

ANALISA PERBANDINGAN STABILITAS TANAH DENGAN PERKUATAN DINDING PENAHAN TANAH DAN DENGAN SOIL NAILING - SHOTCRETE PADA PROYEK PINTU AIR DEMANGAN SURAKARTA

Jauhara Muslim Firdausi W^{1,*}, Dandung Novianto², Fadjar Purnomo³

¹Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang ^{2,3}Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang

¹j.ajo.mfw@gmail.com, ²dandung.novianto@polinema.ac.id, ³fadjar.purnomo@polinema.ac.id

ABSTRAK

Pintu Air Demangan Surakarta merupakan pintu pengendali banjir sungai bengawan solo yang memiliki beberapa titik lereng tanpa perkuatan yang bisa dipastikan lereng tersebut labil. Tujuan dari skripsi ini adalah untuk merencanakan jenis perkuatan lereng yang tepat dengan menggunakan biaya dan waktu yang ekonomis dan efisien yang nantinya akan menjadi rujukan dalam perencanaan pelaksanaan pekerjaan, menghitung biaya konstruksi, dan membuat penjadwalan. Perhitungan kestabilan lereng mengacu pada SNI sedangkan untuk merencanakan perkuatan mengacu pada SNI serta untuk mengestimasi biaya menggunakan Harga Satuan Upah Kota Surakarta 2019. Dari hasil perhitungan kelongsoran ditanah Demangan, didapatkan nilai SF terkecil adalah 0.7 dengan menggunakan metode bishop dihitung manual dan 0.8 dengan menggunakan aplikasi Geoslope. Untuk perkuatan menggunakan dua metode yaitu metode perkuatan soil nailing shotcrete dan Dinding penahan tanah. Soil nailing dan shotcrete didapatkan nilai SF sebesar 3.484 dengan biaya Rp 1.426.674.587,00, dan pelaksanaan selama 75 hari, sedangkan jika menggunakan dinding penahan tanah telah lolos dalam pengecekan guling geser dan daya dukung tanah dengan biaya Rp 3.052.652.350,00 dan pelaksanaan selama 104 hari

Kata kunci : Lereng, Perkuatan, Geoslope, SF, RAB

ABSTRACT

Demangan Water Gate is a flood control gate of Bengawan Solo River which has several slope points without reinforcement that can be sure the slope is unstable. The purpose of this thesis is to plan the right type of slope reinforcement using economical and efficient costs and time which will later be used as a reference in planning work implementation, calculating construction costs, and making scheduling. Calculation of slope stability refers to SNI while to plan reinforcement refers to SNI as well as to estimate costs using the Surakarta City Wage Unit Price 2019. From the results of landslide calculations, the smallest SF value is 0.7 using the bishop method calculated manually and 0.8 using the Geoslope Program. For reinforcement using two methods, namely the method of strengthening soil nailing shotcrete and retaining wall soil. Soil nailing and shotcrete obtained SF value of 3,484 at a cost of Rp 1.426.674.587,00 and implementation for 75 days, whereas if using a retaining wall has escaped the shear bolt checking and soil bearing capacity at a cost of Rp 3.052.652.350,00 and 104 days of implementation.

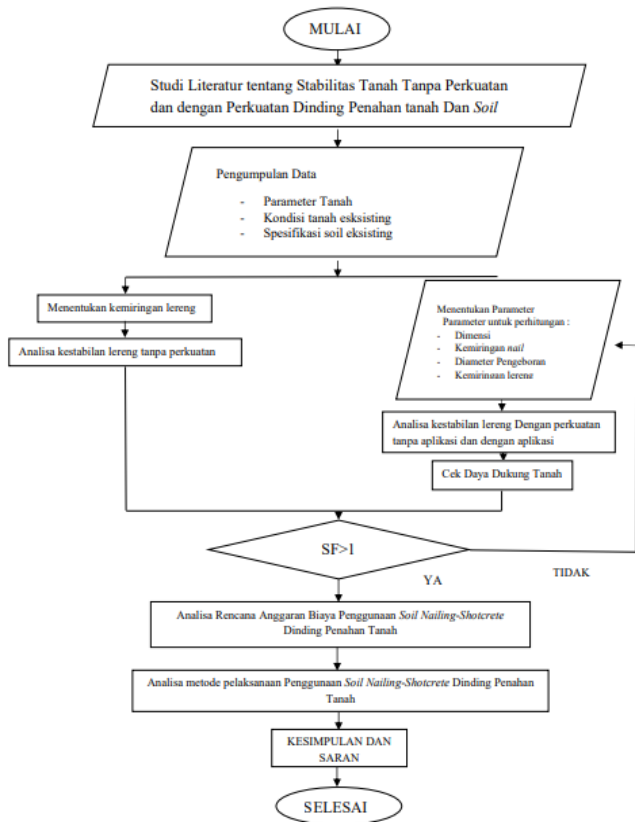
Keywords : Slope, Reinforcement. Geoslope, SF, RAB

1. PENDAHULUAN

Lereng adalah suatu permukaan bumi yang membentuk sudut kemiringan tertentu dengan bidang horizontal. Pada Proyek Demangan dibangun bertujuan untuk menggantikan fungsi pintu air Demangan lama yang telah termakan umur. Terdapat area dimana terdapat plengsengan yang bisa dikategorikan curam dan dapat membahayakan warga Desa

Sewu yang notabene melintasi wilayah wilayah tersebut. Berdasarkan dari efektifitas dan nilai ekonomis metode Soil nailing - Shotcrete mendorong penulis untuk melakukan penelitian perencanaan perkuatan lereng dengan judul “Analisa Perbandingan Stabilitas Tanah dengan Perkuatan Dinding Penahan Tanah dan Dengan Soil Nailing - Shotcrete Pada Proyek Pintu Air Demangan”

2. METODE



Gambar 1 Bagan Alir

Proyek pembangunan Pintu air Demangan berlokasi di Jalan Beton Desa Sewu Kecamatan Jebres Kota Surakarta, Jawa Tengah. Pintu air ini difungsikan untuk menggantikan fungsi pintu air Demangan lama yang dikhawatirkan sudah tidak mampu untuk menahan banjir yang meluap dari sungai bengawan solo. Terdapat beberapa pekerjaan untuk pembangunan pintu air Demangan, yaitu struktur pintu, revetment dan juga dinding penahan tanah. Data primer adalah data dimana diperoleh secara langsung dari objek penelitian (Sumarsono, 2004:6). Data primer dalam penelitian ini diperoleh dengan wawancara dan observasi langsung dengan pihak penyedia jasa yaitu PT. Duta – Bangkit (KSO). Adapun data primer yang penulis dapatkan adalah sebagai berikut:

1. Data cross section STA 300-500
2. Gambar perencanaan dinding penahan tanah Beserta rencana urugan dan galian 43

3. Data Boring STA 300-500
4. Gambar Bestat Dinding Penahan Tanah

Tahap awal yang dilakukan penulis adalah menyiapkan data cross STA yang telah didapat dari pengembang, sehingga dari gambar tersebut bisa dinilai penerapan perhitungan dinding penahan tanaah sepanjang STA

Untuk Langkah selanjutnya penulis melakukan perhitungan stabilitas dengan tahapan

1. Stabilitas internal (untuk lereng dengan perkuatan)
2. Stabilitas eksteral (untuk lereng denga perkuatan)
3. Stabilitas terhadap kelongsoran (untuk lereng dengan perkuatan dan tanpa perkuatan)

Setelah didapatkan nya nilai hitungan secara manual. Hasil akan dibandingkan dengan aplikasi geo slope dengan nilai nilai yang sama dengan data yang digunakan. Sehingga penulis akan mendapatkan nilai pembading perhitungan stabilitas setelah dilakukannya Soil nailing - Shotcrete. Langkah selanjutnya adalah Menghitung nilai RAB dengan harga menggunakan dinding penahan tanah menjadi Soil nailing - Shotcrete. Dari segi biaya pemasangan dan material. Dan melakukan analisa perbandingan penggunaan dinding penahan tanah dengan soil nailin

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan Menggunakan Metode Bishop dan Bantuan Aplikasi Geoslope Pada STA 300 dengan parameter tanah dibawah ini didapatkan nilai sebagai berikut :

Data Tanah Pada STA 300 Gambar 4.1 Kondisi Eksisting

- Perhitungan berat dan dimensi Slice

$$W = h \times b \times \gamma$$

$$W1 = 0.41 \times 0.035 \times 11$$

$$W1 = 0.16 \text{ kN } 46$$

Dimana:

- h = Tinggi Pias
- b = Lebar Pias
- γ = Berat Jenis Tanah

- Perhitungan Base Length

$$L = b \cos(\alpha\pi/180) \setminus$$

$$= 0.035 \cos (-87.361 \times 3.14/180)$$

$$= 0.75 \text{ m}$$

Dimana :

- L = Base Length
- α = Sudut Inklinasi

Tabel 1 Tabel Perhitungan Beban Slice

Slice	b(m)	h1(m)	Berat jenis	C(kn/m)	ϕ	α	L	W(kN)
1	0.04	0.41	11.00	7.84	23.13	-87.36	0.75	0.16
2	0.03	0.97	11.00	7.84	23.13	-85.11	0.35	0.32
3	0.61	2.29	11.00	7.84	23.13	-75.73	2.47	15.39
4	0.60	4.08	11.00	7.84	23.13	-64.04	1.37	26.99
5	0.60	5.14	11.00	7.84	23.13	-56.49	1.09	33.97

6	0.60	5.94	11.00	7.84	23.13	-50.28	0.94	39.28	
7	0.05	6.21	11.00	7.84	23.13	-47.15	0.08	3.71	
8	0.86	4.65	11.00	7.84	23.13	-43.26	1.18	43.94	
9	0.05	3.08	11.00	7.84	23.13	-39.42	0.06	1.7	
10	0.41	2.45	11.00	7.84	23.13	-37.64	0.52	11.01	
11	0.77	1.45	11.00	7.84	23.13	-33.20	0.92	12.28	
12	0.78	0.50	11.00	7.84	23.13	-27.66	0.88	4.29	
								$\sum W$	193.04

Untuk perhitungan FS (Duncan and Wright, 2005) adalah sebagai berikut :

$$FofS \text{ Slice 1} = \frac{[c'L+(W\cos\alpha-uL\cos2\alpha)\tan\phi]}{[5.86+(0.01-0)0.427]} = \frac{\sin\alpha}{0.09} = 5.86 \text{ kn}$$

Dimana :

$$u = \text{Air pori} = 0$$

Sehingga didapat data sebagai berikut:

Tabel 2 Tabel Perhitungan Tiap Slice

Slice	Tan φ	Kohesi x L	W x cos α	Sin α	Rsistance (kN)	
1	0.43	5.86	0.01	0.09	5.86	
2	0.43	2.73	0.03	0.09	2.75	
3	0.43	19.35	3.80	-4.96	20.97	
4	0.43	10.75	11.82	-25.19	15.80	
5	0.43	8.53	18.75	1.86	16.54	
6	0.43	7.37	25.10	-0.49	18.09	
7	0.43	0.63	2.52	0.11	1.70	
8	0.43	9.26	32.00	29.02	22.92	
9	0.43	0.51	1.31	-1.68	1.07	
10	0.43	4.05	8.72	0.71	7.77	
11	0.43	7.21	10.28	-12.00	11.60	
12	0.43	6.89	3.80	-2.49	8.52	
					$\sum \text{Resistance (kN)}$	133.59

$$Fs = \frac{\sum \text{Resistance}}{\sum W} = \frac{133.59}{193.04} = 0.7 < 1$$

Perhitungan dengan Menggunakan Aplikasi Geoslope

$$Fs \text{ Aplikasi} = 0.8 < 1$$

Analisa Soil Nailing Tanpa Aplikasi Dengan Metode Baji Perhitungan Manual Mengadopsi Metode Baji(wedge) dengan Bidang longsor planar

$\sum W$ = Berat Massa Tanah yang beradapa dalam bidang gelincir

$$\sum W = 193.04$$

Lf = Panjang Bidang Gelincir

$$Lf = 9.46$$

Hitung Daya dukung Tarik tulangan

$$Rn = Fy \times As \text{ Tul} = 420 \times 3.14 \times 0.0322 = 432.144 \text{ kN}$$

$$Rc = 0.5 \times Rn = 216.0722 \text{ kN}$$

Gaya Geser Ijin Tulangan

$$V = \frac{Rn}{2\sqrt{1+4\tan^2(90-(a+i))}} = \frac{432.144}{2\sqrt{1+4\tan^2(90-(37+8))}} = 96.630 \text{ kN}$$

Gaya Tarik Ijin Tulangan

$$T = 4 \times V \times \tan(90-(a+i)) = 4 \times 96.630 \times \tan(90-(37+8)) = 386.521 \text{ kN}$$

Gaya Geser Ijin Tanah

$$-Pu = (c1 \times 2/3 H + c2xD) \times y \times 2/3H$$

$$= (1.2 \times 5,94 + 2 \times 0.032)11 \times 5.94 = 469.925\text{kN}$$

$$-Pu = c3 \times d \times y \times Z = 10 \times 0.032 \times 11 \times 5.94 = 20.908\text{kN}$$

(Nilai Koefisien C1, C2 dan C3 diambil dari Gambar

$$\text{Diambil Pu terkecil} = 20.908$$

$$Pmax = Pu/2 = 20.908/2 = 10.454 \text{ kN}$$

$$Lo = \sqrt[4]{\frac{4EI}{KsD}}$$

$$Lo = \sqrt[4]{\frac{4 \times 2.1 \times 10^8 \times 5.1 \times 10^{-8}}{46000 \times 0.032}} = 0.773$$

Parameter Parameter yang dibutuhkan dalam persamaan di atas adalah :

$$E = \text{Modulus Elastisitas Baja} = 2 \times 10^8 \text{ kN/m}^2$$

$$I = \text{Momen Inersia Penampang Nail Bar}$$

$$= \frac{\pi d^4}{64} = \frac{3.14 \times 0.032^4}{64} = 5.14 \times 10^{-8} \text{ m}^4$$

$$Ks = 46000 \text{ kN/m}^4$$

$$V = Pmax \times d/2 \times Lo = 10.454 \times 0.032/2 \times 0.773 = 0.1292 < V = 46.076 \text{ Kn}$$

Karena Vs < Vn, maka gaya geser ijin global (Vmax) yang digunakan adalah Sebesar 0.1292 kN. Adanya pembatasan gaya geser ijin, maka gaya Tarik ijin dari nail bar harus dikoreksi menjadi:

$$\frac{Vmax^2}{Rc^2} + \frac{Tmax^2}{Rn^2} = 1$$

$$\frac{0.1292^2}{216.0722^2} + \frac{Tmax^2}{432.144^2} = 1 = 432.144 \text{ kN}$$

Menghitung Panjang Le

Perhitungan Nail ke 1

FS = Faktor Keamanan, Untuk Perhitungan pertama dapat menggunakan asumsi factor keamanan sebsar 2

$$Fmax = 125 \text{ kN/m}^2 \text{ (didapatkan dari tabel Untuk Nail 1)}$$

$$T1 = \frac{\pi D \times Le \times f \text{ max}}{2} = \frac{FS}{\pi \times 0.032 \times 0.7 \times 125} = 4.396 \text{ kN}$$

Tabel 3 Tabel Perhitungan Nail

No Nail	hi(m)	Le	T(kN)	V(kN)
1	7.5	0.7	4.396	0.1292
2	6	0.6	3.768	0.1292
3	4.5	0.9	5.652	0.1292
4	3	1.5	9.420	0.1292
5	1.5	2	12.560	0.1292
			\sum	35.796 0.642

Gaya Tarik total dari nail bar (Per unit Panjang tegak lurus Bidang)

$$\Sigma Ti = (T1+T2+T3+T4+T5)/SH = 35.796 \text{ kN/2} = 17.898 \text{ kN/m}$$

SH = 2m Spasi Horizontal (tegak Lurus Bidang)

Gaya Geser ijin total pada nail bar (per unit Panjang tegak lurus bidang)

$$\Sigma Ti = (V1+V2+V3+V4+V5)/SH$$

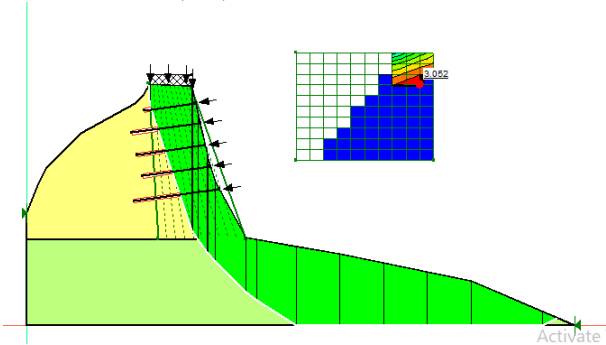
$$= 0.323/2$$

$$= 0.323 \text{ kN/m lari}$$

Menghitung Faktor Keamanan

$$SF = \frac{c.Lf + W \cos \alpha \tan \alpha + (\sum T \sin(\alpha+i) - \sum V \cos(\alpha+i)) \tan \phi}{W \sin \alpha - \sum T \cos(\alpha+i) - \sum V \cos(\alpha+i)}$$

$$SF = 1.55 \text{ (OK)}$$



Gambar 2 Perhitungan Soil Nail Pada Aplikasi Geo Slope Analisa Stabilitas Lereng Terhadap Penggeseran

Koefisien tekanan aktif

$$\frac{\phi'}{2}$$

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

Sehingga

$$K_a = \tan^2 \left(45 - \frac{23.13}{2} \right)$$

$$K_a = 0.435$$

Menghitung Tekanan Tanah aktif total di belakang zona perkuatan

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

$$= 0.435 \times 11 \times 8.91 \times 8.91$$

$$= 189.936 \text{ kN/m}$$

Faktor Aman Penggeseran

$$L_x = L \text{ nail} \times \cos i - \tan a = 7 \times \cos 8 - 0.5 \times \tan 45 = 4.51 \text{ m}$$

$$W = \text{Luas} \times y = 0.5 \times (4.51 + 3.189) \times 8.91 \times 11 = 377.289$$

$$FS = \frac{(c_b \times BL + (W + Q + PA \sin \delta) \tan \phi)}{PA \cos \delta}$$

$$FS = \frac{(7.8 \times 3.189 + (377.289 + 12 + 189.936 \times \sin 23) \tan 23)}{189.936 \times \cos 23}$$

$$= 2.55 > 1.5 \text{ (OK)}$$

Lereng Aman Terhadap bahaya Penggeseran

Analisa Stabilitas Lereng terhadap daya dukung Tanah

Menentukan Nilai Nilai Faktor Kapasitas daya dukung tanah:

$$\phi = 23.13$$

$$N_c = 13.51$$

$$N_q = 4.82$$

$$N_y = 1.74$$

Faktor Aman terhadap kegagalan daya dukung tanah

$$SF = \frac{c \cdot N_c + 0.5 \cdot B \cdot c \cdot N_y}{H e q \cdot x \cdot y}$$

$$= \frac{7.8 \times 13.51 + 0.5 \times 3.189 \times 11 \times 1.74}{10 \times 3.189}$$

$$= 4.261$$

Sehingga dapat disimpulkan Lereng tersebut aman terhadap bahaya kegagalan daya dukung tanah $4.261 > 1.5$

Analisa Stabilitas Internal Terhadap Putus Tulangan dan Cabut Tulangan

Pada Perkuatan nail no 1

$$\text{Panjang Nail} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Jarak Vertical Antar Nail} = 1.5 \text{ m}$$

Menghitung Panjang Kekuatan yang berada pada garis longsor

$$\text{Lel} = 0.3$$

Menghitung Koefisien tekanan tanah lateral Aktif

$$K_a = \tan^2 \left(45 - \frac{23.13}{2} \right)$$

$$K_a = 0.435$$

Menghitung Tegangan Horizontal

$$\sigma_h = K_a \cdot y \cdot z = 0.435 \times 11 \times (0.5 + \sin 8.91 \times 8.91)$$

$$= 8.99 \text{ kN/m}^2$$

Menghitung angka keamanan terhadap putus tulangan

$$F_r = \frac{((0.25 \times 3.14 \times d^2 \times f_y) / 1000) / (\sigma_h \times S_h \times S_v)}{(0.25 \times 3.14 \times 32 \times 420 / 1000) / (8.99 \times 1 \times 1.5)}$$

$$= 337.6128 / 53.94$$

$$= 6.25 > 1.5 \text{ (OK)}$$

Menghitung Angka Keamanan terhadap cabut tulangan

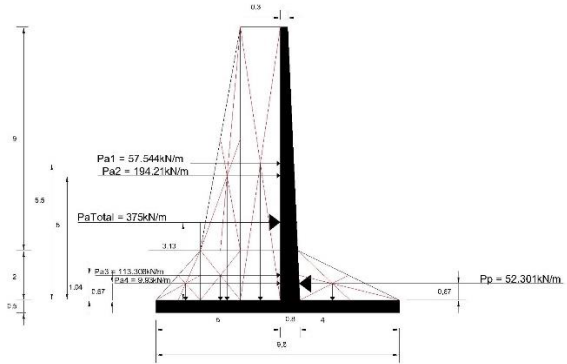
$$F_p = \frac{\pi \times q_u \times D_{dh} \times L_p}{\frac{\sigma_h \times S_v \times S_h}{3.14 \times 125 \times 0.1 \times 0.7}}$$

$$= \frac{8.99 \times 1 \times 1.5}{2.037} > 1.5 \text{ (OK)}$$

Analisa Stabilitas Tanah dengan Perkuatan

Digunakan dinding dengan dimensi sebagai berikut

Koefisien Tekanan tanah Rankine



Gambar 3 Tekanan Tanah Aktif, Pasif, Titik Tangkap dan Lengan Beban

Koefisien tekanan aktif

$$K_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi}$$

$$K_a = \frac{1 - \sin 23.13}{1 + \sin 23.13}$$

$$K_a = \frac{0.607}{1.392}$$

Sehingga

$$K_a = 0.435$$

Koefisien tekanan Pasif

$$K_p = \frac{1}{K_a}$$

$$K_p = \frac{1}{0.435}$$

$$K_p = 2.298$$

Tekanan tanah aktif Akibat beban tambahan

$$P_{a1} = K_a \cdot q \cdot H$$

$$= 0.435 \times 12 \times 11$$

$$= 57.544 \text{ kN/m}$$

Akibat Beban tanah dibelakang dinding Lapisan 1

$$Pa2 = \frac{1}{2} \times Ka \times \gamma \times H^2$$

$$Pa2 = \frac{1}{2} \times 0,435 \times 11 \times 8,5 \times 8,5$$

$$= 194,21 \text{ kN/m}$$

Lapisan 2

$$Pa3 = \frac{1}{2} \times Ka \times \gamma \times H^2$$

$$Pa3 = \frac{1}{2} \times 0,435 \times 11,4 \times 2 \times 2$$

$$Pa3 = 9,93 \text{ kN/m}$$

Beban Akibat Tanah Lapisan 1

$$Pa4 = Ka \cdot W_{lap1.H}$$

$$= 0,435 \times 22,8 \times 2$$

$$= 113,308 \text{ kN/m}$$

$$Pa \text{ total} = Pa1 + Pa2 + Pa3 + Pa4$$

$$= 375 \text{ kN/m}$$

Didapatkan titik tangkap resultante Tekanan tanah aktif total (PaTot) sebagai berikut :

$$= \frac{Pa1 \times h1 + Pa2 \times h2 + Pa3 \times h3 + Pa4 \times h4}{\frac{Pa1+Pa2+Pa3+Pa4}{2}}$$

$$= \frac{57,544 \times 8 \times \frac{1}{2} + 194,21 \times 8 \times \frac{1}{3} + 9,93 \times 2 \times \frac{1}{2} + 113,3083 \times 2 \times \frac{1}{3}}{\frac{57,544+194,21+9,93+113,308}{2}}$$

$$= \frac{959,922}{375}$$

$$= 2,56 \text{ m}$$

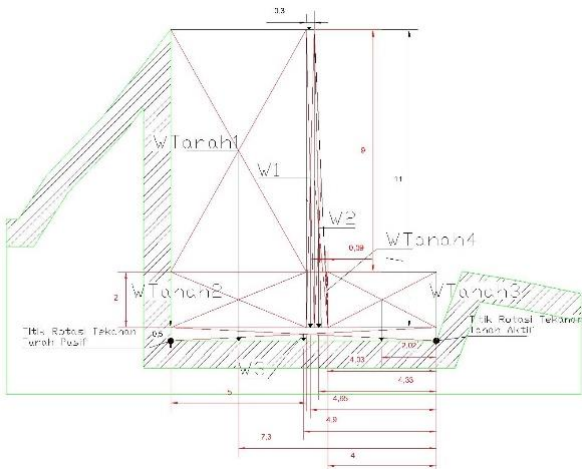
Tekanan Tanah Pasif (PP)

$$Pp = \frac{1}{2} \cdot Kp \times \gamma \times (h2)^2$$

$$Pp = \frac{1}{2} \times 2,293 \times 11,4 \times (2)^2$$

$$Pp = 52,301 \text{ kN/m}$$

Cek Terhadap Guling



Gambar 4 Pembagian Penampang Beban Sendiri

Cek terhadap guling = Σ momen penahan/ Σ momen Guling > 2

$$Mo = Pa1 \times h1/2 + Pa2 \times h2/3 + Pa3 \times h3/3 + Pa4 \times h4/2$$

$$= 57,544 \times 8 \times \frac{1}{2} + 194,21 \times 8 \times \frac{1}{3} + 9,93 \times 2 \times \frac{1}{2} + 113,3083 \times 2 \times \frac{1}{3}$$

$$= 960,922 \text{ kN.m}$$

Akibat Beban Sendiri

- Beton

$$W = \text{Berat Dinding} \times \text{Lengan}$$

Dimana Lengan adalah Jarak titik rotasi dengan sumbu pusat beban

W1= Luas Penampang Dinding x Berat Jenis x jarak ke titik penggulingan

$$= 0,5 \times \frac{1}{2} \times 11 \times (4+0,5/3) \times 24 \text{ kN/m}^2$$

$$= 2,75 \times 4,65 \times 24$$

$$= 325 \text{ kN.m}$$

W2 = Luasan Penampang x Berat Jenis x Lengan momen

$$= 0,5 \times 11 \times 4,65 \times 24$$

$$= 79,2 \text{ kNm}$$

W3 = Luasan Penampang x Berat Jenis x Lengan momen

$$= 9,8 \times 0,5 \times 4,9 \times 24$$

$$= 576,24 \text{ kNm}$$

Tanah

WTanah = P x L x γ x Lengan Momen

$$WTanah 1 = 9 \times 5 \times 11 \times 7,3$$

$$= 3613,5 \text{ kN.m}$$

WTanah = P x L x γ x Lengan Momen

$$WTanah 2 = 2 \times 5 \times 11,4 \times 7,3$$

$$= 832,2 \text{ kN.m}$$

WTanah = P x L x γ x Lengan Momen

$$WTanah 3 = 2 \times 4 \times 11 \times 2,03$$

$$= 185,136 \text{ kN.m}$$

WTanah = P x L x γ x Lengan Momen

$$WTanah 4 = \frac{1}{2} \times 0,09 \times 2 \times 4,03$$

$$= 0,18135 \text{ kN.m}$$

Sehingga Didapatkan Data Sebagai Berikut:

Tabel 4 Tabel Perhitungan Momen Penahan Momen Penahan(Mb)

Komponen	Berat (kN)	Lengan(m)	Momen kN.m
W1	66	4,33	325
W2	13,2	4,65	79,2
W3	117,6	4,9	576,24
W Tanah 1	495	7,3	3613,5
W Tanah 2	114	7,3	832,2
W Tanah 3	88	2,03	185,136
W Tanah 4	0,09	4,03	0,18135
ΣW	975,045	Σ Moment	5948,144

Sehingga didapatkan data data gaya dan momen Sebagai Berikut

$$\text{Gaya Geser dari Tekanan Tanah Aktif} = 375 \text{ kN/m}$$

$$\text{Momen Guling} = 960,922 \text{ kNm}$$

$$\text{Gaya Geser dari Tekanan Tanah Pasif} = 52,301 \text{ kN}$$

$$\text{Momen Penahan Tambahan} = 34,867 \text{ kNm}$$

Gaya Vertikal Total Dari berat sendiri Dinding dan Tanah

$$\text{Sebesar } \Sigma = 975,045 \text{ kN}$$

$$\text{Momen Penahan : } \Sigma MV = 5948,144 \text{ kNm}$$

Cek terhadap guling, SF > 2

$$\text{Cek terhadap guling} = \frac{\Sigma MV}{\Sigma \text{moment Guling}} > 2$$

$$= \frac{5948,144}{960,922} > 2$$

$$= 6,226 > 2 \text{ (OK)}$$

Cek Terhadap Geser

$$\text{Gaya Geser (vo)} = Pa1 + Pa2 + Pa3 + Pa4$$

$$= 57,44 + 194,21 + 9,93 + 113,308$$

$$= 375 \text{ kN}$$

$$\text{Gaya Penahan (vb)} = \mu R \times R + Pp$$

$$= 0,6 \times 937 + 52,301$$

$$= 637,3 \text{ kN}$$

Dimana R = ΣW

Cek Terhadap Geser (F_{smin})

$$F_s = V_b/V_o > 1.5$$

$$= 637.3 \text{ kN} / 375 \text{ kN}$$

$$= 1.699 > 1.5 \text{ (OK)}$$

Cek Terhadap Daya Dukung Tanah

Gaya Eksentrisitas = $B/2 - (\Sigma \text{moment} - M_o) / \Sigma W$

$$= 9.8/2 - (5948.144 \text{ kNm} - 960.922 \text{ kNm}) / 975.045$$

$$= -0.214$$

Gaya Eksentrisitas $< B/6$

$$= -0.214 < 9.5/6$$

$$= -0.214 < 1.633 \text{ (OK)}$$

Cek Q Ultimate

Parameter tanah dapat dilihat pada tabel 2.4

$$\phi = 23.13$$

$$N_c = 13.51$$

$$N_q = 4.82$$

$$N_y = 1.74$$

$$q = \text{Berat Jenis tanah} \times (h_2 + h_3)$$

$$= 11 \text{ kN/m}^3 \times (1+0.5)$$

$$= 28.5$$

$$B' = B \text{ Dinding} - (2 \times E)$$

$$= 9.80 - (2 \times -0.563)$$

$$= 10.230$$

$$\beta = 0.208$$

Faktor Bentuk

$$F_{cs} = 1 + (B/L) \times N_q/N_c$$

$$= 1 + (9.8/10.5) \times (4.82/13.51)$$

$$= 1.333$$

$$F_{qs} = 1 + (B/L) \times \tan \phi$$

$$= 1 + (9.8/10.5) \times \tan 23.13$$

$$= 1.398$$

$$F_{ys} = 1 - (0.4 \times (B/L))$$

$$= 1 - (0.4 \times (9.8/10.5))$$

$$= 0.626$$

Faktor Kedalaman

$$F_{cd} = 1 + (0.4 \times (h_2+h_3)/B)$$

$$= 1 + (0.4 \times (2 + 0.5)/9.8)$$

$$= 1.102$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \times \tan \phi \times (1 - \sin \phi) \times (h_2 + h_3) / B$$

$$= 1 + 2 \times \tan (23.13) \times (1 - \sin (23.13)) \times (2 + 0.5)/9.8$$

$$= 1.174$$

$$F_{ys} = 1$$

Faktor Inklinasi

$$F_{ci} = (1 - \beta/90)^2$$

$$= 0.995$$

$$F_{qi} = F_{ci}$$

$$F_{yi} = (1 - \phi/90)^2$$

$$= 0.552$$

Q Ultimate

$$Q_a = C \cdot N_c \cdot F_{cs} \cdot F_{cd} \cdot F_{ci} + \gamma \cdot D_f \cdot N_q \cdot F_{qs} \cdot F_{qd}$$

$$F_{qi} + 1/2 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_y \cdot F_{ys} \cdot F_{yd} \cdot F_{yi}$$

$$= 0.32 \times 13.51 \times 1.33 \times 1.102 \times 0.996 + 11.4 \times 2 \times 4.82 \times 1.39 \times 1.174 \times 0.977 + 0.5 \times 11.4 \times 9.8 \times 1.74 \times 0.626 \times 1 \times 0.552$$

$$= 488.055/SF$$

$$= 488.055/3$$

$$Q_a = 162.685 \text{ kN}$$

Cek Q toe dan Q heel terhadap Q ultimate

$$Q_{toe} = (R/B) \times 1 \times (1 + (6 \times E/B))$$

$$= 975/9.8 \times 1 \times 1 + (6 \times -0.621/9.8)$$

$$= 86.405 \text{ kN} < Q_a \text{ (OK)}$$

$$Q_{heel} = (R/B) \times 1 \times (1 - (B/L))$$

$$= 975/9.8 \times 1 \times (1 - (9.8/10.5))$$

$$= 6.632 > 0 \text{ (OK)}$$

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan perencanaan Stabilitas dan perkuatan tanah di Demangan Surakarta pada pembahasan sebelumnya, maka kesimpulan yang diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Hasil analisa perhitungan faktor keamanan stabilitas adalah 0.8 sehingga lereng dikategorikan labil sehingga memerlukan perkuatan
2. Berdasarkan perhitungan perkuatan didapatkan nilai SF sebagai Berikut
 - a. Dengan menggunakan soil nailing didapatkan Nilai SF sebesar 1.55 dengan perhitungan manual(baji)
 - b. Dengan perhitungan menggunakan soil nailing didapatkan nilai SF sebesar 3.854
3. Dengan menggunakan perkuatan Dinding penahan tanah telah lolos pengecekan guling, geser dan Eksentrisitas.
4. RAB untuk pelaksanaan perkuatan di Tanah Demangan dengan perkuatan Soil Nailing Sebesar Rp1.408.644.211,00 dan dengan menggunakan Dinding Penahan Tanah sebesar Rp 3.052.652.350,00
5. Untuk durasi pengerjaan perkuatan Soil Nailing adalah 75 hari dan dengan perkuatan Dinding Penahan Tanah adalah 104 hari

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A.W, Bishop. (1955). *The Use Of Slope Circle in The Stability Od Analysys of Slopes*. London: Vol 5, pp.7.
- [2] Hardiyatmo, H. (2010). *Mekanika Tanah II. Edisi Kelima*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- [3] Kumalasari. V. (2012). *Analisa Stabilitas Lereng dengan Perkuatan Soil Nailing-Shotcrete menggunakan Program Geoslope*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- [4] *Persyaratan beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. (n.d.). Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [5] Riogilang, H. (2014). *Soil Nailing - Shotcrete dan Anchor Sebagai Solusi Alternatig Penahan Tanah Untuk Potensi Longsor Di Sta 7+250 Ruas Jalan Manado-Tomohon*. Manado: Universitas Samratulangi Manado.