

ANALISIS STABILITAS TALUD BRONJONG UIN SUNAN KALIJAGA YOGYAKARTA

Oleh:

Muhammad Rosihun¹⁾, Endaryanta²⁾

¹⁾Jurusan Pendidikan Teknik Sipil Universitas Negeri Yogyakarta

²⁾Alumni Jurusan Pendidikan Teknik Sipil Universitas Negeri Yogyakarta

ABSTRACT

Talud is a building that was built to prevent the collapse of steep soil or slopes where stability can not be guaranteed by the slope itself. The analysis in this final project aims to determine whether or not securely retaining wall located at the Gajah Wong River UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, strong bearing on the stability of the soil, slide and bolster the influence of the earthquake were included. Method of stability analysis talud bronjong Gajah Wong River UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta using the formula of the source book Harry Christady Hardiyatmo, Foundations of Engineering I, 2006, namely in the Terzaghi equations, equations Hansen (1970) and Vesic (1975). Talud Bronjong at Gajah Wong River UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta secure in looking it from the stability of shift. Talud Bronjong at Gajah Wong River UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta secure in the stability of the overthrow because of $F_{gl} > sf$. Talud Bronjong at Gajah Wong River UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta secure in the carrying capacity of land due to $Q_{max} \leq q_a$ ie $581.4 \leq 833.64$ KN/m².

Keywords: Analysis, Stability, Talud

PENDAHULUAN

Pembangunan dinding penahan tanah /turap / talud di bantaran sungai merupakan salah satu upaya untuk perlindungan manusia dari erosi, selain itu juga untuk menambah estetika. Dengan menambah keindahan bantaran sungai diharapkan dapat mendorong masyarakat menjaga kebersihan dan kelestarian sumber daya air dengan tidak membuang sampah ke sungai.

Tujuan pembuatan dinding penahan tanah/ talud dan tanggul bronjong yaitu untuk mencegah terjadinya erosi pada bantaran sungai bila terjadi curah hujan yang tinggi/banjir. Diharapkan dengan adanya talud ini akan mengurangi dampak bencana seperti banjir, tanah longsor di sungai yang sering terjadi di musim hujan.

Keadaan dinding penahan tanah (turap) yang representative adalah hal yang tidak dapat di tawar-tawar lagi demi keselamatan masyarakat yang bermukim dipinggir-pinggir daerah yang mengandalkan dinding penahan tanah sebagai penopang pondasi bangunannya. Karena banyak rumah-rumah yang berada di daerah pinggiran sungai, maka dinding penahan tanah harus dapat menahan tekanan tanah, beban pondasi dan bobot rumah itu sendiri (tidak boleh runtuh).

Pembangunan dinding penahan tanah (turap) harus benar-benar berdasarkan perhitungan kestabilan dan faktor keselamatan karena kesalahan yang terjadi dalam pembangunan dinding penahan tanah dapat berakibat fatal yaitu kerugian harta benda dan hilangnya korban jiwa.

Dinding penahan dapat dikatakan aman apabila dinding penahan tersebut telah diperhitungkan faktor keamanannya, baik terhadap bahaya pergeseran, bahaya penggulingan, kemampuan daya dukung tanah, dan patahan tubuh konstruksi.

Sebagai studi kasus dalam kajian/analisis ini ialah bangunan talud / turap bronjong di sungai Gajah Wong dekat UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Rumusan masalah yang bisa diambil dari obyek kajian ini ialah sebagai berikut. (1). Apakah dinding penahan tanah / turap di UIN ini aman terhadap gaya pergeseran? (2). Apakah dinding penahan tanah / turap ini aman terhadap penggulingan? (3). Apakah dinding penahan tanah / turap ini aman terhadap kuat dukung tanah? (4). Apakah dinding penahan tanah ini aman dari patahnya tubuh konstruksi?

Untuk mencari solusi dari masalah itu dilakukan perhitungan analisis stabilitas bangunan talud bronjong ini menggunakan data data yang tersedia. Stabilitasnya meliputi (1) stabilitas terhadap guling, (2) stabilitas terhadap geser, (3) stabilitas terhadap kuat dukung tanah dasar, (4). Stabilitas terhadap patahnya tubuh talud.

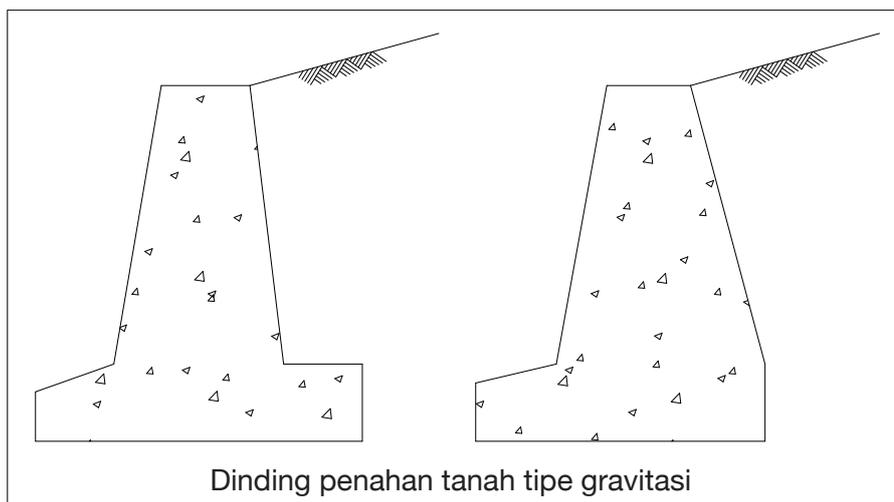
KAJIAN PUSTAKA

Pengertian Dinding Penahan Tanah

Menurut Suyono Sosrodarsono,1980 dinding penahan tanah merupakan suatu bangunan yang dibangun untuk mencegah keruntuhan tanah yang curam atau lereng dimana kestabilannya tidak dapat dijamin oleh lereng itu sendiri. Ada beragam type dinding penahan tanah (Hardiyatmo,2009), yaitu sebagai berikut.

1. Dinding gravitasi

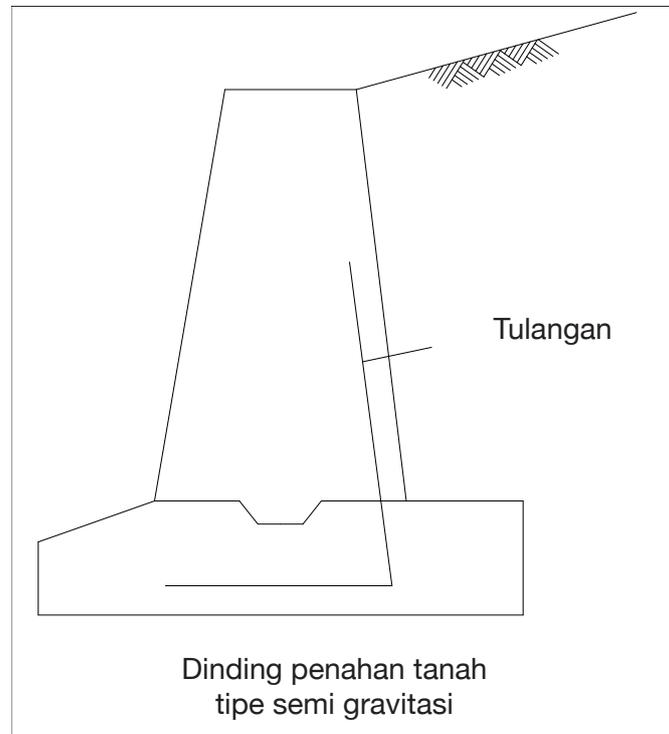
Dinding ini dibuat dari beton tidak bertulang atau pasangan batu, terkadang pada dinding jenis ini dipasang tulangan pada permukaan dinding untuk mencegah retakan permukaan akibat perubahan temperatur.



Gambar 1. Dinding penahan tanah tipe gravitasi.

2. Dinding semi gravitasi

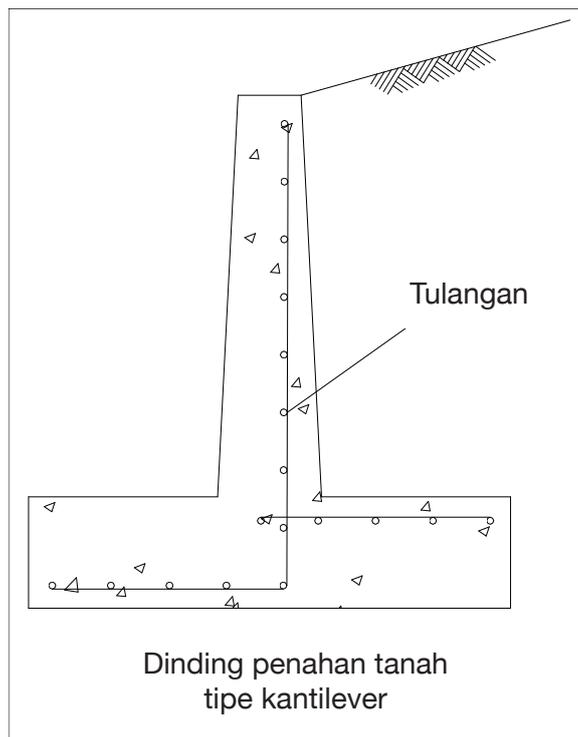
Merupakan dinding gravitasi yang berbentuk lebih ramping. Pada bagian dinding dipasang tulangan beton yang berfungsi sebagai pasak. Tulangan dipasang untuk menghubungkan bagian dinding dan pondasi.



Gambar 2. Dinding penahan tanah tipe semi gravitasi.

3. Dinding kantilever

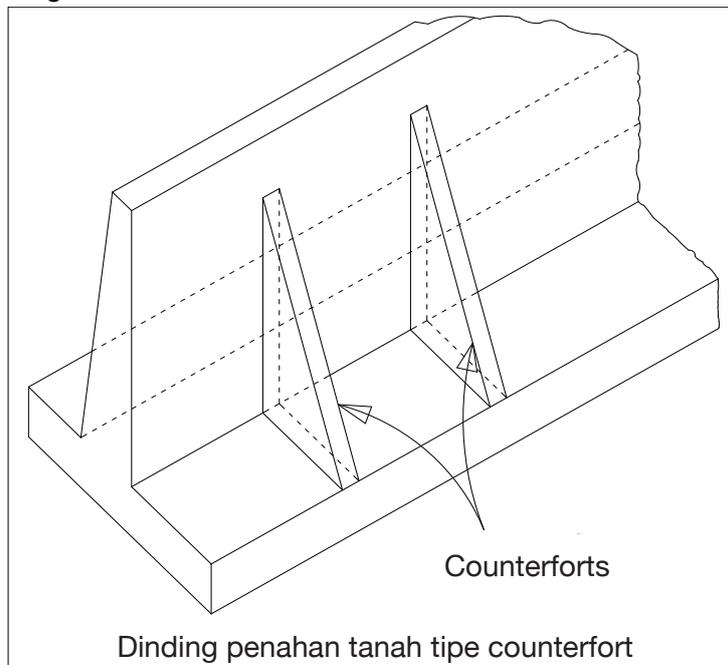
Dinding ini terdiri dari kombinasi dinding dengan beton bertulang yang berbentuk huruf T. Ketebalan dari kedua bagian relatif tipis dan secara penuh diberi tulangan untuk menahan momen dan gaya lintang yang bekerja pada dinding tersebut.



Gambar 3. Dinding penahan tanah tipe kantilever.

4. Dinding *counterfort*

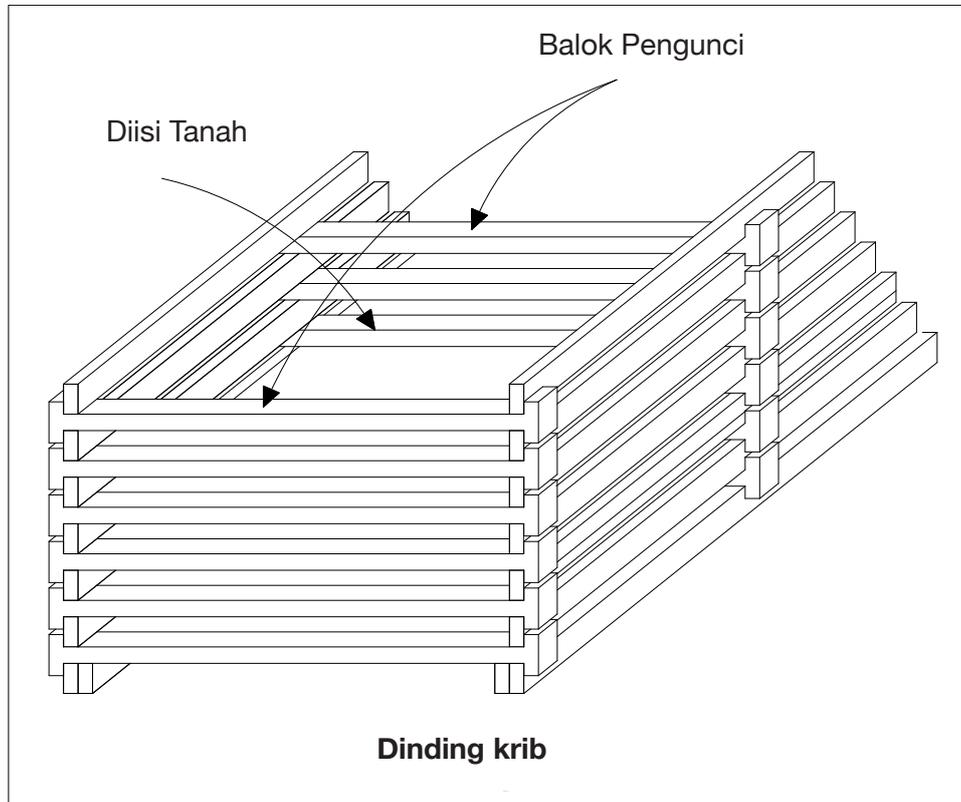
Dinding ini terdiri dari dinding beton bertulang tipis yang di bagian dalam dinding pada jarak tertentu didukung oleh pelat/dinding vertikal yang disebut *counterfort* (dinding penguat). Ruang di atas pelat pondasi diisi dengan tanah urug.



Gambar 4. Dinding penahan tanah tipe *counterfort*.

5. Dinding krib

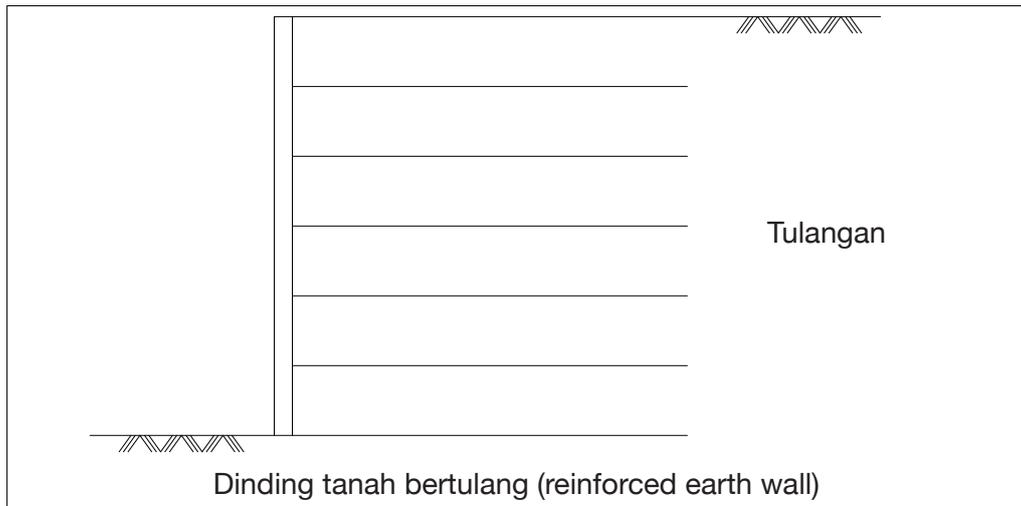
Dinding ini terdiri dari balok-balok beton yang disusun menjadi dinding penahan tanah.



Gambar 5. Dinding Krib.

6. Dinding tanah bertulang atau dinding tanah diperkuat (*reinforced earth wall*)

Merupakan dinding yang terdiri dari dinding yang berupa timbunan tanah yang diperkuat dengan bahan-bahan tertentu yang terbuat dari geosintetik maupun dari metal.



Gambar 6. Dinding tanah bertulang (*reinforced earth wall*).

Jenis Tanah

Menurut Terzaghi & Peck (1993) ada beragam jenis tanah, antara lain : Kerikil, pasir, lanau, lempung dan peat (tanah gambut).

Tekanan Tanah Lateral (Aktif dan Pasif)

Metode yang sudah terkenal ialah metode Rankine dan metode Coulomb.

1. Tekanan tanah diam.

Menurut Braja M. Das, 1993, koefisien tekanan tanah diam K_o :

$$K_o \frac{\sigma_h}{\sigma_v} \dots\dots\dots (1)$$

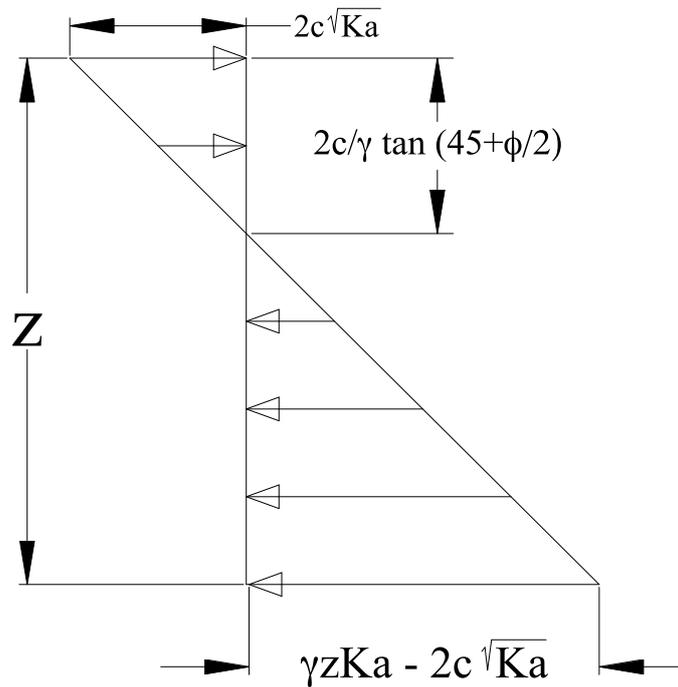
Karena $\sigma_v = \gamma \cdot z$ maka tekanan lateral horizontal saat diam adalah:

$$\sigma_h = K_o \cdot (\gamma \cdot Z)$$

$$\text{Besarnya gaya total : } P_o = \frac{1}{2} \cdot K_o \cdot \gamma \cdot H^2$$

2. Tekanan Tanah Aktif menurut Rankine

Dalam analisis tekanan tanah lateral, Rankine (1857) memiliki beberapa asumsi, yaitu: (1). Tanah dalam kedudukan keseimbangan plastis, yaitu seluruh elemen tanah dalam kondisi tepat akan runtuh. (2). Tanah urug tidak berkohesi ($c = 0$). (3). Permukaan dinding dianggap licin sempurna.



Gambar 7. Tekanan Tanah Aktif Rankine

Menurut Braja M. Das, 1993. Besarnya tekanan aktif menurut Rankine dapat dihitung dengan persamaan:

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

$$\sigma_a = \gamma z \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) - 2c \tan \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \dots \dots \dots (3)$$

Untuk dinding dengan penahan setinggi H tekanan aktif totalnya adalah:

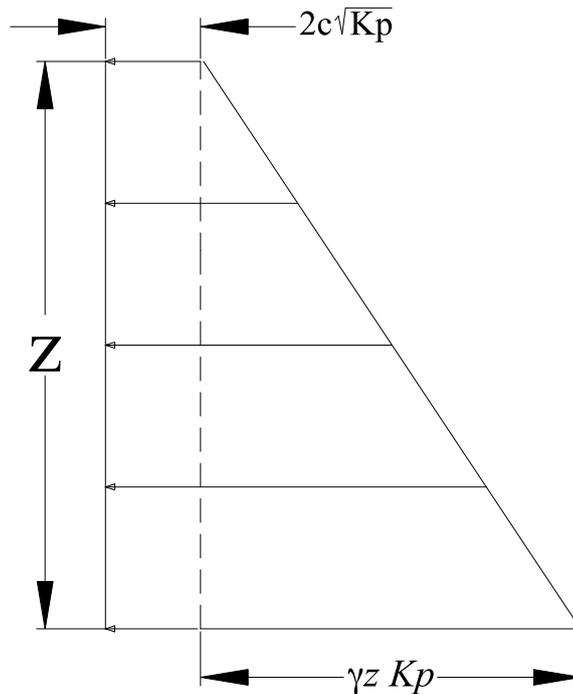
$$P_a = 0,5 \cdot H^2 \cdot \gamma \cdot K_a$$

Dengan rumus umum K_a :

$$K_a = \cos \beta \cdot \frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}} \dots \dots \dots (4)$$

3. Tekanan Tanah Pasif menurut Rankine.

$$K_p = \frac{\sigma_p}{\sigma_v} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \dots\dots\dots(5)$$



Gambar 8. Tekanan Pasif Rankine

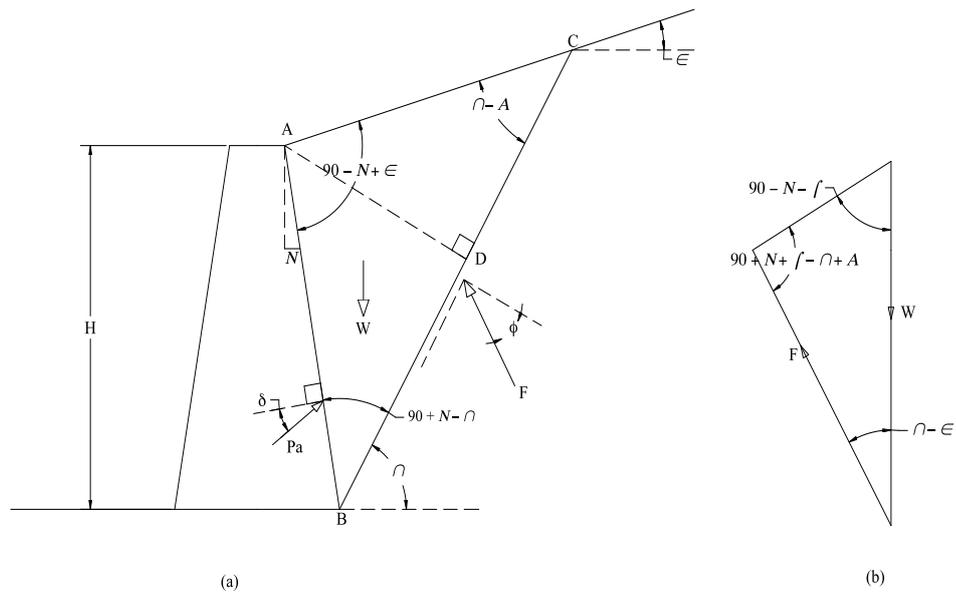
$$P_p = 0,5. H^2. \gamma. K_p$$

Dengan rumus umum K_p :

$$K_p = \cos \beta \cdot \frac{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}} \dots\dots\dots(6)$$

4. Tekanan Aktif menurut Coulomb.

Beberapa anggapan/asumsi menurut Coulomb ialah : 1).Bidang longsor dan permukaan tanah urug adalah rata. 2).Gaya gesek didistribusikan sepanjang bidang longsor dan koefisien gesek tanah $f = \text{tg}.\delta$. 3).Tanah yang longsor berbentuk baji, dan merupakan satu kesatuan. 4).Terdapat gesekan antara dinding penahan tanah dan tanah urug. Tanah yang longsor bergerak turun di sepanjang bagian belakang dinding penahan tanah sehingga timbul gaya gesek antara dinding dan tanah. Sudut gesekan tersebut disimbolkan δ .



Gambar 9. Tekanan Aktif Coulomb

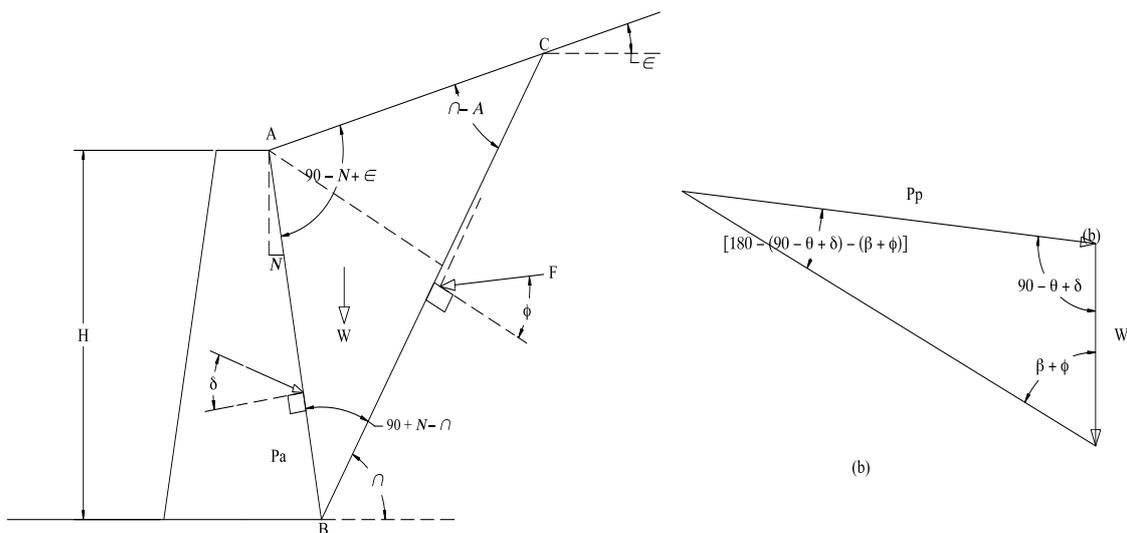
Menurut Braja M. Das, 1993. Besar tekanan aktif P_a menurut coulomb dapat dihitung dengan persamaan:

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

dengan:

$$K_a = \frac{\sin^2(\alpha + \phi)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta) \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\sin(\alpha + \delta) \sin(\alpha - \beta)}} \right)^2} \dots \dots \dots (7)$$

5. Tekanan Tanah Pasif menurut Coulomb



Gambar 10. Tekanan Tanah Pasif Coulomb

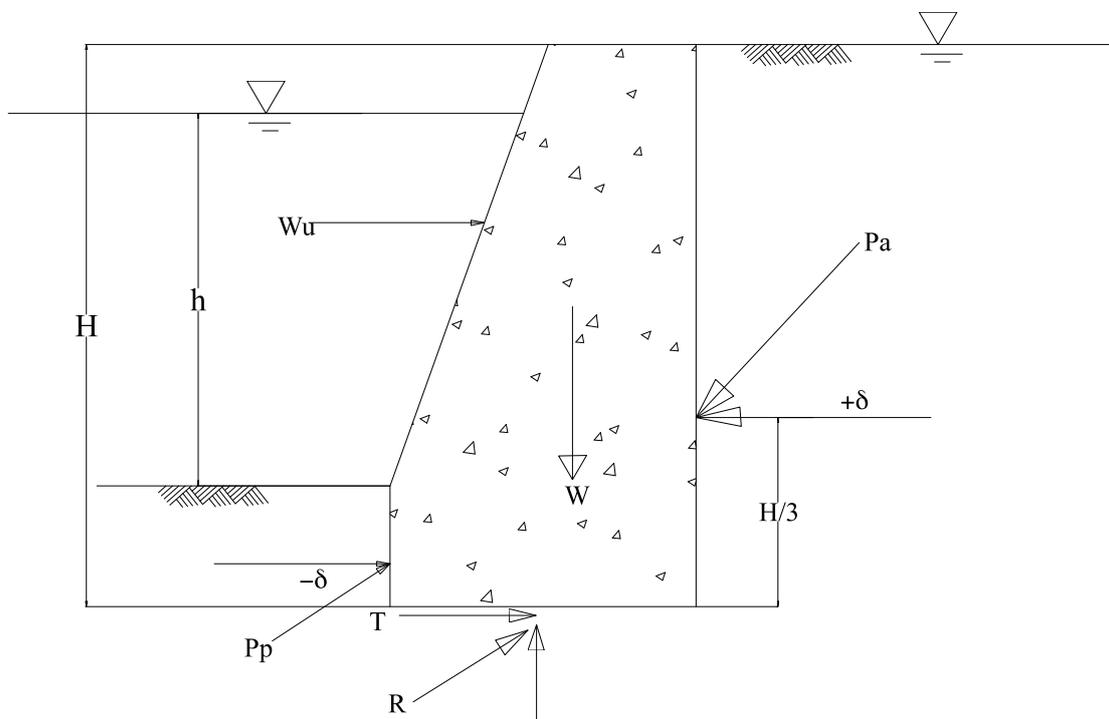
$$P_p = \frac{1}{2} \cdot K_p \cdot \gamma \cdot H^2$$

Dengan:

$$K_p = \frac{\sin^2(\alpha - \varphi)}{\sin^2 \alpha \cdot \sin(\alpha + \delta) \cdot (1 - \sqrt{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi + B)}) / \sin((\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi + B)^2)}$$

A. Gaya-Gaya yang Bekerja pada Dinding Penahan Tanah

Gaya-gaya yang bekerja pada dinding penahan tanah, umumnya diambil per meter lebar untuk dinding gravitasi, semi gravitasi, dan dinding kantilever. Untuk dinding *counterfort*, gaya-gaya ditinjau pada ruang selebar jarak antara *counterfort*. Gaya-gaya yang bekerja pada dinding penahan tanah dapat dilihat dalam gambar berikut :



Gambar 11. Gaya-gaya yang bekerja pada dinding penahan tanah.
(Hary Christady Hardiyatmo, 2006)

Dimana:

H = tinggi dinding penahan tanah

h = tinggi air di depan dinding

W = Berat sendiri dinding penahan tanah

P_a = Gaya tekanan tanah aktif total tanah urug

P_p = Gaya tekanan tanah pasif total di depan dinding

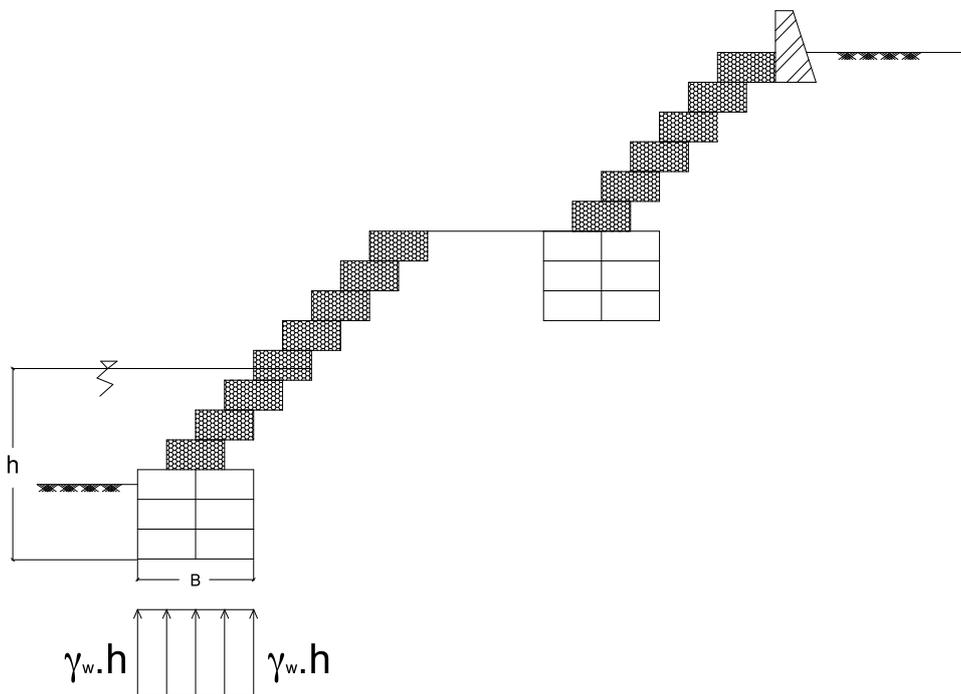
w_u = Tekanan air

R = Reaksi tanah dasar

Jika dinding pada keadaan seimbang, jumlah vektor gaya-gaya akan sama dengan nol.

Tekanan Uplift

Hukum Archimedes berlaku pula untuk konstruksi bendungan, yang gaya tekan keatas sama dengan berat dari volume benda yang di pindahkan. Jadi akan sangat mengurangi berat beton, padahal makin berat betonnya akan makin stabil terhadap gaya geseran.



Gambar 12. Pengaruh tekanan uplift pada dinding penahan tanah.

$$U_{f1} = \gamma_w \cdot H \cdot B \cdot 1$$

Besarnya momen akibat tekanan uplift :

$$MU_f = U_f \cdot (\text{lengan})$$

Keterangan, (Suryolelono, 1994):

H = tinggi permukaan air dari dasar fondasi

γ_w = berat volume air, t/m^3

B = lebar pondasi.

Dalam perencanaan suatu konstruksi dinding penahan tanah perlu dipertimbangkan kestabilan dinding. Dinding penahan tanah dikatakan stabil apabila dinding tersebut stabil terhadap beberapa hal, yaitu :

1. Stabil terhadap bahaya pergeseran

Bergesernya bangunan dinding penahan tanah disebabkan karena gaya horisontal lebih besar daripada gaya vertikal. Gaya-gaya yang menggeser dinding penahan tanah akan ditahan oleh :

- a. Gesekan antara tanah dengan dasar pondasi.
- b. Tekanan tanah pasif bila di depan dinding penahan tanah terdapat tanah timbunan.

Menurut Hary Christady Hardiyatmo, 2006 faktor aman terhadap pergeseran (F_{gs}), didefinisikan sebagai:

$$SF_{gs} = \frac{\sum R_h}{\sum P_h} \leq 1.5 \dots\dots\dots(8)$$

- 1) Untuk tanah granuler ($c=0$)
- 2) Untuk tanah kohesif ($\phi = 0$)
- 3) Untuk tanah $c - \phi$ ($\phi > 0$ dan $c > 0$)

$$\begin{aligned} \Sigma R_h &= W \cdot F \\ &= W \cdot \text{tg} \delta_b \text{ dengan } \delta_b \leq \phi \end{aligned}$$

$$\Sigma R_h = c_a \cdot B$$

$$\Sigma R_h = c_a \cdot B + W \cdot \text{tg} \delta_b$$

Dimana:

- ΣR_h = tahanan dinding penahan tanah terhadap pergeseran
 - W = berat total dinding penahan tanah dan tanah di atas pelat fondasi
 - δ_b = sudut gesek antara tanah dan dasar pondasi, biasanya diambil $1/3 - (2/3) \cdot \phi$
 - c_a = $a_d \cdot c$ adhesi antara tanah dan dasar dinding
 - c = kohesi tanah dasar
 - a_d = faktor adhesi
 - B = lebar pondasi (m)
 - ΣP_h = jumlah gaya-gaya horisontal
 - F = $\tan \delta_b$ koefisien gesek antara tanah dasar dan dasar pondasi
- Faktor aman terhadap pergeseran dasar pondasi (F_{gs}) minimum diambil 1,5. Bowles (1997) menyarankan :

- $SF_{gs} \geq 1,5$ untuk tanah dasar granuler
- $SF_{gs} \geq 2.0$ untuk tanah dasar kohesif

Tabel 1. Koefisien gesek (f) antara dasar pondasi dan tanah dasar (AREA,1958) (Hardiyatmo, 2006).

Jenis tanah dasar pondasi	F=tan δ
Tanah granuler kasar tak mengandung lanau atau lumpur	0,55
Tanah granuler kasar mengandung lanau	0,45
Tanah lanau tak berkohesi	0,35
Batu keras permukaan kasar	0,60

2. Stabil terhadap bahaya penggulingan

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

Menurut Hary Christady Hardiyatmo,(2006) faktor aman terhadap penggulingan (F_{gl}), didefinisikan sebagai:

$$F_{gl} = \frac{\sum M_w}{\sum M_{gl}} \leq 1,5 \dots\dots\dots(9)$$

Dengan:

$\sum M_w$ = Wb_1

$\sum M_w$ = $\sum P_{ah} \cdot h_1 + \sum p_{av} \cdot B$

$\sum M_w$ = momen yang melawan penggulingan (kN.m)

$\sum M_{gl}$ = momen yang mengakibatkan penggulingan (kN.m)

W = berat tanah di atas pelat pondasi + berat sendiri dinding penahan tanah (kN)

B = lebar kaki dinding penahan tanah (m)

$\sum P_{ah}$ = jumlah gaya-gaya horizontal (kN)

$\sum P_{av}$ = jumlah gaya-gaya vertikal (kN)

Faktor aman terhadap penggulingan (F_{gl}) bergantung pada jenis tanah, yaitu:

$F_{gl} \geq 1.5$ untuk tanah dasar granuler

$F_{gl} \geq 2$ untuk tanah dasar kohesif

3. Stabil terhadap daya dukung tanah

Dalam penentuan nilai keamanan dinding penahan tanah dari bahaya keruntuhan kapasitas dukung terdapat beberapa persamaan-persamaan kapasitas dukung, yaitu:

Persamaan Terzaghi (1943)

Menurut Hary Christady Hardiyatmo, 2006. Kapasitas dukung ultimit (q_u) untuk pondasi memanjang dinyatakan dengan persamaan:

$$q_u = cN_c + D_f \gamma N_q + 0.5B\gamma N_\gamma$$

Dengan:

c = kohesi tanah (kN/m^2)

D_f = kedalaman pondasi (m)

γ = berat volume tanah (kN/m^3)

B = lebar pondasi dinding penahan tanah (m)

N_c, N_q dan N_γ = faktor-faktor kapasitas dukung Terzaghi

Faktor aman terhadap keruntuhan kapasitas dukung didefinisikan sebagai (Hary Christady Hardiyatmo, 2006) :

$$F = \frac{qu}{q} \geq 3 \dots\dots\dots(10)$$

Dengan:

q = tekanan akibat beban struktur.

Beban lain

Yang dimaksudkan beban lain disini adalah tekanan air, gaya gempa, dan tekanan lumpur. Untuk menghitung berat air yang membebani dinding penahan, terlebih dahulu air dibagi menjadi bentuk pias-pias (Lutjito, 2006), kemudian dikalikan dengan berat jenis air yaitu 10 kN/m^3 . Untuk momennya adalah berat atau beban air tersebut dikali dengan lengan momennya sepanjang horisontal sejarak dari titik O sampai dengan titik berat air yang ditinjau.

Gaya gempa ditentukan oleh berat konstruksi bendung itu sendiri dan juga ditentukan oleh koefisien gempa. Dapat juga dikatakan bahwa harga gaya gempa diberikan dalam parameter bangunan, didasarkan pada peta Indonesia yang menunjukkan berbagai resiko gempa. Untuk menghitung gaya gempa dapat dilakukan dengan cara mengalikan massa bangunan sebagai gaya horisontal dengan koefisien gempa. Dan untuk mencari koefisien gempa, dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Ad = z \cdot a_c \cdot v$$

$$E = \frac{a_d}{g} \dots\dots\dots(11)$$

Dimana :

- a_d = Percepatan gempa rencana, cm/dt²
- a_c = Percepatan kejut dasar, (periode ulang 50 tahun, $a_c = 160$ cm/dt²)
- E = Koefisien gempa
- g = Percepatan gravitasi, (980 cm/dt²)
- z = Faktor yang bergantung pada letak geografis (zona gempa antara zona C dan D digunakan 0,90)
- v = faktor koreksi kondisi tanah (jenis tanah Dilluvium maka, $v = 1,00$)

Tabel 2. Zona gempa

Zona	Koefisien (Z)
A	0,10 – 0,30
B	0,30 – 0,60
C	0,60 – 0,90
D	0,90 – 1,20
E	1,20 – 1,40
F	1,40 – 1,60

Tabel 3. Percepatan kejut dasar

Periode ulang T (tahun)	a_c (gal= cm/dt ²)
10	90
20	120
50	160
100	190
200	220
300	250
1000	280
5000	330
10000	350

Tabel 4. Faktor koreksi kondisi tanah

Jenis tanah	Periode berkala	Faktor
	T_s	V
Batuan	< 0,25	0,80
Dilluvium	0,25 – 0,50	1,00
Alluvium	0,25 – 0,75	1,10
Alluvium lunak	> 0,75	1,20

METODE KAJIAN

Objek Kajian

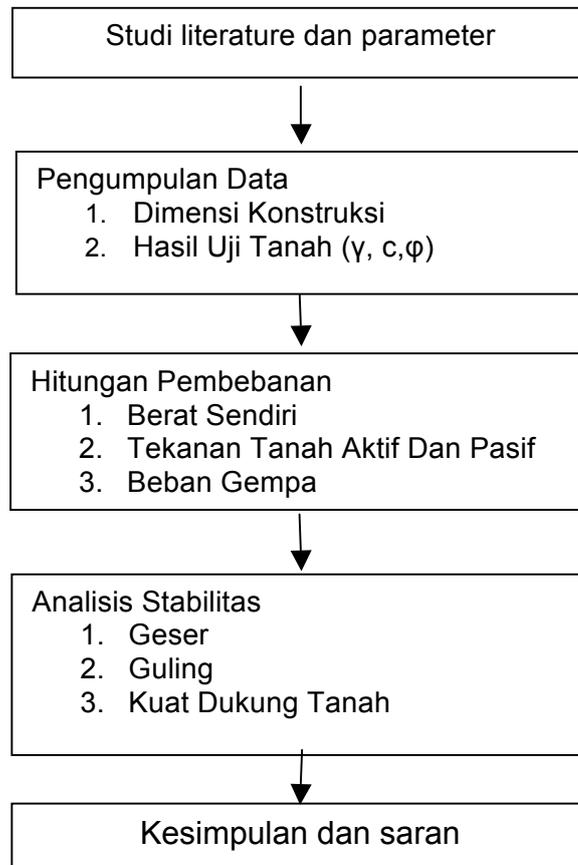
Dalam penyusunan tulisan ini yang digunakan sebagai objek kajian / yang dianalisis adalah dinding penahan tanah/ turap / talud bronjong di kompleks UIN Sunan Kalijaga pada Sungai Gajah Wong. Dinding penahan tanah ini termasuk jenis dinding penahan yang terbuat dari batu kali murni. Data yang diperlukan ialah data tanah, data bahan konstruksi, dan gambar rencana.

Lokasi Kajian

Lokasi objek yang dikaji atau objek yang dianalisis yaitu dinding penahan tanah di kompleks UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, pada Sungai Gajah Wong.

Metode Analisis

Setelah data yang diperlukan sudah diperoleh, maka data diolah / dianalisis menggunakan formula yang ada pada landasan teori. Metode kajian dapat disajikan dalam diagram (*flowchart*) sebagai berikut :



Gambar 13. *Flowchart* Metode Analisis /Kajian

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Keamanan Terhadap Gaya Guling

Dinding penahan tanah dapat terguling apabila momen yang menahan guling lebih kecil dari momen yang mengajak guling. Momen yang menahan guling didapatkan dari hasil penjumlahan momen: pengaruh air (ΣMA), berat sendiri (ΣMG), beban gempa (ΣME), tekanan tanah pasif (ΣMP_p). Sedang momen yang mengajak guling didapatkan dari penjumlahan momen *Uplif* (M_{uf}), gempa (ΣME), tekanan tanah aktif (ΣMP_a), total momen air (ΣMW). Dari

hasil perhitungan didapatkan $F_{gl} = \frac{\sum MT}{\sum MG} \geq 1,5$, dimana F_{gl} yang diperoleh:

$$SF_{gl} = \frac{53.9520 + 183.61 + 0.625 + 64.86}{75.636 + 15.201 + 25.5722} = 2.6 > 1.5 \text{ (Aman)}$$

$$SF_{gl2} = \frac{24.9520 + 67.01 + 11 + 14.28}{27.8 + 67.01 + 0} = \frac{117.242}{28.55} = 4.10 > 1.5 \text{ (Aman)}$$

$$SF_{gl3} = \frac{8.4258 + 33.07 + 16.5 + 7.08}{34.2 + 0.715 + 0} = \frac{65.0758}{34.915} = 1.86 > 1.5 \text{ (Aman)}$$

$$SF_{gl4} = \frac{1.6425 + 16.20 + 22 + 2.38}{35.6 + 0.715 + 0} = \frac{42.072}{36.315} = 1.16 < 1.5 \text{ (Tidak Aman)}$$

$$SF_{gl5} = \frac{0.0343 + 8.43 + 27.5 + 0.18}{32 + 0.715 + 0} = \frac{36.144}{32.715} = 1.12 < 1.5 \text{ (Tidak Aman)}$$

$$SF_{gl6} = \frac{0 + 4.97 + 33 + 0}{23.4 + 0.715 + 0} = \frac{37.97}{24.15} = 1.57 > 1.5 \text{ (Aman)}$$

$$SF_{gl7} = \frac{0 + 1.97 + 38.5 + 0}{0 + 0.715 + 0} = \frac{40.47}{0.715} = 56.60 > 1.5 \text{ (Aman)}$$

$$SF_{gl8} = \frac{0 + 0.53 + 44 + 0}{0 + 0.715 + 0} = \frac{44.53}{0.715} = 62.20 > 1.5 \text{ (Aman)}$$

$$SF_{gl9} = \frac{0 + 0.06 + 49.5 + 0}{0 + 0.715 + 0} = \frac{50.1}{0.715} = 70.06 > 1.5 \text{ (Aman)}$$

Berdasarkan hitungan tersebut, dinding penahan tanah/Talud Bronjong ini ada sebagian potongan bagian atas kurang aman dari guling, (tetapi ditahan kawat), tetapi sebagian besar lainnya **aman** dari bahaya guling, karena $f_{gl} \geq 1,5$.

2. Keamanan Terhadap Gaya Geser

Bergesernya bangunan dipengaruhi oleh berat sendiri, G beban gempa (ΣE), berat air (ΣW), sudut geser (δ_b). koefisien geser diambil $f = 0,70$. Pada hasil perhitungan Safety Factor (SF) terhadap geser pada beberapa segmen, diperoleh hasil :

$$SF_{gs1} = \frac{53.95 + 15.20 + 183.61 + 0.625 + 64.86}{75.64 + 15.20 + 25.57} = 2.73 > 1.5 \text{ (Aman)}$$

$$SF_{gs2} = \frac{24.95 + 13.85 + 67.01 + 11 + 14.28}{27.80 + 13.86 + 0} = 3.14 > 1.5 \text{ (Aman)}$$

$$SF_{gs3} = \frac{8.43 + 12.16 + 33.07 + 16.5 + 7.08}{34.20 + 12.16 + 0} = 1.66 > 1.5 (\text{Aman})$$

$$SF_{gs4} = \frac{1.65 + 10.73 + 16.20 + 22 + 2.38}{35.60 + 10.73 + 0} = 1.14 < 1.5 (\text{Tidak Aman})$$

$$SF_{gs5} = \frac{0.0343 + 9.95 + 8.43 + 27.5 + 0.18}{32 + 9.925 + 0} = 1.08 < 1.5 (\text{Tidak Aman})$$

$$SF_{gs6} = \frac{0 + 7.86 + 4.97 + 33 + 0}{23.4 + 7.86 + 0} = 1.5 \leq 1.5 (\text{Aman})$$

$$SF_{gs7} = \frac{0 + 6.36 + 1.97 + 38.5 + 0}{0 + 6.38 + 0} = 7.33 > 1.5 (\text{Aman})$$

$$SF_{gs8} = \frac{0 + 5.01 + 0.53 + 44 + 0}{0 + 5.01 + 0} = 10.89 > 1.5 (\text{Aman})$$

$$SF_{gs9} = \frac{0 + 12.67 + 0.06 + 49.5 + 0}{0 + 5.01 + 0} = 4.9 > 1.5 (\text{Aman})$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, dinding penahan tanah / talud Bronjong pada Sungai Gajah Wong UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta ini ada sebagian potongan bagian atas kurang aman dari geser, (tetapi ditahan kawat), tapi sebagian besar lainnya **aman** dari bahaya pergeseran karena $f_{gs} \geq 1,5$.

3. Keamanan Terhadap Daya Dukung Tanah

Dinding penahan tanah / Talud Bronjong pada Sungai Gajah Wong UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta aman terhadap daya dukung tanah dengan hasil:

$$q_{max} < q_a = 581.43 \text{ kN/m}^2 < 833.64 \text{ kN/m}^2 (\text{Aman}).$$

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, maka stabilitas dinding penahan tanah/Talud Bronjong pada Sungai Gajah Wong UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Talud Bronjong pada Sungai Gajah Wong UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta kurang aman ditinjau dari stabilitas pergeseran jika kawat bronjong dianggap tidak diikat. Kenyataannya kawat bronjong saling diikat sesamanya.

2. Talud Bronjong pada Sungai Gajah Wong UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta aman terhadap stabilitas penggulingan karena $F_{gl} > S_f$.
3. Talud Bronjong pada Sungai Gajah Wong UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta aman terhadap daya dukung tanah karena $q_{max} \leq q_a$ yaitu $581,4 \leq 833,64 \text{ kN/m}^2$

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Das, B.M., 1985, “*Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*,” Jilid 2, Erlangga, Jakarta.
- [2]. Hardiyatmo, C.H., 2006, “*Teknik Pondasi*,” Edisi ketiga, Beta offset, Yogyakarta
- [3]. <http://elearning.gunadarma.ac.id> diakses maret 2011
- [4]. <http://nmc.ppk.or.id> diakses maret 2011
- [5]. <http://pdf-search-engine.com> diakses maret 2011
- [6]. <http://www.macroenterprisesltd.com> diakses maret 2011
- [7]. KP – 02 1986 . *Bangunan Utama*. Jakarta: Dirjen Pengairan.
- [8]. KP – 06 1986 . *Bangunan Utama*. Jakarta: Dirjen Pengairan.
- [9]. Suyitno HP, 1994. *Irigasi*. Fakultas Teknik UNY. *Diktat mata kuliah*.
- [10]. Suyono Sosarodarsono dan Kazuto Nakazawa,,1983. *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*, Jakarta: Pradnya Paramita.
- [11]. Suryolelono, K. B, 1994 , “*Teknik Pondasi bagian I (Pondasi Telapak dan Dinding Penahan tanah)*”, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [12]. Terzaghi, K, & Peck, R. B, 1993. “*Mekanika Tanah dalam Praktik Rekayasa*”, Penerbit Erlanga, Jakarta.