

PENDAHULUAN

Daerah Pangkalan Kabupaten Lima Puluh Kota secara geografis merupakan daerah perbukitan yang menghubungkan antara Provinsi Sumatera Barat dengan Provinsi Riau. Tingginya intensitas hujan di daerah Pangkalan berdampak terhadap tingginya kadar air di dalam tanah, sehingga tanah tidak mampu menampung air dalam porinya (tanah sudah jenuh air) (Wiraga, 2015), pergerakan massa batuan atau tanah sehingga kuat geser tanah menjadi kecil (Winanda RA dan Setyanto, 2017), dan dapat mengakibatkan terjadinya longsor.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di daerah Pangkalan Kabupaten Lima Puluh Kota diketahui batas cair dan batas plastis pada lereng bukit berkisar antara 20% - 50% (batas aman). Sementara, kadar air di titik pangkalan KM 16 mencapai lebih dari 50%, sehingga bisa mengakibatkan terjadinya longsor. Selain faktor kadar air, tingkat kemiringan lereng juga faktor penyebab longsor (Taufik dan Kurniawan, 2016). Pendapat yang sama juga menurut Rahmad (Rahmad dan Nurman, 2018) parameter-parameter yang digunakan untuk menentukan

tingkat kerawanan longsor adalah jenis tanah, kemiringan lahan, curah hujan dan formasi geologi (batuan induk). Untuk mengatasi terjadinya longsor maka perlu dilakukan antisipasi dengan cara membuat dinding penahan tanah. Menurut (Hakam, 2016) dinding penahan tanah berfungsi untuk menahan tekanan lateral tanah yang ditimbulkan oleh tanah dibelakang dinding penahan tanah, baik secara vertikal ataupun terhadap kemiringan tertentu. Dalam pekerjaan rekayasa sipil dinding penahan tanah merupakan salah satu konsep perkuatan tanah yang banyak digunakan dan merupakan salah satu alternatif untuk penanganan longsor lanjutan dan kelongsoran jangka panjang (Ramia, 2017).

Sadat dan Isya, (2018) menyebutkan bahwa faktor keamanan lereng di kecamatan Babahrot Kabupaten Aceh Barat Daya berada dibawah persyaratan $f_k > 1,5$. Oleh sebab itu perlu perencanaan dinding penahan tanah menggunakan metode kantilever. (Hidayatullah, 2017) menyebutkan bahwa metode *Rankine* dan *Terzaghi* dapat digunakan untuk mengetahui aman atau tidaknya dinding penahan tanah terhadap stabilitas daya dukung tanah, kestabilan terhadap guling, dan

ketahanan terhadap geser. (Khuzairah, 2019) juga menyatakan bahwa konstruksi dinding penahan harus mampu menahan gaya berupa momen guling, gaya berat sendiri, gaya lateral tanah/air aktif-pasif, gaya gelincir/sliding dan gaya angkat (*uplift*). Selanjutnya Solehuddin dan Tifani, (2018) menyatakan dinding Kantilever untuk stabilitas guling diperoleh nilai sebesar 2,074, stabilitas geser 2,0016 dan dukung tanah 7,456 sedangkan dimensi dinding penahan tanah tipe kantilever yang aman terhadap stabilitas guling, geser, dan daya dukung diperoleh nilai lebar atas 0,6 m, lebar dasar pondasi sebesar 3 m, dengan tinggi dinding sebesar 2,7 m dan tebal dasar pondasi 0,25 m.

Berdasarkan latar belakang tersebut diatas, maka tujuan penelitian adalah membuat perencanaan antisipasi dinding penahan tanah berdasarkan kadar air tanah pada KM 16 daerah Pangkalan Kabupaten Lima Puluh Kota menggunakan metode Kantilever, yaitu dengan cara menahan tanah dibelakangnya dengan memanfaatkan berat sendiri dan berat tanah timbunan di atas telapak, sehingga dapat mencegah terjadinya longsor. Semakin berat struktur dinding penahan tanah

dan dimensi tapak dibelakangnya, maka semakin besar pula tahanannya. Selain itu, semakin lebar tapak, maka dinding tersebut semakin stabil berdiri.

Dalam penentuan dimensi / geometri dinding kantilever, harus dibuat sedemikian rupa, sehingga memperhatikan kemungkinan dimensi terbaik yang dapat memberikan bentuk efisiensi bahan dan kemudahan pekerjaan. Pada dinding kantilever untuk pengerjaan tapak dinding tanah dibelakang dinding harus disingkirkan terlebih dahulu. Tanah tersebut selanjutnya akan ditimbunkan kembali setelah telapak dan badan dinding selesai dikerjakan.

Beberapa rumus yang dapat digunakan untuk melakukan perhitungan dinding penahan tanah kantilever adalah sebagai berikut :

1. Tekanan tanah diam

$$P_o = P_1 + P_2$$

$$P_o = K_o \cdot H + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 K_o$$

Keterangan:

P1 = Luas segi empat (1)

P2 = Luas segi empat (2)

Ko = Koefisien tekanan tanah dalam keadaan diam

H = Tinggi

γ = Berat volume

2. Tekanan tanah aktif dan pasif menurut rankine

a. Tekanan tanah aktif

$$\sigma_a = \sigma_v \cdot K_a - 2c\sqrt{K_a} \text{ dan}$$

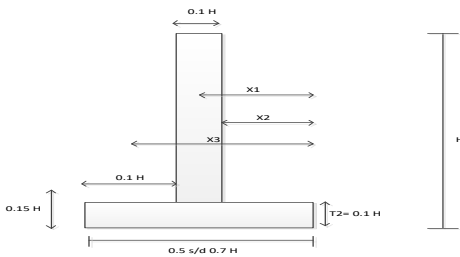
$$K_a = \tan^2\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)$$

b. Tekanan tanah pasif

$$\sigma_p = \sigma_v \cdot K_a + 2c\sqrt{K_a} \text{ dan}$$

$$K_a = \tan^2\left(45 + \frac{\varphi}{2}\right)$$

Perencanaan bentuk dimensi penampang dinding katilever seperti terlihat pada gambar 1 berikut :



Gambar 1 Dimensi penampang dinding kantilever

Menurut (Nasional, 2017) apabila hasil cek stabilitas tidak memenuhi, berarti dinding penahan tanah tidak aman. Oleh sebab itu harus dilakukan perhitungan ulang terhadap guling (*overtuning*), geser (*sliding*), dan daya dukung menggunakan rumus berikut :

1. Cek terhadap guling (*Overtuning*)

$$SF = \frac{\sum M_R}{\sum M_o}$$

Keterangan:

SF = Faktor Keamanan

M_R = Momen penahan guling diujung (tumit) dinding

M_o = Momen Pengguling diujung (tumit) dinding.

2. Cek terhadap Geser (*Sliding*)

$$SF = \frac{T + PP}{Pa}$$

Keterangan:

SF = Faktor Keamanan

T = Tahanan Geser

Pa = Gaya Tekanan Aktif

PP = Gaya Tekanan Pasif

3. Cek terhadap daya dukung

$$SF = \frac{q_{ult}}{q_{max}} \quad q_{min} > 0.0$$

Keterangan:

SF = Faktor Keamanan

q_{ult} = Daya Dukung ultimit

q_{max} = Daya Dukung Maximum

q_{min} = Daya Dukung Minimum

METODOLOGI

Penelitian dilakukan pada daerah terbuka lereng bukit di KM 10,16, dan 22 daerah Pangkalan Kabupaten Lima Puluh Kota, pada tanggal 21 November 2017. Pengukuran dilakukan di 3 titik lokasi menggunakan 1 set alat teodolit merek Nikon NE-100, bak ukur, dan meteran seperti terlihat pada gambar 2. Berikut :



Gambar.2. Pengukuran

Pengukuran dilakukan untuk mencari ketinggian dan sudut kemiringan terhadap lereng pada 3 titik lokasi. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 3 buah ditiap titiknya, yaitu

bagian atas lereng tanah yang longsor, dibagian bawah lereng tanah yang longsor dan bagian tanah yang tidak mengalami kelongsoran.

Data sample tanah diambil menggunakan tabung sampel berukuran 40 cm diameter 6.8 cm, martil, balok kayu, palu, linggis, dan plastik dan lain-lain berjumlah sebanyak 9 buah tabung sampel tanah.

Pengujian laboratorium dilakukan di Universitas Andalas Padang untuk mendapatkan kadar air tanah asli, kadar air batas atterberg, berat volume, dan *direct share*.

Perhitungan dinding penahan tanah menggunakan metode kantilever untuk mendapatkan nilai faktor keamanan terhadap guling, geser dan daya dukung tanah. Tahapan yang dilakukan dalam menentukan antisipasi dinding penahan tanah adalah dengan cara merancang dinding penahan tanah, dan melakukan perhitungan menggunakan rumus rankine.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengukuran Dilapangan

Dari hasil pengukuran dilapangan, didapat derajat kemiringan dan ketinggian lereng daerah pangkalan seperti terlihat pada tabel 1:

Tabel 1: Hasil pengukuran dilapangan

Titik Lokasi Pengujian	Kemiringan	Ketinggian
Titik Pangkalan 10 (PKL 10)	27°	12.1 m
Titik Pangkalan 16 (PKL 16)	30°	6.3 m
Titik Pangkalan 22 (PKL 22)	35°	10.6 m

Sumber : hasil penelitian

Tabel 1, menunjukan hasil derajat kemiringan lereng pangkalan 16 titik 2 adalah **30°** dengan ketinggian 6.3 m.

2. Pengambilan Sample Tanah

Pengambilan sample tanah ditiga titik lokasi daerah titik pangkalan 10, 16, dan 22 dilakukan pada saat cuaca berada dalam kondisi cerah. Titik lokasi pengambil sampel tanah dapat dilihat pada gambar 3 berikut



Gambar.3. Peta Titik Sampling

Data penelitian berupa sampel tanah diambil sebanyak 9 (sembilan) tabung seperti terlihat pada gambar 4



Gambar 4. Sampel Tanah

3. Pengujian Laboratorium

Hasil pengujian di laboratorium Mekanika Tanah Universitas Andalas adalah sebagai berikut :

a. Hasil Pengujian Kadar Air

Hasil pengujian kadar air tanah dapat dilihat pada tabel 2 berikut :

Tabel 2: Hasil pengujian kadar air asli

	Kadar Air Tanah (%)
PKL 10 Titik 1	21.011
PKL 10 Titik 2	28.857
PKL 10 Titik 3	27.909
PKL 16 Titik 1	43.483
PKL 16 Titik 2	53.779
PKL 16 Titik 3	39.462
PKL 22 Titik 1	26.272
PKL 22 Titik 2	34.347
PKL 22 Titik 3	31.437

Sumber : hasil penelitian

Tabel 2 menunjukkan bahwa hasil pengujian kadar air tanah asli di pangkalan 16 titik 2 > 50 %, yaitu 53,779% , artinya kadar air ini melewati kadar air pada batas atterberg limit tanah longsor.

b. Pengujian Batas Konsistensi (Batas Atterberg)

Hasil pengujian batas konsistensi tanah dapat dilihat pada tabel 3 berikut :

Tabel 3: Hasil pengujian *atterberg limit*

Titik Lokasi	Kadar Air Tanah (%)		
	Liquid Limit (%)	Plastic Limit (%)	Indeks Plastis
PKL 10 Titik 1	26.546	20.634	5.913
PKL 10 Titik 2	29.47	20.15	9.318
PKL 10 Titik 3	30.427	21.32	9.108
PKL 16 Titik 1	42.336	21.77	20.57
PKL 10 Titik 2	29.47	20.15	9.318
PKL 10 Titik 3	30.427	21.32	9.108
PKL 16 Titik 1	42.336	21.77	20.57
PKL 16 Titik 2	54.546	20.33	34.239
PKL 16 Titik 3	44.45	21.37	23.084
PKL 22 Titik 1	36.175	24.44	11.731
PKL 22 Titik 2	36.79	25	11.79
PKL 22 Titik 3	42.586	22.94	19.643

Sumber : hasil penelitian

Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian batas konsistensi (*atterberg limit*) tanah didapat kadar air tanah di lokasi Pangkalan 16 titik 2 > 50 % yaitu 54,546%. dan berakibat longsor.

c. Pengujian Berat Volume

Hasil pengujian berat volume dapat dilihat pada tabel 4 berikut :

Tabel 4: Hasil pengujian berat volume

Titik Lokasi	Berat Volume Tanah (γ) (g/cm ³)
PKL 10 Titik 1	2.129
PKL 10 Titik 2	2.101
PKL 10 Titik 3	2.205
PKL 16 Titik 1	2.01
PKL 16 Titik 2	1.768
PKL 16 Titik 3	2.17
PKL 22 Titik 1	2.179
PKL 22 Titik 2	1.893
PKL 22 Titik 3	2.175

Sumber : hasil penelitian

Tabel 4 menunjukkan hasil pengujian berat volume tanah pada lokasi Pangkalan 16 titik 2 sebesar 1.768 (g/cm³), dan digunakan sebagai salah satu parameter untuk merencanakan dinding penahan tanah.

d. Pengujian *Direct Shear*

Hasil pengujian *direct shear* dapat dilihat pada tabel 5 berikut :

Tabel 5: Hasil pengujian *direct shear*

Titik Lokasi	Direct Shear c (Kg/cm ²)	ϕ (°)
PKL 10 Titik 1	0.126	40.103
PKL 10 Titik 2	0.094	36.386
PKL 10 Titik 3	0.108	40.103
PKL 16 Titik 1	0.173	19.336
PKL 16 Titik 2	0.126	44.495
PKL 16 Titik 3	0.168	50.031
PKL 22 Titik 1	0.075	46.471
PKL 22 Titik 2	0.117	46.471
PKL 22 Titik 3	0.136	42.376

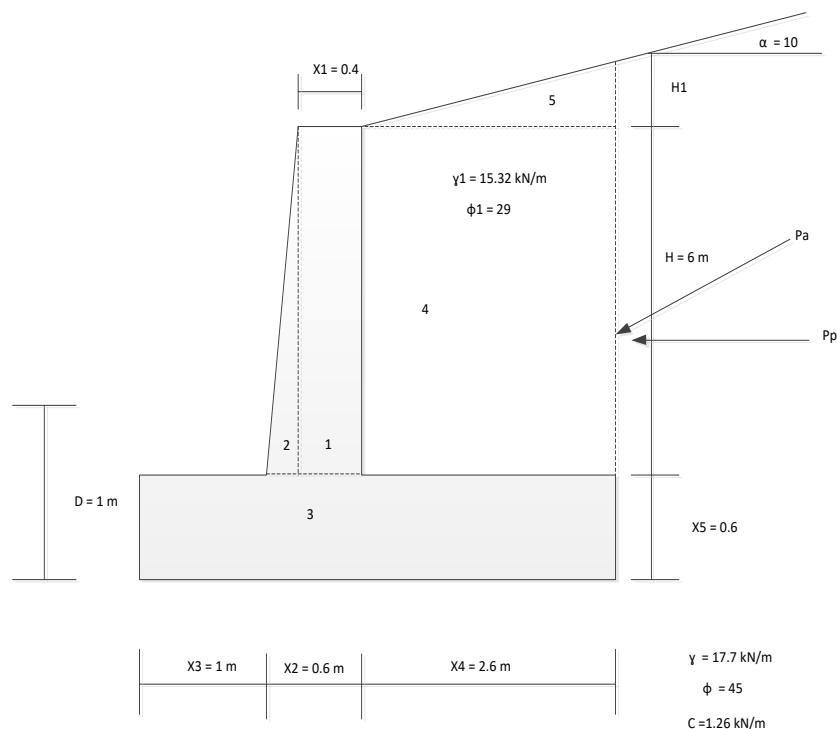
Sumber : hasil penelitian

Tabel 5 menunjukkan hasil uji kekuatan geser langsung (*direct shear*) pada lokasi pangkalan 16 titik 2 didapat nilai kohesi (c) sebesar 0.126 (kg/cm²), dan nilai sudut geser (ϕ) dalam sebesar 44.495° dan merupakan parameter untuk merencanakan dinding penahan tanah.

e. Antisipasi Dinding Penahan Tanah

1) Rancangan antisipasi dinding penahan tanah

Berdasarkan hasil penelitian pengukuran lapangan, pengujian berat volme dan pengujian Direct Shear di pangkalan 16 titik 2 maka untuk rancangan antisipasi dinding penahan tanah dapat dilihat pada gambar 5 berikut :



Gambar.5. Rencana rancangan dinding penahan tanah

Gambar 5. Menunjukkan nilai perancangan dinding penahan tanah diambil dari data ketinggian lereng ± 6 m, berat volume tanah (γ) = 17.68 (kN/m), sudut geser dalam (ϕ) = 45, dan kohesi (c) = 1.26 (kN/m) pada pangkalan 16 titik 2

2) Melakukan perhitungan menggunakan rumus rankine,

$$H1 = (x4)(\tan \alpha) = (2.6)(\tan 10^0) = 0.458 \text{ m}$$

Maka

$$H^? = H1 + H + X5 = 0.458 + 6 + 0.6 = 7.058 \text{ m}$$

(a) Gaya tekan aktif rankine persatuan panjang dinding

$$K_a = \cos \alpha \cdot \frac{\cos \alpha - \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi}}{\cos \alpha + \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi}}$$

Table 6: Tabel Perhitungan momen penahan ΣM_R

Penampang (1)	Luas Penampang (2)	Berat/satuan panjang dinding (3) = $\gamma \times (2)$	Lengan momen terhadap titik C (4)	Momen terhadap titik C (5) = (4) x (3)	Penampang (1)
1	2.4	56.59	1.4	79.23	1
2	0.6	14.15	1.13	15.98	2
3	2.52	59.42	2.1	124.78	3
4	15.6	274.56	2.9	796.224	4
5	1.38	24.288	3.3	80.150	5
		27.917	4.2	117.251	
		$\Sigma V = 456.925$		$\Sigma M_R = 1213.615$	

Sumber : hasil penelitian

Berdasarkan tabel 6. Nilai dari $\Sigma V = 456.925$, $\Sigma M_R = 1213.615$ digunakan untuk menghitung faktor keamanan dinding penahan tanah terhadap guling, terhadap geser dan terhadap daya dukung tanah.

$$K_a = \cos 10 \cdot \frac{\cos 10 - \sqrt{\cos^2 10 - \cos^2 29}}{\cos 10 + \sqrt{\cos^2 10 - \cos^2 29}} = 0.366$$

$$P_a = \frac{1}{2} K_a \gamma H^2 = \frac{1}{2} (0.366)(15.3)(7.058)^2 = 139.48 \text{ kN/m}$$

$$P_h = P_a \cos \alpha = (139.48) \cos 10^0 = 137.388 \text{ kN/m}$$

$$P_v = P_a \sin \alpha = (139.48) \sin 10^0 = 24.269 \text{ kN/m}$$

(b) Faktor keamanan terhadap guling pada Titik C

$$F_{S(\text{guling})} = \frac{\Sigma M_R}{\Sigma M_0}$$

Jadi jumlah momen dari gaya-gaya yang menyebabkan guling di titik c

$$\Sigma M_0 = P_h \left[\frac{H}{3} \right] = (137.388) \left[\frac{7.058}{3} \right] = 323.228 \text{ kN-m}$$

Hasil perhitungan jumlah momen dari gaya yang menahan guling dititik c dapat dilihat pada tabel 6 berikut :

Faktor keamanan :

$$F_{S(\text{guling})} = \frac{\Sigma M_R}{\Sigma M_0} = \frac{1213.615}{323.228} = 3.75 > 2$$

(c) Faktor keamanan terhadap geser.

$$P = \frac{1}{2} D^2 K_p + 2c_2 D \sqrt{K_p}$$

Dimana :

$$K_p = \tan^2\left(45 + \frac{45}{2}\right) = 5.83$$

$$D = 1 \text{ m}$$

$$\gamma_2 = 17.68 \text{ kN/m}^3$$

$$c_2 = 1.26 \text{ kN/m}^2$$

$$k_1 = k_2 = 2/3$$

Maka

$$P_p = \frac{1}{2}(17.7)(1)^2(5.83) + 2(1.26)[(1)\sqrt{5.83}]$$

Faktor keamanan adalah :

$$FS_{(geser)} = \frac{(456.925) \tan\left(\frac{2}{3} \times 45\right) + (4.2)\left(\frac{2}{3}\right)}{\frac{246.587}{137.361}} = 2.4 > 1.5 \text{ Oke}$$

(d) Faktor keamanan terhadap keruntuhan daya dukung

Menentukan nilai eksentrisitas (e) dari resultan gaya (R) :

$$e = \frac{B}{2} - \frac{\sqrt{M_R - M_o}}{\sqrt{V}}$$

$$e = \frac{4.2}{2} - \frac{1213.615 - 323.228}{456.925}$$

$$e = 2.1 - \frac{1213.615 - 323.228}{456.925}$$

$$e = 0.151 < \frac{B}{6} = \frac{4.2}{6} = 0.7 \text{ m}$$

Menentukan q_{toe} dan q_{heel} :

$$q_{min} = q_{heel} = \frac{\sum V}{B} \left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)$$

$$\frac{\sum V}{B} \left(1 + \frac{6e}{B}\right) = \frac{456.925}{4.2} \left(1 + \frac{6 \times 0.151}{4.2}\right) = 132.291 \text{ kN/m}^2$$

$$\frac{\sum V}{B} \left(1 - \frac{6e}{B}\right) = \frac{456.925}{4.2} \left(1 - \frac{6 \times 0.151}{4.2}\right) = 85.293 \text{ kN/m}^2$$

Dari perhitungan didapat

$$q_{max} = 132.291 \text{ kN/m}^2$$

Menentukan daya dukung batas (*ultimate*) tanah :

$$q_u = c_2 N_c F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma_2 N_\gamma F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

Untuk $\phi_2 = 45^\circ$ dari tabel didapat :

$$N_c = 133.87 \quad N_q = 134.87 \quad N_\gamma = 262.7$$

$$q = \gamma_2 D = (17.7)(1) = 17.7 \text{ kN/m}^2$$

$$B' = B - 2e = 4.2 - (2)(0.151) = 3.898$$

$$F_{cd} = 1 + 0.4 \frac{D}{B'} = 1 + \left(0.4 \times \frac{1}{3.898}\right) = 1.103$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi_2 (1 - \sin \phi)^2 \frac{D}{B}$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan 45^\circ (1 - \sin 45^\circ)^2 \frac{1}{3.898} = 1.044$$

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

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

$$= \left(1 - \frac{19}{90^\circ}\right)^2 = 0.622$$

$$F_{\gamma i} = \left(1 - \frac{\psi^2}{\phi^2}\right)^2$$

$$= 0.334$$

$$\psi^0 = \tan^{-1} \left(\frac{P_a \cos \alpha}{\sum V}\right)$$

$$\psi^0 = \tan^{-1} \left(\frac{139.48 \cos 10}{456.925}\right)$$

$$= 19^\circ$$

Sehingga daya dukung *ultimate* adalah :

$$q_u = c_2 N_c F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma_2 N_\gamma F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

$$q_u = (1.26)(133.87)(0.622) + (17.7)(134.87)(0.622) + \frac{1}{2}(17.68)(262.7)(1)$$

$$q_u = 104.917 + 1484.837 + 3026.855$$

$$q_u = 4616.609 \text{ kN/m}^2$$

Faktor keamanan terhadap keruntuhan daya dukung adalah :

$$FS_{(\text{daya dukung})} = \frac{q_u}{q_{\text{max}}}$$

$$= \frac{4616.6}{132.291}$$

$$= 34.89 > 3 \dots \dots 0 \text{ ke}$$

(e) Gaya-gaya yang bekerja pada dinding adalah sebagai berikut :

Tanah Timbunan

$$\gamma_1 = 1.532 \text{ t/m}^3$$

$$\phi_1 = 29^\circ$$

Tanah Asli

$$\gamma_2 = 1.768 \text{ t/m}^3$$

$$\phi_2 = 45$$

$$c_2 = 0.126 \text{ t/m}$$

Dinding

$$\gamma_c = 2.4 \text{ t/m}^3$$

Tinggi, H = 6 m
 Tebal atas (T1) = 0.6 m
 Tebal bawah (T2) = 1 m
 Lebar (B) = 2.6 m

(f) Hasil perhitungan gaya-gaya yang bekerja pada dinding:

(1) Gaya tekanan aktif tanah timbunan,

P

$$P_a \gamma = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a$$

Dengan

$$K_a = \tan^2 (45 - \phi/2)$$

$$P_1 = \frac{1}{2} (1.532 \text{ t/m}^2) [(1/2) (5.4 \text{ m})]^2$$

$$(0.366)$$

$$= 4.088 \text{ t/m}$$

Garis kerja P1 dari dasar dinding terletak pada :

$$Y_1 = \frac{1}{3} h_1$$

$$= \frac{1}{3} (2.7)$$

$$= 0.9 \text{ m}$$

Garis kerja Pa dari dasar dinding terletak pada:

$$Y_a = \frac{1}{3} H$$

$$= \frac{1}{3} (5.4 \text{ m})$$

$$= 1.8 \text{ m}$$

(2) Gaya berat sendiri dinding dan tanah

$$W_c = \gamma_c (B_1) T_2$$

(Berat tapak belakang, bentuk persegi)

$$= (2.4 \text{ m}^2) (1 \text{ m}) (0.6 \text{ m})$$

$$= 1.44 \text{ t/m}$$

$$W_s = \gamma_c B_1 (H - T_2)$$

(Berat tanah diatas tapak, bentuk persegi)

$$= (2.4 \text{ m}^2) (1.532 \text{ m}) (6 \text{ m} - 0.6 \text{ m})$$

$$= 9.288 \text{ t/m}$$

Berat total

$$W = W_c + W_s$$

$$= 1.44 \text{ t} + 9.288 \text{ t} = 10.728 \text{ t(m')}$$

Garis kerja titik tapak belakang

$$x_1 = \frac{1}{2} B_1$$

$$= \frac{1}{2} (1 \text{ m})$$

$$= 0.5 \text{ m}$$

Garis kerja titik tapak depan

$$x_2 = \frac{1}{2} B_1 + T_1$$

$$= \frac{1}{2} (1 \text{ m}) + 0.6 \text{ m}$$

$$= 1.1 \text{ m}$$

Untuk badan dinding tegak

$$W_t = \gamma_c T_1 (H - T_2) \times$$

$$(Berat badan dinding tegak)$$

$$= (2.4 \text{ m}^2) (0.6 \text{ m}) (6 \text{ m} - 0.6 \text{ m})$$

$$= 7.78 \text{ t/m}$$

Garis kerja terhadap titik kaki depan

$$\begin{aligned}
 x_t &= \frac{1}{2} T_1 \\
 &= \frac{1}{2} (0.6 \text{ m}) \\
 &= 0.3 \text{ m}
 \end{aligned}$$

(3) Daya dukung pondasi Q :

Menggunakan rumus *terzaghi* dengan anggapan $q' = 0$

Untuk

$$\begin{aligned}
 \phi &= 45^\circ \\
 N_c &= 133.87 \\
 N_\gamma &= 262.7 \\
 q &= c_2 N_c + 1/2 \gamma B N_\gamma \\
 &= (0.126) (133.87) + 1/2 \\
 &\quad (1.768)(4.2) (262.7) \\
 &= (16.86) + (975.4) \\
 &= 992.21 \text{ t/(m}^2\text{)} \\
 q_{\text{izin}} &= 992.21/3 \\
 &= 330.73 \text{ t/(m}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

Selanjutnya :

$$\begin{aligned}
 Q &= q_{\text{izin}} \times B_2 \\
 &= 330.73 \times 2.6 \\
 &= 859.92 \text{ t/(m}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

(4) Momen pada dinding

$$\begin{aligned}
 M_f &= P_1(y_1) \\
 &= 4.088 \text{ t/(m}^2\text{)} (0.9 \text{ m}) \\
 &= 3.679 \text{ t.m/(m)} \\
 M_b &= P_a(y_a) \\
 &= 4.088 \text{ t/(m}^2\text{)} (1.8 \text{ m}) \\
 &= 7.36 \text{ t.m/(m)} \\
 M_h &= W(x_1) \\
 &= 10.728 \text{ t/(m}^2\text{)} (0.5 \text{ m}) \\
 &= 5.364 \text{ t.m/(m)} \\
 M_t &= Wx_1 + W_t x_t \\
 &= 107.8 \text{ t/(m}^2\text{)} (1.1 \text{ m}) + 7.78 \\
 &\quad \text{t/(m}^2\text{)} (0.3 \text{ m}) \\
 &= 14.134 \text{ t.m/(m)}
 \end{aligned}$$

Atau

$$\begin{aligned}
 M_t &= Q/2 B_2 \\
 &= 859.92 \text{ t/(m}^2\text{)} (1/2 \times 2.6 \text{ m}) \\
 &= 1117.9 \text{ t.m/(m)}
 \end{aligned}$$

(5) Gaya geser pada dinding

$$\begin{aligned}
 T_f &= P_1 \\
 &= 4.088 \text{ t.m/(m)} \\
 T_b &= P_a \\
 &= 8.175 \text{ t.m/(m)} \\
 T_h &= W \\
 &= 10.728 \text{ t.m/(m)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_t &= W x_2 + W_t x_t \\
 &= 10.728 \text{ t.m/(m)} + 7.78 \text{ t.m/(m)} \\
 &= 18.508 \text{ t.m/(m)}
 \end{aligned}$$

Atau

$$Q = 859.92 \text{ t.m/(m)}$$

(6) Penulangan pada dinding

Gaya geser (per meter dinding)

$$\begin{aligned}
 T_f &= 4.088 \text{ t.m/(m)} \\
 T_b &= 8.175 \text{ t.m/(m)} \\
 T_h &= 10.728 \text{ t.m/(m)} \\
 T_t &= 18.508 \text{ t.m/(m)}
 \end{aligned}$$

Untuk Gaya geser (per meter dinding)

T_f Ketebalan diperlukan sudah oke
 T_b Ketebalan diperlukan sudah oke
 T_h Ketebalan diperlukan sudah oke
 T_t Ketebalan diperlukan sudah oke

Momen (per meter dinding)

$$\begin{aligned}
 M_f &= 3.679 \text{ t.m/(m)} \\
 M_b &= 7.36 \text{ t.m/(m)} \\
 M_h &= 5.364 \text{ t/(m}^2\text{)} \\
 M_t &= 14.134 \text{ t.m/(m)}
 \end{aligned}$$

Dengan memasukan nilai-nilai momen kedalam gambar 5, untuk ketebalan dinding yang bersesuaian, diperoleh jumlah luas tulangan per meter lebar dinding adalah :

Untuk momen (per meter dinding)

M_f diperlukan luas tulangan 2000 (mm^2) – Tulangan minimum

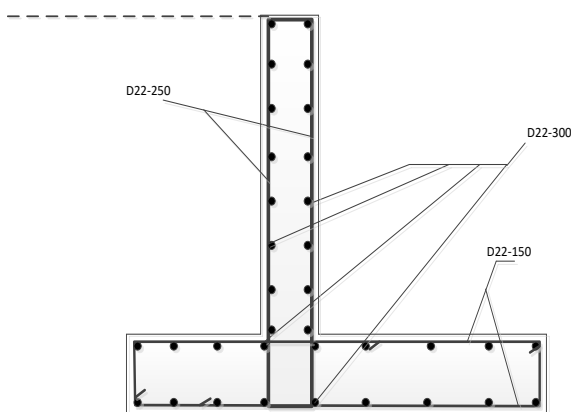
M_b diperlukan luas tulangan 2000 (mm^2) – Tulangan minimum

M_h diperlukan luas tulangan 3000 (mm^2) – Tulangan minimum

M_t diperlukan luas tulangan 3000 (mm^2) – Tulangan minimum

Dengan memasukkan nilai-nilai tersebut di atas kedalam tabel, maka diperoleh jumlah tulangan yaitu : 6-D22 (D22-250) untuk dinding tegak 8-D22(D22-150) untuk dasar dinding (pondasi). Tulangan tekan dan pembagi digunakan 50 % tulangan utama.

Bentuk perkuatan tulangan dinding akhir dapat dilihat pada gambar 6 berikut :



Gambar.6. Perkuatan tulangan dinding

Gambar 6. Menunjukkan hasil perhitungan dinding penahan tanah menggunakan tulangan D22-150, D22-250 dan D22-300

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian daerah pangkalan Kabupaten Lima Puluh Kota, kadar air pada batas atterberg limit antara 20 % s/d 50 %

(batas aman). Dari nilai tersebut, apabila kadar air tanah berada dibawah nilai batas plastis , maka tanah menjadi tidak kohesif karena kering, dan apabila kadar air tanah berada diatas batas cair, maka tanah menjadi encer. Sesuai dengan hasil penelitian, dari sembilan titik lokasi pengujian hanya satu titik yang berada diluar batas atterberg limit adalah titik pangkalan 16 (PKL 16 Titik 2) dengan nilai kadar air 54.546 % yang sewaktu-waktu akan longsor, oleh sebab itu perluantisipasi dinding penahan tanah. Hasil perhitungan dinding penahan tanah dengan metode kantilever yaitu faktor keamanan terhadap guling = 3.72 (aman), faktor keamanan terhadap geser = 2.4 (aman) dan faktor keamanan terhadap daya dukung = 34.89 (aman). Selanjutnya perlu juga dilakukan perhitungan gaya-gaya yang bekerja pada dinding sebagai perkuatan tulangan dinding.

REKOMENDASI

Sebaiknya penelitian juga dilakukan pada daerah pangkalan di kilometer lainnya dan membuatantisipasi dinding penahan tanah di titik-titik daerah yang rawan mengalami kelongsoran. .

DAFTAR PUSTAKA

- Solehuddin dan Tifani, Z. (2018) 'Perencanaan Dinding Penahan Tanah (Studi Kasus: Jalan Lingkar Barat Duri)', in *Seminar Nasional Industri dan Teknologi (SNIT), Politeknik Negeri Bengkalis*, pp. 397–406.
- Kurniawan, A. (2016) 'Identifikasi Daerah Rawan Tanah Longsor Kasus: Kabupaten', *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), pp. 78–82.
- Hakam, A. (2016) 'Dinamis Dinding Penahan Tanah Kantilever Berdasarkan Disain Spektra Kota Padang Panjang', in *20th Annual Scientific Meeting 'Geotechnical Role to Accelerate Infrastructure Construction in Indonesia'*, *Bidakarta Hotel Jakarta, November 15 - 16 2016*, pp. 77–82.
- Hidayatullah, M. (2017) 'Perencanaan Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever dan Tipe Menyandar Pada STA 36+600 Sampai Dengan STA36+650 Kecamatan Sebulu', *eJournal Kurva S Jurnal Mahasiswa*, 1(1), pp. 1–11.
- Isya dna Sadat (2018) 'Analisis Efisiensi Dinding Penahan Tanah Type Kantilever di Kecamatan Babahrot Kabupaten Aceh Barat Daya', *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan 1*, 1(1), pp. 18–26. doi: 10.24815/jarsp.v1i1.10331.
- Khuzaiyah, E. (2019) 'Studi tentang Dinding Penahan (Retaining Wall)', *Jurnal Swara Patra*, 9(1), pp. 7–18.
- Nasional, B. S. (2017) *Persyaratan perancangan geoteknik*.
- Rahmad, R. and Nurman, A. (2018) 'Aplikasi SIG untuk Pemetaan Tingkat Ancaman Longsor di Kecamatan Sibolangit , Kabupaten Deli Serdang , Sumatera Utara', *Majalah Geografi Indonesia*, 32(1), pp. 1–13.
- Ramia, I. N. (2017) 'Analisis Dinding Penahan Untuk Perkuatan Kelongsoran Lereng Di Jalan Bedugul Singaraja', *Jurnal Matrix*, 7(3), pp. 64–67.
- Winanda RA, dan Setyanto, Y. M. H. (2017) 'Perencanaan Dinding Penahan Tanah Concrete Cantilever Dengan Menggunakan Program Plaxis (Studi Kasus: Jalan Liwa - Simpang Gunung Kemala Krui KM. 264+600)', *JRSDD*, 5(4), pp. 1–13.
- Wiraga, I. (2015) 'Penyebab Runtuhnya Dinding Penahan Tanah Pada Perumahan Karania Graha di Desa Jadi Kediri Tabanan', *Jurnal Logic*, 15(2), pp. 131–136.