

PERENCANAAN DINDING PENAHAN TANAH DI AREA APARTEMEN BEGAWAN TLOGOMAS KOTA MALANG DITINJAU DARI SEGI BIAYA

Najiatul Musarrafah¹, Warsito², Bambang Suprpto³

- 1) Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Malang, email: musarrafahnajiatul@gmail.com
- 2) Dosen Teknik Sipil Universitas Islam Malang, email: warsito@unisma.ac.id
- 3) Dosen Teknik Sipil Universitas Islam Malang, email: bambang.suprpto@unisma.ac.id

ABSTRAK

Apartemen Begawan memiliki luas lahan $\mp 10.430 \text{ m}^2$ terletak di jalan Tlogomas Nomor 1-3 Malang yang terdiri dari bangunan 22 lantai dengan *basement* 2 lantai, di sebelah utara apartemen memiliki lereng dan terdapat tanah urugan yang sangat tinggi sehingga membutuhkan dinding penahan tanah untuk menahan pergerakan tanah lateral, dinding yang dipilih adalah perbandingan antara dinding kantiliver dan gravitasi. Didapat pada masing-masing dinding stabilitas dinding. Adapun stabilitas dinding penahan gravitasi sebagai berikut: stabilitas guling : $5.74 > 1.5$ (Aman), stabilitas geser : $3.81 > 1.5$ (Aman) dan stabilitas daya dukung : $8.21 > 2.5$ (Aman). Stabilitas dinding kantiliver yaitu sebagai berikut: stabilitas geser : $3.38 > 1.5$ (Aman), stabilitas guling : $4.47 > 1.5$ (Aman) dan stabilitas daya dukung : $9.31 > 2.5$ (Aman). Estimasi biaya yang diperlukan penahan gravitasi sebesar Rp. 14,647,534,035 dan penahan kantiliver sebesar Rp. 23,234,572,536.

Kata Kunci : *Dinding Penahan, Stabilitas*

ABSTRACT

Begawan Apartment has a land area of $10,430 \text{ m}^2$ located on the Tlogomas No. 1-3 Malang consisting of a 22-story building with a 2-story basement, in the north the apartment has a slope and there is a very high landfill so it requires a retaining wall to resist lateral ground movement, the wall chosen is the ratio between the cantilever wall and gravity. Obtained on each wall wall stability. The stability of the retaining wall of gravity is as follows bolster stability: $5.74 > 1.5$ (Safe), shear stability: $3.81 > 1.5$ (Safe) and carrying capacity stability: $8.21 > 2.5$ (Safe). Cantilever wall stability is as follows shear stability: $3.38 > 1.5$ (Safe), rolling stability: $4.47 > 1.5$ (Safe) and carrying capacity stability: $9.31 > 2.5$ (Safe). The estimated cost required to hold gravity is Rp. 14,647,534,035 and cantilever restraint of Rp. 23,234,572,536.

Keywords: *Retaining Wall, Stability*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

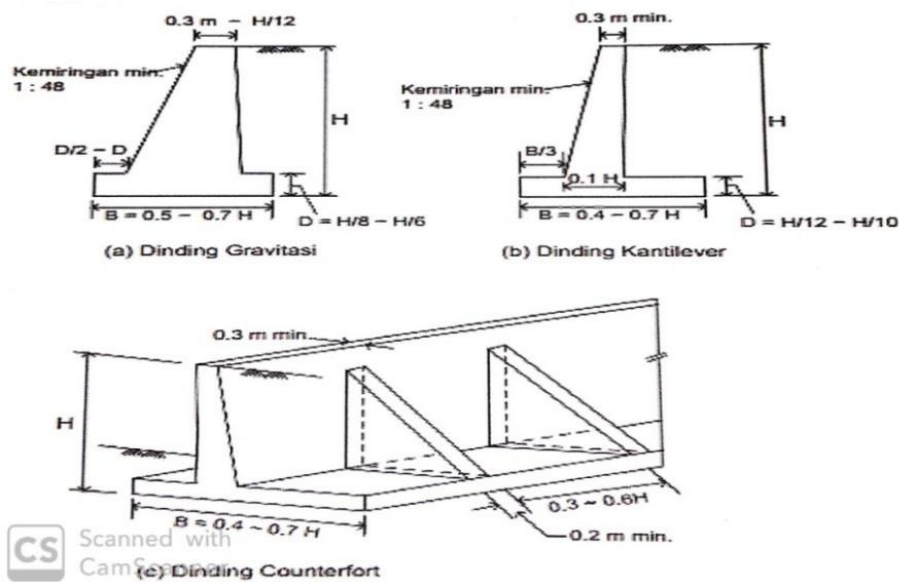
Bangunan Apartemen yang memiliki luas $\pm 10.430 \text{ m}^2$ berada pada jalan Tlogomas No. 1-3 Malang yang terdapat dari 22 lantai beserta 2 lantai basemen.. Adapun batas utara proyek adalah sungai Brantas yang mana diatas sungai tersebut terdapat tanah urugan yang sangat tinggi sehingga memerlukan kontruksi yang dapat menahan terjadinya kelongsoran terhadap tanah tersebut.

Dinding penahan tanah adalah suatu kontruksi yang digunakan untuk menahan pergerakan tanah lateral, dalam pembangunan dinding penahan tanah perlu diperhatikan yaitu dimensi yang direncanakan harus aman dari stabilitas guling, geser dan daya dukung tanah.

TINJAUAN PUSTAKA

Dinding penahan tanah adalah sebuah kontruksi yang digunakan untuk membantu menahan pergerakan tanah lateral dan untuk mencegah terjadinya keruntuhan tanah yang kemantapannya tidak dapat dijamin oleh tanah itu sendiri(Hardiyatmo,2014).

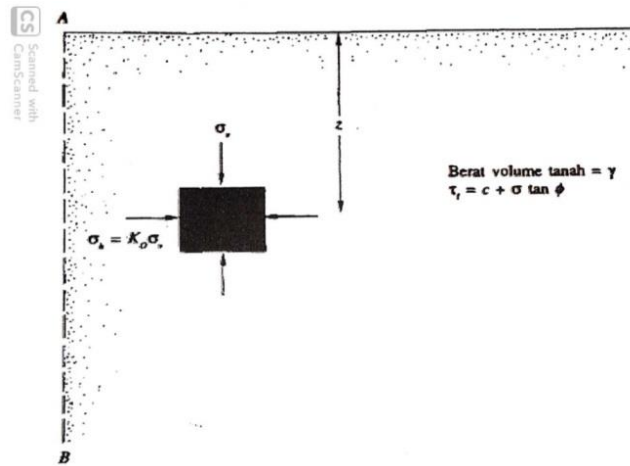
jenis- jenis dinding penahan tanah diantaranya dinding penahan Gravitasi, Kantiliver dan Counterfort.



Gambar 1. Jenis- Jenis Dinding Penahan Tanah
(Hardiyatmo,2014)

Perhitungan Stabilitas Dinding Penahan Tanah

- Tekanan Tanah Lateral
- Tekanan Tanah Diam



Gambar 2. Tekanan Dalam Keadaan Diam
(Sumber: Braja M. Das, 1995)

Teori Rankine

Teori Rankine (1857) dalam mengasumsi tekanan tanah lateral dilakukan analisis sebagai berikut :

- Kedudukan keseimbangan plastis tanah dalam, yaitu setiap tanah dalam keadaan tepat akan terjadi keruntuhan.
- Tanah dibelakang urugan tidak berkoheksi ($c=0$)
- Dinding yang bergesekan dan urugan diabaikan atau permukaan dinding yang dianggap licin ($\delta=0$)

Stabilitas Penggeseran (*Sliding*)

Gaya- gaya yang menggeser dinding penahan tanah akan ditahan oleh gesekan antara tanah dan dasar pondasi, dan tekanan tanah pasif jika di depan dinding penahan terdapat tanah.

$$Fgs = \frac{\sum Rh}{\sum Ph} = \frac{\sum Rh}{\sum Pah + \sum Pph} > 1.5 (OK)$$

$$\sum Rh = cd \cdot B + \sum W \tan \delta b$$

$$\sum ph = \text{Jumlah gaya- gaya horizontal (kN)} (Pah + Pph)$$

$$\sum Rh = \text{tahanan dinding terhadap geser}$$

$$W = \text{Berat seluruh dinding penahan dan tanah yang terdapat diatas plat pondasi (kN)}$$

$$\delta b = \text{Sudut gesek antara tanah dan dasar pondasi biasanya diambil } 1/3 - 2/3.$$

$$ca = ad \times c = \text{adhesi antara tanah dan dasar dinding}$$

$$c = \text{Koheksi tanah terdasar (kN/m}^2\text{)}$$

$$ad = \text{Faktor adhesi}$$

Stabilitas Penggulingan (*Overtuning*)

Pergerakan tanah lateral dibelakang dinding penahan yang diakibatkan tanah urugan, sering terjadi penggulingan rotasi pada ujung kaki depan pondasi.

$$Fgl = \frac{\sum Mw}{\sum Mgl} = \frac{\sum Mw}{\sum Pah + \sum Pav} > 1.5 (OK)$$

Dimana :

$$\sum Mw = Wb$$

$$\sum Mgl = \sum Pah + \sum Pav$$

ΣMw = Momen yang menahan penggulingan (kN.m)

ΣMgl = Momen yang mengakibatkan terjadinya penggulingan (kN.m)

W = Berat total dinding penahan dan tanah diatas pelat pondasi (kN)

B = Lebar Pondasi (m)

ΣPv = jumlah gaya- gaya vertikal (kN)

Stabilitas Terhadap Daya Dukung Tanah

Menghitung dengan persamaan Hansen (1970) dan Vesic (1975) untuk mengetahui kapasitas daya dukung ultimit

$$qu = dc ic Nc + dq iq Df \gamma Nq + d\gamma iy 0.5 B\gamma N\gamma$$

Dimana :

$dc, dq, d\gamma$ = Faktor kedalaman

$ic, iq, i\gamma$ = Faktor kemiringan beban

γ = Berat volume tanah (kN/m³)

B = Lebar pondasi dinding penahan tanah (m)

e = Eksentrisitas beban (m)

$Nc, Nq, N\gamma$ = Faktor- faktor kapasitas dukung hansen

Faktor aman terhadap keruntuhan kapasitas dukung didefinisikan sebagai berikut :

$$F = \frac{qu}{q'} > 2.50 (OK)$$

Jika dihitung dengan berdasarkan lebar pondasi efektif yaitu tekanan tanah pondasi ketanah dasar terbagi rata secara sama, bila:

$$q = \frac{2V}{3(B-2e)} \text{ (Jika } e \geq B/6)$$

Dalam perancangan, lebar pondasi dinding penahan (B) sebaiknya dibuat sedemikian hingga $e < (B/6)$.

Analisa Anggaran Biaya

Menurut Soedradjat pada bukunya yang berjudul “Analisa (Cara Modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan “ yaitu perencanaan anggaran biaya merupakan perhitungan volume kegiatan, harga bahan dan harga pekerjaan pada kontuksi tersebut.

Biaya = Volume x Harga satuan

METODOLOGI PENELITIAN

Pengumpulan Data

1. Data Lokasi
2. Data Tanah
3. Data Teknis
4. Data HSPK

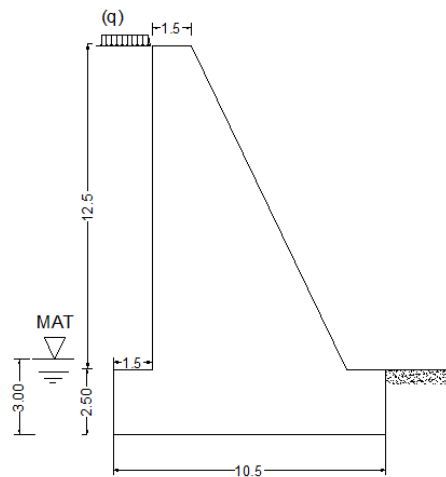
Tahap Perencanaan

1. Perhitungan Dimensi dinding penahan tanah
2. Perhitungan Tekanan tanah
3. Perhitungan Stabilitas Dinding Penahan Tanah
 - a. Stabilitas Geser
 - b. Stabilitas Guling
 - c. Stabilitas Daya Dukung Tanah
4. Perhitungan Estimasi Biaya
 - a. Perhitungan volume kegiatan
 - b. Perhitungan harga total

PEMBAHASAN

Pendimensian Dinding Gravitasi

Tinggi (H) = 15 meter (diasumsi dari Data Teknis)
Atas (a) = $H/12$
= $15/12 = 1.25 \text{ m} = 1.5 \text{ m}$
Bawah (b) = $0.5 \sim 0.7 H$
= $0.7 \times 15 = 10.5 \text{ m}$
Lebar tumit (I) = $H/8 \sim H/6$
= $15/6 = 2.5 \text{ m}$
Tebal tumit (D) = $0.5 \times 2.5 = 1.5 \text{ m}$



Gambar 3. Dimensi Dinding Penahan Gravitasi

Perhitungan Tekanan Tanah

Data tanah sebagai berikut:

1. $\phi = 32^\circ$
2. $C = 3.6 \text{ t/m}^2$
3. $\gamma = 1.1 \text{ t/m}^3$

A. Koefisien Tanah

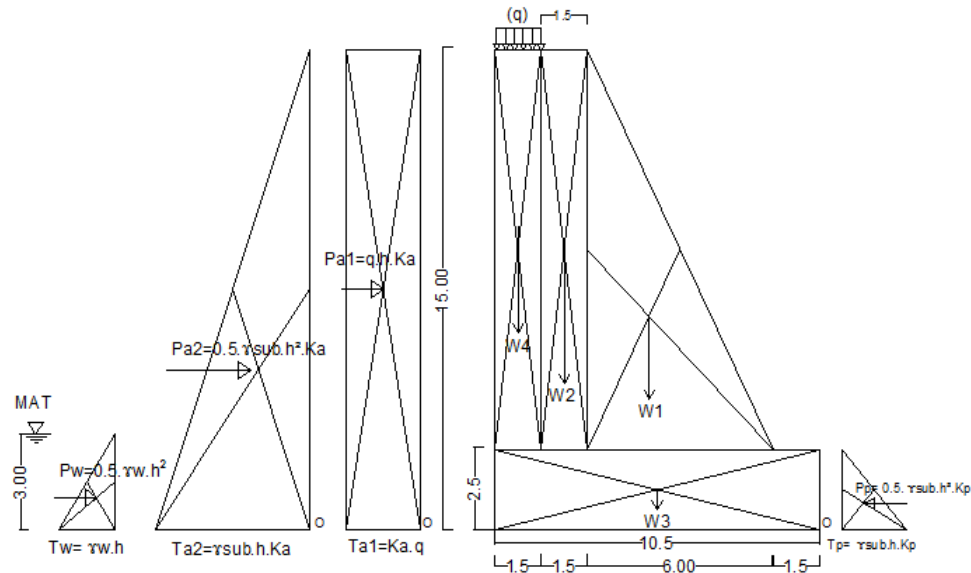
Tanah Aktif (K_a)

$$K_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \frac{1 - \sin 32^\circ}{1 + \sin 32^\circ} = 0.308$$

Tanah Pasif (K_p)

$$K_p = \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} = \frac{1 + \sin 32^\circ}{1 - \sin 32^\circ} = 3.246$$

B. Tekanan Tanah Aktif dan Pasif



Gambar 4. gaya yang bekerja pada dinding penahan tipe gravitasi

Tabel 1. Perhitungan Gaya dan Momen yang Terjadi

No	Gaya (ton)				Jarak (m)		Momen terhadap O (tm)	
	Luas V	V	Luas H	H	X	Y	MV	MH
W1	(0.5x 6 x12.5)x 2.2	82.5			5.5		453.75	
W2	(1.5 x12.5)x 2.2	41.25			8.25		340.312	
W3	(10.5 x 2.5)x 2.2	57.75			5.25		303.187	
W4	(1.5 x 12.5)x 1.1	20.625			9.75		201.093	
q	1.5 x 1.1	1.65			9.75		16.087	
Pp			0.5x3.24 x1.1 x 2.5 ²	11.159		-0.833		-9.299
Pa1			0.308 x 1.1 x 15	5.082		7.5		38.120
Pa2			0.5 x 1.1 x 0.308x 15 ²	38.12		5		190.602
Pw			0.5 x 1 x 3 ²	49.5		1		49.5
	$\Sigma V =$	203.775	$\Sigma H =$	59.312			$\Sigma MV=1314.431$	$\Sigma MH=224.373$

Sumber: Perhitungan

Kestabilan terhadap Guling

$$F_{gl} = \frac{\Sigma MW}{\Sigma Mgl} = \frac{1314.431}{(38.1205+190.602)} = \frac{1314.431}{228.723} = 5.746$$

$$F_{gl} = 5.746 > 1.5 \text{ (Aman)}$$

Kestabilan Terhadap Geser

$$F_{gs} = \frac{\Sigma Rh}{\Sigma ph} = \frac{164.955}{(5.082+38.120)} = \frac{163.926}{43.203} = 3.818$$

$$F_{gs} > 1.5 \dots 3.818 > 1.5 \text{ (Aman terhadap Geser)}$$

Periksa Eksentrisitas

$$e = \frac{B}{2} - \left(\frac{\sum Mv - \sum Mgl}{\sum v} \right) < \frac{B}{6} = \frac{10.5}{2} - \left(\frac{1314.431 - 228.723}{203.775} \right) = 0.077 < 10.5/6$$

$e = 0.077 < 1.75$ (Aman)

Kestabilan Terhadap Daya Dukung Tanah

$$qu = dc \cdot ic \cdot c \cdot Nc + dq \cdot iq \cdot Df \cdot \gamma \cdot Nq + d\gamma \cdot iy \cdot 0.5 \cdot B \cdot \gamma \cdot N\gamma$$

$$qu = (1.095 \times 0.53 \times 3.6 \times 35.49) + (1.065 \times 0.55 \times 2.5 \times 1.1 \times 23.18) + (1 \times 0.424 \times 0.5 \times 10.5 \times 1.1 \times 20.79)$$

$$qu = 161.733 \text{ t/m}^2$$

Faktor aman terhadap keruntuhan

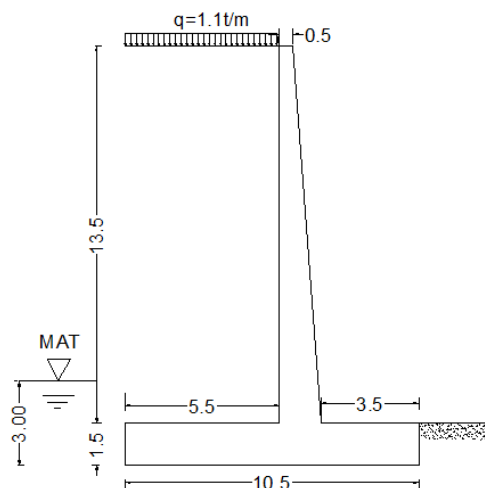
$$F = \frac{qu}{q} > 2.5$$

$$F = \frac{161.733}{19.696} > 2.5$$

$$F = 8.21 > 2.5$$

Pendimensionian Dinding Penahan Kantiliver

Tinggi (H)	= 15 m	(diasumsi dari data teknis)
Atas (a)	= 0.5 m	(min 0.3)
Bawah (b)	= 0.4~ 0.7 H	(Hardiyatmo, H. C, 2014)
	= 0.7 x 15	= 10.5 m
Lebar flens bawah (d)	= H/10~ H/12	
	= 15/10	= 1.5 m
Tebal tumit depan (Td)	= B/3	
	= 10.5 / 3	= 3.5 m
Tumit belakang (Tb)	= B- (Td+d)	
	= 10.5- (3.5+1.5)	= 5.5 m



Gambar 5. Dimensi penahan Kantiliver

a. Koefisien Tanah

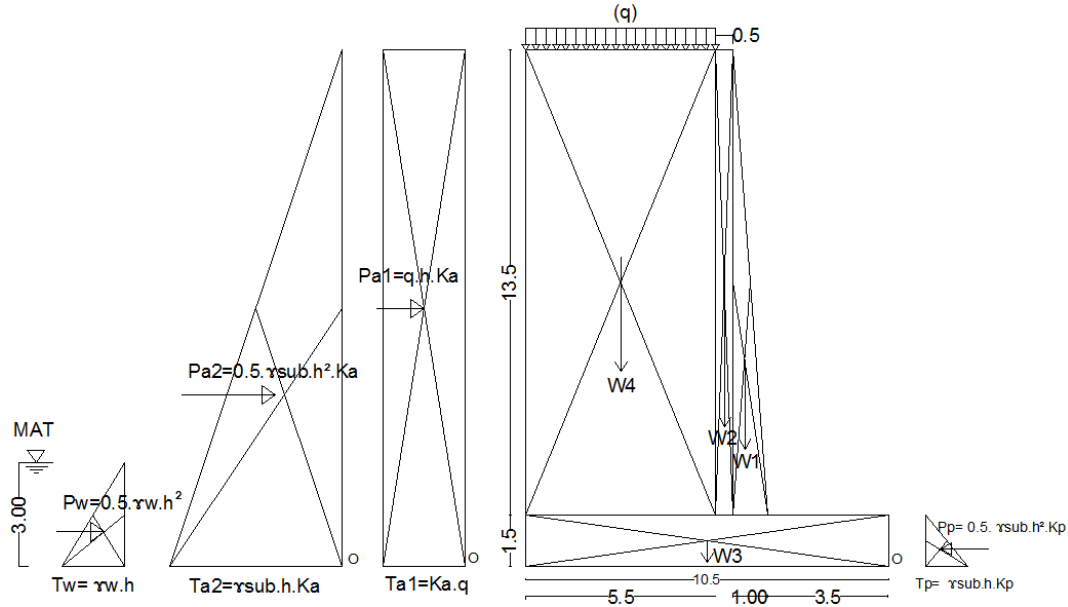
Tanah Aktif (K_a)

$$K_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \frac{1 - \sin 32^\circ}{1 + \sin 32^\circ} = 0.308$$

Tanah Pasif (K_p)

$$K_p = \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} = \frac{1 + \sin 32^\circ}{1 - \sin 32^\circ} = 3.246$$

b. Tekanan Tanah Aktif dan Pasif



Gambar 6. gaya yang bekerja pada dinding penahan tipe Kantiliver

Tabel 2. Perhitungan Gaya dan Momen yang Terjadi

No	Gaya (ton)				Jarak (m)		Momen terhadap O (tm)	
	Luas V	V	Luas H	H	X	Y	MV	MH
W1	$(0.5 \times 13.5 \times 1) \times 2.4$	16.2			4.17		67.554	
W2	$(0.5 \times 13.5) \times 2.4$	16.2			4.75		76.95	
W3	$(10.5 \times 1.5) \times 2.4$	37.8			5.25		198.45	
W4	$5.5 \times 13.5 \times 1.1$	81.675			7.75		632.981	
q	1.1×5.5	6.05			7.75		46.887	
Pp			$0.5 \times 3.246 \times 1.1 \times 1.5^2$	4.017		-0.5		-2.008
Pa1			$15 \times 0.308 \times 1.1$	5.082		7.5		38.120
Pa2			$0.5 \times 0.308 \times 1.1 \times 15^2$	38.120		5		190.602
Pw			$0.5 \times 1 \times 3^2$	4.5		4		18
	$\Sigma W =$	151.875	$\Sigma H =$	51.720			$\Sigma Mw = 1022.823$	$\Sigma MH = 244.714$

Sumber : Perhitungan

Kestabilan terhadap Guling

$$F_{gl} = \frac{\Sigma MW}{\Sigma M_{gl}} = \frac{1022.823}{(190.602 + 38.120)} = \frac{1022.823}{228.723} = 4.471$$

$$F_{gl} = 4.471 > 1.5 \text{ (Aman)}$$

Kestabilan Terhadap Geser

$$F_{gs} = \frac{\Sigma Rh}{\Sigma ph} = \frac{132.57}{(5.082 + 38.120)} = \frac{132.57}{39.185} = 3.383$$

$F_{gs} > 1.5 \dots \dots \dots 3.383 > 1.5$ (Aman terhadap Geser)

Periksa Eksentrisitas

$$e = \frac{B}{2} - \left(\frac{\sum Mv - \sum Mgl}{\sum v} \right) < \frac{B}{6} = \frac{10.5}{2} - \left(\frac{1022.823 - 228.723}{151.875} \right) = 0.021 < 10.5/6$$

$e = 0.021 < 1.75$ (Aman)

Kestabilan Terhadap Daya Dukung Tanah

$$q_u = dc.ic.c.Nc + dq.iq.Df.\gamma.Nq + d\gamma.i\gamma.0.5.B.\gamma.N\gamma$$

$$q_u: (1.057 \times 0.5004 \times 3.6 \times 35.49) + (1.039 \times 0.522 \times 1.5 \times 1.1 \times 23.18) + (1 \times 0.392 \times 0.5 \times 10.5 \times 1.1 \times 20.79)$$

$$q_u = 135.255 \text{ m}^2$$

Faktor aman terhadap keruntuhan

$$F = \frac{q_u}{q} > 2.5$$

$$F = \frac{135.255}{14.523} > 2.5$$

$$F = 9.312 > 2.5$$

Penulangan Penahan Kantiliver

$$\begin{aligned} M_u &= 0.5 \gamma 1 y^2 K_a (y/3) (1.2) + 0.5 q y^2 K_a (1.6) \\ &= 0.5 \times 1.1 \times y^3 \times (0.308/3) (1.2) + 0.5 \times 1.1 \times y^2 \times 0.308 \times (1.6) \\ &= 0.067y^3 + 0.271y^2 \dots \dots \dots (a) \end{aligned}$$

Gaya lintang terfaktor :

$$\begin{aligned} V_u &= 0.5 \gamma 1 y^2 K_a (1.2) + 0.5 q y K_a (1.6) \\ &= 0.5 \times 1.1 \times y^2 \times 0.308 (1.2) + 0.5 \times 1.1 \times y \times 0.308 (1.6) \\ &= 0.203y^2 + 0.542y \dots \dots \dots (b) \end{aligned}$$

Tabel 3. Hasil perhitungan momen dan gaya lintang terfaktor

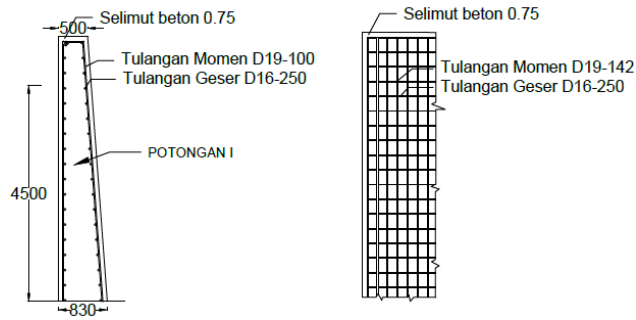
Potongan	y	y ²	y ³	Vu(ton)	Mu(t.m)
I-I	4.5	20.25	91.125	6.549	11.593
II-II	9	81	729	21.321	70.794
III-III	13.5	182.25	2460.375	44.313	214.234

Kebutuhan Tulangan Momen

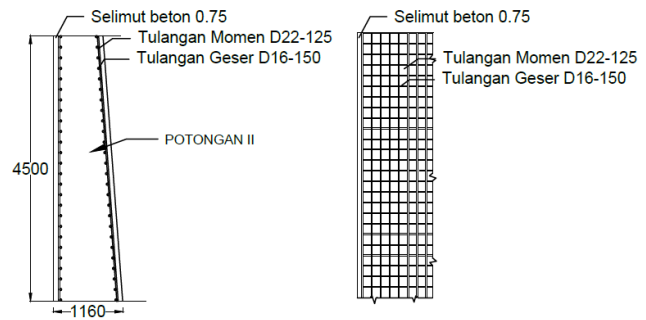
Tabel 4. Kebutuhan Tulangan Momen

Potongan	Mu (kN.m)	Rn (Mpa)	m	Pmin	P perlu	P max	As Perlu (mm ²)	As min (1)(mm ²)	As max (mm ²)	As ada (mm ²)	Tulangan Tarik	As' (mm)	Tulangan tekan
I	113.728	0.262	15.686	0.002	0.0006	0.025	2208	117.473	18400	1983.695	D19-142	2011	D16-100
II	694.489	0.768	15.686	0.002	0.0019	0.025	3189	141.178	26575	3039.52	D22-125	3041	D22-125
III	2101.644	1.340	15.686	0.002	0.0034	0.025	4760	162	35000	4906.25	D25-100	3041	D22-125

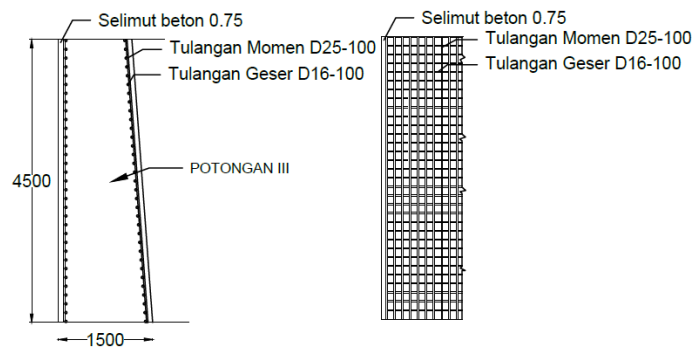
Sumber: Perhitungan



Gambar 7. Penulangan Pot I-I



Gambar 8. Penulangan Pot II-II



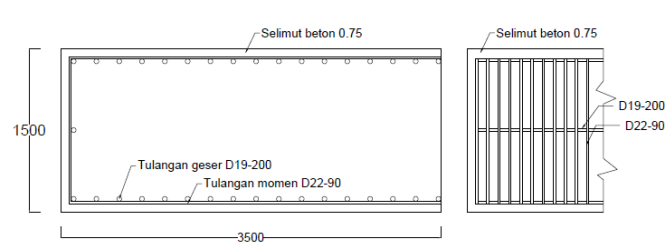
Gambar 9. Penulangan Pot III-III

Kebutuhan Tulangan Momen Plat Kaki

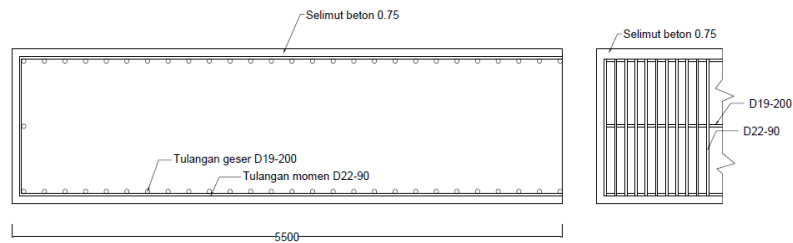
Tabel 5. Kebutuhan tulangan Kaki

Potongan	Mu (kN.m)	Rn (Mpa)	m	Pmin	P perlu	P max	As Perlu (mm ²)	As min (mm ²)	As max (mm ²)	As ada (mm ²)	Tulangan Tarik	As' mm	Tulangan Tekan
IV	11.053	0.0070	15.686	0.002	0.003	0.025	4209	162	35000	4179.34	D22-90	3801	D22-100
V	806.651	0.5122	15.686	0.002	0.003	0.025	4209	162.192	35000	4179.34	D22-90	3801	D22-100

Sumber : Perhitungan



Gambar 10. Penulangan Pot Kaki IV-IV



Gambar 11. Penulangan Pot Kaki V-V

Analisa Estimasi Biaya Dinding Gravitasi dan Kantiliver

Tabel 6. Kebutuhan Biaya Dinding Gravitasi

PEKERJAAN DINDING GRAVITASI					
NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME	HARGA SATUAN	HARGA
1	Pembersian Lahan	m ²	1651.2	Rp.8,347.5	Rp.137,833,92
2	Pemasangan Bowplank	m'	388.25	Rp.132,942.5	Rp.51,614,925.63
3	Uitzet dengan Theodolit	m'	171.5	Rp.5,575	Rp.956,112.5
4	Penggalian tanah dengan alat berat	m ³	18963	Rp.237166.99	Rp.4,497,397,631
5	lantai kerja K-100	m ³	90.3	Rp.696,995	Rp.62,938,648.5
6	Pengurugan Tanah dengan pemadatan setelah pegecoran	m ³	6192	Rp.223,243	Rp.1,382,320,656
7	Bekisting	m ²	5676	Rp.436,543.8	Rp.2,477,822,609
8	Pemasangan batu kali 15cm	m ³	14181.4	Rp.531,895.3	Rp.7,543,020,716
TOTAL BIAYA PEKERJAAN PENAHAN GRAVITASI					Rp.14,647,534,035

Sumber: Perhitungan

Tabel 7. Kebutuhan Biaya Dinding Kantiliver

PEKERJAAN DINDING KANTILIVER					
NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME	HARGA SATUAN	HARGA
1	Pembersian Lahan	m ²	1651.2	Rp.8,347.5	Rp.137,833,92
2	Pemasangan Bowplank	m'	388.25	Rp.132,942.5	Rp.51,614,925.63
3	Uitzet dengan Theodolit	m'	171.5	Rp.5,575	Rp.956,112.5
4	Penggalian tanah dan pengangkutan dengan alat berat	m ³	18963	Rp.237166.99	Rp.4,497,397,631
5	lantai kerja K-100	m ³	90.3	Rp.696,995	Rp.62,938,648.5
6	Pengurugan Tanah dengan pemadatan setelah pegecoran	m ³	13618.53	Rp.223,243	Rp.1,382,320,656
7	D19	kg	12082,14	Rp.19,327.25	Rp.233,514,540.3
8	D22	kg	35366.64	Rp.19,327.25	Rp.683,539,892.9
9	D25	kg	29799	Rp.19,327.25	Rp.575,932,722.8
10	Bendrat	kg	7724,778	Rp. 16,000	Rp.123,596,448
11	Bekisting	m ²	6708	Rp.436,543.8	Rp.2,477,822,609
12	Pengecoran	m ³	5031	Rp.2197283.5	Rp.11,054,533,741
TOTAL BIAYA PEKERJAAN PENAHAN KANTILIVER					Rp.23,234,572,536

Sumber Perhitungan

PENUTUP

Kesimpulan

1. Dimensi yang didapat dari perhitungan rumus dinding penahan tanah adalah tipe gravitasi dengan Tinggi dinding (H) = 15 m , Lebar bawah (B) = 10,5 m, lebar atas (a) = 1,5 m , Lebar tumit (D) = 2,5

m , Tebal tumit (I) = 1,5 m .Dimensi dinding penahan tipe kantiliver ; Tinggi dinding (H) = 15 m, Lebar atas (a) = 0,5 m, Lebar bawah (B) = 10,5 m, Tumit depan (Td) = 3,5 m, Tumit belakang (Tb) = 5,5m

2. Berdasarkan hitungan stabilitas dinding penahan yang telah didapat stabilitas penahan Gravitasi yaitu : Stabilitas geser $3.81 > 2.5$ (aman), stabilitas guling $5.74 > 2.5$ (aman) dan stabilitas daya dukung tanah $8.21 > 2.5$ (aman). Stabilitas penahan kantiliver yaitu: Stabilitas Stabilitas geser $3.38 > 2.5$ (aman), stabilitas guling $4.47 > 2.5$ (aman) dan stabilitas daya dukung tanah $9.31 > 2.5$ (aman).
3. Anggaran biaya yang didapat dari kedua dinding memiliki selisih yang cukup besar, anggaran biaya penahan gravitasi yaitu Rp. 14,647,534,035 dan anggaran biaya penahan kantiliver Rp.23,234,572,536.

DAFTAR PUSTAKA

1. Badan Standardisasi Nasional, 2017. *RSNI Geoteknik. SNI 03-2847- 2013* Jakarta : Badan Standardisasi Nasional
2. Braja, M. Das, 1994. *Mekanika Tanah Prinsip- prinsip Rekayasa Geoteknis Jilid 2. Penerbit Erlangga, Jakarta.*
3. Harry Crhristady, Hardiyatmo, 2014. *Analisis dan Perancangan Fondasi II* (Edisi ke- 3, cetakan pertama). Yogyakarta: UGM Press.
4. Harry Crhristady, Hardiyatmo, 2014. *Analisis dan Perancangan Fondasi I* (Edisi ke- 3, cetakan pertama). Yogyakarta: UGM Press.
5. Soedradjat, I.A, 1984. *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan* Bandung: Nova