

# Analisa Kapasitas Penampang Sungai Kali Gunting Di Kabupaten Jombang

Saiful Arfaah<sup>1</sup>, Iswinarti<sup>2</sup>  
 Teknik Sipil, Universitas Darul ‘Ulum<sup>1,2</sup>  
 saiful.arfaah@gmail.com<sup>1</sup>, iswinarti59@gmail.com<sup>2</sup>

**Abstract**—The cause of flooding in the watershed area, one of which is caused by the inability of the river profile to accommodate the existing discharge (overflow). This research is intended to examine flood discharge and flood water level profile of Kali Gunting as a first step to determine flood mitigation solutions. Analysis of flood water level profiles using the Hec-Race 4.0 modeling program. With the help of this program, it is expected to be able to accommodate the flow parameters that are so complex. After modeling and knowing the capabilities of each part (cross section), this result will be a technical reference in determining flood mitigation measures.

From the results of the study, the analysis of the potential for flooding in the scissor area was obtained as a result of the flood discharge capacity at scissors times = 301.00m<sup>3</sup> / dt, and the emission times = 136.66m<sup>3</sup> / dt for the 50th return period. The results of the Q50th calculation show that the condition of K. Scissors P0-P36 river water overflows / floods because the flood water level is above the eksesting embankment, while P36-P46 does not overflow / does not flood because the flood water level is below the eksesting dike. K. Panir condition P0-P48 river water overflows / floods because the flood water level is above the eksesting embankment, while P48-P60 does not overflow / does not flood because the flood water level is below the eksesting embankment

**Intisari**— Penyebab banjir di wilayah daerah aliran sungai, salah satunya ditimbulkan oleh ketidakmampuan profil sungai dalam menampung debit yang ada (luapan). Penelitian ini dimaksudkan untuk mengkaji debit banjir dan profil muka air banjir Kali Gunting sebagai langkah awal untuk menentukan solusi penanggulangan banjir. Analisa profil muka air banjir menggunakan bantuan program pemodelan Hec-Ras 4.0. Dengan bantuan program ini diharapkan dapat mengakomodasi parameter-parameter aliran sungai yang sedemikian kompleksnya. Setelah dilakukan pemodelan dan diketahui kemampuan pada tiap-tiap bagian (potongan melintang) maka hasil ini akan menjadi acuan teknis dalam menentukan langkah-langkah penanggulangan banjir.

Dari hasil Studi Analisa potensi banjir di wilayah kali gunting didapatkan hasil kapasitas debit banjir yang ada di kali gunting = 301.00m<sup>3</sup>/dt, dan kali pancir = 136.66m<sup>3</sup>/dt untuk kala ulang 50th. Hasil perhitungan rencana Q50th menunjukkan bahwa kondisi K. Gunting P0-P36 air sungai meluap/banjir karena muka air banjir berada di atas tanggul eksesting, sedangkan P36–P46 tidak meluap/ tidak banjir karena muka air banjir berada di bawah tanggul eksesting. Kondisi K. Pancir P0–P48 air sungai meluap/banjir karena muka air banjir berada di atas tanggul eksesting, sedangkan P48–P60 tidak meluap/tidak banjir karena muka air banjir berada di bawah tanggul eksesting.

**Kata Kunci**— Banjir, Debit, Profil Muka air, HEC-Ras 4.1.0

## I. PENDAHULUAN

Kali Gunting merupakan satu sistem sungai dengan Kali Cetak Banteng dan Kali Pacir yang sejauh ini merupakan sungai yang seringkali menimbulkan daya rusak serius khususnya bagi warga masyarakat di Kecamatan Mojoagung, Mojowarno, Sumobito, Tembeleng dan Kesamben.

Berdasarkan data yang didapatkan dari Dinas PU Pengairan Kabupaten Jombang dan BPBD Kabupaten Jombang, didapatkan informasi terkait beberapa lokasi banjir pada wilayah DAS kali Gunting sebagai berikut; tahun 2018, banjir meliputi tiga desa di Kecamatan Mojowarno dengan ketinggian hingga 1 m dan enam desa di Kecamatan Mojoagung dengan ketinggian mencapai hampir 2 m.

Penyebab banjir di wilayah daerah aliran sungai, salah satunya ditimbulkan oleh ketidakmampuan profil sungai dalam menampung debit yang ada (luapan). Penelitian ini dimaksudkan untuk mengkaji debit banjir dan profil muka air banjir Kali Gunting sebagai langkah awal untuk menentukan solusi penanggulangan banjir

## II. RUMUSAN MASALAH

Uraian di atas memberikan gambaran bahwa, pada dasarnya kajian ini dimaksudkan untuk menjawab permasalahan sebagai berikut :

1. Berapa besar debit air yang dihasilkan DAS Kali Gunting ?
2. Bagaimana profil aliran eksisting yang terjadi di sepanjang Kali Gunting yang ditengarai sering terjadi banjir?

## III. TUJUAN

Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan kajian penanggulangan banjir akibat luapan air Kali Gunting yang dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Mencari besar debit DAS Kali Gunting.
2. Mengidentifikasi kemampuan pada tiap-tiap bagian (potongan melintang) Kali Gunting yang ditengarai terjadi luapan air pada kondisi eksisting.

## IV. BATASAN MASALAH

Beberapa hal yang menjadi kajian pada penelitian ini adalah :

1. Wilayah studi pada kajian ini hanya difokuskan pada lokasi di sepanjang Kali Gunting yang ditengarai sering terjadi banjir.

2. Pemodelan hidrolika menggunakan bantuan program HEC-RAS.

V. KAJIAN PUSTAKA

Curah Hujan Wilayah

Data curah hujan didapat dari alat penakar hujan yang merupakan hujan yang terjadi di suatu titik saja (point rainfall). Untuk menggambarkan tinggi hujan di suatu wilayah maka dipasang beberapa alat penakar hujan yang akan dianalisa menjadi besaran curah hujan untuk wilayah tersebut. Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah yang dinyatakan dalam satuan mm.

Untuk menghitung curah hujan wilayah dapat dilakukan dengan metode : cara rata-rata Aljabar, Poligon Thiessen dan Isohyet. Mengingat jumlah pos penakar hujan yang terbatas dan tidak tersebar merata maka dalam kajian ini dipakai metode Poligon Thiessen dengan rumus sebagai berikut ;

$$R = \sum_{i=1}^n \frac{A_n}{A} R_n \tag{1}$$

Distribusi Frekuensi Distribusi Log - Pearson Tipe III

Analisa distribusi frekwensi bertujuan untuk menentukan besaran curah hujan dengan kala ulang tertentu. Distribusi Log - Pearson Tipe III banyak digunakan dalam analisis hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrem. Persamaan fungsi kerapatan peluangnya adalah :

$$P(X) = \frac{1}{(a)\Gamma(b)} \cdot \left[\frac{X-c}{a}\right]^{b-1} \cdot e^{-\left(\frac{X-c}{a}\right)} \tag{2}$$

Bentuk komulatif dari distribusi log – Pearson Tipe III dengan nilai variatnya X apabila digambarkan dalam kertas peluang logaritmik (logarithmic probability paper) akan merupakan model matematik persamaan garis lurus. Persamaan garis lurusnya adalah :

$$Y = \bar{Y} \cdot K \cdot S \tag{3}$$

Analisa Intensitas Hujan

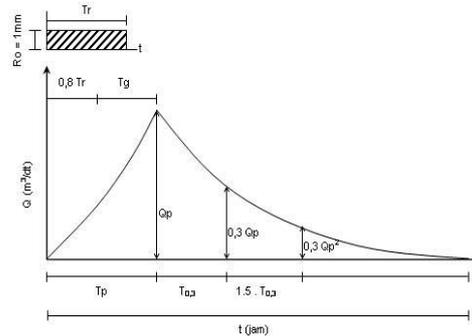
Intensitas curah hujan adalah tinggi atau kedalaman curah hujan yang terjadi per satuan waktu dimana air tersebut berkonsentrasi. Perhitungan intensitas hujan dilakukan dengan persamaan Mononobe berikut :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^{\frac{2}{3}} \tag{4}$$

Analisa Debit Banjir Rencana

Penentuan debit banjir yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan metode hidrograf satuan sintetik Nakayasu, dengan rumus sebagai berikut :

$$Q_p = \frac{C \times A \times R_0}{3,6(0,3 \times T_p \times P_{0,3})} \tag{5}$$



Gbr 1. Hidrograf Satuan Sintetis Metode Nakayasu

Pemahaman Konsep Pemodelan Aliran Sungai Dengan HEC-RAS

Hidrolic Engineering Centre-River Analysis System (HEC-RAS) versi 4 adalah paket program yang dapat digunakan untuk menghitung profil muka air satu dimensi (one-dimensional) untuk kondisi aliran tetap berubah lambat laun (steady gradually varied flow) pada saluran alam (sungai) atau saluran prismatis. HEC-RAS memiliki empat komponen model satu dimensi: 1) hitungan profil muka air aliran permanen, 2) simulasi aliran tak permanen, 3) hitungan transpor sedimen, dan 4) hitungan kualitas air. Satu elemen penting dalam HEC-RAS adalah keempat komponen tersebut memakai data geometri yang sama, routine hitungan hidraulika yang sama, serta beberapa fitur desain hidraulik yang dapat diakses setelah hitungan profil muka air berhasil dilakukan.

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1}{2g} + h_e \tag{6}$$

Kehilangan tinggi energi antara dua penampang akibat pelebaran atau penyempitan saluran adalah sebagai berikut :

$$h_e = LS_f + C \left| \frac{\alpha_2 V_2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1}{2g} \right| \tag{7}$$

Panjang sungai rata-rata L, dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$L = \frac{L_{lob} Q_{lob} + L_{ch} Q_{ch} + L_{rob} Q_{rob}}{Q_{lob} + Q_{ch} + Q_{rob}} \tag{8}$$

VI. METODOLOGI

Metodologi yang digunakan pada studi ini dibagi menjadi beberapa tahap, sebagai berikut:

- Melakukan survey dan indentifikasi, yang mencakup : kondisi DAS, pengukuran penampang sungai, pengukuran kecepatan aliran dan jenis tanah saluran.
- Melakukan analisa hidrologi, yang mencakup : analisa hujan harian maksimum rata-rata, pengujian data hujan, analisis hujan rancangan, tata guna lahan, dan perhitungan debit banjir rencana.
- Melakukan analisa hidrolis untuk kondisi existing dan kondisi setelah ada syphon sudetan. Dalam analisa ini menggunakan software HEC-RAS Versi 4.0.1 sebagai alat bantu pemodelan.
- Membuat analisa hasil pemodelan HEC-RAS. Merumuskan kesimpulan hasil studi

VII. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pererataan Hujan

Daerah tinjauan (DAS) kali Gunting memiliki luas DAS 240,26 km<sup>2</sup> atau 24.026 ha, sehingga untuk pererataan hujannya dapat digunakan metode rerata aljabar atau cara poligon thiessen. Metode poligon thiessen dengan pertimbangan titik-titik stasiun hujan yang kurang tersebar merata, kemudian dengan metode ini dipertimbangkan juga luasan pengaruh dari sebaran stasiun hujannya. Berikut adalah perhitungan koefisien thiessen pada DAS kali Gunting:

- Luas Daerah Diperoleh dari hasil gambar
- Koefisien Thiessen = L. daerah Pengaruh : Total L. daerah Pengaruh  
 $= 40.569 \text{ km}^2 : 220.286 \text{ km}^2$   
 $= 0.1842$
- Persentase Pengaruh (%)  
 $= \text{Koefisien Thiessen} \times 100\%$

TABEL I  
HASIL PERERATAAN HUJAN

No.	Tahun	Sta. Mojoagung	Sta. Mojowarno	Sta. Baren	Sta. Wonosalam	Hujan Maksimum Rerata
	Koef. Thiessen	0,1842	0,2112	0,0635	0,5411	
1	2007	16,76	16,90	8,06	130,41	172,13
2	2008	12,89	19,01	3,36	54,11	89,38
3	2009	17,50	26,41	5,40	55,73	105,03
4	2010	13,26	27,46	5,21	30,84	76,77
5	2011	10,31	13,52	3,81	51,40	79,05
6	2012	19,34	19,43	6,79	61,69	107,25
7	2013	17,50	17,11	6,22	63,31	104,14
8	2014	9,94	22,60	4,44	58,44	95,43
9	2015	26,34	17,32	4,38	37,88	85,92
10	2016	22,47	21,12	7,43	48,70	99,72

Sumber : Hasil Perhitungan

Hujan Rancangan

Analisa perhitungan curah hujan rancangan (*Design Rainfall*) menggunakan metode Log Pearson Type III

dengan kala ulang 1,01; 2; 5; 10; 20; 25; 50, dan 100 tahun. Rekapitulasi hasil perhitungan hujan rancangan pada DAS kali Gunting disajikan dalam tabel dibawah ini.

TABEL III  
REKAPITULASI HASIL PERHITUNGAN HUJAN RANCANGAN DAS KALI GUNTING

No.	Periode Ulang	Log Pearson Tipe III
	( tahun )	(mm)
1	1.01	61.11
2	2	86.69
3	5	94.94
4	10	98.88
5	20	101.88
6	25	102.73
7	50	105.03
8	100	106.97

Sumber : Hasil Perhitungan

Debit Banjir Rancangan

Pada studi ini untuk memperkirakan hidrograf banjir rancangan dengan cara hidrograf satuan (unit hydrograph) perlu diketahui dahulu sebaran hujan jam-jaman dengan suatu interval tertentu. Dalam studi ini untuk perhitungannya digunakan dengan 1 metode yaitu rumus dari Dr. Mononobe. Pada rumus Mononobe diasumsikan hujan maksimum terjadi dengan durasi maksimum 6 jam sesuai kondisi di Indonesia pada umumnya dengan hasil sebagai berikut :

TABEL IIIII  
DISTRIBUSI HUJAN NETTO JAM-JAMAN (MONONOBE)

Jam ke- (t)	Distribusi hujan (Rt)	Curah hujan	Rasio	Kumulatif
	jam-jaman	jam ke-	(%)	[%]
1,00	0,55 R <sub>24</sub>	0,55 R <sub>24</sub>	55,03	55,03
2,00	0,35 R <sub>24</sub>	0,14 R <sub>24</sub>	14,30	69,34
3,00	0,26 R <sub>24</sub>	0,10 R <sub>24</sub>	10,03	79,37
4,00	0,22 R <sub>24</sub>	0,08 R <sub>24</sub>	7,99	87,36
5,00	0,19 R <sub>24</sub>	0,07 R <sub>24</sub>	6,75	94,10
6,00	0,17 R <sub>24</sub>	0,06 R <sub>24</sub>	5,90	100,00
<b>Jumlah</b>		<b>1,000</b>	<b>100,00</b>	

Sumber: Perhitungan

Koefisien Pengaliran

Koefisien limpasan/pengaliran adalah variabel untuk menentukan besarnya limpasan permukaan. Penentuann koefisien limpasan (C) dapat ditentukan berdasarkan kondisi tata guna lahan di daerah pengaliran (Dr. Mononobe) dan karakteristik hujan (Dr. Kawakami) yang terjadi di areal DAS kajian. Nilai koefisien pengaliran yang digunakan adalah merupakan nilai rerata antara koefisien pengaliran akibat intensitas curah hujan dan kondisi tata guna lahan pada DAS yang ditinjau sebagai berikut :

TABEL IVV  
KOEFSIEN LIMPASAN (C) DAS KALI GUNTING

Kala Ulang	Koeffisien pengaliran ( C )							
	1,01	2	5	10	20	25	50	100
Hujan	0,131	0,103	0,097	0,095	0,093	0,093	0,092	0,091
TGL	0,580	0,580	0,580	0,580	0,580	0,580	0,580	0,580
<b>Rerata</b>	<b>0,355</b>	<b>0,341</b>	<b>0,339</b>	<b>0,337</b>	<b>0,337</b>	<b>0,336</b>	<b>0,336</b>	<b>0,336</b>

Sumber : Hasil Perhitungan

*Nisbah Hujan Netto*

Hujan netto adalah bagian hujan total yang menghasilkan limpasan langsung (direct run-off). Dengan asumsi bahwa proses transformasi hujan menjadi limpasan langsung

mengikuti proses linier dan tidak berubah oleh waktu (linear and time invariant process). Hasil perhitungan hujan netto jam-jaman dapat dilihat sebagai berikut :

TABEL V  
NISBAH HUJAN NETTO JAM-JAMAN (MONONOBE)

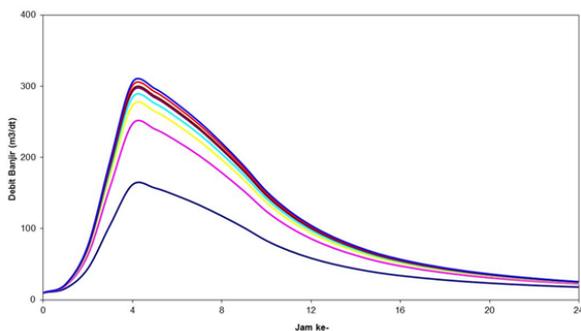
Kala Ulang (Tr)	(tahun)	1,01	2	5	10	20	25	50	100
<b>R<sub>Rancangan</sub></b>	<b>(mm)</b>	58,334	94,930	106,063	111,063	114,677	115,701	118,318	120,406
<b>Koeffisien Pengaliran ( C )</b>		0,355	0,341	0,339	0,337	0,337	0,336	0,336	0,336
<b>R<sub>n</sub></b>	<b>(mm)</b>	20,74	32,40	35,91	37,48	38,61	38,93	39,75	40,40
<b>Jam ke-</b>		<b>Nisbah ( % )</b>							
1	0,55	11,41	17,83	19,76	20,62	21,25	21,42	21,88	22,24
2	0,14	2,97	4,63	5,14	5,36	5,52	5,57	5,69	5,78
3	0,10	2,08	3,25	3,60	3,76	3,87	3,91	3,99	4,05
4	0,08	1,66	2,59	2,87	2,99	3,08	3,11	3,18	3,23
5	0,07	1,40	2,19	2,42	2,53	2,60	2,63	2,68	2,73
6	0,06	1,22	1,91	2,12	2,21	2,28	2,30	2,34	2,38

Sumber : Hasil Perhitungan

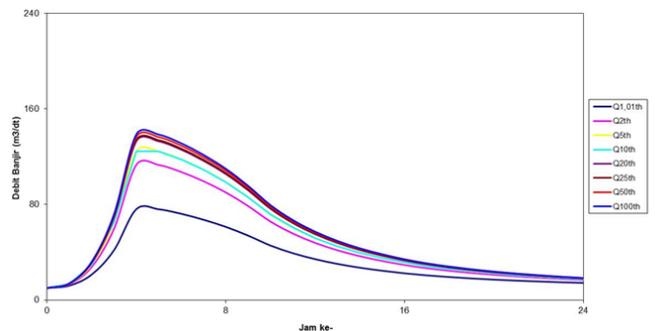
*Debit Banjir Rancangan Tiap Titik Tinjau*

Dalam Studi ini, sesuai dengan kebutuhan perencanaan yang akan dilakukan maka dibagi menjadi 2 titik tinjau pengamatan sebagai berikut :

1. Titik tinjau Kali Gunting
2. Titik tinjau Kali Pancir



Gbr. 2 Grafik Titik Tinjau Kali Gunting.



Gbr. 3 Grafik Titik Tinjau Kali Gunting.

TABEL VI  
REKAPITULASI HASIL PERHITUNGAN DEBIT BANJIR KALI GUNTING PADA TIAP TITIK TINJAU

No.	Kala Ulang	Q Rencana (m <sup>3</sup> /dt)		
		K. Gunting	K. Pancir	Hulu K. Gunting
1	1.01	161.80	76.07	85.73
2	2	247.20	113.24	133.96
3	5	272.87	124.41	148.46
4	10	284.36	129.41	154.95

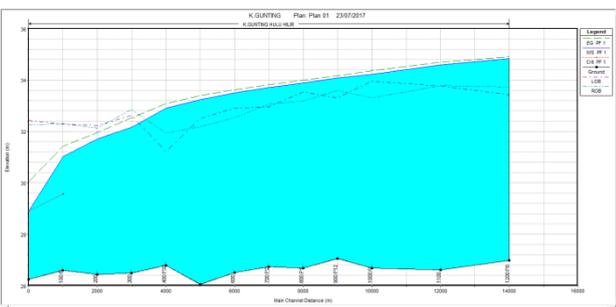
5	20	292.66	133.02	159.63
6	25	295.01	134.05	160.96
7	50	301.00	136.66	164.35
8	100	305.79	138.74	167.05

Sumber : Hasil Perhitungan

**Analisa Hidrolika Hec-Ras 4.1.0**

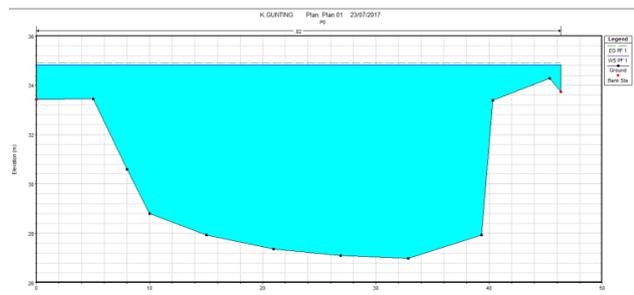
Setelah dilakukan pemodelan maka dapat diketahui elevasi muka air banjir maksimum pada kala ulang 50th

yang terjadi pada setiap profil melintang kali/sungai. Berikut adalah gambaran hasil pemodelan banjir hasil simulasi HEC-RAS yang telah dilakukan pada kondisi eksisting.



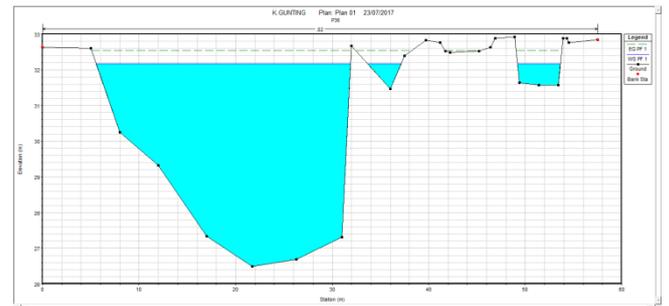
Gbr. 3 Long Section Kali Guntung

Pada gambar 3 menunjukan bahwa kondisi P0 - P36 elevasi tanggul berada di bawah elevasi muka air banjir. Hal ini yang menyebabkan di daerah kali guntung dan sekitarnya terjadi banjir.



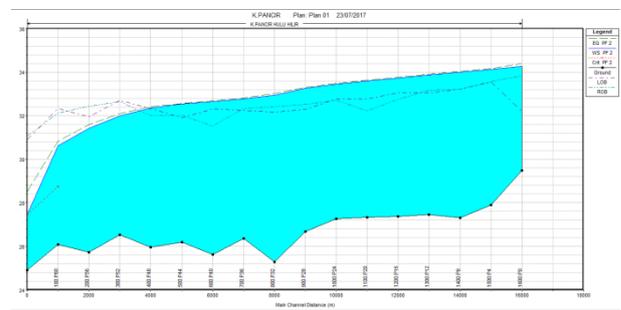
Gbr. 4 Cross Section P0

Pada gambar 4 menunjukan bahwa kondisi P0 menunjukan elevasi MAB +34.830 sedangkan elevasi tanggul kiri paling tinggi +33.452, dan elevasi tanggul kanan paling tinggi +34.278. Hasil perhitungan luapan air banjir di tanggul kiri 1.378m, dan tanggul kanan 0.552m. dapat disimpulkan bahwa di titik P0 air sungai meluap/melimpas di atas tanggul.



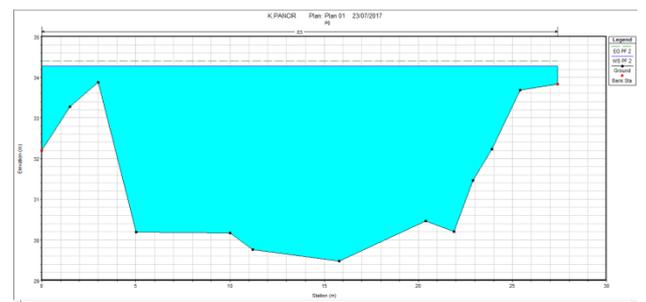
Gbr. 5 Cross Section P36

Pada gambar 5 mununjukkan bahwa elevasi MAB di P36 berada di bawah tanggul. Dapat disimpulkan bahwa di P36 air tidak meluap/melimpas di atas tanggul ekisting.



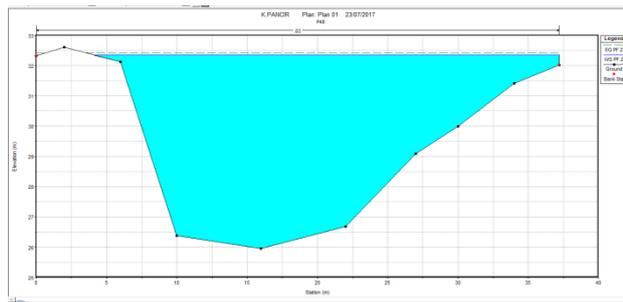
Gbr. 6 Long Section Kali Pancir

Pada gambar 6 menunjukan bahwa kondisi P0 – P48 elevasi tanggul berada di bawah elevasi muka air banjir. Hal ini yang menyebabkan di daerah kali pancir dan sekitarnya terjadi banjir.



Gbr. 7 Long Section Kali Pancir P0

Pada gambar 7 menunjukan bahwa kondisi P0 menunjukan elevasi MAB +34.240 sedangkan elevasi tanggul kiri paling tinggi +33.874, dan elevasi tanggul kanan paling tinggi +33.836. Hasil perhitungan luapan air banjir di tanggul kiri 0.366m, dan tanggul kanan 0.404m. dapat disimpulkan bahwa di titik P0 air sungai meluap/melimpas di atas tanggul.



Gbr. 8 Long Section Kali Pancir P48

Pada gambar 8 menunjukkan bahwa elevasi MAB +32.320 di P48 sisi kiri berada di bawah tanggul. Sedangkan di sisi kanan (+32.021) sungai meluap/melimpas di atas tanggul setinggi 0.299m.

### VIII. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan dan analisa pada bab – bab sebelumnya, beberapa kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

1. Dari hasil Studi Analisa potensi banjir di wilayah kali gunting didapatkan hasil kapasitas debit banjir yang ada di kali gunting = 301.00 m<sup>3</sup>/dt, dan kali pancir = 136.66m<sup>3</sup>/dt untuk kala ulang 50th.
2. Hasil perhitungan rencana Q50th menunjukkan bahwa kondisi K. Gunting P0-P36 air sungai meluap/banjir karena muka air banjir berada di atas tanggul eksesting, sedangkan P36–P46 tidak meluap/ tidak banjir karena muka air banjir berada di bawah tanggul eksesting. Kondisi K. Pancir P0–P48 air sungai meluap/banjir karena muka air banjir berada di atas tanggul eksesting, sedangkan P48–P60 tidak meluap/tidak banjir karena muka air banjir berada di bawah tanggul eksesting.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] ISTIARTO, *Modul Pelatihan Simulasi Aliran 1-Dimensi Dengan Bantuan Paket Program Hidrodinamika HEC-RAS*. Yogyakarta, 2014.
- [2] ; HARI P KUSNUARDI NUGROHO, “Analisis Tingkat Kerawanan Banjir Sub Daerah Aliran Sungai Gunting Kabupaten Jombang,” *Swara Bhumi*, no. Vol 3, No 1 (2014): Vol. 1 Januari 2014, 2014.
- [3] C. Sumarto, *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Usaha Nasional, 1987.
- [4] B. Sri Harto, *Hidrologi: – Teori, Masalah dan Penyelesaian*. Yogyakarta: Nafiri, 2000.
- [5] L. . Chow, V.T., Maidment, M.R., and Mays, *Applied Hydrology*. New York: McGraw-Hill, 1988.
- [6] Anggrahini, *Hidrolika Saluran Terbuka*. Surabaya: CV. Citra Media, 1997.