

ANALISA STABILITAS DINDING PENAHAN TANAH UNTUK MENGANTISIPASI LONGSORAN PADA LERENG JALAN TOL AKSES MNP

Bustamin Abdul Razak¹⁾ dan Ade Mallombasang¹⁾

¹⁾Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Jl Perintis Kemerdekaan Km.
10, Makassar, 90245
E-mail: bustamin.ar@poliupg.ac.id

Abstract

This study aims to obtain the dimensions of the retaining wall and obtain the safety factor against shearing, overturning, and the bearing capacity of the soil. The data used for the design of the retaining wall in this study are traffic load, slope and soil test data. The traffic load used is 10 kN/m². Based on the results of soil testing, the parameters of soil density, cohesion and internal shear angle were obtained from the fill and subgrade soil. The retaining wall is designed with a width of 3.4 meters and a total height of 5.5 meters with a slope angle of 20 degrees. The retaining wall material is designed from concrete. The collapse of the retaining wall structure is influenced by the forces of traffic and soil loads behind the retaining wall. To withstand this force, the stability of the retaining wall structure is reviewed for the effect of gravity on the retaining wall structure and the soil in front of the retaining wall leg. Stability to overturning obtained Fgl of 9.697, stability to shear obtained Fgs of 3.255 and stability to failure of soil bearing capacity obtained 35.820. From the three stability reviews, it shows that the retaining wall structure meets the requirements for safety against working loads.

Keywords: *Retaining Wall, Force control, Stability*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan dimensi Dinding Penahan Tanah (DPT) dan mendapatkan faktor keamanan terhadap geser, guling, dan daya dukung tanah. Data-data yang digunakan untuk desain DPT pada penelitian ini adalah beban lalu lintas, kemiringan lereng dan data pengujian tanah. Beban lalu lintas yang digunakan adalah 10 kN/m². Berdasarkan hasil pengujian tanah, diperoleh parameter berat isi tanah, kohesi dan sudut geser dalam dari tanah urugan dan tanah dasar DPT. Dinding penahan tanah didesain dengan lebar 3.4 meter dan total tinggi 5.5 meter dengan sudut kemiringan tanah sebesar 20 derajat. Material DPT didesain dari beton. Keruntuhan struktur DPT dipengaruhi oleh gaya dari beban lalu lintas dan tanah di belakang DPT. Untuk menahan gaya tersebut stabilitas struktur DPT ditinjau pengaruh gaya berat struktur DPT dan tanah di depan kaki DPT. Stabilitas terhadap guling diperoleh Fgl sebesar 9.697, stabilitas terhadap geser diperoleh Fgs sebesar 3.255 dan stabilitas terhadap keruntuhan kapasitas dukung tanah diperoleh 35.820. Dari ketiga tinjauan stabilitas tersebut menunjukkan bahwa struktur DPT memenuhi syarat aman terhadap beban-beban yang bekerja.

Kata Kunci: *Dinding Penahan Tanah, Kontrol gaya, Stabilitas*

PENDAHULUAN

Proyek Pembangunan *Makassar New Port* terletak pada Kecamatan Tallo, Kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan merupakan salah satu Proyek Strategis Nasional

(PSN) yang bertujuan untuk mempermudah ekspor barang atau proses pengiriman barang dari dan menuju Kawasan Timur Indonesia (KTI) dan diharapkan dapat menopang pertumbuhan ekonomi nasional khususnya provinsi Sulawesi Selatan dan Kawasan Indonesia Timur serta memicu pertumbuhan arus kapal yang didukung oleh pertumbuhan industri di wilayah tersebut.

Pembangunan akses jalan tol menuju *Makassar New Port* memiliki luas sekitar 16 hektar, dengan total panjang jalan tol yang dibangun yakni 3.2 kilometer. Akses jalan tol tersebut akan bisa menghubungkan jalan menuju *Makassar New Port* dari kawasan pelabuhan lama maupun kawasan industri.

Jalan tol akses ke *Makassar New Port* sebagiannya melewati area bertebing dengan tinggi sekitar 3 meter. Untuk mengantisipasi adanya longsor yang dapat mengganggu lalu lintas maka diperlukan konstruksi penahan tanah.

Penanganan longsor tebing dapat dilakukan teknis seperti perlindungan dengan pemasangan jaring kawat, shortcrete (penyemprotan semen), dinding penahan tanah, dan proteksi lainnya.

Dinding penahan tanah (*Retaining Wall*) adalah bangunan yang berfungsi menstabilkan tanah pada kondisi tanah tertentu khususnya untuk areal lereng alam dan lereng buatan serta lereng akibat urugan tanah. Ketika kondisi tanah terganggu akibat beberapa hal tertentu, seperti beban gempa, mesin yang menghasilkan getaran, peledakan, air tanah dan lain-lain yang dapat menurunkan sifat fisik dan sifat mekanik dari parameter tanah, akan terjadi kerusakan struktur dan membahayakan jiwa manusia. Untuk meminimalisir kondisi tersebut, kita harus mendesain kestabilan dari struktur dinding penahan tanah tersebut agar mampu menahan beban dari tanah dan pengaruh beban luar (Kalalo dkk., 2017).

METODE PENELITIAN

Data-data yang digunakan untuk desain DPT pada penelitian ini adalah beban lalu lintas, kemiringan lereng dan data pengujian tanah. Survei lalu lintas dilakukan untuk mendapatkan nilai lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) yang akan digunakan untuk menghitung beban lalu lintas. Pelaksanaan survei dilaksanakan selama tujuh hari, untuk menilai kepadatan kendaraan, jenis kendaraan yang disurvei meliputi kendaraan ringan

(LV) dan kendaraan berat (HV) sesuai dengan klasifikasi dalam buku MKJI 1997. Survei dimulai dari pukul 08.00 – 21.00 WITA dengan interval waktu 20 menit.

Data tanah diperoleh dari hasil pengujian bor inti. Contoh tanah diambil hasil *coring*, sehingga yang contoh tanah diambil adalah contoh tanah tidak terganggu (*undisturb sample*). Contoh tanah yang sudah diambil selanjutnya dibawa ke laboratorium pengujian tanah untuk mendapatkan data tanah. Gambar 1 menunjukkan aktifitas pengambilan contoh tanah di lapangan dan pengujian contoh tanah di laboratorium pengujian tanah.



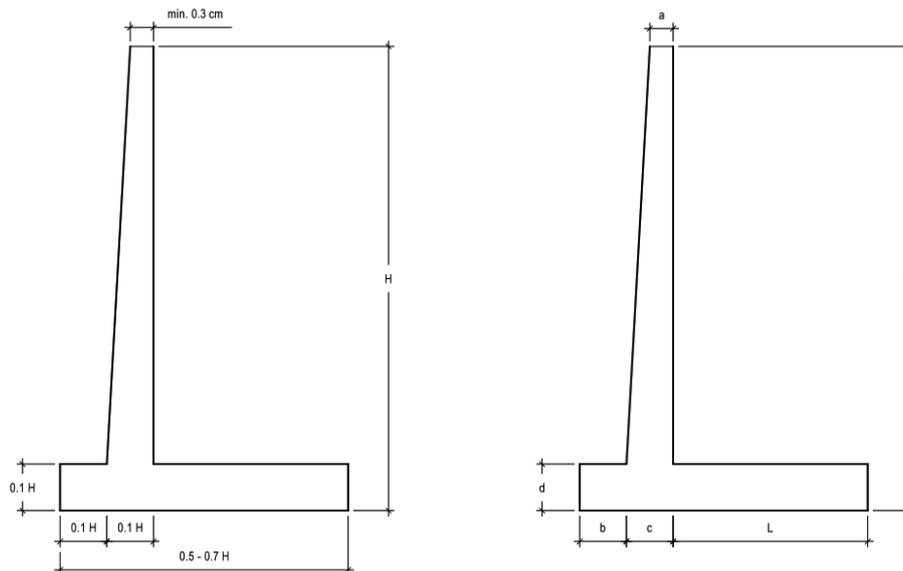
Gambar 1. Lokasi pengujian tanah dengan bor inti

Data tanah ini dibutuhkan untuk mengetahui parameter-parameter dan jenis tanah yang ada dalam melakukan analisis perhitungan nantinya (Wagola & Rasyid, 2020). Parameter tanah yang dibutuhkan antara lain: berat isi tanah, sudut geser dalam, dan kohesi tanah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan standar ukuran pada Gambar 2, maka dilakukanlah perencanaan Dinding Penahan Tanah (DPT) setinggi 5.5 meter, dengan memasukkan nilai lebar alas sampai mendapatkan lebar alas yang paling efisien. Percobaan dengan mengambil nilai $L = 2.3$ meter. Parameter lainnya diperoleh nilai a sebesar 0.3 meter, nilai b , c , dan d sebesar 0.55 meter, sehingga lebar B diperoleh 3.4 meter.

Berdasarkan hasil pengujian tanah, diperoleh data tanah urug pada lapisan di belakang DPT adalah: berat isi tanah (γ) = 14.612 kN/m³, kohesi (c) = 6.472 kN/m², sudut geser dalam (ϕ) = 35.25 derajat. Data tanah dasar dibawah DPT adalah: berat isi tanah (γ) = 14.122 kN/m³, kohesi (c) = 4.707 kN/m², sudut geser dalam (ϕ) = 33.3 derajat. Tekanan tanah lateral dianalisis berdasar teori Rankine (1857), koefisien tekanan tanah aktif dan pasif dihitung dengan rumus (1) dan (2), dengan kemiringan tanah urug 20 derajat.



Gambar 2. Komposisi ukuran minimal dinding penahan tanah kantilever

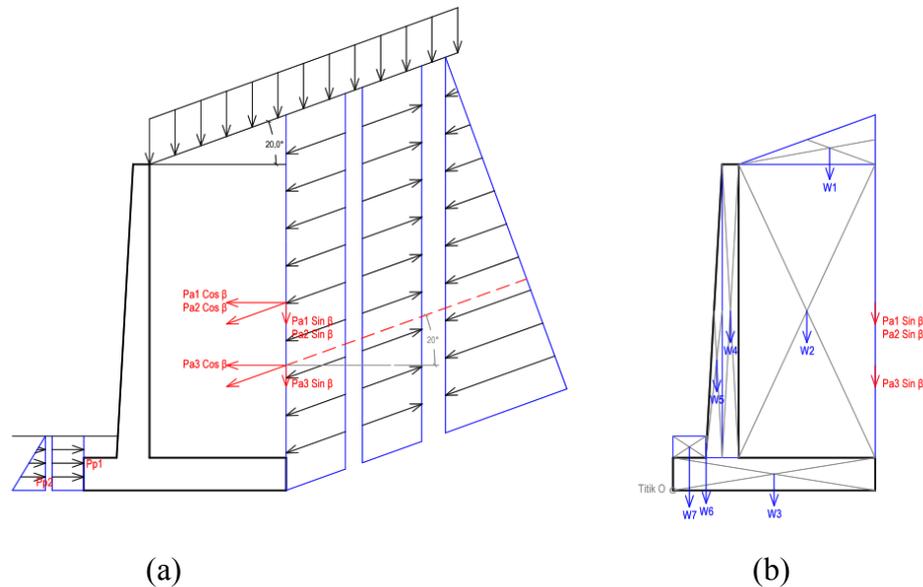
$$K_a = \cos \beta \frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}} \quad (1)$$

$$K_p = \cos \beta \frac{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}} \quad (2)$$

dengan K_a = koefisien tekanan tanah aktif, K_p = koefisien tekanan tanah pasif, β adalah sudut kemiringan tanah uruh di belakang DPT, dan ϕ adalah sudut geser dalam. Dengan menggunakan rumus (1) dan (2), maka diperoleh Kofesien tekanan tanah aktif (K_a) sebesar 0.318, dan Kofesien tekanan tanah pasif (K_p) sebesar 2.526. Gaya-gaya yang bekerja pada DPT ditunjukkan dalam bentuk diagram gaya pada Gambar 3. Diagram gaya terdiri dari diagram pengaruh beban q , diagram pengaruh kohesi tanah urug c_1 , diagram pengaruh berat isi tanah urug γ_1 , diagram pengaruh kohesi tanah dasar c_2 , dan diagram pengaruh berat isi tanah dasar γ_2 .

Besaran gaya diperoleh dari luas diagram. Diagram gaya tanah aktif membentuk sudut sebesar β . Sehingga tekanan tanah P_a diuraikan menjadi $P_a \cos \beta$ dalam arah horizontal

dan $Pa \sin \beta$ dalam arah vertikal. Besaran gaya-gaya yang bekerja ditunjukkan pada Tabel 1.



Gambar 3. Diagram tekanan tanah aktif dan pasif, dan diagram gaya berat konstruksi

Tabel 1
Tekanan Tanah Aktif dan Pasif

Gaya	Pp (kN/m)	Pa (kN/m)	PaH = Pa Cos β (kN/m)	PaV = Sin β (kN/m)
Pa_1	$Ka q H$	17.471	16.417	5.975
Pa_2	$-2c \sqrt{Ka} H$	-40.127	-37.707	-13.724
Pa_3	$\frac{1}{2} Ka \gamma H H$	70.203	65.970	24.011
Pp_1	$2c \sqrt{Kp} D$	14.962		
Pp_2	$\frac{1}{2} Ka \gamma D D$	17.835		
Jumlah	32.797		44.680	16.262

Berdasarkan dimensi DPT, selanjutnya dihitung gaya vertikal akibat berat konstruksi DPT dan tanah yang berada diatas DPT. Gaya vertikal dihitung dengan membagi DPT menjadi beberapa segmen. Demikian pula tanah yang turut serta memberikan gaya vertikal. Gambar segmen disajikan pada Gambar 3b.

Tekanan tanah lateral yang diakibatkan oleh tanah di belakang dinding penahan, cenderung menggulingkan dinding dengan pusat rotasi pada ujung kaki depan pelat pondasi. Momen penggulingan ini, dilawan oleh momen akibat berat tanah diatas pelat pondasi (Hardiyatmo, 2017). Dengan tinjauan terhadap titik O (ujung depan kaki DPT),

maka dihitung momen penyebab guling akibat tekanan tanah aktif pada Tabel 2. Momen penahan guling akibat gaya vertikal dari berat konstruksi sebagaimana disajikan pada Tabel 3. Momen penahan guling juga diperoleh dari tekanan tanah pasif (Tabel 4).

Tabel 2
Momen Penyebab Guling Akibat Tekanan Tanah Aktif

Gaya	PaH = Pa Cos β (kN/m)	Lengan(y) (m)	PaH . y (kN)
Pa ₁	16.417	2.750	45.148
Pa ₂	-37.707	2.750	-103.695
Pa ₃	65.970	1.833	120.944
	44.680		62.398

Tabel 3
Momen Penahan Guling Akibat Gaya Vertikal dari Berat Konstruksi DPT

Gaya	Luas (m ²)	γ (kN/m ³)	Berat (kN/m)	Lengan (x) (m)	Momen (kN)
W1	1.046	14.612	15.290	2.633	40.263
W2	11.385	14.612	166.356	2.250	374.302
W3	1.870	24.000	44.880	1.700	76.296
W4	1.485	24.000	35.640	0.950	33.858
W5	0.619	24.000	14.850	0.717	10.643
W6	0.005	14.122	0.071	0.557	0.039
W7	0.248	14.122	3.495	0.275	0.961
PaV = Sin β			16.262	3.400	55.291
		ΣV	296.844	ΣM_{W1}	591.653

Tabel 4
Momen Penahan Guling Akibat Tekanan Tanah Pasif

Gaya	Berat (kN/m)	Lengan (y) (m)	Momen (kN)
Pp1	14.962	0.500	7.481
Pp2	17.835	0.333	5.945
	32.797	ΣM_{W2}	13.426

Gaya-gaya yang menggeser DPT disebabkan oleh gaya tekanan tanah aktif pada arah horizontal (PaH), gaya tersebut akan ditahan oleh berat konstruksi, gesekan antara tanah dengan dasar DPT, dan tekanan tanah pasif dari tanah di depan DPT. Faktor aman terhadap penggeseran (Fgs), dihitung sebagai berikut:

$$F_{gs} = \frac{\Sigma R_h}{\Sigma p_a H} = \frac{(296.844) \tan (2/3 \times 33.33) + (2/3 \times 4.707 \times 3.4) + 13.426}{44.680}$$

$$= 3.255 > 1.5$$

Tekanan tanah aktif arah lateral (PaH) cenderung menggulingkan DPT dengan pusat rotasi pada titik O, momen yang melawan penggulingan diperoleh dari momen akibat berat konstruksi ditambah momen akibat tekanan tanah aktif arah vertikal (PaV) dan momen dari tekanan tanah pasif.

Faktor aman akibat penggulingan (Fgl), dihitung sebagai berikut:

$$Fgl = \frac{\Sigma Mw}{\Sigma Mgl} = \frac{591.653 + 7.481 + 5.945}{62.398} = 9.697 > 1.5$$

Titik kerja gaya resultan dihitung dari titik O adalah:

$$d = \frac{\Sigma Mw - \Sigma Mgl}{\Sigma V + PaV} = \frac{591.653 - 62.398}{296.844 + 16.262} = 1.7 \text{ m}$$

Nilai eksentris:

$$e = \frac{B}{2} - d = \frac{3.4}{2} - 1.7 = 0.01 \text{ m} < \frac{B}{6} = \frac{3.4}{6} = 0.567 \text{ m}$$

Berarti lebar fondasi $B = 3.7$ meter memenuhi dan berada di antara $0.5H$ sampai $0.7H$. Tekanan akibat beban struktur pada tanah dasar pondasi dihitung dengan memakai cara lebar efektif pondasi (asumsi Meyerhof):

$$q = \frac{\Sigma V + PaV}{B - 2e} = \frac{296.844 + 16.262}{3.4 + 2(0.01)} = 92.616 \text{ kN}$$

Kapasitas dukung ultimit dihitung dengan menggunakan persamaan Hansen (1970) dan Vesic (1975) untuk beban miring dan eksentris:

$$qu = dc \cdot ic \cdot c \cdot Nc + dq \cdot iq \cdot Df \cdot \gamma \cdot Nq + d\gamma \cdot iy \cdot 0.5 \cdot B \cdot \gamma \cdot Ny \quad (3)$$

Nilai faktor kapasitas dukung untuk $\theta = 33.33^\circ$, yaitu $Nc = 40.169$, $Nq = 27.545$, dan $Ny = 26.321$. Perhitungan faktor kedalaman pondasi dan faktor kemiringan beban disajikan pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5
Nilai Faktor Kedalaman Pondasi (Hansen, 1970)

Faktor kedalaman	Nilai	
dc	$1 + 0.4(D/B)$	1.108
dq	$1 + 2(D/B) \tan^2 \theta (1 - \sin \theta)^2$	1.072
dy	1	1

Tabel 6
Nilai Faktor Kemiringan Beban (Hansen, 1970)

Faktor kemiringan beban	Nilai	
iq	$\left[1 - \frac{0.5H}{V + A'Ca \cot \theta} \right]^5$	0.962
iy	$\left[1 - \frac{0.7H}{V + A'Ca \cot \theta} \right]^5$	0.948

Faktor kemiringan beban	Nilai
ic	$iq - \frac{(1 - iq)}{Nq - 1}$
	0.959

$$qu = (1.108) (0.959) (4.746) (40.169) + (1.072) (0.962) (6) (16.058) (27.545) + (1) (0.948) 0.5 (3.7) (15.563) (26.321)$$

$$qu = 3657.864 \text{ kN}$$

$$\text{Faktor aman terhadap keruntuhan kapasitas dukung: } F = \frac{qu}{q} = \frac{3657.864}{102.118} = 35.820 > 3$$

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian tanah, diperoleh data tanah urugan pada lapisan di belakang DPT adalah: berat isi tanah (γ) = 14.612 kN/m³, kohesi (c) = 6.472 kN/m², sudut geser dalam (ϕ) = 35.25 derajat. Data tanah dasar dibawah DPT adalah: berat isi tanah (γ) = 14.122 kN/m³, kohesi (c) = 4.707 kN/m², sudut geser dalam (ϕ) = 33.3 derajat. Dinding penahan tanah didesain dengan lebar 3.4 meter dan total tinggi 5.5 meter dengan sudut kemiringan tanah sebesar 20 derajat. Material DPT didesain dari beton. Keruntuhan struktur DPT dipengaruhi oleh gaya dari beban lalu lintas dan tanah di belakang DPT. Untuk menahan gaya tersebut stabilitas struktur DPT ditinjau pengaruh gaya berat struktur DPT dan tanah di depan kaki DPT. Stabilitas terhadap guling diperoleh Fgl sebesar 9.697, stabilitas terhadap geser diperoleh Fgs sebesar 3.255 dan stabilitas terhadap keruntuhan kapasitas dukung tanah diperoleh 35.820. Dari ketiga tinjauan stabilitas tersebut menunjukkan bahwa struktur DPT memenuhi syarat aman terhadap beban-beban yang bekerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Hardiyatmo, C. (2017). *Analisis dan Perancangan Fondasi I* (3 ed.). Gadjah Mada University Press.
- Kalalo, M., Tico, J. H., & Mandagi, A. T. (2017). Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah (Studi Kasus: Sekitar Areal PT. Trakindo, Desa Maumbi, Kabupaten Minahasa Utara). *Jurnal Sipil Statik*, 5(5), 285–294.
- Wagola, E. S., & Rasyid, M. (2020). Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever pada Landfill TPA Kota Masohi Kabupaten Maluku Tengah Provinsi Maluku. *REKAYASA SIPIL*, 14(1), 70–74.