

STUDI PERENCANAAN PERKUATAN TEBING SUNGAI KONTO DI DESA NGROTO KECAMATAN PUJON KABUPATEN MALANG

Reizha Anindya Putri, Azizah Rachmawati

Email : reizhaap@gmail.com

Azka20127@gmail.com

ABSTRAKSI

Sungai Konto merupakan salah satu anak sungai Brantas yang menjadi bagian dari Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas Hulu. Bencana yang ditimbulkan oleh sungai diantaranya adalah banjir dan erosi tebing sungai. Pada musim penghujan, terjadi longsor tanah di desa Ngroto, kecamatan Pujon yang menyebabkan kerusakan di beberapa tebing sungai yang melintas. Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan suatu perencanaan perkuatan tebing sungai Konto agar longsor pada tebing sungai Konto dapat diminimalisir. Digunakan metode *Log Person Type III* untuk mendapatkan curah hujan rencana. Analisa perhitungan debit banjir rencana dengan metode rasional didapatkan $Q_{50}=6.6 \text{ m}^3/\text{det}$. Bentuk penampang sungai rencana berbentuk trapezium tunggal sesuai kondisi eksisting dengan kemiringan talud 1:0.5. Dalam penelitian ini direncanakan perkuatan tebing dengan hasil tinggi muka air 0.66 m, tinggi bangunan 4 m dan lebar kaki perkuatan 2m, dan material yang digunakan adalah batu kali. Dari desain perkuatan tebing yang ada maka didapatkan hasil sebagai berikut : stabilitas terhadap guling $1.6 \geq 1.5$ (aman), geser $1.83 \geq 1.5$ (aman) dan eksentrisitas $0.85 > 0.5$ (aman). Sedangkan momen yang terjadi $\Sigma V=20.55$, $\Sigma H=19.93$, $\Sigma MV=35.42$, $\Sigma MH=22.15$. Stabilitas longsor tebing menggunakan Metode *Fellinius* hingga didapatkan hasil $F=2.1 > 1.25$ (relatif stabil).

Kata Kunci : *Perkuatan Tebing, Sungai Konto, Metode Fellinius*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sungai Konto merupakan salah satu anak Sungai Brantas yang menjadi bagian dari Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas Hulu. Ekosistem daerah aliran sungai bagian hulu merupakan bagian yang sangat penting karena mempunyai fungsi perlindungan terhadap seluruh

bagian daerah aliran sungai, (<http://www.tempointeraktif.com>, 21 Maret 2009)

Sungai mendatangkan banyak manfaat 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. Kerusakan

tebing Sungai Konto rawan terjadi longsor karena tingginya intensitas hujan.

Berdasarkan uraian tersebut di atas, maka perlu dilakukan suatu perencanaan perkuatan tebing Sungai Konto agar longsor pada tebing Sungai Konto dapat diminimalisir.

Identifikasi Masalah

Berdasarkan dari latar belakang di atas maka di per oleh identifikasi masalah sebagai berikut :

1. Kerusakan tebing Sungai Konto rawan terjadi longsor karena tingginya intensitas hujan tahunan yang berkisar antara 1620 mm sampai dengan 2756 mm. Dari curah hujan tahunan sebesar itu ternyata lebih dari 90% jatuh hanya selama 6 bulan, antara bulan Nopember sampai dengan April, dan kurang dari 10 % tersebar antara bulan Mei sampai dengan Oktober.
2. Material longsor batu dan butiran halus berupa tanah masuk ke Sungai Konto yang ternyata konstruksi bangunan tebing Sungai Konto tidak kuat menahan derasnya debit yang mengalir yang disertai longsor tersebut.
3. Desa Ngroto Kecamatan Pujon Kabupaten Malang sebagian wilayahnya merupakan lahan dengan kemiringan yang terjal. Kondisi ini membuat air hujan cepat mengalir ke bawah. Pada musim penghujan, terjadi longsor tanah di Desa Ngroto, Kecamatan Pujon menyebabkan kerusakan di beberapa tebing sungai yang melintas.

Batasan Masalah

1. Lokasi penelitian dilakukan di desa ngroto Kec.Pujon Kab.Malang panjang sungai yang dikaji sepanjang 30 meter.

2. Data curah hujan mulai tahun 2005 sampai dengan tahun 2014.
3. Tidak memperhitungkan analisa ekonomi
4. Tidak membahas volume galian & timbunan perkuatan tebing sungai konto

Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang ada, maka dapat dirumuskan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Berapa besar debit banjir rencana pada Sungai Konto?
2. Bagaimana dimensi penampang Sungai Konto?
3. Bagaimana perhitungan stabilitas tebing di Sungai Konto?

Tujuan dan Manfaat

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

1. Dapat mengetahui berapa besarnya debit rencana maksimum yang dapat di tampung di Sungai Konto.
2. Dapat merencanakan dimensi Sungai Konto untuk menampung debit maksimum.
3. Dapat mengetahui stabilitas tebing di Sungai Konto.

Sedangkan manfaat dari Perencanaan Perkuatan Tebing Sungai Konto Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang adalah untuk menambah informasi dalam hal teknik sungai dan rekomendasi pada pihak terkait.

Lingkup Pembahasan

1. Analisa hidrologi.
2. Debit banjir rencana.
3. Perencanaan penampang sungai konto.
4. Perencanaan perkuatan tebing sungai konto.
5. Stabilitas perkuata tebing sungai konto.

6. Perhitungan Faktor Keamanan cara sayatan (*Metode Fellenius*)

TINJAUAN PUSTAKA

Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah dataran yang secara topografik dibatasi oleh punggung-punggungan gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkannya ke laut melalui sungai utama (Asdak, 2004).

Sungai

Sungai adalah tempat mengalirnya air yang berasal dari mata air maupun air hujan menuju tempat yang lebih rendah yaitu danau maupun laut. Dengan kata lain sungai 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 di hilir (*opportunity value*), pencemaran di hulu akan menimbulkan biaya sosial di hilir (*externality effect*) dan pelestarian di hulu akan memberikan manfaat di hilir.

Bangunan Perkuatan Tebing Sungai

Bangunan perkuatan tebing sungai diperuntukkan pada tebing sungai yang tidak stabil, antara lain perkuatan tebing sungai terutama untuk tikungan luar pada sungai yang berkelok. Disamping itu untuk bagian alur sungai yang dasarnya belum stabil, ada kemungkinan adanya erosi yang mengakibatkan turunnya dasar sungai (agradasi dasar sungai).

Analisa Hidrologi

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 dapat dilakukan dengan menggunakan kurva massa ganda (*double mass curve*). Dengan metode ini dapat dilakukan koreksi untuk 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 diplotkan 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)

Lereng (*Slope*)

Lereng (*slope*) adalah sebuah permukaan tanah yang terbuka, yang berdiri membentuk sudut tertentu terhadap sumbu horisontal, atau dapat dikatakan lereng adalah permukaan tanah yang memiliki dua elevasi yang berbeda dimana permukaan tanah tersebut membentuk sudut seperti lereng perbukitan dan tebing sungai.

Proses menghitung dan membandingkan tegangan geser yang terbentuk sepanjang permukaan longsor yang paling mungkin dengan kekuatan geser dari tanah yang bersangkutan dinamakan dengan Analisis Stabilitas Lereng (*Slope Stability Analysis*).

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

Lokasi Penelitian

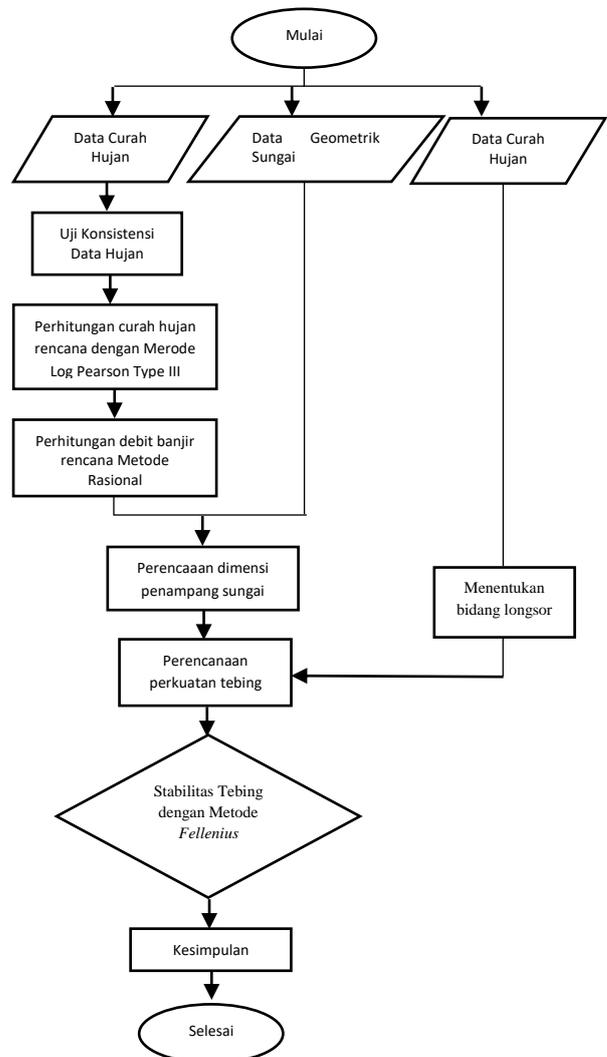
Secara geografis Area Konto Hulu terletak antara $112^{\circ}45'49''$ – $7^{\circ}50'8''$ Lintang Selatan dan memiliki luas daerah tangkapan sebesar ± 5.725 Ha. Secara administrative terletak di dalam wilayah Daerah Kabupaten Malang, Kecamatan Pujon yang meliputi 7 (tujuh) desa yaitu : desa Ngebab, desa Ngroto, desa Tawangsari, desa Pujon Lor, desa Madiredo, desa Pandensari dan desa Wiyurejo.

Tahapan Penelitian

Dalam penelitian ini langkah-langkah yang dilakukan adalah :

- Pengumpulan data
Beberapa jenis data yang dibutuhkan antara lain :

- Gambar atau foto dokumentasi lokasi perencanaan
- Peta wilayah
Mencakup daerah studi, daerah tangkapan hujan (*catchment area*).
- Data hidrologi
Data yang dibutuhkan dalam perhitungan dan pengolahan data hidrologi adalah curah hujan rata-rata per tahun (2005-2014) yang diambil dari BPDAS Brantas Malang.
- Data-data lain yang mendukung dalam perhitungan perencanaan perkuatan tebing, termasuk gambaran umum wilayah studi dan data geometri sungai yang diambil dari BBWS Brantas Surabaya.



Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Curah Hujan Rancangan

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

Tabel 1 Perhitungan Curah Hujan Rata-rata DAS Konto 2014

Bulan	Stasiun Lebaksari (mm)	Stasiun Ngabab (mm)	Stasiun Ngroto (mm)	Rata- rata (mm)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
Jan	967	761.5	848	858.8
Peb	872.5	353.7	423	549.7
Mar	523.5	323.5	316	387.7
Apr	387	300.2	443	376.7
Mei	218.8	128.1	165	170.6
Jun	95.5	91.7	125	104.1
Jul	76.5	96.1	189	120.5
Ags	0	35.4	8	14.5
Sep	0	0	0	0.0
Okt	6.5	110.7	88	68.4
Nop	221.6	316.9	352	296.8
Des	380.1	557.2	661.7	533.0

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 2 Perhitungan Hujan Rancangan dengan Berbagai Kala Ulang

No	Tr	R Rerata	Std.Deviasi	Kemencengan	Peluang	G	CH Rancangan	
	(Tahun)	(Log)	(Log)	(CS)	(%)		(Log)	(mm)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
1	2	2.02	0.11	0.13	50	-0.017	2.01	102.33
2	5	2.02	0.11	0.13	20	0.836	2.11	128.82
3	10	2.02	0.11	0.13	10	1.292	2.15	141.25
4	25	2.02	0.11	0.13	5	1.785	2.21	162.18
5	50	2.02	0.11	0.13	2	2.107	2.24	173.78
6	100	2.02	0.11	0.13	1	2.4	2.27	186.21

Sumber : Hasil Perhitungan

Perhitungan Debit Banjir Rencana

Untuk menghitung debit banjir rencana digunakan hasil perhitungan intensitas curah hujan periode ulang 50 tahun. Besarnya debit rencana dapat ditentukan berdasarkan besarnya curah hujan rencana dan karakteristik daerah aliran sungai.

Metode Rasional

Metode ini digunakan dengan menganggap bahwa DPS memiliki :

- Intensitas curah hujan merata diseluruh DPS dengan durasi tertentu
 - Lamanya curah hujan = waktu konsentrasi dari DPS
 - Puncak banjir dan intensitas curah hujan mempunyai tahun berulang yang sama
- Luas DAS < 300 km²

Perhitungan Debit Banjir dengan Metode Rasional

$$\begin{aligned}
 Q &= 0.00278 \times C \times I \times A \\
 &= 0.00278 \times 0.5 \times 82.86 \times 57.25 \\
 &= 6.60 \text{ m}^3/\text{dt (dalam km)}
 \end{aligned}$$

Debit banjir yang digunakan adalah dari hasil perhitungan Metode Rasional Modifikasi yaitu $Q_{50} = 6.60 \text{ m}^3/\text{dt}$.

Analisa Kapasitas Debit

Analisa kapasitas debit diperlukan untuk mengetahui kemampuan asli dalam menampung debit maksimum yang terjadi. Sungai konto memiliki penampang yang tidak seragam, namun memiliki bentuk penampang trapezium tunggal. Dalam perhitungan kapasitas sungai diambil sampel pada patok P4.

$$Q_{50} \text{ tahun} = 6.60 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$\text{Kemiringan talud} = 1:1$$

$$\text{Kemiringan dasar} = 0.0214$$

$$\text{Tinggi jagaan} = 1 \text{ m}$$

Mencari nilai H :

$$Q = V \times A$$

$$Q = \{(B+mH) \times H\} \times 2.14$$

$$6.60 = \{(BH+mH^2) \times 2.14$$

$$6.60 = \{(2.56H+H^2) \times 2.14$$

$$6.60 = \{(5.48H) + (2.14H^2)\}$$

$$6.60 - 2.31H^2 = 5.48H$$

Dengan cara trial error menggunakan *Microsoft Excel* maka diketahui nilai $H = 0.66$

Tinggi Muka Air

Dari perhitungan tersebut dijadikan dasar untuk menghitung profil aliran pada setiap seksi. Profil aliran dihitung dengan memakai metode tahapan langsung.

Rumus-rumus yang dipakai adalah :

$$E = y + \alpha \frac{V^2}{2g}$$

$$\Delta E = E_1 - E_2$$

$$Sf = \frac{n^2 V^2}{2.22R^{4/3}}$$

Dimana :

V = Kecepatan rata-rata

α = Koefisien energi

ΔE = Perubahan energy spesifik

Sf = Kemiringan geser

R = Jari-jari hidrolis

H = Tinggi air

Uraian Perhitungan :

$$E_1 = y + \alpha \frac{V^2}{2g} = 0.66 + 1 \times \frac{3.07^2}{2 \times 9.8} = 1.140$$

$$E_2 = y + \alpha \frac{V^2}{2g} = 0.56 + 1 \times \frac{2.91^2}{2 \times 9.8} = 0.991$$

$$\Delta E = E_1 - E_2 = 1.140 - 0.991 = 0.15$$

$$Sf = \frac{0.03^2 \times 4^2}{2.22 \times 0.460^{4/3}} = 0.00045$$

$$So - \bar{Sf} = 0.0214 - 0.00045 = 0.02$$

$$\Delta x = \frac{\Delta E}{So - Sf} = \frac{0.15}{0.02} = 7.115$$

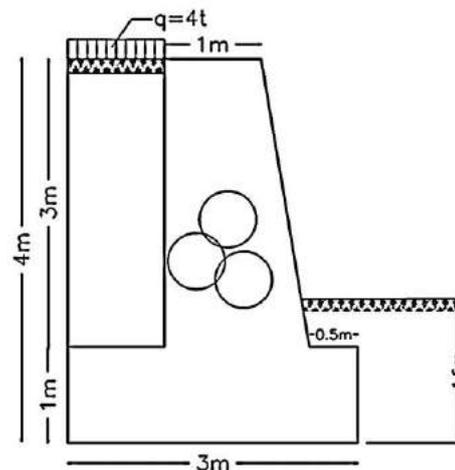
Perencanaan Dimensi Dinding Penahan

$$Q = 6.60 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Tinggi desain kekuatan = 4 meter

Atas (a) = 1 m

Bawah (b) = 3 m



Gambar 1 Dimensi Dinding Penahan Tipe Gravitasi

Lebar tumit (d) = 1 m

Tebal tumit (l_1) = 1 m

Tebal tumit (l_2) = 0.5 m

Tinggi muka air banjir = 1 m

Berdasar Prasarana Dan Lalu Lintas Jalan pasal 11 untuk jalan kelas III, $q = 8$ t/m

Untuk beban merata digunakan 50% dari $q = 4$ t/m

Perhitungan Tekanan Tanah Aktif dan Pasif dengan Metode Rankine.

Dari perhitungan laboratorium diperoleh data tanah sebagai berikut :

$$\phi_1 = 35^\circ$$

$$C_1 = 0.17 \text{ t/m}^2$$

$$\gamma = 1.9 \text{ t/m}^3$$

▪ Tekanan Tanah Aktif (Pa)

$$Ka = \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \tan^2 \left(45 - \frac{35}{2} \right) = 0.31$$

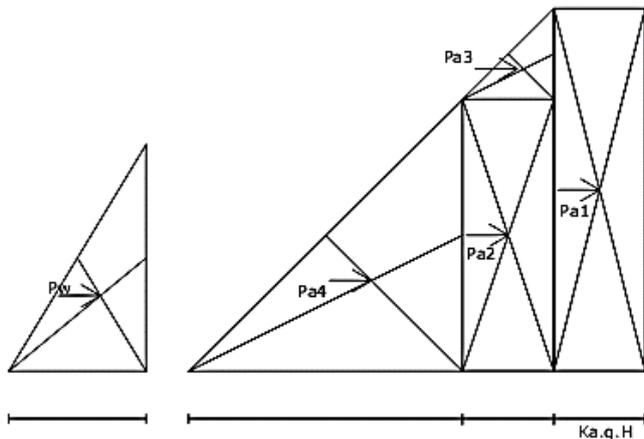
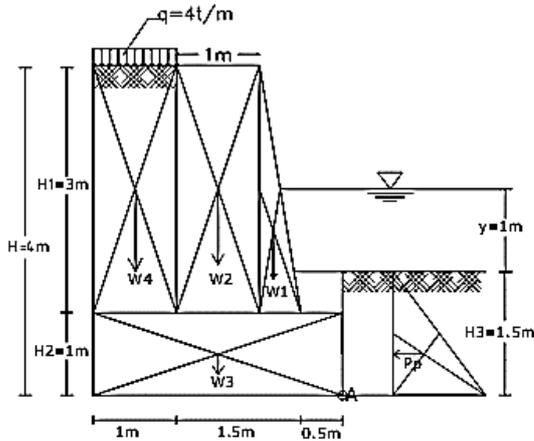
▪ Tekanan Tanah Pasif (Pp)

$$Kp = \frac{1}{Ka} = \frac{1}{0.31} = 3.23$$

Perhitungan Gaya Vertikal dan Gaya Momen

Direncanakan lebar fondasi B = 3, m.
 Dalam tinjauan ini bahan yang digunakan adalah :
 γ tanah = 1.9 t/m³

γ pasangan batu = 2.2 t/m³



Gambar 2 Gaya Dinding Penahan Tanah

Tabel 3. Perhitungan Gaya dan Momen yang Terjadi

No	Gaya (t)		Jarak (m)		Momen terhadap A (tm)	
	V	H	X	Y	MV= V×X	MH= H×Y
W ₁	1.65	-	0.83	-	1.37	-
W ₂	6.6	-	1.5	-	9.9	-
W ₃	6.6	-	1.5	-	9.9	-
W ₄	5.7	-	2.5	-	14.25	-
Pa ₁	-	4.96	-	2	-	9.92
Pa ₂	-	1.77	-	1.5	-	3.54
Pa ₃	-	2.65	-	1.5	-	2.62
Pa ₄	-	2.65	-	0.99	-	2.62
Pp	-	6.9	-	0.5	-	3.45
Pw	-	1	-	2.5		2.5
	$\Sigma V =$ 20.5 5	$\Sigma H =$ 19.9 3			$\Sigma MV =$ -35.4 2	$\Sigma MH =$ 22.1 5

Sumber : Hasil Perhitungan

W = (Luas × γ batu) (t/m)
 H = Gaya Horizontal (ton)
 Lengan = Jarak terhadap titik A (m)
 MV = Momen Vertikal (ton)
 MH = Momen Horizontal (ton)

Perhitungan Terhadap Kestabilan Dinding Penahan

▪ Kestabilan terhadap guling

$$F_{g1} = \frac{\Sigma MV}{\Sigma MH} = \frac{35.42}{22.15} = 1.6$$

$$F_{g1} = 1.6 > 1.5 \text{ (Aman)}$$

▪ Kestabilan terhadap geser

$$\delta_b = 1/2 - 2/3\phi$$

$$\delta_b = 2/3 \times 35 = 23.33$$

$$\Sigma Rh = c \times B + W \tan \delta_b$$

$$= 0.17 \times 3 + 20.55 \tan 23.33 = 9.37$$

$$\Sigma Ph = \Sigma Pa - \Sigma Pp = 12.03 - 6.9 = 5.13$$

$$F_{gs} = \frac{\Sigma Rh}{\Sigma Ph} = \frac{9.37}{5.13} = 1.83$$

$$F_{gs} > 1.5 \text{ ----- } 1.83 > 1.5 \text{ (Aman)}$$

Periksa Syarat Eksentrisitas

Syarat lebar fondasi (B) adalah $e > B/6$.

$$e = \frac{B}{2} - \left(\frac{\sum MV - \sum MH}{\sum V} \right) > \frac{B}{6}$$

$$= \frac{3}{2} - \left(\frac{35.42 - 22.15}{20.55} \right) > \frac{3}{6}$$

$$e = 1.5 - 0.65 > 0.5$$

$e = 0.85 > 0.5$Aman

Stabilitas terhadap keruntuhan kapasitas dukung tanah

Gaya Horizontal : $\sum H = 19.26$

Gaya Vertikal : $\sum V = 20.55$

Untuk $\phi = 35^\circ$ dari tabel faktor daya dukung Hansen (1961) diperoleh :
 $N_q = 41.4$; $N_c = 57.75$; $N_\gamma = 42.4$
 Kapasitas dukung ultimit dihitung dengan menggunakan persamaan Hansen dan Vesic (1975) untuk beban miring dan eksentris :

$$q_u = d_c \cdot i_c \cdot c N_c + d_q \cdot i_q \cdot D_f \cdot \gamma D_f q + d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot 0.5 \cdot B_\gamma \cdot N_\gamma$$

Faktor kemiringan beban (Hansen, 1970)

$$i_q = \left[1 - \frac{0.8 \times \sum H}{\sum V + A \times C \times \text{ctg} 35} \right]^5$$

$$= \left[1 - \frac{0.8 \times 19.26}{20.55 + 1.3 \times 0.17 \times 1.43} \right]^5 = 0.5$$

$$i_\gamma = \left[1 - \frac{0.7 \times \sum H}{\sum V + A \times C \times \text{ctg} 35} \right]^5$$

$$= \left[1 - \frac{0.7 \times 19.26}{20.55 + 1.3 \times 0.17 \times 1.43} \right]^5 = 0.43$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1} = 0.5 - \frac{1 - 0.5}{42.4 - 1} = 0.49$$

$$q_u = (1.2 \times 0.49 \times 0.17 \times 57.75) + (3.24 \times 0.5 \times 1.5 \times 1.9 \times 4) + (1.5 \times 0.43 \times 0.5 \times 3 \times 1.9 \times 42.4)$$

$$q_u = 74.85 \text{ t/m}^2$$

Bila dihitung berdasarkan lebar pondasi efektif, yaitu tekanan pondasi ke tanah dasar terbagi rata secara sama, maka :

$$q' = \frac{\sum V}{B'} = \frac{20.55}{1.3} = 15.81$$

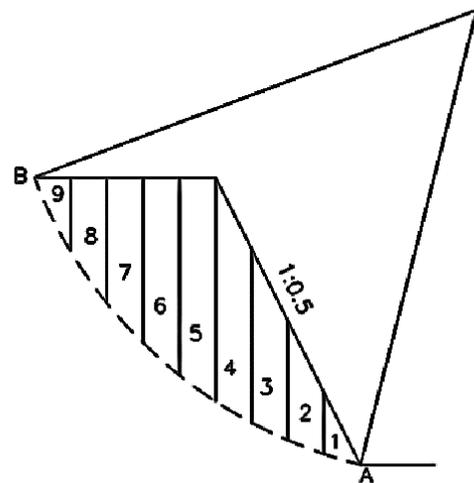
Faktor aman terhadap keruntuhan kapasitas dukung :

$$F = \frac{q_u}{q'} \geq 3$$

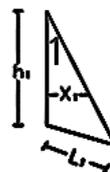
$$F = \frac{74.85}{15.81} \geq 3$$

$$F = 4.73 \geq 3 \text{ (Aman)}$$

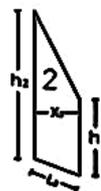
Angka Keamanan Terhadap Bidang Longsor Metode Fellinius



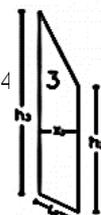
Gambar 3 Pembagian pias bidang longsor



Nomor Sayatan (1)
 $X_1 =$ Lebar Sayatan = 0.5 m
 $L_1 =$ Panjang bidang gelincir = 0.53 m
 $h_1 =$ Tinggi sisi sayatan = 0.85 m



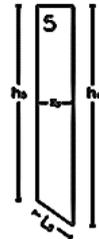
Nomor Sayatan (2)
 $X_1 =$ Lebar Sayatan = 0.5 m
 $L_1 =$ Panjang bidang gelincir = 0.54 m
 $h_1 =$ Tinggi sisi sayatan = 1.66 m



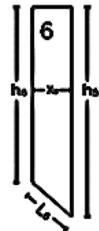
Nomor Sayatan (3)
 $X_1 =$ Lebar Sayatan = 0.5 m
 $L_1 =$ Panjang bidang gelincir = 0.56 m
 $h_1 =$ Tinggi sisi sayatan = 2.42 m



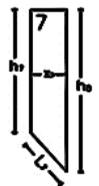
Nomor Sayatan (4)
 $X_1 =$ Lebar Sayatan = 0.5 m
 $L_1 =$ Panjang bidang gelincir = 0.59 m
 $h_1 =$ Tinggi sisi sayatan = 3.12 m



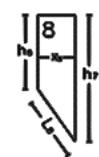
Nomor Sayatan (5)
 $X_1 =$ Lebar Sayatan = 0.5 m
 $L_1 =$ Panjang bidang gelincir = 0.62 m
 $h_1 =$ Tinggi sisi sayatan = 2.75 m



Nomor Sayatan (6)
 $X_1 =$ Lebar Sayatan = 0.5 m
 $L_1 =$ Panjang bidang gelincir = 0.68 m
 $h_1 =$ Tinggi sisi sayatan = 2.30 m



Nomor Sayatan (7)
 $X_1 =$ Lebar Sayatan = 0.5 m
 $L_1 =$ Panjang bidang gelincir = 0.75 m
 $h_1 =$ Tinggi sisi sayatan = 1.75 m



Nomor Sayatan (8)
 $X_1 =$ Lebar Sayatan = 0.5 m
 $L_1 =$ Panjang bidang gelincir = 0.88 m
 $h_1 =$ Tinggi sisi sayatan = 1.03 m



Nomor Sayatan (9)
 $X_1 =$ Lebar Sayatan = 0.5 m
 $L_1 =$ Panjang bidang gelincir = 1.4 m
 $h_1 =$ Tinggi sisi sayatan = 0.5 m

Gambar 4 Luas Tiap Sayatan

Tabel 5 Perhitungan Faktor Keamanan cara sayatan (Fellenius)

Sumber : Hasil Perhitungan

$$C = 17 \text{ kN/m}^2 \quad \gamma = 19.1 \text{ kN/m}^3$$

$$\phi = 35 \quad \tan \phi = 0.61$$

No	L meter	h meter	x meter	Luas m ²	Sudut α derajat	Sin α	Cos α	Wt Luas x*Y	W Sin α	W Cos α
1	0.53	0.85	0.5	0.21	0	0.000	1.000	3.522	0.000	3.326
2	0.54	1.66	0.5	0.63	5	0.959	0.284	9.822	9.757	2.786
3	0.56	2.42	0.5	1.02	9	0.412	0.911	15.965	6.579	14.544
4	0.59	3.12	0.5	1.39	14	0.991	0.137	21.687	21.474	2.964
5	0.62	2.75	0.5	1.47	21	0.837	0.548	22.969	19.217	12.587
6	0.68	2.3	0.5	1.26	28	0.271	0.963	19.761	5.353	19.030
7	0.75	1.75	0.5	1.01	35	0.428	0.904	15.848	6.783	14.326
8	0.88	1.03	0.5	0.70	43	0.328	0.555	10.878	3.568	6.039
9	1.14	0	0.5	0.00	52	0.987	0.163	0.000	0.000	0.000
	6.29		4.5						72.394	75.602

Sumber : Hasil Perhitungan

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

$$F = \frac{106.93 + 0.61 \times 75.602}{72.394}$$

$$F = 2.11 > 1.25 \text{ relatif stabil}$$

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan, yaitu :

1. Dalam menganalisa debit banjir, data daerah tangkapan hujan sungai konto adalah 57.25 km². Dengan melakukan perhitungan dengan metode rasional maka dapat diambil debit bajir $Q_{50} = 6.60 \text{ m}^3/\text{det}$ yaitu dengan tinggi muka air banjir 0.66 m.
2. Bentuk penampang sungai konto berbentuk trapesium tunggal dengan kemiringan tebing 1:1 dan lebar sungai mengikuti kondisi eksisting, yaitu $P_4 = 2.56\text{m}$, $P_5=3.3\text{m}$, $P_6=4.19$, $P_7=4.62$, $P_8=07.97$, $P_9=9.08$.
3. Konstruksi perkuatan tebing direncanakan terbuat dari pasangan batu kali, hal ini dilakukan karena mengingat bahan batu mudah di dapat dan jarak akses ke lokasi juga tidak terlalu jauh dalam penyediaannya serta .

Dari desain perkuatan tebing yang ada maka didapatkan hasil sebagai berikut : stabilitas terhadap guling 1.6 (aman), geser 1.83 (aman) dan eksentrisitas $0.85 > 0.5$ (aman). Sedangkan momen yang terjadi $\Sigma V=20.55$, $\Sigma H=19.93$, $\Sigma MV=35.42$, $\Sigma MH=22.15$. Stabilitas longsor tebing menggunakan Metode Fellinius hingga didapatkan hasil $F=2.1 > 1.25$ (relatif stabil).

Saran

1. Dalam penempatan perkuatan tebing harus dibatasi pada bagian sungai yang diperlukan saja, yaitu bagian-bagian tebing yang dapat tergerus dan terjadi pukulan air, terutama pada belok-belokan alur sungai.
2. Dalam perencanaan ini menggunakan profil penampang patok P4-P9. Sementara untuk profil yang lain perlu diadakan tinjauan ulang kembali.
3. Dengan dibangunnya perkuatan tebing sehingga dapat mengurangi permasalahan yang ada dengan melakukan perlindungan dari ancaman longsor. Penetapan tinggi perkuatan tebing disamakan dengan kondisi elevasi eksisting.

DAFTAR PUSTAKA

Chay Asdak, 2002. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.

Hardjowigeno, S. 2003. *Ilmu Tanah*. Jakarta: CV Akademika.

Soewarno. 1991. *Pengukuran Dan Pengelolaan Data Aliran Sungai (Hidrometri)*. Nova. Bandung.

Sosrodarsono, suyono & Takeda, Kensaku 2003. *"Hidrologi Untuk Pengairan"*. PT. Pradya Paramita

Sosrodarsono, Suyono & Tominaga, Masateru. 1985. *"Perbaikan dan*

Pengaturan Sungai". PT. Pradya Paramita

Soemarto, C. D. 1999. *Hidrologi Teknik*

Chow, VT, 1985 *Hidrolika Saluran Terbuka*. Erlangga

Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. ANDI Offset Yogyakarta.