

ANALISIS STABILITAS LERENG DAN PERENCANAAN DINDING PENAHAN TANAH SEBAGAI PERKUATAN BADAN TIMBUNAN TANAH SEPANJANG SISI RUNWAY STRIP (Studi Kasus Timbunan Tanah Landas Pacu Bandara Labuan Bajo)

ABSTRAK

Studi ini membahas stabilitas lereng dan perencanaan dinding penahan tanah eksisting pada badan timbunan sepanjang sisi runway strip bandara Labuan Bajo, Flores Barat. Analisis stabilitas lereng ini menggunakan metode irisan Fellenius yang disederhanakan; untuk perencanaan dinding penahan tanah digunakan metode kestabilan terhadap guling, geser dan daya dukung tanahnya. Berdasarkan hasil analisis kemantapan lereng dengan menggunakan perkuatan dinding penahan batu kali didapat angka keamanan 1,35 di mana disyaratkan untuk kestabilan lereng $FK > 1,25$ dan jari-jari kelongsoran adalah 13,36 m sehingga kestabilan lereng dapat dikatakan aman terhadap longsor. Pada perencanaan dinding penahan tanah didapat stabilitas terhadap guling didapat FK sebesar 4,00 di mana angka FK yang disyaratkan adalah 1,50. Angka keamanan terhadap geser didapat 8,01 sedangkan syarat untuk kestabilan terhadap geser adalah 1,50. Dari perhitungan stabilitas terhadap daya dukung didapat angka stabilitas sebesar 3,57 di mana angka kestabilan untuk daya dukung yang disyaratkan adalah lebih besar dari 3. Dengan demikian perkuatan dinding penahan tanah dapat dikatakan stabil.

Kata Kunci: Stabilitas Lereng, Perencanaan Dinding, Irisan Fellenius.

Juniarso

Jurusan Teknik Sipil,
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Universitas Gunadarma

PENDAHULUAN

Bangunan dinding penahan tanah adalah konstruksi yang digunakan untuk memberikan stabilitas tanah atau bahan lain yang kondisinya memiliki beda ketinggian dan tidak memperbolehkan tanah memiliki kemiringan longsor lebih besar dari pada kemiringan alaminya. Bangunan tanah digunakan sebagai penahan gaya lateral tanah sehingga tanah di belakang dinding penahan tanah dapat stabil.

Tujuan dilakukannya analisis laporan terhadap struktur dinding penahan tanah pada bandar udara Labuan Bajo adalah (1) menganalisis kestabilan dinding penahan tanah existing di sepanjang sisi *run way strip* baik di bagian *inlet* maupun *outlet*, (2) melakukan perencanaan dinding penahan tanah yang stabil.

Dengan adanya laporan analisis ini diharapkan permasalahan-permasalahan geoteknis yang terjadi pada bandar udara Labuan Bajo di Manggarai (Flores); dapat ditemukan solusinya. Keluaran yang diharapkan dengan adanya laporan ini antara lain (1) hasil analisis kestabilan dinding penahan tanah dapat menjadi acuan perencanaan dinding penahan tanah pada bandar udara Labuan Bajo. (2) hasil perancangan menjadi suatu alternatif pada perkuatan dinding penahan tanah.

Ruang lingkup kajian struktur dinding penahan tanah ini adalah (1) data tanah yang digunakan merupakan data primer hasil pengujian di lokasi dan pengujian di laboratorium. (2) analisis yang dilakukan meliputi stabilitas guling, geser dan daya dukung terhadap struktur

dinding penahan tanah.

Analisis stabilitas dinding penahan tanah ditinjau terhadap hal-hal berikut:

1. Faktor aman terhadap penggeseran dan penggulingan harus mencukupi.
2. Tekanan yang terjadi pada tanah dasar tidak boleh melebihi kapasitas dukung tanah ijin.
3. Stabilitas lereng secara keseluruhan harus memenuhi syarat.

Stabilitas terhadap Penggeseran

Gaya-gaya yang menggeser dinding penahan tanah ditahan oleh gesekan antara tanah dengan dasar pondasi, dan tekanan tanah pasif bila di depan dinding penahan tanah terdapat timbunan. Faktor aman terhadap penggeseran (F_{gs}), didefinisikan sebagai:

$$F_{gs} = \frac{\sum R_h}{\sum P_h}$$

di mana

$$\sum R_h = \text{tahanan dinding penahan tanah terhadap pergeseran}$$

$$\sum P_h = \text{Jumlah gaya - gaya horisontal}$$

Stabilitas terhadap penggulingan

Tekanan tanah lateral yang diakibatkan oleh tanah urug di belakang dinding penahan cenderung menggulingkan dinding dengan pusat rotasi pada ujung kaki depan pelat pondasi. Momen penggulingan ini dilawan oleh momen akibat berat sendiri dinding penahan. Faktor aman

terhadap penggulingan (F_{gl}), didefinisikan sebagai:

$$F_{gl} = \frac{\sum M_w}{\sum M_{gl}}$$

di mana :

$$\sum M_w = W \text{ (berat sendiri dinding penahan)}$$

$$\sum M_{gl} = \text{Momen yang mengakibatkan penggulingan}$$

Stabilitas terhadap keruntuhan kapasitas dukung tanah

Hitungan kapasitas dukung tanah di bawah dinding penahan lebih tepat bila didasarkan pada beban miring dan eksentris, misalnya persamaan Vesic (1975) atau Hansen (1970)

$$q_u = dc.ic.c.Nc + dq.iq.Df.y.Nq + dy.iy.o,5.B.y.Ny$$

Di mana faktor aman terhadap keruntuhan kapasitas dukung didefinisikan sebagai

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

di mana:

q = tekanan akibat beban struktur

Stabilitas Lereng

Analisis kestabilan lereng di sini menggunakan metode irisan dari Fellenius di mana FK ditentukan sebagai berikut:

$$FK = \frac{\sum W_i \cdot \cos \theta_i \cdot \tan \varphi \cdot R + \sum c_u \cdot L_i \cdot R}{\sum W_i \cdot b_i}$$

Hubungan Nilai Faktor Keamanan Lereng dan Intensitas Longsor (Bowles, 1989)

METODE PENELITIAN

Penyelidikan tanah yang dilakukan adalah untuk mendapatkan parameter-parameter tanah seperti *engineering properties* dan *index properties* yang meliputi kadar air (w), berat volume (γ), angka pori (e_o), atterberg limit (LL, PL dan SL), sudut geser dalam (φ). Pada waktu hujan deras, berat volume tanah di belakang dinding penahan tanah akan bertambah akibat naiknya kadar air tanah. Air akan merembes ke bawah melewati dasar pondasi dan kemudian naik sampai di permukaan tanah di depan dinding. Rembesan air melewati tanah urug ini, akan mengakibatkan hal-hal berikut:

1. Berat tanah urug bertambah, sehingga tekanan tanah juga bertambah karena berat volume tanah bertambah.
2. Gaya angkat (*uplift*) akan timbul pada permukaan bidang runtuh.
3. Gaya angkat timbul pada pondasi dinding penahan.
4. Pengurangan tekanan tanah pasif di depan dinding penahan tanah.

Nilai Faktor Keamanan	Kejadian/ Intensitas Longsor
F Kurang dari 1,07	Longsor sering terjadi (lereng labil)
F antara 1,07 sampai dengan 1,25	Longsor pernah terjadi (lereng kritis)
F lebih besar dari 1,25	Longsor jarang terjadi (lereng stabil)

Hitungan stabilitas dinding penahan tanah

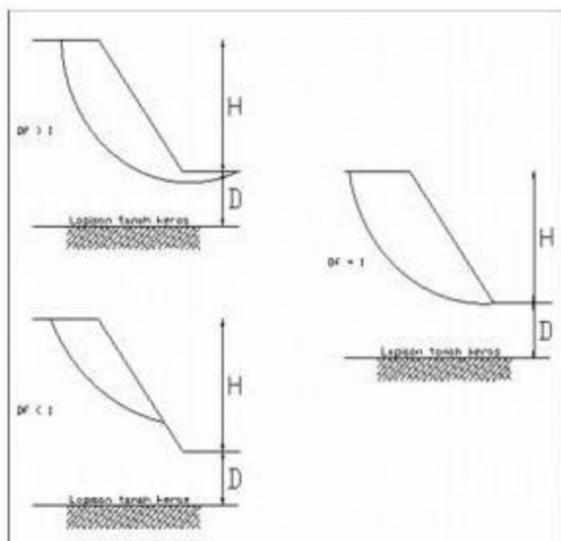
Gaya-gaya yang bekerja pada dinding penahan tanah meliputi:

1. Berat sendiri dinding (W)
2. Gaya tekanan tanah aktif total tanah urug (Pa)
3. Gaya tekanan tanah pasif total di depan dinding (Pp)
4. Tekanan air pori di dalam tanah (Pw)
5. Reaksi tanah dasar

Tiga tipe macam kelongsoran untuk bidang lingkaran adalah (1) kelongsoran muka lereng, (2) kelongsoran dasar, dan (3) kelongsoran ujung kaki/bawah lereng.

Longsoran dengan bidang longsor bentuk lingkaran dapat diketahui dari faktor kedalaman (D_f) yaitu:

$$D_f = \frac{D + H}{H}$$



HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penyelidikan Tanah

Hasil dari penyelidikan tanah yang telah dilakukan baik dilapangan maupun dilaboratorium memberikan karakteristik seperti Tabel 1.

Tabel 1.
Perhitungan Hasil Pengujian tanah dilapangan dan dilaboratorium

Parameter Test	Hasil Test
W	9,52 %
Gs	2,43 (gr/cm ³)
Liquid Limit (LL)	40,35 %
Plastic Limit (PL)	21,37 %
Plastisitas Indeks (PI)	18,98 %
Kerikil (Gravel)	38 %
Pasir (Sand)	53 %
Lanau (Silt)	9 %
Cohesi (C)	0 (gr/cm ²)
Sudut Geser ()	26,06
Berat Isi Basah ()	1,73 (gr/cm ³)
Berat Isi Kering (d)	1,60 (gr/cm ³)

Perhitungan koefisien tanah aktif dan pasif untuk tanah asli
 $K_a = \tan^2 (450 - \phi / 2)$
 $K_a = 0,33$

$K_p = \tan^2 (450 + \phi / 2)$
 $K_p = 3,00$

Perhitungan koefisien tanah aktif dan pasif untuk tanah timbunan
 $K_a = \tan^2 (450 - \phi / 2)$
 $K_a = 0,36$
 $K_p = \tan^2 (450 + \phi / 2)$
 $K_p = 2,77$

Analisis akibat beban garis
 Beban garis (q) = 98.94 t/m
 Jarak beban garis ke tepi talud (x) = 5.00 m
 Tinggi talud (H) = 10.00 m
 $m = x/H$
 $0.50 < 4$
 Karena $m < 4$ maka tegangan horizontal dapat dihitung dengan formula sebagai berikut:

$$\sigma_h = \frac{q(0,203n)}{H(0,16 + n^2)^2}$$

Analisa akibat beban merata

$$\sigma_h = \frac{2q}{\pi} (\beta - \sin \beta \cos 2\alpha)$$

Dari hasil perhitungan didapat analisa akibat beban merata yaitu:
 $\sigma_h = 3.99 \text{ t/m}^2$

Hitungan berat dinding dan momen terhadap O				
Segmen	Luas (m ²)	Berat (W) (t/m)	Jarak (x) (m)	Momen (t)
W1	11.06	24.32	3.73	90.76
W2	4.26	9.37	5.73	53.71
W3	17.04	37.48	4.15	155.48
W4	12.62	27.76	6.72	186.64
ΣW		98.94	ΣM_{resist}	486.58

$P_a = 0.5 \times h^2 \times g \times K_a$	Jarak ke "O"	Momen ke "O"
$P_a = 31.59$	3.33	105.30
$h \text{ merata} = 3.99$	3.33	13.30
$h \text{ garis} = 9.64$	3.00	28.92
$P_a = 35.58$	$M_{guling} =$	118.60

Tekanan tanah pasif

$P_p = 0.5 \times h^2 \times g \times K_p$
 $P_p = 262.50 \text{ ton}$

Stabilitas terhadap guling

Momen penahan akibat berat sendiri DPT (M_{resist}) = 486.58
 Momen pengguling (M_{guling}) = 118.60

$SF \frac{\Sigma M_{resist}}{\Sigma M_{guling}} = 4.10 > 1.5 \Rightarrow \text{aman}$

Stabilitas terhadap geser

Panjang dinding geser (B) = 7.46

Sudut geser (φ) = 30.00

Adhesi Cd = C = 0.50

Beban Vertikal terhadap titik O (ΣW) = 98.94
 $R_h = C_d \cdot B + \Sigma W \tan \phi + P_p = 323.35$

Tekanan total tanah aktif (ΣPa) = 31.59

$SF \frac{\Sigma R_h}{\Sigma P_a} = 10.24 > 1.5 \Rightarrow \text{aman}$

Stabilitas terhadap daya dukung tanah

$X_e = (\Sigma M_{resist} - \Sigma M_{guling}) / \Sigma W$
 $= 3.72$

Eksentrisitas (e) = B/2 - X_e
 $= 0.01$

Lebar efektif (B') = B - 2e
 $= 7.44$

Luas efektif (A') = B' · L
 $= 7.44$

Gaya Vertikal (V) atau ΣW = 98.94

Gaya Horisontal (H) atau ΣPa = 35.58

$q_{maks} = V/B'$
 $q_{maks} = 13.30 \text{ t/m}$

untuk φ = 30° dari tabel Hansen diperoleh:

$N_q = 18.40$
 $N_c = 30.14$
 $N_\gamma = 15.07$

Faktor kemiringan beban

$i_q = 0.40$
 $i_c = 0.36$
 $i = 0.26$

Faktor Kedalaman

$d_q = 1 + 2(D/B) \text{tg} \phi (1 - \sin \phi)^2 = 0.9$
 $d_c = 1 + 0.4(D/B) = 1.1$

Faktor bentuk

$S_q = 1$
 $S_c = 1$
 $S_\gamma = 1$

Menurut Hansen :

$q_u = d_c \cdot i_c \cdot N_c + d_q \cdot i_q \cdot D_f \cdot \gamma \cdot N_q + d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot 0.5 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma$

$q_{ult} = 49.23 \text{ t/m}^2$

$SF = \frac{q_{ukt}}{q_{max}} = 3.70 > 3 \Rightarrow \text{aman}$

Analisis stabilitas lereng

Data Perencanaan

Berat jenis dinding penahan tanah (DPT) = 2.2 t/m^3

Berat jenis tanah urugan = 1.75 t/m^3

Sudut geser tanah timbunan = 26.06

kohesi tanah timbunan = 0

Panjang busur (L_1) = 21.05 m

Jari - jari (R) = 13.36 m

No	Luas Segmen	Berat Segmen	Jarak	$W_i b_i$	α_i	$W_i \cos \alpha_i \tan \alpha_u$ R
W1	11.5	25.30	9.57	242.12	46	114.82
W2	23.14	50.91	6.31	321.23	28	293.67
W3	20.9	45.98	3.27	150.35	14	291.48
W4	8.03	17.67	-1.75	-30.92	8	114.30
W5	3.83	8.43	-4.87	-41.03	21	51.39
				641.75		865.67

$FK = \frac{\sum W_i \cos \alpha_i \tan \varphi . R + \sum c_u . L_i . R}{\sum W_i . b_i}$

$FK = 1.35 > 1.25$ lereng stabil

kedalaman tanah keras berkisar dengan nilai $q_c > 200 \text{ kg/cm}^2$ pada kedalaman antara 1-3 m.

2. Berdasarkan data tanah yang ada maka dilakukan analisis terhadap dinding penahan tanah eksisting untuk struktur dinding penahan tanah 1 trap.
3. Dari hasil analisis perencanaan didapat dinding penahan tanah 1 trap dengan ketinggian 7 m.
4. Analisis terhadap dinding penahan tanah juga dilakukan terhadap guling, geser, daya dukung dan stabilitas lereng yang dilakukan dengan perhitungan manual.
5. Dari hasil analisis dinding penahan tanah perencanaan terhadap guling, geser, daya dukung dan stabilitas lereng didapat kondisi aman.

DAFTAR PUSTAKA

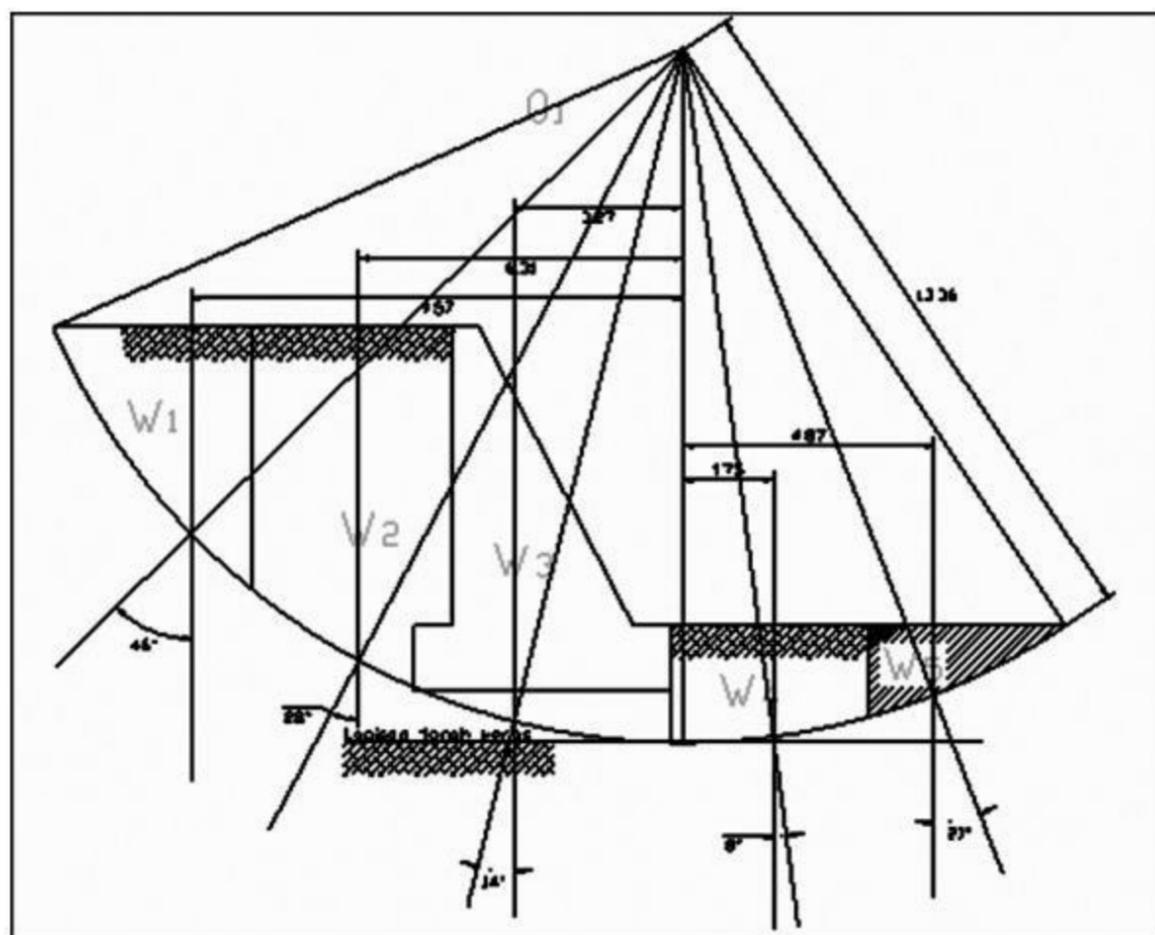
Das. 1993. *Mekanika Tanah: Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis. Jilid I*, Erlangga: Jakarta.

Hardiyatmo, H.C, 1996, *Teknik Pondasi I*. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta

Hardiyatmo, 1992, *Mekanika Tanah 1-2*. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.

Shirley L.H. 1987. *Penuntun Praktis Geoteknik dan Mekanika Tanah (Penyelidikan Lapangan dan Laboratorium)*. Penerbit Nova

Soedarmo G. D., dan Purnomo, S.J.E. 1997. *Mekanika Tanah 1 dan Mekanika Tanah 2*, Kanisius: Yogyakarta.



Ditinjau dari titik O_1
Momen Penahan akibat kohesi tanah sepanjang bidang longsor
 $\sum L_1 . C_u . R = 0 \text{ t/m}^2$
pada gambar massa dibagi menjadi 5 segmen dan disusun pada tabel berikut:

KESIMPULAN

Dari uraian tentang hasil dan pembahasan di atas, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian tanah di lapangan merupakan tanah cukup keras dengan

