APLIKASI HEC RAS UNTUK ANALISA DAN PENANGANAN BANJIR DI SUNGAI MUJUR KECAMATAN TEMPEH LOR KABUPATEN LUMAJANG

Chalid Jul Alif[1], Ussy Andawayanti[2]

[1]Mahasiswa Program Sarjana Teknik Jurusan Teknik Pengairan Universitas Brawijaya
[2]Dosen Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Email: chalidjul@gmail.com

ABSTRAK: Sungai Mujur merupakan salah satu sungai di Lumajang, yang berada di lereng gunung Semeru. Adanya aktifitas letusan-letusan kecil gunung semeru menyebabkan sungai mengalami perubahan penampang akibat endapan material yang terbawa oleh hujan maupun aliran air. Akibatnya pada beberapa titik sungai terjadi luapan akibat penampang yang berubah. Oleh sebab itu kajian ini bertujuan melihat bagaiamana kondisi eksisting Sungai Mujur pada debit banjir kala ulang 25 tahun, menggunakan metode Nakayasu. Sedangkan untuk melihat titik yang terjadi luapan dilakukan analisa pada program Hec-RAS. Untuk penanganan banjir/luapan yang terjadi dilakukan normalisai dan pembuatan tanggul. Metode irisan *Fellenius* digunakan untuk menghasilkan angka keamanan pada tanggul. Dari hasil analisa dapat disimpulkan bahwa normalisai dan pembuatan tanggul pada sungai mujur sudah berhasil mengatasi debit banjir pada kala ulang 25 tahun sebesar 463,561m^3/dtk.

Kata kunci: Sungai Mujur, Banjir, Tanggul, HEC-RAS

ABSTRACT**:** *Peace River is one of the rivers in Malang, located on the of Mount Semeru downstream. Due to the activities of a small eruption on Mount Semeru, cause a river cross section changes due on deposition of material washed by rain or water flow. As a result at some point river overflow occurs due to a changing cross section. Therefore, this study aims to look at how the existing condition of the Mujur River in 25 years flood discharge, using Nakayasu methods. As for the view point that happens overflow done the analysis in Hec-RAS programs. For handling flood/overflow that occurred was done normalization of river and manufacture of the embankment. The method of slices Fellenius used to generate the numbers of security on the embankment. From the results of the analysis it can be concluded that normalization and the making of embankment, mujur rivers was successfully on handling overcoming the 25 years flood discharge as 463,561 m^3/sec.*

Keywords: Mujur River, Flood, Embankment, HEC-RAS

PENDAHULUAN

Banjir merupakan hasil dari luapan air sungai yang tidak dapat tertampung oleh sungai. Banyak hal yang dapat menyebabkan banjir, secara umum dibagi menjadi 2 faktor yakni faktor alami dan faktor akibat ulah tangan manusia.

Identifikasi Masalah pada Sungai Mujur adalah (1)Material letusan yang mengalir di sungai menyebakan kerusakan penampang sungai. (2)Kerusakan penampang menyebabkan luapan pada beberapa titik sungai. (3)Luapan air dari sungai dapat menyebabkan kerusakan pada lingkungan sekitar.

Berdasarkan uraian di atas perlu dilakukan upaya penanganan untuk mencegah kerusakan yang lebih besar. Tujuan yang diharapkan dari studi ini adalah

(1) Menentukan besar debit yang terjadi pada Sungai Mujur (2) Mendapatkan nilai dan gambaran seberapa tinggi kedalam genangan yang terjadi pada aplikasi HEC-RAS. (3) Menentukan alternatif penanganan yang sesuai yakni berupa tanggul penahan sungai.

KAJIAN PUSTAKA

Uji Abnormalitas

Uji yang digunakan adalah uji Inlier-Outlier, di mana data yang menyimpang dari dua batas ambang, yaitu ambang bawah (XL) dan ambang atas (XH) akan dihilangkan.

Rumus untuk mencari kedua ambang tersebut adalah sebagai berikut:

XH..... = Exp. (Xrerata + Kn . S) .....(1)

XL = Exp. (Xrerata - Kn . S) .....(2)

dengan:

XH = nilai ambang atas

XL = nilai ambang bawah

Xrerata = nilai rata-rata.

S = simpangan baku dari logaritma terhadap data.

Kn = besaran yang tergantung pada jumlah sampel data

N = jumlah sampel data.

Uji Konsistensi Data

Data yang diperlukan untuk analisa sebaiknya tidak mengandung kesalahan, apalagidalam sebuah prosedur penggunaan aplikasi keteknikan data harus benar-benar valid agarproses aplikasi biasa berjalan lancar.Metode yangdigunakan untuk menguji kekonsistenan data ada beberapa macam, salah satunya adalah metode kurva massa ganda danmetode statistik RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*).

Curah Hujan Rerata Daerah

Untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir diperlukan data curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan. Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah atau daerah, yaitu curah hujan yang diambil dari beberapa titik pengukuran di daerah yang bersangkutan dan dinyatakan dalam mm (Sosrodarsono, 1980,p.27). Beberapa metode yang dapat diguanakan (1) Rerata Aritmatik. (2) Poligon Theissen (3) Garis Isohyet.

Distribusi Curah Hujan

Yang dimaksud dengan distribusi curah hujan rancangan adalah curah hujan terbesar tahunan dengan peluang tertentu yang mungkin terjadi di suatu daerah. Dalam perhitungan distribusi curah hujan rancangan dapat dihitung dengan beberapa metode, antara lain; (1)Metode Normal (2)Metode Log Normal (3)Metode Log Pearson Type III (4)Metode Gumbel.

Untuk pemilihan dari keempat metode di atas dapat digunakan uji kesesuaian distribusi. Metode yang digunakan adalah metode Smirnov Kolmogorov dan Chi Square. Metode analisa frekuensi yang digunakan adalah metode yang memberikan nilai perhitungan terkecil.

Curah Hujan Jam-Jaman

Hujan netto adalah bagian total yang mengahsilkan limpasan langsung (*direct run-off*),yang terdiri dari limpasan permukaan dan limpasan bawah permukaan. Dengan menganggap bahwa proses transformasi hujan menjadi limpasan langsung mengikuti proses linier dan tidak berubah oleh waktu (*linier and time invariant process*), maka hujan netto Rn dinyatakan sebagai berikut :

Rnetto = $C \cdot R$.....(3)

dengan:

Rnetto= hujan netto

C = koefisien pengaliran

R = intensitas curah hujan

Debit Banjir Rancangan

Salah satu metode yang sering digunakan adalah metode Nakayasu. Ilustrasi HSS Nakayasu ditampilkan pada gambar 2. Untuk persamaan debit punca kmenggunakan persamaan sebagai berikut (Limantara, 2010, p.150):

$$Q_p = \frac{AR_o}{3,6(0,3T_p + T_{0,3})} \quad (4)$$

dengan:

Q_p = debit puncak banjir (m^3/det)

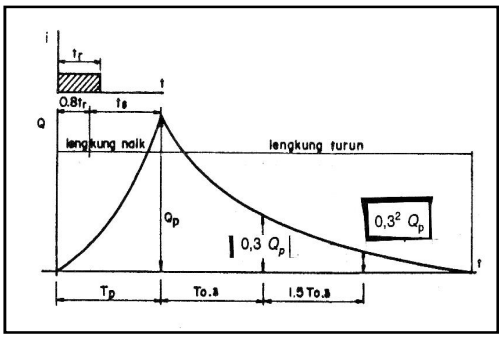
R_o = hujan satuan (mm)

T_p = tenggang waktu dari permulaan hujan

sampai puncak banjir (jam)

$T_{0,3}$ = waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari puncak sampai 30% dari debit puncak

A = luas daerah pengaliran sampai outlet (km^2)



Gambar 1. HSS Metode Nakayasu
Sumber: Sosrodarsono (1980,p.155)

Analisa Profil Aliran

Elevasi muka air pada alur sungai perlu dianalisis untuk mengetahui pada sisi mana terjadi luapan pada alur sungai. Sebagai alat bantu dalam analisa profil muka air digunakan program HEC-RAS 4.1. Prosedur perhitungan didasarkan pada penyelesaian persamaan aliran satudimensi melalui saluranterbuka. Aliran satu dimensiditandai dengan besarnya kecepatan yang sama pada seluruh penampang atau digunakan kecepatan rata-rata.

Penanganan Banjir dengan Tanggul

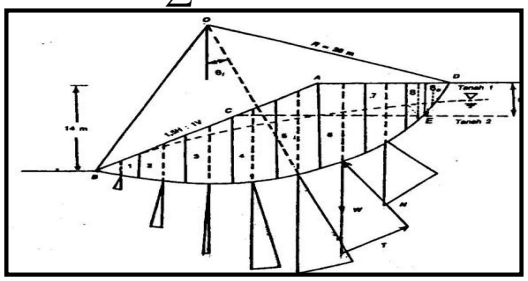
Alternatif penangana banjir yang dilakukan adalah normalisai dan pembuatan tanggul. Tanggul adalah semacam tembok miring baik buatan maupun alami yang berfungsiuntuk mengatur muka air, biasnaya dibangun sepanjang alur sungai dan terbuat dari tanah.

Tanggul di sepanjang sungai adalah salah satubangunan yang paling utama dalam usahamelindungikehidupan dan harta masyarakat terhadap banjir(Sosrodarsono, 1985, p.83).

Stabilitas Lereng Tanggul

Fellenius (1927) menganggap gaya yang bekerja disisi kiri kanan sembarang irisan mempunyai resultan nol arah tegak lurus bidang longsor. Bila terdapat air pada lereng, akibat pengaruh tekanan air pori persamaan menjadi,

$$F = \frac{\sum ca + (Wi.\cos\theta i - \mu iai)tg\varphi}{\sum Wi\sin\theta i} \quad .....(5)$$



Gambar 2. Contoh Irisan Pada Lereng
Sumber: Hardiatmo (2010, p.447)

METODOLOGI

Lokasi Studi

Lokasi studi berada di sungai Mujur di Kabupaten Lumajang yang memiliki luas 1790,90Km^2, yang terletak antara 112°53'-113°23'Bujur Timur dan 7° 54'-8°23' Lintang Selatan.Sungai Mujur berada di DAS Mujur.

Gambar 3. Peta Administrasi Kabupaten Lumajang

DataPendukung Kajian

Pada studi ini digunakan beberapa data pendukung sebagai berikut. Gambaran detail mengenai penampang sungai yakni potongan memanjang, potongan melintang, dan peta situasi profil sungai digunakan untuk pemodelan sungai.

Data curah hujan selama 10 tahun dari 4 titik pos hujan yakni, pos hujan Besuk Sat, Kertosari, Wonorenggo, dan Pasirian digunakan dalam analisa banjir rancangan.

Pengukuran banjir maksimum dilakukan denganmelakukan wawancara dengan masyarakat setempat. Pengukuran

inidigunakan sebagai control pada pemodelan HECRAS. Dan peta pendukung lainnya.

Tahapan Kajian

Adapun tahapan yang dilakukan dalam kajian adalah sebagai berikut; (1)Melakukan kajian hidrologi untuk mendapatkan debit banjir rancangan pada sungai Mujur. Metode yangdigunakan adalah metode Nakayasu. Metode tersebut dipilih karena parameter yang diperlukan untuk perhitungan tidak terlalu banyak yaitu luas DAS dan panjang sungai. (2)Menganalisa profil aliran dengan menggunakan program HEC RAS (3)Melakukan analisa penaganan banjir (4)Melakukan analisa kedua pascapenanganan pada program HEC-RAS (5) Melakukan analisa kestabilan bangunan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Outlier

Outlier adalah data dengan nilai jauh berada di antara data-data yang lain, keberadaan outlier biasanya mengganggu pemilihan jenis distribusi untuk suatu sampel data. Untuk perhitungannya adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Uji Outlier Stasiun Besuksat

No.	Tahun	Curah Hujan Maks (mm/hari)	Log R
1	2015	51	1.708
2	2013	65	1.813
3	2014	75	1.875
4	2016	85	1.929
5	2008	96	1.982
6	2007	104	2.017
7	2010	105	2.021
8	2012	110	2.041
9	2011	142	2.152
10	2009	197	2.294
Jumlah		1030	19.834
Rerata		103	1.983
Sd		0.167	
Cs		0.234	
Kn		2.036	
Nilai Ambang Atas (XH)		210.561	
Nilai Ambang Bawah (XL)		43.989	

Sumber: Hasil Perhitungan

Uji Konsistensi

Data hujan tiap stasiun selama 10 tahun harus diuji konsistensi terlebih dahulu. Metode yang digunakan adalah metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*) dan Kurva Massa Ganda, berikut adlah hasil pada stasiun Besuksat

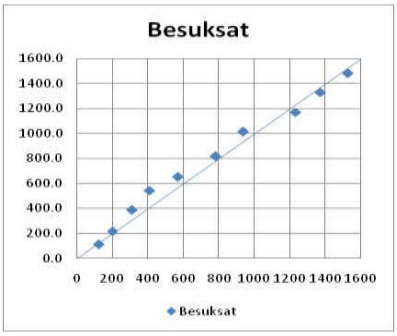
Nilai $Q/(n^{0,5})$ dan $R/(n^{0,5})$

$$Q/(n^{0,5}) = \frac{2,371}{10^{0,5}}$$

$$= 0,750 < 1,29 \textbf{(diterima)}$$

$$R/(n^{0,5}) = \frac{3,683}{10^{0,5}}$$

$$= 1,165 < 1,38 \textbf{(diterima)}$$



Gambar 4. Grafik Kurva Massa Ganda Stasiun Besuksat

Curah Hujan Rerata Daerah

Data hujan yang didapat dari stasiun pengukur hujan adalah berupa data hujan di suatu titik tertentu, sedangkan untuk keperluan analisa, yang diperlukan adalah data curah hujan harian daerah maksimum tahunan. Pada analisis curah hujan ini digunakan metode aritmatik atau rerata aljabar. Berikut adalah hasil perhitungan curah hujan maksimum,

Tabel 3. Curah hujan Maksimum Rerata Daerah

No	Tahun	Hujan Maksimum (mm)
1	2007	72,5
2	2008	84,0
3	2009	126,75
4	2010	116,25
5	2011	62,5
6	2012	79,5
7	2013	90,25
8	2014	100,00
9	2015	53,00

Lanjutan Tabel 3. Curah hujan Maksimum Rerata Daerah

No	Tahun	Hujan Maksimum (mm)
10	2016	66,50

Sumber: Hasil Perhitungan

Curah Hujan Rancangan

Untuk Perhitungan curah hujan rancangan ini dipakai metode Log PearsonTipe III, dengan alasan bahwa metode ini dapat digunakan untuk semua jenis sebaran data karena tidak ada ketentuan mengenai besarnya harga parameter statistic Cs dan Ck. Berikut adalah hasil perhitungannya:

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(LogXi - \overline{LogX})^2}{n-1}} = 0{,}120$$

$$Cs = n.\frac{\sum_{i=1}^{n}(LogXi - \overline{LogX})^2}{(n-1).(n-2).S^3} = 0{,}087$$

Tabel 4. Distribusi Cuah Hujan Metode Log Pearson Type III

X rancangan	
Log X	X
1,810	64,565
1,918	82,717
2,015	103,557
2,071	117,664
2,130	134,833
2,169	147,511
2,204	160,104
2,237	172,683
2,306	202,162

Sumber: Hasil Perhitungan

Uji Kesesuaian Distribusi

Pemeriksaan uji kesesuaian ini dimaksudkan untuk mengetahui suatu kebenaran hipotesa distribusi frekuensi. Dengan pemeriksaan uji ini akan diketahui :

1. Kebenaran antara hasil pengamatan dengan model distribusi yang diharapkan atau yang diperoleh secara teoritis
2. Kebenaran hipotesa diterima atau ditolak.

Uji yang digunakan adalah Uji Smirnov-Kolmogorov (*non parametric test*) dan Uji Chi Square.

Tabel 5. Hasil Uji Smirnov Kolmogorov

No	a (%)	D critis	D maks	Keterangan	
1	0,01	0,486	0,858	D maks > D cr	diterima
2	0,05	0,409	0,858	D maks > D cr	diterima

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 6. Batas kelas Uji Chi Square

No	Batas Kelas	Jumlah Data		*Ef - Of*	X2
		Expected Frequency (Ef)	Observed Frequency (Of)		
1	0,00 - 67,248	2,500	3,000	0,500	0,083
2	67,248 - 82,594	2,500	2,000	0,500	0,125
3	82,594 - 99,771	2,500	2,000	0,500	0,125
4	99,771 ~	2,500	3,000	0,500	0,083
Jumlah		10,000	10,000		0,417

Sumber: Hasil Perhitungan

Kesimpulan :

Untuk α = 5% diperoleh nilai x^2_{tabel} : 3,841 sedangkan nilai x^2_{hitung} : 0,417

Sehingga $x^2_{hitung} < x^2_{tabel}$ maka **Hipotesa Log Pearson Diterima.**

Untuk α = 1% diperoleh nilai x^2_{tabel} : 6,635 Sedangkan nilai x^2_{hitung} :0,417.

Sehingga $x^2_{hitung} < x^2_{tabel}$ maka **Hipotesa Log Pearson Diterima.**

Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu

Pada kajian ini debit banjir rancangan dihitung dengan menggunakan metode hidrograf sintetis Nakayasu dengan beberapa pertimbangan sebagai berikut; (1)Metode Nakayasu adalah metode yang paling umum digunakan untuk menghitung banjir rancangan pada sungai – sungai di Pulau Jawa. (2) Dengan menggunakan metode ini maka kita dapat melihat hubungan curah hujan terhadap air larian dalam unit hidrograf. (3)Dengan pertimbangan di lokasi daerah studi tidak terdapat stasiun duga tinggi air otomatis atau AWLR (*Automatic Water Level Recorder*), maka perhitungan hidrograf satuan dihitung secara teoritis

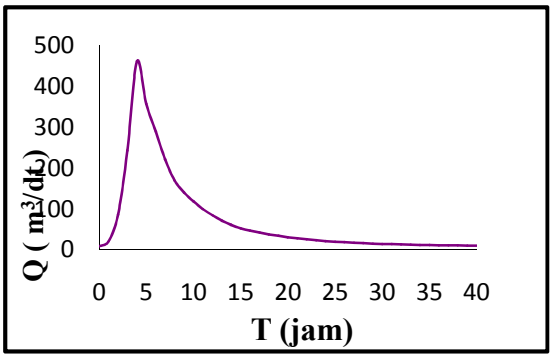
dengan rumus hidrograf satuan sintetik Nakayasu.

Tabel 8. Karakteristik Sungai

No.	Karakteristik	Nilai
1	Luas DAS (A)	208,31
2	Panjang Sungai Utama (L)	34
3	Parameter (a)	1,818
4	Koef. Pengaliran (K)	0,362
5	Hujan Satuan (Ro)	1,000

Sumber: BBWS Brantas

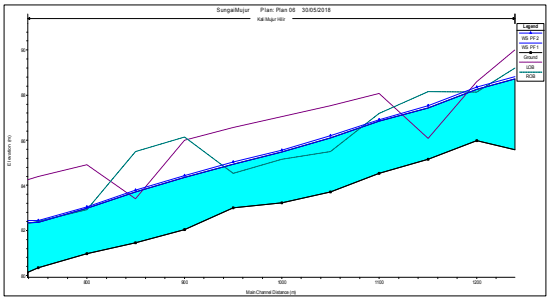
Dari Hasil Perhitungan didapatkan bahwa besarnya debit banjir pada kala ulang 25 tahun adalah sebesar 463,561 m^3/dtk. Berikut adalah grafik hidrograf di sungai berdasarkan hujan rancangan



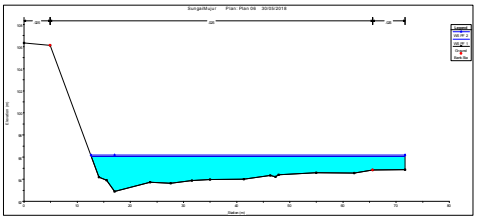
Gambar 5. Grafik Hidrograf Nakayasu di Sungai

Analisa Program Hec-RAS

Prosedur analisa yang dilakukan pada program Hec-RAS adalah sebagai berikut:(1)Penggambaran alur sungai dan peniruan bentuk penampang sungai. (2)Pengisian data aliaran yakni debit banjir pada kala ulang 25 tahun. (3)Menjalankan perintah *run* untuk mendapatkan hasil profil aliran, berikut adalah hasil peniruan profil aliran.



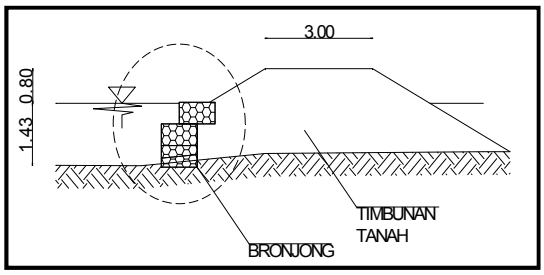
Gambar 6. Hasil Peniruan Profil Aliran Pada Program Hec-RAS



Gambar 7. Potongan Melintang Profil Aliran Pada Program Hec-RAS

Pengendalian Banjir Sungai Mujur

Dalam studi ini analisa penanganan dilakukan untuk mengatasi banjir dan juga sebagai pengaman pada banjir pada kala ulang 25 tahun, untuk itu perlu dilakukan normalisasi dan pembuatan tanggul untuk mengatasi banjir yang lebih tinggi. Berikut adalah desain tanggul yang digunakan.



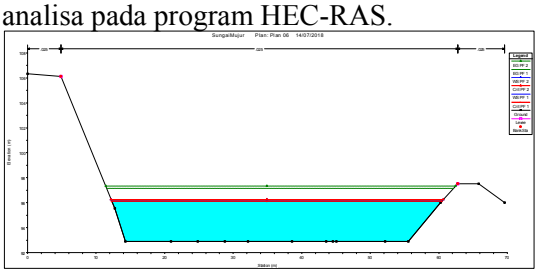
Gambar 8. Desain Tanggul Pada Sungai

Dengan Detail Bronjong Sebagai berikut:

Parameter	Satuan	Nilai
Ø batu kali	cm	15-30
Bentuk bronjong (I)	m*3*	2 x 1 x 0,5
γ batu kali	kN/m3	25
γsat batu kali	kN/m3	25,672

Sumber: Hasil Perhitungan

Setelah dilakukan rencana penanganan banjir berupa normalisai dan tanggul pada sungai Mujur, selanjutnya adalah dilakukan *running/*analisa pada program HEC-RAS, dengan debit banjir pada kala ulang 25 tahun. Berikut adalah hasil analisa pada program HEC-RAS.



Gambar 9. Hasil Penaganan Banjir StabilitasTanggul

Pada studi ini untuk analisa stabilitas tanggul menggunakan 2 macam cara yakni perhitungan manual dengan metode *fellenius* dan komputerisasi dengan program Geo-Slope. Dengan data karakteristik material sebagai beriku:

Berat Jenis Tanah (γ)	=16.887 kN/m^3
Berat Jenis Jenuh(γ_{sat})	=19,603 kN/m^3
Sudut Geser ( )	= 29,67°
Angka Kohesi (C)	= 0,45
Berat Jenis Batu (γ)	= 25 kN/m^3
Berat Jenuh Batu(γ_{sat})	=25,672 kN/m^3

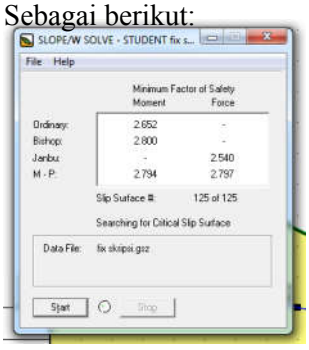
Dari data diatas setelah dilakukan analisa didapatkan nilai angka faktor keamanan sebagai berikut:

$$SF = \frac{\Sigma\{C.l+N.\tan\varphi\}}{\Sigma T}$$

$$= \frac{16,39}{6,189}$$

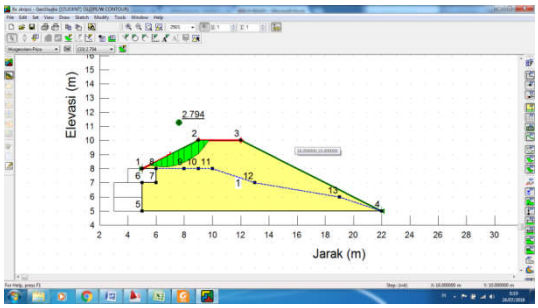
$$= 2,898$$

Pada program GeoSlope didaptkan Hasil Sebagai berikut:



Gambar 10. Angka Faktor Keamanan pada Geo-Slope

Dan Hasil Penggambaran Bidang Longsor Sebagai Berikut:



Gambar 11. Penggambaran Hasil Bidang Longsor

KESIMPULAN DAN SARAN

Darihasil analisa dan perhitungan yang telah dijabarkan pada bab sebelumnya dapat disimpulkan beberapa hal, sebagai berikut :

1. Besarnya debit sungai mujur pada kala ulang 25 tahun adalah sebesar 463,561m^3/dtk.
2. Pada hasil *running* program aplikasi HEC-RAS dapat dilihat luapan pada beberapa titik sungai.
3. Melihat adanya luapan perlu adanya penanganan, berupa normalisasi dan pembuatan tanggul pada kiri dan kanan sungai.
4. Setelah adanya normalisasi dan pembuatan tanggul pada kiri dan kanan, sungai Mujur sudah dapat menampung debit banjir Q_{25} tahun sebesar 463,561m^3/dtk.

Selain beberapa kesimpulan di atas, beberapa saran yang dapat dikemukakan dalam studi ini adalah;

1. Selain alternatif penanganan banjir di atas perlu juga diperhatikan mengenai upaya perlindungan dan pemeliharaan kawasan sungai.
2. Perlunya keakuratan dan kelengkapan data antara lain, data mekanika tanah dan data *cross section* sehingga analisa aliran pada program HEC-RAS dapat dilakukan secara komprehensif dalam suatu sistem

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 2010. *User's Manual HEC-RAS 4.1*. U.S. Army Corps of Engineers California.

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

BR, Sri Harto. 1993. *Analisis Hidrologi.* Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Istiarto. 2014.*HEC-RAS Dasar Simple Geometry River.* Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Limantara, L.M. 2010. *Hidrologi Praktis*. LubukAgung. Bandung.

Soemarto, C.D. 1995. *Hidrologi Teknik*.Edisi kedua. Jakarta: Erlangga.

Sosrodarsono, Suyono. 1980. *Hidrologi UntukPengairan*, Jakarta: P.T. PradanyaParamita