

# STUDI PERENCANAAN DINDING PENAHAN TANAH PADA TEBING SUNGAI BRANTAS DI AREA KAMPUS UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG (UMM) KOTA MALANG

Arif Gunawan Wibisono, Eko Noerhayati, Azizah Rachmawati  
Program Studi Teknik Sipil – Universitas Islam Malang  
Jl. MT. Haryono No. 193 Malang  
Email : [arif.gunawan95@gmail.com](mailto:arif.gunawan95@gmail.com)

## ABSTRAKSI

Sungai Brantas yang terletak di Propinsi Jawa Timur merupakan sungai terpanjang kedua di Pulau Jawa, pada  $110^{\circ}30'$  BT sampai  $112^{\circ}55'$  BT dan  $7^{\circ}01'$  LS sampai  $8^{\circ}15'$  LS. Sungai Brantas mempunyai panjang  $\pm 320$  km dan memiliki luas wilayah sungai  $\pm 14.103$  km yang mencakup  $\pm 25\%$  luas Propinsi Jawa Timur atau  $\pm 9\%$  luas Pulau Jawa.. Bencana yang ditimbulkan oleh sungai diantaranya adalah banjir dan erosi tebing sungai. Berdasarkan uraian di atas, perlu dilakukan perencanaan tebing pada sungai, dengan menggunakan DPT (Dinding Penahan Tanah) agar kerusakan yang terjadi akibat pergerakan tanah pada tebing sungai dapat di minimalisir. Digunakan metode *Log Person Type III* untuk mendapatkan curah hujan rencana. Analisa perhitungan debit banjir rencana dengan metode rasional didapatkan  $Q=14.562$  m<sup>3</sup>/det. Bentuk penampang sungai rencana berbentuk trapezium tunggal. tinggi bangunan 15 m dan lebar kaki perkuatan 7.5 m, dan material yang digunakan adalah batu kali. Dari desain perkuatan tebing yang ada maka didapatkan hasil sebagai berikut : stabilitas terhadap guling  $3.71 \geq 1.5$  (aman), geser  $4.04 \geq 1.5$  (aman) dan eksentrisitas  $0.23 < 1$ (aman). Stabilitas longsor tebing menggunakan Metode *Fellini* hingga didapatkan hasil  $F=1.40 > 1.25$  (relatif stabil).

**Kata Kunci :** *Dinding Penahan, Sungai Brantas*

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Sungai Brantas merupakan sungai terpanjang kedua di Pulau Jawa, terletak di Propinsi Jawa Timur pada  $110^{\circ}30'$  BT sampai  $112^{\circ}55'$  BT dan  $7^{\circ}01'$  LS sampai  $8^{\circ}15'$  LS. Sungai Brantas mempunyai panjang  $\pm 320$  km dan memiliki luas wilayah sungai  $\pm 14.103$  km yang mencakup  $\pm 25\%$  luas Propinsi

Jawa Timur atau  $\pm 9\%$  luas Pulau Jawa. (*Dinas PU, 2010*)

Sungai mendatangkan banyak manfaat bagi kehidupan sehari-hari seperti untuk irigasi, transportasi air dll, sungai juga dapat menimbulkan bencana bagi kehidupan manusia. Bencana yang ditimbulkan oleh sungai diantaranya adalah banjir dan erosi tebing sungai. Banjir terjadi apabila kapasitas sungai yang ada sudah tidak

mampu lagi menampung derasnya debit yang mengalir, dari dampak tersebut dapat mengakibatkan kerusakan di beberapa tebing sungai.

Berdasarkan uraian diatas maka perlu dilakukan perencanaan tebing pada sungai, dengan menggunakan DPT (Dinding Penahan Tanah) agar kerusakan yang terjadi akibat pergerakan tanah pada tebing sungai dapat di minimalisir.

### **Identifikasi Masalah**

Berdasarkan uraian diatas maka identifikasi masalah yang diperoleh sebagai berikut :

1. Tidak adanya bangunan dinding penahan tanah pada tebing sungai brantas mengakibatkan resiko terhadap terjadinya longsor sangat besar pada saat musim penghujan.
2. Kenaikan muka air maksimal dapat menyebabkan turunnya permukaan bangunan yang berada diatasnya.
3. Kadar air dan kedudukan air tanah mempengaruhi berat volume tanah.

### **Batasan Masalah**

1. Tidak memperhitungkan analisa ekonomi
2. Tidak membahas volume galian & timbunan

### **Rumusan Masalah**

Melihat dari identifikasi masalah yang ada, maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut :

1. Berapa besar debit banjir rencana pada Sungai Brantas?
2. Bagaimana dimensi dinding penahan tanah pada sungai Brantas ?
3. Bagaimana perhitungan stabilitas dinding penahan tanah terhadap geser, guling dan daya dukung tanah ?

### **Tujuan dan Manfaat**

Sesuai judul tugas akhir yang ada dan uraian di atas maka tujuan yang di harapkan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui besar debit banjir rencana pada sungai brantas.
2. Mengetahui dimensi dinding penahan tanah pada sungai Brantas.
3. Mengetahui perhitungan stabilitas dinding penahan tanah terhadap geser, guling dan daya dukung tanah.

Adapun manfaat yang diharapkan dari perencanaan perkuatan tebing sungai adalah :

1. Salah satu syarat kelulusan untuk memperoleh gelar strata 1 (S1)
2. untuk menambah informasi dalam hal teknik sungai dan rekomendasi pada pihak terkait.

### **Lingkup Pembahasan**

1. Analisa hidrologi.
2. Debit banjir rencana.
3. Perencanaan Dinding Penahan Tanah
4. Stabilitas Dinding Penahan Tanah

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **Sungai**

Sungai adalah tempat mengalirnya air hujan maupun dari sumber mata air menuju tempat yang relatif lebih rendah yaitu laut , danau dll. Dengan kata lain sungai juga dapat diartikan sebagai salah satu dari sumber daya alam yang bersifat mengalir (*flowing resources*) sehingga pemanfaatan air di hulu yang tak terkendali akan menghilangkan peluang

pemanfaatan air yang berada di hilir (*opportunity value*), pencemaran di bagian hulu akan berdampak besar di bagian hilir, menimbulkan biaya sosial di hilir (*externality effect*) dan sebaliknya pelestarian di hulu akan memberikan dampak yang baik di bagian hilir.

### **Tipe Sungai**

Sungai dapat dikelompokkan dalam tiga tipe yaitu 1) Sungai perennial, 2) ephemeral dan 3) intermitten. Sungai perennial adalah sungai yang mempunyai aliran sepanjang tahun. Selama musim kering dimana tidak terjadi hujan, aliran sungai perennial adalah aliran dasar yang berasal dari aliran tanah. Sungai tipe ini terjadi pada DAS yang sangat baik, misalnya masih berhutan Lebat. (Bambang Triadmodjo, 2008)

### **Analisa Hidrologi**

Analisis data hidrologi dimaksudkan adalah untuk mengetahui besarnya debit banjir rencana. Debit banjir rencana ialah debit maksimum rencana di saluran alamiah atau sungai dengan periode ulang tertentu yang bisa dialirkan tanpa harus membahayakan lingkungan yang berada di sekitar dan stabilitas sungai. Dalam mendapatkan debit banjir rencana yang ada yaitu dengan menganalisis data curah hujan maksimum pada daerah aliran sungai yang diperoleh dari beberapa stasiun hujan terdekat yang ada.

### **Uji Konsistensi Data**

Uji konsistensi data hujan diperlukan untuk mengetahui kesalahan data atau penyimpangan data, seperti : Perubahan mendadak pada system lingkungan hidrolis, pemindahan alat ukur, perubahan iklim, perubahan letak stasiun.

### **Metode Lengkung Massa Ganda (Double Mass Curve)**

Uji konsistensi data hujan dapat dilakukan dengan menggunakan kurva massa ganda (*double mass curve*). Dengan metode ini dapat dilakukan koreksi untuk mengetahui data hujan yang tidak konsisten. Langkah yang dilakukan adalah membandingkan harga akumulasi curah hujan tahunan pada stasiun yang diuji dengan akumulasi curah hujan tahunan rerata dari suatu jaringan dasar stasiun hujan yang berkesesuaian, kemudian diplot pada kurva.

### **Curah Hujan Rerata Daerah**

Hujan daerah adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang ditinjau, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu yang dinyatakan dalam mm. (Sosrodarsono, 2003)

### **Parameter Tanah**

#### **Tekanan Tanah Lateral**

Tekanan tanah lateral merupakan sebuah parameter perencanaan yang sangat penting di dalam beberapa persoalan teknik yang ada di bawah tanah. Kondisi tanah pada prinsipnya memiliki 3 kemungkinan, yaitu :

#### **Dalam Keadaan Diam ( Ko )**

Massa tanah dibatasi oleh dinding dengan permukaan licin AB yang dipasang sampai dengan kedalaman tak terhingga. Elemen suatu tanah yang terletak pada kedalaman h akan terkena dampak tekanan arah vertical dan dampak tekanan arah horizontal. Bila dinding AB yang ada dalam keadaan diam, yaitu bila dinding tidak bergerak ke salah satu arah baik ke arah kanan maupun ke

arah kiri dari posisi semula, maka massa tanah akan berada di dalam keadaan keseimbangan elastis (*elastic equilibrium*). Rasio tekanan dari arah horizontal dan tekanan dari arah vertikal dinamakan " koefisien tekanan tanah dalam keadaan diam (Ko). Sehingga koefisien tekanan tanah yang berada di dalam keadaan diam dapat diwakili oleh hubungan empiris yang diperkenalkan oleh Jaky (1994).

$$K_o = 1 - \sin \phi \quad (2-21)$$

### Dalam Keadaan Aktif ( Ka )

Menurut teori *Rankine*, Harga Ka untuk tanah datar adalah :

$$K_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \tan^2 \left( 45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) \quad (2-23)$$

Dimana :

$\gamma$  = Berat isi tanah ( $\text{g/cm}^3$ )

H = tinggi dinding (m)

$\phi$  = sudut geser tanah ( $^\circ$ )

### Dalam Keadaan Pasif ( Kp )

Harga Kp untuk tanah datar adalah:

$$K_p = \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} = \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \quad (2-26)$$

## Stabilitas Tebing

### Metode *Fellenius*

Analisis stabilitas tebing cara *Fellenius* menganggap gaya - gaya yang berbeda pada sisi kanan-kiri dari sembarang irisan mempunyai resultan nol pada arah tegak lurus bidang longsornya.

Berikut adalah langkah menyelesaikan perhitungan keamanan dengan cara *Fellenius* :

- Membuat sketsa tebing berdasarkan data yang ada
- Membuat sayatan vertikal batas bidang gelincir
- Membuat tabel untuk mempermudah perhitungan

$$F = \frac{c \times L + \tan \phi \sum (W_i \cos \alpha_i)}{\sum (W_i \sin \alpha_i)}$$

Makna dari nilai F yaitu :

- $F < 1.07$  (Labil)
- $1.07 < F < 1.25$  (Kritis)
- $> 1.25$  (Relatif Stabil)

## METODOLOGI PENELITIAN

### Tahapan Penelitian

Dalam penelitian ini langkah-langkah yang dilakukan adalah :

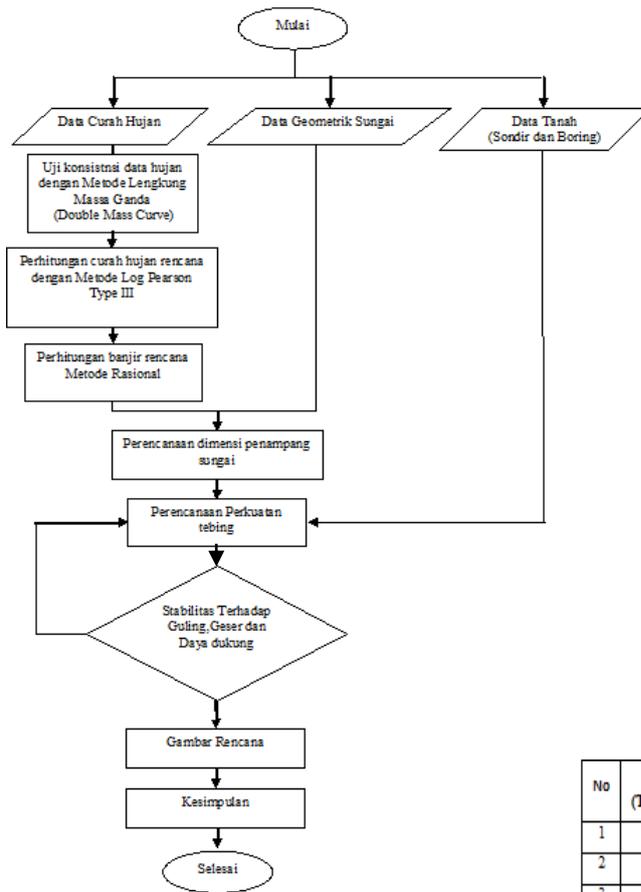
#### 1. Studi literatur

Yaitu mengumpulkan, mengidentifikasi dan mengolah data tertulis dan metode kerja yang digunakan.

#### 2. Metode observasi

Dengan langsung survey kelapangan agar keadaan nyata yang ada dilapangan diketahui, sehingga dapat diperoleh gambaran sebagai pertimbangan dalam perencanaan desain struktur.

### Bagan Alir Penelitian



**Tabel 1.** Perhitungan Curah Hujan Rata-rata DAS Kali Brantas 2016  
Sumber : Hasil Perhitungan

Bulan	Stasiun Karang Ploso (mm)	Stasiun Penden (mm)	Rata-rata (mm)
Jan	376	332	332
Peb	390	376	376
Mar	268	247	247
Apr	248	197	197
Mei	139	178	178
Jun	42	20	20
Jul	0	0	0
Ags	0	0	0
Sep	0	0	0
Okt	0	0	0
Nop	10	12	12
Des	215	187	187

**Tabel 2.** Perhitungan Hujan Rancangan dengan Berbagai Kala Ulang

No	Tr (Tahun)	Rerata (Log)	Std. Deviasi (Log)	Kemencengan (Cs)	Peluang (Pr) (%)	G	CH Rancangan	
							(Log X)	(mm)
1	2	1.96	0.101	0.078	50	-0.013	1.959	90.920
2	5	1.96	0.101	0.078	20	0.837	2.045	110.808
3	10	1.96	0.101	0.078	10	1.290	2.090	123.103
4	25	1.96	0.101	0.078	4	1.778	2.140	137.889
5	50	1.96	0.101	0.078	2	2.095	2.095	148.467
6	100	1.96	0.101	0.078	1	2.384	2.384	158.765

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisa Curah Hujan Rancangan

Curah hujan rancangan ialah curah hujan terbesar yang kemungkinan terjadi di suatu tempat/daerah dengan memiliki peluang tertentu. Dalam studi ini, metode analisis hujan rancangan yang digunakan adalah metode Log Pearson III.

### Perhitungan Debit Banjir Rencana

Untuk menghitung debit banjir rencana menggunakan hasil dari perhitungan intensitas curah hujan periode kala ulang 50 tahun. Besarannya debit banjir rencana dapat diketahui berdasarkan dari besarnya curah hujan rencana dan karakteristik daerah aliran sungai (DAS).

### Metode Rasional

Rumus :

$$Q = 0.00278 \times C \times I \times A$$

Dimana :

C = Koefisien limpasan air hujan  
 I = Intensitas curah hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (km<sup>3</sup>)

Q = Debit maksimum (m<sup>3</sup>/dt)

$$Q = 0.00278 \times C \times I \times A$$

$$= 0.00278 \times 0.45 \times 64,67 \times 180$$

$$= 14.562 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Dari hasil perhitungan metode rasional modifikasi debit banjir yang digunakan adalah  $Q = 14.562 \text{ m}^3/\text{dt}$ .

### Perencanaan Dimensi Dinding Penahan

Kedalaman bidang longsor eksisting 3 meter.

Kedalaman fondasi (D) diambil sebesar 1 meter.

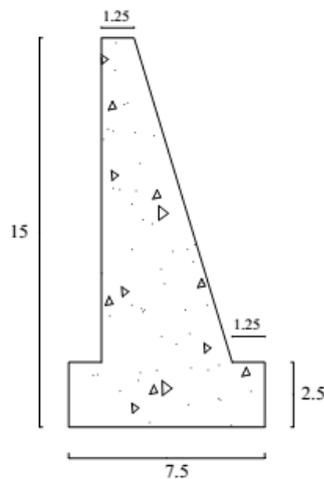
Tinggi (h) = 15m

Atas (a) = 1.25 m

Bawah (b) = 7.5 m

Lebar tumit (d) = 2.5 m

Tebal tumit (l<sub>2</sub>) = 1.25 m



**Gambar 1** Dimensi Dinding Penahan Tipe Gravitasi

### Perhitungan Tekanan Tanah Aktif dan Pasif dengan Metode Rankine.

Koefisien Tanah

Tanah Aktif (K<sub>a</sub>)

$$K_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \frac{1 - \sin 30^\circ}{1 + \sin 30^\circ} = 0.34$$

Tanah Pasif (K<sub>p</sub>)

$$K_p = \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} = \frac{1 + \sin 30^\circ}{1 - \sin 30^\circ} = 3$$

**Tabel 4.10** Perhitungan Tekanan tanah aktif dan pasif

No	Gaya (ton)		Jarak (m)		Momen terhadap o	
	V	H	x	y	MV (tm)	MH (tm)
W1	(1.25×12.5)×2.2 = 34.375		5.95		204.53	
W2	(1/2×3.75×12.5)×2.2=51.56		3.75		193.36	
W3	(2.5×7.5)×2.2 = 41.25		3.75		154.69	
W4	(1.25×12.5)×1.9 = 29.69		6.875		204.10	
Pa		5.5×15×0.34 = 28.1		7.5		210.375
Pp		0.5×2.4×2.5 <sup>2</sup> = 7.5		-0.625		-4.69
Pw		0.5×1×2.5 <sup>2</sup> = 3.1		-0.625		-1.95
	ΣV = 156.88	ΣH = 38.68			ΣMV = 756.68	ΣMH = 203.73

### Stabilitas terhadap keruntuhan kapasitas dukung tanah

Dalam hal ini akan digunakan persamaan Hansen :

$$d = \frac{\Sigma Mw - \Sigma Mg1}{\Sigma V}$$

$$d = \frac{756,68 - 203,73}{156.88} = 3.58$$

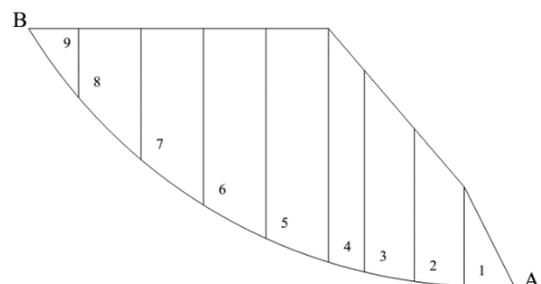
Nilai eksentrisitas

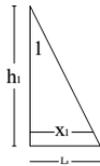
$$e = \frac{B}{2} - d$$

$$e = \frac{7.5}{2} - 3.58$$

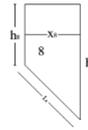
$$e = 0.23$$

### Angka Keamanan Terhadap Bidang Longsor Metode Fellenius

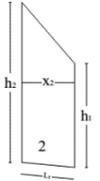




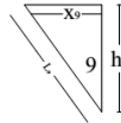
Nomor Sayatan (1)  
 $X_1 =$  Lebar Sayatan = 2 m  
 $L_1 =$  Panjang bidang gelincir = 2 m  
 $h_1 =$  Tinggi sisi sayatan = 4 m



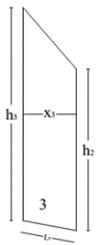
Nomor Sayatan (8)  
 $X_8 =$  Lebar Sayatan = 2.5 m  
 $L_8 =$  Panjang bidang gelincir = 3.55 m  
 $h_8 =$  Tinggi sisi sayatan = 2.80 m



Nomor Sayatan (2)  
 $X_2 =$  Lebar Sayatan = 2 m  
 $L_2 =$  Panjang bidang gelincir = 2 m  
 $h_2 =$  Tinggi sisi sayatan = 6.17 m



Nomor Sayatan (9)  
 $X_9 =$  Lebar Sayatan = 2 m  
 $L_9 =$  Panjang bidang gelincir = 3.43 m  
 $h_9 =$  Tinggi sisi sayatan = 0 m

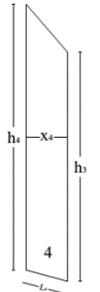


Nomor Sayatan (3)  
 $X_3 =$  Lebar Sayatan = 2 m  
 $L_3 =$  Panjang bidang gelincir = 2.03 m  
 $h_3 =$  Tinggi sisi sayatan = 8.14 m

**Tabel 4.12** Perhitungan Faktor Keamanan Metode *Fellinius*

$C = 1.7 \text{ kN/m}^2$        $\gamma = 19 \text{ kN/m}$   
 $\phi = 30$        $\tan \phi = 0.58$

No	L meter	h meter	x meter	Luas m <sup>2</sup>	Sudut $\alpha$ derajat	Sin $\alpha$	Cos $\alpha$	Wt Luas x <sup>2</sup> y	W sin $\alpha$	W Cos $\alpha$
1	2	4	2	4	0	0	1	76	0	76.00
2	2	6.17	2	10.17	5	0.087	0.996	193.23	16.841	192.49
3	2.03	8.14	2	14.31	11	0.191	0.982	271.89	51.879	266.89
4	1.5	9.43	1.45	12.74	15	0.259	0.966	242.03	62.641	233.78
5	2.68	8.48	2.5	22.39	21	0.358	0.934	425.36	152.436	397.11
6	2.84	7.13	2.5	19.51	28	0.469	0.883	370.74	174.051	327.34
7	3.1	5.5	2.5	15.79	36	0.588	0.809	299.96	176.314	242.67
8	3.55	2.8	2.5	10.38	45	0.707	0.707	197.13	139.388	139.39
9	3.43	0	2	2.80	54	0.809	0.588	53.20	43.040	31.27
	<b>23.13</b>		<b>19.45</b>						<b>816.590</b>	<b>1906.95</b>



Nomor Sayatan (4)  
 $X_4 =$  Lebar Sayatan = 1.45 m  
 $L_4 =$  Panjang bidang gelincir = 1.5 m  
 $h_4 =$  Tinggi sisi sayatan = 9.43 m

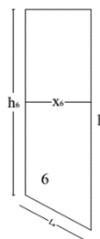


Nomor Sayatan (5)  
 $X_5 =$  Lebar Sayatan = 2.5 m  
 $L_5 =$  Panjang bidang gelincir = 2.68 m  
 $h_5 =$  Tinggi sisi sayatan = 8.48 m

$$F = \frac{C \times L + \tan \phi \times \sum W \times \cos \alpha}{\sum W \times \sin \alpha}$$

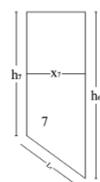
$$F = \frac{39.321 + 0.58 \times 1906.95}{816.590}$$

$$F = 1.40 > 1.25 \text{ relatif stabil}$$



Nomor Sayatan (6)  
 $X_6 =$  Lebar Sayatan = 2.5 m  
 $L_6 =$  Panjang bidang gelincir = 2.84 m  
 $h_6 =$  Tinggi sisi sayatan = 7.13 m

### Kesimpulan



Nomor Sayatan (7)  
 $X_7 =$  Lebar Sayatan = 2.5 m  
 $L_7 =$  Panjang bidang gelincir = 3.10 m  
 $h_7 =$  Tinggi sisi sayatan = 5.30 m

1. Dalam menganalisa debit banjir yang terjadi pada sungai Brantas dengan melakukan perhitungan dengan metode rasional  $Q = 14.562 \text{ m}^3/\text{det}$
2. Dimensi dinding penahan tanah hasil perhitungan, Lebar atas (a)= 1,25 m, Tinggi dinding (H)= 15,00 m, Lebar dasar (B)=7,50 m, Lebar bawah (D)= 2.,50 m, Lebar tumit ( $I_1$  dan  $I_2$ ) = 1,25 m.

3. Dari desain perkuatan tebing yang ada maka didapatkan hasil sebagai berikut : stabilitas terhadap guling  $3.71 \geq 1.5$  (aman), geser  $4.04 \geq 1.5$  (aman) dan eksentrisitas  $0.23 < 1$  (aman). Sedangkan kotrol saat kondisi debit maksimum didapat hasil gaya hidrostatis yang bekerja yaitu : Momen Vertikal = 756.68 tm dan Momen Horizontal = 203.73 tm. Perhitungan stabilitas longsor tebing dengan metode *Fellinius* didapat angka keamanan sebesar  $F=1.40 > 1.25$  (relatif stabil).

#### Saran

1. Dengan dibangunnya perkuatan tebing sehingga dapat mengurangi permasalahan yang ada dengan melakukan perlindungan dari ancaman longsor.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Chay Asdak, 2010. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Hary Crhristady, Hardiyatmo, 2014. *Analisis dan Perancangan Fondasi I* (edisi ke-3, cetakan pertama). Yogyakarta: UGM Press.
- Hary Crhristady, Hardiyatmo, 2014. *Analisis dan Perancangan Fondasi II* (edisi ke-3, cetakan pertama). Yogyakarta: UGM Press.
- Imam Subarkah, 1980. *Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*, Idea Dharma, Bandung.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. ANDI Offset
- Suryolelono. 2004. *Perancangan pondasi*. Yogyakarta: NAPIRI
- Soewarno, 1995: *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*, Nova, Bandung.
- Soemarto, C. D. 1999. *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Triatmodjo, Bambang, 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.