

# ANALISIS STABILITAS DINDING PENAHAN TANAH DAN PERENCANAAN PERKUATAN LERENG MENGGUNAKAN GEOTEKSTIL PADA BANTARAN SUNGAI GAJAH PUTIH

Nurul Annisa<sup>1</sup>, Muhammad Rifqi Abdurrozak<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: [annisanuruul@gmail.com](mailto:annisanuruul@gmail.com)

<sup>2</sup>Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: [rifqi\\_abdurrozak@uii.ac.id](mailto:rifqi_abdurrozak@uii.ac.id)

**Abstract:** *Gajah Putih river is a tributary of Bengawan Solo river. Some parts of the slopes of Gajah Putih riverfront are collapsed, even on the reinforced slopes with the stone pairs. So a new reinforcement with cantilevered retaining walls is required. Beside a reinforcement with retaining wall, geotextile can also be used as an alternative in reinforcement. The study was done by using Plaxis program. The safety factor values of stone pairs wall in normal water level condition with pedestrian load and earthquake load are 1,232 and 1,016, on flood water conditions are 1,235 and 1,015. Those safety factor values pointed out that the river slope with stone pairs walls is critical and unstable which would result a collapse. The result of stability analysis of retaining wall in normal water level condition has safety factor values of stability against shifting, overthrowing, and soil bearing capacity respectively are 4,346; 7,520; and 4,288. The values in flood water condition are 3,885; 6,923; and 3,590; while the safety factor values with Plaxis program with pedestrians load and earthquake load at normal water level condition are 2,949 and 1,563, on flood water condition are 3,027 and 1,564. The results showed that the retaining walls are safe and stable. In planning of slope reinforcement with geotextile for slope variation 1, it was obtained that the values of safety factor on normal water level condition are 2,433 and 1,579 and on flood water condition are 2,494 and 1,574. The values of safety factor for slope variation 2 at normal water level condition are 2,665 and 1,569 and at flood water condition are 2,733 and 1,567. The results showed that the slope reinforcement planning with geotextiles is safe and stable and can be used as an alternative to reinforcement on the slopes of the Gajah Putih river.*

**Keywords:** *Safety Factor (SF), Retaining walls, Geotextile, Plaxis*

## 1. PENDAHULUAN

Dinding penahan tanah merupakan struktur yang banyak digunakan sebagai perkuatan tanah. Dinding penahan tanah juga digunakan pada konstruksi jalan, sungai dan konstruksi waduk atau bendungan. Peran dinding penahan tanah sebagai perkuatan tanah sangatlah penting, sehingga dinding penahan tersebut harus mampu menahan gaya-gaya

yang terjadi, baik gaya-gaya internal maupun gaya eksternal. Salah satu penerapan dinding penahan tanah sebagai perkuatan tanah yaitu pada lereng bantaran sungai Gajah Putih.

Sungai Gajah Putih merupakan anak sungai dari sungai Bengawan Solo. Pada bagian atau daerah-daerah tertentu bantaran sungai Gajah Putih sudah beberapa kali terjadi keruntuhan bahkan pada lereng bantaran sungai yang telah diperkuat dengan menggunakan dinding

penahan dari pasangan batu, sehingga penanganan yang dilakukan adalah memberikan perkuatan baru dengan dinding penahan tanah kantilever. Karena banyaknya kasus longsor dan runtuhnya tanggul sungai Gajah Putih maka perlu dilakukan analisis stabilitas pada dinding penahan tanah kantilever tersebut. Dinding penahan tanah yang dirancang harus stabil dan mampu menahan tanah timbunan serta tekanan air sungai saat muka air normal maupun saat banjir. Perencanaan dinding penahan tanah yang dilakukan harus benar-benar diperhatikan agar dinding tersebut tidak mengalami keruntuhan dikemudian hari.

Selain perkuatan dengan dinding penahan tanah, banyak perkuatan yang dilakukan dengan menggunakan geosintetik berupa geotekstil. Geotekstil banyak digunakan untuk perkuatan lereng karena memiliki beberapa keunggulan, diantaranya adalah mudah dalam pelaksanaannya, murah dan dapat meningkatkan kestabilan lereng secara efektif (Azizah, 2014).

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai angka aman ( $SF$ ) lereng bantaran sungai Gajah Putih dengan perkuatan dinding pasangan batu yang mengalami keruntuhan dan nilai angka aman ( $SF$ ) lereng bantaran sungai Gajah Putih yang dilakukan perkuatan dengan menggunakan dinding penahan tanah kantilever serta lereng yang dilakukan perkuatan dengan menggunakan geotekstil.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Nurrohman (2016) melakukan penelitian mengenai stabilitas dinding penahan tanah tipe gravitasi pada lereng desa Sumber Sari, Wonogiri. Analisis dilakukan dengan variasi kemiringan lereng  $45^\circ$  dan  $60^\circ$  dan variasi dimensi dinding penahan tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dimensi dinding penahan tanah dan kemiringan lereng mempengaruhi nilai angka aman ( $SF$ ). Semakin besar dimensi dinding penahan tanah dan semakin landai kemiringan lereng, angka aman lereng semakin besar.

Penelitian yang dilakukan Wibowo (2016) mengenai stabilitas dinding penahan tanah

pada kondisi muka air tanah normal dan muka air tanah ekstrim menunjukkan bahwa semakin tinggi muka air tanah maka keamanan lereng akan semakin berkurang. Nilai angka aman lereng dengan perkuatan dinding penahan tanah pada kondisi ekstrim akibat terjadinya hujan lebih kecil dibandingkan nilai angka aman lereng kondisi muka air normal, hal tersebut dikarenakan air yang masuk kedalam tanah menambah berat tekanan tanah pada lereng. Sedangkan penelitian yang dilakukan Ariyani dan Asrulfa (2012) mengenai stabilitas dinding penahan tanah pada embung menggunakan variasi kondisi saat tidak ada air dan kondisi saat air normal menunjukkan bahwa nilai angka aman ( $SF$ ) pada kondisi muka air normal lebih besar dibandingkan pada kondisi embung tidak ada air. Hal tersebut dikarenakan air pada depan dinding penahan tanah pada embung menambah tekanan yang melawan keruntuhan dinding penahan tanah.

Wicaksono (2016) melakukan penelitian mengenai stabilitas lereng dengan perkuatan geotekstil. Penelitian dilakukan dengan memberikan kemiringan lereng yang lebih landai serta lereng dibuat menjadi beberapa jenjang, sehingga nilai angka aman ( $SF$ ) lereng menjadi lebih besar dan lereng aman. Hasil tersebut menunjukkan bahwa lereng yang lebih landai dan dibuat dengan beberapa jenjang dapat meningkatkan faktor keamanan lereng dan kestabilan lereng.

Pradita (2017) melakukan penelitian mengenai stabilitas timbunan yang diperkuat dengan geotekstil dan diperkuat dinding penahan tanah jenis gravitasi. Analisis dilakukan dengan metode elemen hingga menggunakan program *Plaxis*. Hasil yang diperoleh dalam penelitian tersebut yaitu timbunan dengan perkuatan geotekstil memiliki nilai angka aman ( $SF$ ) lebih besar dari timbunan dengan perkuatan dinding penahan tanah tipe gravitasi namun tidak jauh berbeda, hasil tersebut menunjukkan bahwa perkuatan dengan geotekstil dapat digunakan sebagai alternatif perkuatan tanah selain dengan dinding penahan tanah.

### 3. LANDASAN TEORI

#### 3.1 Stabilitas Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah yang digunakan pada bantaran sungai Gajah Putih adalah dinding penahan tanah jenis kantilever. Hardiyatmo (2006) menjelaskan bahwa dinding penahan tanah yang digunakan harus mampu menahan gaya-gaya yang bekerja dan stabil terhadap penggeseran, penggulingan dan keruntuhan kapasitas dukung tanah fondasi.

##### 3.1.1 Stabilitas Penggeseran

Gaya-gaya yang menggeser dinding penahan tanah akan ditahan oleh gesekan antara tanah dengan pondasi dan tekanan tanah pasif bila di depan dinding penahan tanah terdapat tanah timbunan.

Faktor aman terhadap penggeseran ( $F_{gs}$ ) dinyatakan dengan Persamaan 1 berikut ini.

$$F_{gs} = \frac{\sum R_h}{\sum P_h} \geq 2 \quad (1)$$

dengan  $\sum R_h$  = tahanan terhadap penggeseran, dan  $\sum P_h$  = jumlah gaya-gaya horizontal.

##### 3.1.2 Stabilitas Penggulingan

Faktor aman terhadap penggulingan ( $F_{gl}$ ) dinyatakan dengan Persamaan (2) berikut ini.

$$F_{gl} = \frac{\sum M_w}{\sum M_{gl}} \quad (2)$$

dengan  $\sum M_w$  = momen yang melawan penggulingan dan  $\sum M_{gl}$  = momen yang mengakibatkan penggulingan.

##### 3.1.3 Stabilitas Kapasitas Dukung

Faktor aman terhadap keruntuhan kapasitas dukung tanah dasar dihitung dengan Persamaan 3 berikut ini.

$$SF = \frac{q_u}{q_{maks}} \geq 3 \quad (3)$$

dengan  $q_u$  = kapasitas dukung ultimit dan  $q_{maks}$  = tekanan akibat beban struktur.

#### 3.2 Perkuatan dengan Geotekstil

Perancangan perkuatan tanah dengan geotekstil harus memenuhi syarat keamanan baik dalam stabilitas eksternal maupun

stabilitas internal. Sistem perkuatan tanah dengan geotekstil dikenal dengan sebutan tanah bertulang (*reinforced earth*). Menurut Hardiyatmo (2008), perbedaan hitungan perancangan dinding tanah bertulang terletak pada hitungan stabilitas internal dinding, yaitu perancangan dilakukan dengan memperhitungkan kekuatan tulangan-tulangan dalam menahan gaya cabut dan gaya tarik yang terjadi akibat dari gaya-gaya yang bekerja. Sedangkan dalam perancangan stabilitas eksternal, dinding tanah bertulang memiliki kriteria yang sama seperti pada struktur dinding penahan tanah konvensional, yaitu struktur yang harus stabil terhadap bahaya penggeseran, penggulingan, keruntuhan pondasi dan stabilitas lereng global.

##### 3.2.1 Stabilitas Eksternal

Dalam stabilitas eksternal struktur harus stabil terhadap bahaya penggeseran, penggulingan, keruntuhan pondasi dan stabilitas lereng global.

Faktor aman dinding tanah bertulang terhadap penggeseran dinyatakan dengan Persamaan 4 berikut ini.

$$SF = \frac{LH\gamma_1 tg \delta_b}{0,5H^2\gamma_2 Ka + qH Ka} \quad (4)$$

Sehingga panjang geotekstil yang dapat digunakan dapat dinyatakan dengan Persamaan 5 berikut ini.

$$L = \frac{(SF)Ka(0,5\gamma_1 H + q)}{\gamma g \delta_b} \quad (5)$$

dengan  $SF$  = angka aman,  $L$  = panjang geotekstil,  $Ka$  = koefisien tekanan tanah aktif,  $\gamma$  = berat volume tanah,  $q$  = beban merata yang bekerja,  $H$  = tinggi dinding/lereng, dan  $\delta_b$  = sudut gesek antara tanah pondasi dan dasar struktur.

Faktor aman terhadap penggulingan dinyatakan dengan Persamaan 6 berikut ini.

$$SF = \frac{\sum M_R}{\sum M_D} \quad (6)$$

dengan  $\Sigma M_R$  = jumlah momen melawan, dan  $\Sigma M_D$  = jumlah momen penggulingan.

Faktor aman terhadap keruntuhan kapasitas dukung tanah dasar dihitung dengan Persamaan 7 berikut ini.

$$SF = \frac{q_u}{q_{maks}} \geq 2 \quad (7)$$

dengan  $q_u$  = kapasitas dukung ultimit, dan  $q$  = tekanan akibat beban struktur.

### 3.2.2 Stabilitas Internal

Stabilitas internal adalah stabilitas tanah bertulang pembentuk dinding penahan tanah terhadap pengaruh gaya-gaya yang bekerja. Perhitungan stabilitas internal dilakukan untuk mengevaluasi jarak dan panjang tulangan yang memenuhi syarat stabilitas dan keamanan struktur. Analisis stabilitas internal meliputi analisis struktur tanah bertulang terhadap putusnya tulangan-tulangan dan tercabutnya tulangan-tulangan dari zona penahan (zona pasif).

Faktor aman terhadap putus tulangan geosintetik ( $SF_r$ ) dinyatakan dengan Persamaan 8 berikut ini.

$$SF_r = \frac{T_a}{\Delta P_h} \quad (8)$$

dengan  $T_a$  = kuat tarik ijin tulangan/geotekstil, dan  $\Delta P_h$  = gaya horizontal per meter lebar pada dinding.

Faktor aman terhadap cabut tulangan geosintetik ( $SF_p$ ) dinyatakan dengan Persamaan 9 berikut ini.

$$SF_p = \frac{2\mu\sigma_v' Le}{\Delta P_h} \quad (9)$$

dengan  $Le$  = panjang efektif geotekstil,  $\Delta P_h$  = gaya horizontal per meter lebar pada dinding, dan  $\sigma_v$  = tekanan overburden.

Panjang overlap atau panjang lipatan ( $L_o$ ) pada bagian penutup permukaan dinding yang diperkuat dengan geotekstil dihitung dengan Persamaan 10 berikut ini.

$$L_o = \frac{\sigma_{hc} S_v (SF)}{2\mu z \gamma} \geq 1 \text{ m} \quad (10)$$

dengan  $z$  = kedalaman tulangan yang ditebuk masuk ke tanah,  $\sigma_{hc}$  = tekanan horisontal rata-rata pada lipatan,  $\mu$  = koefisien gesek antara tanah dan geotekstil,  $S_v$  = jarak vertikal antar geotekstil,  $\gamma$  = berat volume tanah, dan  $SF$  = faktor aman.

## 4. METODE PENELITIAN

Terdapat empat tahap analisis yang dilakukan dalam penelitian ini. Tahap pertama adalah tahap analisis stabilitas dinding pasangan batu yang telah terjadi keruntuhan. Analisis dilakukan dengan menggunakan program *Plaxis* untuk mendapatkan nilai angka aman ( $SF$ ) dinding pasangan batu sebelum terjadi keruntuhan, dengan data parameter tanah dan bahan yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Parameter Tanah dan Bahan

NAMA		TANAH I	TANAH DASAR	PAS. BATU
<i>Model</i>		Mohr-Coloumb	Mohr-Coloumb	Linier Elastis
<i>Jenis</i>		<i>Undrained</i>	<i>Undrained</i>	<i>Non-Porus</i>
$\gamma_{unsat}$	kN/m <sup>3</sup>	16,153	18,196	-
$\gamma_{sat}$	kN/m <sup>3</sup>	17,887	19,059	22,00
$K_x$	m/hari	2,35E-02	3,41E-02	-
$K_y$	m/hari	2,35E-02	3,41E-02	-
$E_{ref}$	kN/m <sup>2</sup>	30000	50000	619902,8
$V$		0,3	0,3	0,15
Kohesi (C)	kN/m <sup>2</sup>	4,905	6,131	-
Sudut geser ( $\phi$ )	°	29,0303	32,573	-

Sumber: PT. Rayakonsult - PT. Indec Internusa (2017)

Tahap kedua merupakan tahap analisis stabilitas dinding penahan tanah eksisting dengan perhitungan manual untuk mendapatkan nilai angka aman terhadap penggeseran, penggulingan, dan keruntuhan kapasitas dukung tanah. Data parameter tanah dan spesifikasi dinding penahan tanah yang digunakan disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tahap selanjutnya yaitu tahap ketiga adalah menganalisis stabilitas lereng dengan perkuatan dinding penahan tanah menggunakan program *Plaxis*. Analisis dilakukan untuk mendapatkan nilai angka aman ( $SF$ ) stabilitas lereng dengan perkuatan

dinding penahan tanah terhadap kelongsoran global.

Tahap keempat yaitu merencanakan alternatif perkuatan lereng sungai dengan menggunakan geotekstil. Perencanaan alternatif tersebut dilakukan dengan variasi lereng, yaitu perencanaan dengan lereng satu jenjang dan lereng dua jenjang. Data parameter tanah yang digunakan disajikan pada Tabel 2. Dalam perencanaan alternatif perkuatan menggunakan geotekstil, digunakan geotekstil jenis *woven* dengan spesifikasi yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 2 Parameter Tanah

NAMA		TANAH DASAR	TANAH TIMBUNAN
Model		MC	MC
Jenis		UNDRAINED	UNDRAINED
$\gamma_{unsat}$	kN/m <sup>3</sup>	18,196	15,725
$\gamma_{sat}$	kN/m <sup>3</sup>	19,059	17,599
$K_x$	m/hari	3,41E-02	0,001
$K_y$	m/hari	3,41E-02	0,001
$E_{ref}$	kN/m <sup>2</sup>	50000	13027
$\mu$		0,3	0,4
Kohesi (C)	kN/m <sup>2</sup>	6,13125	39,240
Sudut geser ( $\phi$ )	°	32,573	35,754
Sudut dilatasi ( $\Psi$ )		0	0

Sumber: PT. Rayakonsult - PT. Indec Internusa (2017)

Tabel 3 Data Spesifikasi Dinding Penahan Tanah

Jenis DPT	Kantilever	
Mutu beton (f'c)	K225	
	18,675	Mpa
Berat volume beton ( $\gamma_c$ )	24	kN/m <sup>3</sup>

Sumber: PT. Rayakonsult - PT. Indec Internusa (2017)

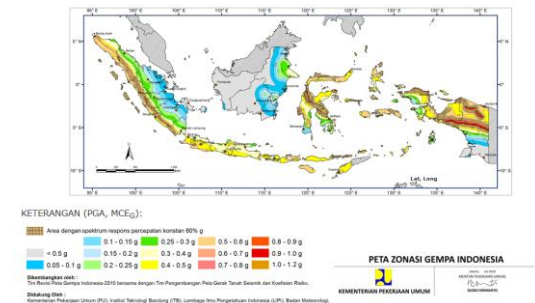
Tabel 4 Data Spesifikasi Geotekstil *Woven*

Parameter	Notasi	Nilai	Satuan
Kuat Tarik Ijin	Ta	52	kN/m
Regangan	$\epsilon$	0,2	-
Kekakuan Normal	EA	260	kN/m

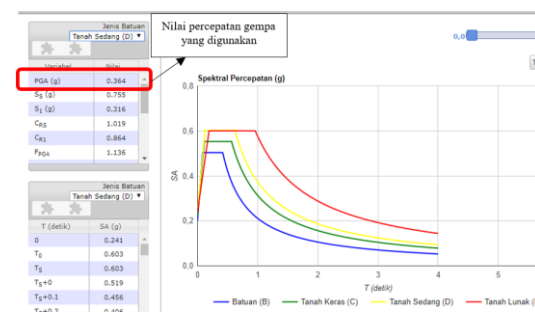
Sumber : PT. Teknindo Geosistem Unggul (2015)

Pembebanan yang ditinjau dalam analisis adalah beban merata diatas tanah timbunan yaitu beban pejalan kaki sebesar 1 kN/m<sup>2</sup> dan beban gempa. Berdasarkan peta zonasi gempa tahun 2011 seperti tampak pada Gambar 1, wilayah kota Surakarta memiliki percepatan puncak gempa (PGA) sebesar 0,3-0,4g. Berdasarkan hasil perhitungan beban gempa dengan respon spektrum untuk

wilayah Surakarta, nilai percepatan gempa yang digunakan sebesar 0,364g seperti tampak pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 1 Peta Zonasi Gempa Tahun 2011 (Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum, 2011)



Gambar 2 Nilai Spektral Percepatan Gempa pada Wilayah Surakarta (Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum, 2011)

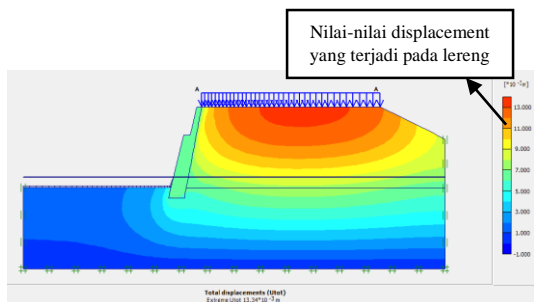
Dalam penelitian ini analisis dilakukan pada kondisi muka air normal dan muka air banjir, dengan muka air tanah diasumsikan sama dengan muka air sungai pada masing-masing kondisi.

## 5. HASIL, ANALISIS DAN PEMBAHASAN

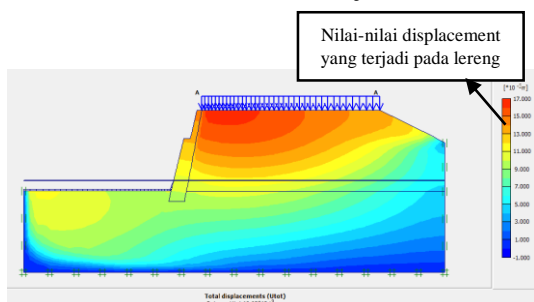
### 5.1 Stabilitas Dinding Pasangan Batu

Analisis stabilitas dinding pasangan batu pada bantaran sungai Gajah Putih dilakukan dengan menggunakan program *Plaxis*.

Besarnya nilai total displacement yang didapatkan dalam analisis stabilitas pada lereng dengan beban pejalan kaki sebesar 1,264 cm, sedangkan nilai total displacement pada lereng dengan beban gempa sebesar 1,605 cm. Zona kritis total displacement dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5 berikut ini.



Gambar 4 Area Kritis Total Displacement Lereng dengan Dinding Pasangan Batu Akibat Beban Pejalan



Gambar 5 Area Kritis Total Displacement Lereng dengan Dinding Pasangan Batu Akibat Beban Pejalan dan Beban Gempa

Adapun hasil nilai angka aman ( $SF$ ) pada stabilitas lereng dengan dinding pasangan batu akibat beban pejalan dan beban gempa dapat dilihat pada Tabel 5 berikut ini.

Tabel 5 Rekapitulasi Hasil Angka Aman Lereng dengan Dinding Pasangan Batu

Kondisi	Angka Aman ( $SF$ )	
	Beban Pejalan	Beban Gempa
Muka Air Normal	1,232	1,016
Muka Air Banjir	1,235	1,015

Hasil angka aman dalam analisis stabilitas lereng dengan dinding pasangan batu tersebut menunjukkan bahwa lereng sungai kritis dan tidak stabil sehingga terjadi keruntuhan.

Keruntuhan yang terjadi dapat disebabkan karena kemiringan lereng yang terlalu terjal dan dimensi dinding penahan tanah yang kurang besar sehingga berat sendiri dinding penahan tanah tidak mampu menahan gaya-gaya yang menyebabkan keruntuhan dinding penahan tanah tersebut.

## 5.2 Stabilitas Dinding Penahan Tanah

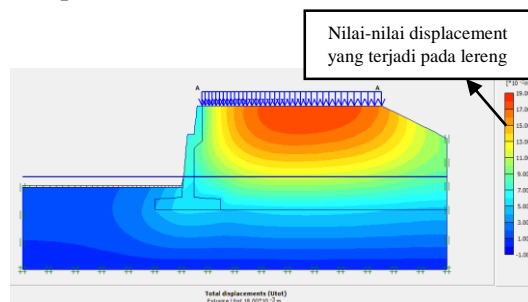
Analisis stabilitas dinding penahan tanah dilakukan dengan perhitungan manual dan dengan program *Plaxis*.

Perhitungan manual dilakukan untuk menganalisis stabilitas eksternal dinding penahan tanah. Hasil analisis stabilitas dinding penahan tanah dengan perhitungan manual dapat dilihat pada Tabel 6 berikut ini.

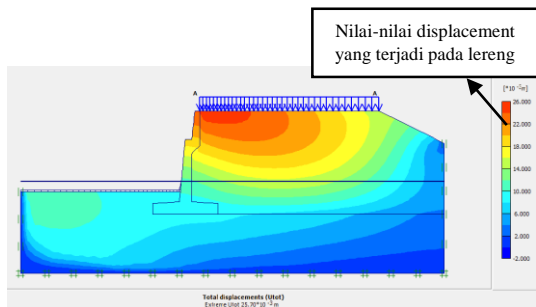
Tabel 6 Rekapitulasi Hasil Angka Aman dengan Perhitungan Manual

$SF$	Kondisi		Ket
	M.A Normal	M.A Banjir	
Geser	4,346	3,885	AMAN
Guling	7,520	6,923	AMAN
Kapasitas dukung	4,288	3,590	AMAN

Besarnya nilai angka aman tersebut telah memenuhi syarat-syarat angka aman minimal stabilitas dinding penahan tanah dan menunjukkan bahwa dinding penahan tanah aman terhadap penggeseran, penggulingan dan runtuhnya kapasitas dukung tanah dasar. Selanjutnya analisis stabilitas dinding penahan tanah menggunakan program *Plaxis*. Besarnya nilai total displacements pada lereng dengan dinding penahan tanah akibat beban pejalan kaki adalah sebesar 1,800 cm dan akibat beban gempa adalah sebesar 2,570 cm, yang dapat dilihat pada Gambar 6 dan pada Gambar 7 berikut ini.



Gambar 6 Area Kritis Total Displacement Lereng dengan Dinding Penahan Tanah Akibat Beban Pejalan



Gambar 7 Area Kritis Total Displacement Lereng dengan Dinding Penahan Tanah Akibat Beban Pejalan dan Beban Gempa

Adapun hasil nilai angka aman ( $SF$ ) pada stabilitas lereng dengan dinding penahan tanah akibat beban pejalan dan beban gempa menggunakan program *Plaxis* dapat dilihat pada Tabel 7 berikut ini.

Tabel 7 Rekapitulasi Hasil Angka Aman Stabilitas Dinding Penahan Tanah

Kondisi	Angka Aman ( $SF$ )	
	Beban Pejalan	Beban Gempa
Muka Air Normal	2,949	1,563
Muka Air Banjir	3,027	1,564

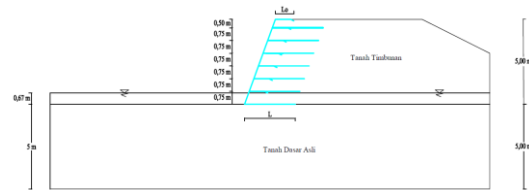
Nilai angka aman yang didapatkan dalam analisis menggunakan program *Plaxis* tersebut menunjukkan bahwa dinding penahan tanah pada sungai Gajah putih aman terhadap kelongsoran secara keseluruhan.

### 5.3 Perencanaan Perkuatan dengan Geotekstil

Perencanaan alternatif perkuatan lereng menggunakan geotekstil dilakukan dengan variasi lereng satu jenjang dan lereng dua jenjang. Kemiringan lereng yang direncanakan adalah sebesar  $70^\circ$  dengan jarak antar geotekstil yang digunakan yaitu 0,75 m.

#### 5.3.1 Analisis Perkuatan menggunakan Geotekstil pada Lereng Variasi 1

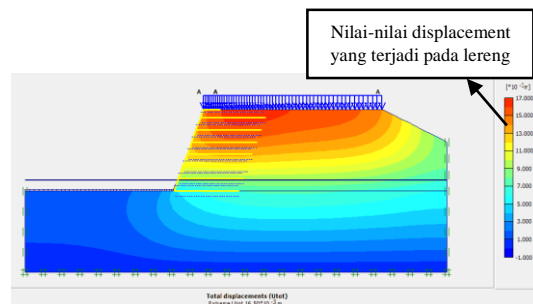
Permodelan lereng satu jenjang disajikan pada Gambar 8 berikut ini.



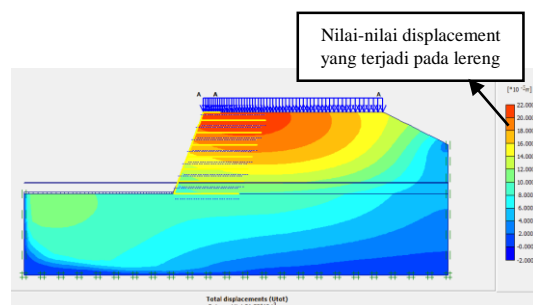
Gambar 8 Permodelan Lereng Variasi 1

Berdasarkan perhitungan stabilitas geotekstil eksternal maupun internal didapatkan panjang geotekstil 4 m.

Analisis stabilitas lereng menggunakan geotekstil dilakukan dengan program *Plaxis*. Nilai total displacements pada lereng yang telah diberi perkuatan geotekstil dengan beban pejalan adalah sebesar 1,650 cm, sedangkan dengan beban gempa sebesar 2,173 cm seperti tampak pada Gambar 9 dan Gambar 10 berikut ini.



Gambar 9 Area Kritis Total Displacement Lereng Variasi 1 dengan Perkuatan Geotekstil Akibat Beban Pejalan



Gambar 10 Area Kritis Total Displacement Lereng Variasi 1 dengan Perkuatan Geotekstil Akibat Beban Pejalan dan Beban Gempa

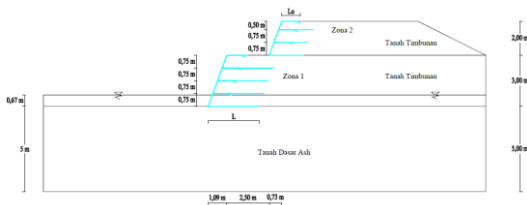
Adapun hasil nilai angka aman ( $SF$ ) pada stabilitas lereng variasi 1 dengan perkuatan geotekstil akibat beban pejalan dan beban gempa menggunakan program *Plaxis* dapat dilihat pada Tabel 8 berikut ini.

Tabel 8 Rekapitulasi Hasil Angka Aman Stabilitas dengan Geotekstil pada Lereng Variasi 1

Kondisi	Angka Aman ( $SF$ )	
	Beban Pejalan	Beban Gempa
Muka Air Normal	2,433	1,579
Muka Air Banjir	2,494	1,574

### 5.3.2 Analisis Perkuatan menggunakan Geotekstil pada Lereng Variasi 2

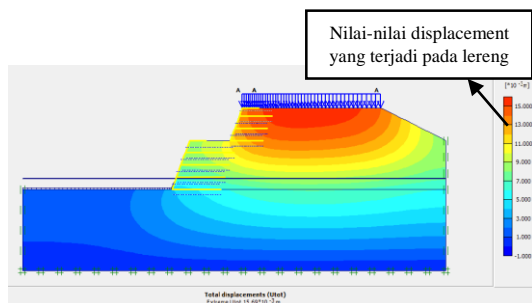
Permodelan lereng dua jenjang disajikan pada Gambar 11 berikut ini.



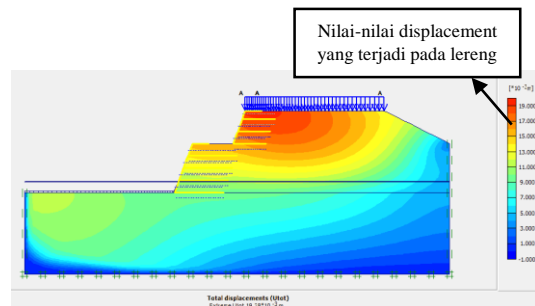
Gambar 11 Permodelan Lereng Variasi 2

Analisis perhitungan geotekstil dilakukan dengan membagi lereng menjadi 2 zona. Panjang geotekstil pada zona 1 adalah 3 m dan pada zona 2 adalah 2 m.

Selanjutnya dilakukan analisis stabilitas lereng menggunakan geotekstil dengan program *Plaxis*. Nilai total displacements pada lereng yang telah diberi perkuatan geotekstil dengan beban pejalan adalah sebesar 1,569 cm, sedangkan dengan beban gempa sebesar 1,938 cm seperti tampak pada Gambar 12 dan Gambar 13 berikut ini.



Gambar 12 Area Kritis Total Displacement Lereng Variasi 2 dengan Perkuatan Geotekstil Akibat Beban Pejalan



Gambar 13 Area Kritis Total Displacement Lereng Variasi 2 dengan Perkuatan Geotekstil Akibat Beban Pejalan dan Beban Gempa

Adapun hasil nilai angka aman ( $SF$ ) pada stabilitas lereng variasi 2 dengan perkuatan geotekstil akibat beban pejalan dan beban gempa menggunakan program *Plaxis* dapat dilihat pada Tabel 9 berikut ini.

Tabel 9 Rekapitulasi Hasil Angka Aman Stabilitas dengan Geotekstil pada Lereng Variasi 2

Kondisi	Angka Aman ( $SF$ )	
	Beban Pejalan	Beban Gempa
Muka Air Normal	2,665	1,569
Muka Air Banjir	2,733	1,567

Nilai angka aman pada lereng variasi 1 dan variasi 2 telah memenuhi angka aman stabilitas lereng yang disyaratkan, sehingga lereng dengan perkuatan geotekstil aman dan stabil terhadap longsor keseluruhan. Nilai angka aman pada lereng variasi kedua tidak jauh berbeda dengan nilai angka aman pada lereng variasi pertama, maka alternatif perkuatan lereng dengan geotekstil dapat digunakan. Geotekstil yang digunakan sebagai perkuatan tersebut mampu menahan gaya tarik sehingga lereng menjadi lebih stabil dan aman terhadap bahaya longsor secara keseluruhan pada lereng.

## 6. KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis stabilitas lereng bantaran sungai dengan perkuatan dinding penahan tanah dan geotekstil didapatkan beberapa kesimpulan berikut ini.



1. Nilai angka aman dinding pasangan batu pada kondisi muka air normal dengan beban pejalan dan beban gempa sebesar 1,232 dan 1,016, pada kondisi muka air banjir sebesar 1,235 dan 1,015. Nilai angka aman tersebut menunjukkan bahwa lereng sungai dengan dinding pasangan batu tersebut kritis dan tidak stabil sehingga terjadi keruntuhan.
2. Hasil analisis stabilitas dinding penahan tanah pada kondisi muka air normal dengan perhitungan manual memiliki angka aman stabilitas terhadap penggeseran, penggulingan, dan kapasitas dukung tanah berturut-turut sebesar 4,346; 7,520; dan 4,288. Sedangkan pada kondisi muka air banjir sebesar 3,885; 6,923; dan 3,590. Angka aman stabilitas dinding penahan tanah dengan program *Plaxis* dengan beban pejalan dan beban gempa pada kondisi muka air normal sebesar 2,949 dan 1,563, pada kondisi muka air banjir sebesar 3,027 dan 1,564. Hasil tersebut menunjukkan bahwa dinding penahan tanah aman dan stabil.
3. Dalam perencanaan perkuatan lereng dengan geotekstil untuk lereng variasi 1 didapatkan nilai angka aman pada muka air normal 2,433 dan 1,579 dan pada muka air banjir 2,494 dan 1,574. Sedangkan angka aman untuk lereng variasi 2 pada kondisi muka air normal sebesar 2,665 dan 1,569 dan pada kondisi muka air banjir 2,733 dan 1,567. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perencanaan perkuatan lereng dengan geotekstil aman dan stabil.
4. Perbandingan stabilitas lereng dengan perkuatan dinding penahan tanah dan geotekstil tidak jauh berbeda. Lereng dengan perkuatan geotekstil memiliki angka aman lebih kecil dibandingkan dengan dinding penahan tanah namun pergerakan yang terjadi pada dinding penahan tanah lebih besar dibandingkan dengan perkuatan geotekstil. Angka aman lereng dengan perkuatan geotekstil telah memenuhi syarat keamanan yang menunjukkan bahwa

lereng stabil dan aman, sehingga perkuatan lereng dengan geotekstil dapat digunakan sebagai alternatif perkuatan pada lereng bantaran sungai Gajah Putih.

## 6.2 Saran

1. Lereng dengan perkuatan geotekstil pada lereng variasi 2 dapat digunakan sebagai alternatif perkuatan.
2. Penurunan dinding penahan tanah sebaiknya turut diperhitungkan, sehingga dapat dilakukannya perbaikan jika penurunan terjadi berlebihan.
3. Tanah timbunan di belakang dinding penahan tanah lebih baik jika tanah granuler yang dapat meloloskan air lebih besar, sehingga air tidak akan tertahan terlalu lama dan mengakibatkan tekanan tanah bertambah.
4. Bagi peneliti yang akan melakukan penelitian lanjut dapat memberikan variasi yang lebih pada jarak antar geotekstil ( $S_v$ ) dan dapat memberikan alternatif lain seperti turap.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ariyani, N. dan Asrulfa, Y.D, 2012, "Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah Dan Rembesan Pada Embung Babadan, Desa Girikerto, Kec. Turi, Kab. Sleman, Yogyakarta", *Majalah Ilmiah UKRIM*, 2nd ed, Thn XVII.
- Azizah, F.N, 2014, "Penggunaan Geotekstil Pada Lereng Sungai Gajah Putih", *Jurnal Matriks Teknik Sipil*, Vol.2 No, 1:140-146.
- Hardiyatmo, 2006, "*Teknik Pondasi P*", 3<sup>rd</sup> Edition, Beta Offset, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, 2008, "*Geosintetik untuk Rekayasa Jalan Raya*", 1<sup>st</sup> Edition, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Kementrian Pekerjaan Umum, 2011, "*Peta Zonasi Gempa Indonesia Tahun 2011*", Jakarta.

- Kementrian Pekerjaan Umum, 2011, "*Nilai Spektral Percepatan Gempa Wilayah Surakarta*", Jakarta.
- Nurrohman, I, 2016, "Analisis Dinding Penahan Tanah Gravitasi Pada Lereng Di Desa Sumpersari, Tirtomoyo, Wonogiri", *Tugas Akhir*, (Tidak Diterbitkan), Universitas Sebelas Maret.
- Pradita, Y, 2017, "Analisis Stabilitas Timbunan Diperkuat Geotekstil dan Diperkuat Dinding Penahan Tanah Gravitasi", *Tugas Akhir*, (Tidak Diterbitkan), Universitas Islam Indonesia.
- PT. Rayakonsult dan PT. Indec Internusa, 2017, "*Laporan Penyelidikan Geologi dan Mekanika Tanah Proyek Penanganan Banjir Kota Surakarta*", Surakarta.
- PT. Teknindo Geosistem Unggul, (Tanpa Tahun), "*Technical Spesification Geotekstil Woven*", Surabaya.
- Wibowo, N.A, 2016, "Pengaruh Kondisi Ekstrem Terhadap Stabilitas Internal dan Eksternal Dinding Penahan Tanah Menggunakan Program Plaxis 8.2", *Jurnal Teknisia*, Volume XXI No.1, 189-200.
- Wicaksono, E.N, 2016, "Analisis Stabilitas dengan Perkuatan Geotekstil", *Tugas Akhir*, (Tidak Diterbitkan), Universitas Islam Indonesia.