

## PERBAIKAN PADA ALUR SUNGAI GUNTING KABUPATEN JOMBANG DENGAN NORMALISASI DAN TURAP SEBAGAI PENGENDALI BANJIR

**Muhammad Fahrizal Alfianto<sup>1</sup>, Medi Efendi<sup>2</sup>, Sutikno<sup>3</sup>**

D-IV Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang<sup>1</sup>, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang<sup>2</sup>, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang<sup>3</sup>

*Fahrizalalfianto25@gmail.com<sup>1</sup>, Medipolinema@gmail.com<sup>2</sup>, sutikno.civil@gmail.com<sup>3</sup>*

### ABSTRAK

Banjir menjadi masalah yang sering terjadi di bantaran Sungai Gunting, Kecamatan Sumiboto, Kabupaten Jombang. Mengecilnya kapasitas sungai akibat penumpukan sedimentasi dan penyempitan badan sungai yang terjadi karena faktor alam ataupun karena ulah manusia.

Beberapa cara dalam mengantisipasi dan mengendalikan banjir secara teknis maupun non teknis. Secara teknis dapat dilakukan normalisasi sungai dan tanggul, pembuatan alur pengendalian banjir (*floodway*), pembuatan retarding basin, pembuatan sudetan, dan pengendalian banjir dengan waduk. Sedangkan secara non-teknis dapat melalui manajemen daerah dataran banjir, pengaturan tata guna lahan di daerah aliran banjir, sosialisasi atau penyuluhan terhadap masyarakat tentang permasalahan banjir, dan pemanfaatan bantaran sungai yang ada.

Berdasarkan perhitungan didapat curah hujan rancangan sebesar 124,007 mm. Debit banjir Sungai Buntung dengan kala ulang 50 tahun sebesar 342,935 m<sup>3</sup>/detik. Berdasarkan analisa dengan kala ulang 50 tahun penampang eksisting tidak dapat menampung debit banjir rencana, maka direncanakan perbaikan sungai. Dimensi penampang sungai memakai bentuk trapesium. Hasil perencanaan tanggul didapat jagaan tanggul minimal 0,75 m dari muka air. Dengan hasil analisis durasi pekerjaan didapat dengan waktu Masa Pelaksanaan 469 hari Kalender. Berdasarkan Rencana Anggaran Biaya didapat sebesar Rp. 226.170.610.600.-

**Kata kunci :** Sungai, Banjir, Normalisasi Pengendalian Banjir, Dinding Turap, HEC-RAS

### ABSTRACT

*Flooding is a problem that often occurs on the banks of the Gunting River, Sumiboto District, Jombang Regency. Reduced river capacity due to the accumulation of sedimentation and narrowing of river bodies that occurs due to natural factors or human activity.*

*Several technical and non-technical ways to anticipate and control flooding. Technically, it can be carried out normalizing rivers and embankments, constructing floodways, constructing retarding basins, constructing sudetan, and controlling floods with reservoirs. Whereas non-technically, it can be through flood plain management, land use management in flood watersheds, socialization, or counseling to the community about flooding problems, and utilization of existing river banks.*

*Based on the calculation, there is a design rainfall of 124,007 mm. Buntung River flood debit with a 50-years return period of 342,935 m<sup>3</sup>/second. Based on the analysis with a 50-years return period, the existing section can't accommodate the planned flood discharge, so it is planned to improve the river. The cross-sectional dimensions of the river use a trapezoidal shape. The result of the embankment planning is obtained at least 0.75 m of embankment guard from the water level. Based on the calculation of the Budget Plan it gets around Rp. 226.170.610.600.-*

**Keywords :** River, Flood, Flood Control Normalization, Sheet Pile, HEC-RAS

### 1. PENDAHULUAN

Banjir masih menjadi masalah yang umum dan cukup sering terjadi di bantaran Sungai Gunting, khususnya pada

Kecamatan Sumoboto, Kabupaten Jombang. Banjir meluap terlebih pada saat musim hujan, banyak daerah-daerah sepanjang bantaran kali Gunting yang akan mengalami

meluapnya air sungai karena sungai tidak mampu menampung kelebihan air sehingga terjadilah banjir. Perbaikan atau normalisasi sungai merupakan suatu metode yang digunakan untuk membuat dasar aliran sungai dengan kapasitas yang mencukupi untuk menyalurkan air, terutama pada saat curah hujan tinggi. Pada pekerjaan sungai gunting direncanakan menggunakan metode normalisasi sungai dan bangunan pengendali banjir berupa Sheet Pile. Dengan upaya tersebut, bertujuan dapat merubah aliran sungai, sehingga diharapkan mampu membawa debit aliran yang lebih besar dengan waktu lebih singkat.

**2. METODE**

**A. Uji Konsistensi**

Uji konsistensi berarti menguji kebenaran data lapangan yang tidak dipengaruhi oleh kesalahan pada saat pengiriman atau saat pengukuran, data hidrologi disebut tidak konsisten apabila terdapat perbedaan antara nilai pengukuran dan nilai sebenarnya. (Soewarno, 1995: 23)

Kurva masa ganda adalah salah satu metode grafis untuk menguji konsistensi dan kesamaan jenis data hidrologi dari pos hidrologi.

**B. Curah Hujan Rata-rata Daerah**

Dalam perhitungan hidrologi daerah aliran sungai (DAS) untuk menghitung data hujan rata – rata daerah aliran sungai ada beberapa metode yang sering digunakan yaitu metode arithmatik dan metode polygon thiessen adalah metode yang umumnya digunakan untuk daerah yang stasiun hujannya tidak merata.

$$\bar{R} = \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + \dots + A_nR_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \tag{1}$$

**C. Distribusi Curah Hujan Rencana**

Curah hujan rancangan dihitung untuk periode ulang 1, 2, 5, 10, 50, dan 100 tahun. Untuk menentukan metode yang sesuai, perlu dilakukan uji pemilihan distribusi frekuensi. Analisis frekuensi dapat dilakukan dengan mengamati seri data hujan maupun data debit. Jenis distribusi frekuensi yang banyak digunakan dalam hidrologi adalah distribusi E.J. Gumbel, Log Pearson type III, Normal dan Log Normal.

**D. Distribusi Log-Pearson**

Sebaran log-pearson tipe III, sering digunakan pada perhitungan hujan harian maksimum untuk menghitung besarnya banjir rencana yang terjadi pada periode ulang tertentu. (Hadisusanto,2011:43)

Ubah data ke dalam bentuk logaritmis,  $X = \log X$

1) Hitung harga simpangan baku:

$$s = \sqrt{\frac{\sum(\log X - \overline{\log X})^2}{n-1}} \tag{2}$$

2) Hitung koefisien kemencengan

$$CS = \frac{n \sum(\log X - \overline{\log X})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \tag{3}$$

3) Hitung logaritma hujan dan curah hujan rancangan dengan periode ulang T dengan rumus:

$$\log X_T = \overline{\log X} + K.s \tag{4}$$

$$d_{\text{rancangan}} = 10^{\wedge} \text{Log } X_T \tag{5}$$

**Tabel 1.** Syarat pemilihan distribusi frekuensi

Syarat	Jenis Distribusi		
	Gumbel	Log Normal	Log Person type III
Cs	5,4	3,00	bebas
Ck	1,14	0,00	bebas

Sumber: Harto, Sri. 1993:245

**E. Uji Kecocokan Distribusi Smirnov-Kolmogorov dan Chi-Square**

Untuk menentukan kecocokan (*the goodness of fit test*) distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan / mewakili distribusi frekuensi disebut diperlukan pengujian parameter. Pengujian parameter yang akan disajikan. (Hadisusanto,2011:47)

Uji kecocokan smirnov-kolmogorov sering juga disebut uji non parametik sedangkan Metode Uji Kecocokan Chi-Square) biasanya digunakan untuk menguji kebenaran distribusi yang digunakan pada perhitungan frekwensi analisis Berupa uji Smirnov-Kolmogorov dan Chi-Square.

a.Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov sering disebut juga uji kecocokan non parametic, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu.

$$D = \text{maksimum } (P(X_n) - P^*(X_n)) \tag{6}$$

D = selisih terbesar peluang pengamatan dan peluang teoritis

P(X<sub>m</sub>) = peluang pengamatan

P\*(X<sub>m</sub>) = peluang teoritis dan persamaan distribusi yang dipakai

b.Uji Chu-Kuadrat

Uji chi-kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang dipilih dapat mewakili distribusi yang dianalisis yang dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\chi^2_h = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \tag{7}$$

Xh<sup>2</sup> = parameter chi-kuadrat terhitung

G = jumlah sub kelompok

O<sub>i</sub> = jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok i

E<sub>i</sub> = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok i

**F. Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu**

Untuk memperkirakan debit banjir yang akan terjadi dapat dilakukan analisis Rainfall (*Run off Model*) dengan metode Nakayasu. Dalam penggunaan metode hidrograf satuan sintetik Nakayasu, diperlukan beberapa parameter yang berhubungan dengan karakteristik daerah aliran sungai, antara lain yaitu : Luas daerah aliran sungai (DAS), Panjang sungai utama dan Koefisien aliran. Persamaan umum hidrograf satuan sintetik Nakayasu adalah sebagai berikut : (Soemarto 1995 :100)

$$Q_p = \frac{A R_0}{3,6 (0,3 T_p + T_{0,3})} \tag{8}$$

Dimana :

- QP = Debit puncak banjir (m3/detik)
- R0 = Hujan satuan (mm)
- TP = Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)
- T0,3 = Waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari debit puncak sampai menjadi 30% dari debit puncak.

Nilai tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir  $T_p$ , dihitung dengan rumus :

$$T_p = t_g + 0,80 t_r \tag{9}$$

Dimana :

- TP = Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)
- tg = Waktu konsentrasi (jam)
- Untuk  $L < 15$  km nilai  $t_g = 0,21 L^{0,70}$  (10)
- Untuk  $L > 15$  km nilai  $t_g = 0,40 + 0,058 L$

$$\begin{aligned} T_r &= \text{Waktu hujan efektif (jam)} \\ T_r &= 0,50 t_g \text{ sampai } t_g \end{aligned} \tag{11}$$

Nilai  $\alpha$  merupakan faktor koefisien yang ditetapkan berdasarkan bentuk hidrograf banjir yang terjadi pada daerah aliran sungai.

Untuk daerah aliran  $\alpha = 2,0$ .

Untuk bagian naik hidrograf yang lambat dan bagian menurun yang cepat  $\alpha = 1,5$ .

Untuk bagian naik hidrograf yang cepat dan bagian menurun yang lambat  $\alpha = 3,0$

Bagian lengkung naik ( rising climb ) hidrograf satuan seperti pada Gambar 2.5, mempunyai persamaan :

$$0 \leq t \leq T_p$$

$$Q_t = Q_p \left( \frac{t}{T_p} \right)^{2,4} \tag{12}$$

Dimana :

- $Q_t$  = Debit limpasan sebelum sampai debit puncak banjir (jam).
- $t$  = Waktu (jam)

Bagian lengkung turun (decreasing limb) hidrograf satuan mempunyai persamaan :

$$T_p \leq t \leq T_p + T_{0,3}$$

$$Q = Q_p \cdot 0,30 \left( \frac{t - T_p}{T_{0,3}} \right) \tag{13}$$

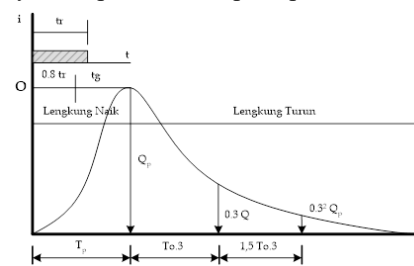
$$T_p + T_{0,3} \leq t \leq T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3}$$

$$Q_t = Q_p \cdot 0,30 \left( \frac{t - T_p + 0,50T_{0,3}}{1,50 T_{0,3}} \right) \tag{14}$$

$$t \geq T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3}$$

$$Q_t = Q_p \cdot 0,30 \left( \frac{t - T_p + 1,50T_{0,3}}{2 T_{0,3}} \right) \tag{15}$$

Berdasarkan persamaan diatas maka segmen hidrograf satuan sintetik Nakayasu dapat dilihat seperti pada Gambar.



Sumber: Soemarto, 1987:168

**Gambar 1.** Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

**G. Pemodelan Aliran Dengan HEC-RAS**

Untuk menganalisa kapasitas sungai, HEC-RAS merupakan suatu program aplikasi yang dapat digunakan untuk memodelkan aliran di sungai, River Analysis System (RAS), HEC-RAS merupakan program aplikasi yang mengintegrasikan fitur graphical user interface, analisis hidraulik, manajemen dan penyimpanan data, grafik, serta pelaporan. Diantaranya adalah plot dari skema alur sungai, potongan melintang, profil, lengkung debit (rating curve), hidrograf (stage and flow hydrograph), juga variabel hidrolis lainnya.

**H. Dinding Turap Beton (Corrugated Concrete Sheet Pile)**

Sheet Pile (Turap) adalah dinding penahan yang berupa balok-balok beton yang telah dicetak sebelum dipasang dengan bentuk tertentu. Turap beton atau (Corrugated Concrete Sheet Pile) adalah salah satu jenis turap yang biasa digunakan. CCSP sendiri merupakan jenis dinding vertikal yang terbuat dari beton bertulang pracetak yang berfungsi untuk menahan tanah secara lateral sehingga dapat mempertahankan dua level tanah yang berbeda ketinggiannya agar tidak terjadi kelongsoran tanah.

### I. Rencana Anggaran Biaya

Analisis rencana anggaran biaya merupakan bagian dari proses pembangunan, perencanaan biaya bangunan biasanya dilakukan sebelum pekerjaan itu dimulai. Untuk menghitung anggaran biaya bangunan, perlu dibuat analisis/perhitungan terinci tentang banyaknya bahan yang dipakai maupun upah kerja. Supaya lebih mudah dilakukan, setiap jenis pekerjaan perlu dihitung volumenya. Dari situ dibuatlah jumlah harga total bahan dan upah untuk setiap jenis pekerjaan yang bersangkutan (Zainal, 2005 :4).

Penjadwalan proyek adalah kegiatan menetapkan jangka waktu kegiatan proyek yang harus diselesaikan, bahan baku, tenaga kerja serta waktu yang dibutuhkan oleh setiap aktivitas. Penjadwalan proyek merupakan salah satu elemen hasil perencanaan. Yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan dan material serta rencana durasi proyek dan progres waktu untuk menyelesaikan proyek.

Penjadwalan proyek membantu dalam :

- Menunjukkan hubungan tiap kegiatan lainnya dan terhadap keseluruhan Proyek.
- Mengidentifikasi hubungan yang harus didahulukan di antara kegiatan.
- Menunjukkan perkiraan biaya dan waktu yang realistis untuk tiap kegiatan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Uji Konsistensi

Data hujan yang dipergunakan dalam analisis hidrologi diambil dari 9 stasiun hujan sebagai berikut :

**Tabel 2.** Stasiun Hujan DAS Guntung

No.	Hujan (mm)	Peluang	P Teoritis (%)
1	Balongsongo	9.09	9.20
2	Sumobito	18.18	18.30
3	Penanggalan	27.27	27.30
4	Mojoagung	36.36	36.40
5	Seloreo	45.45	43.10
6	Mojowarno	54.55	55.50
7	Bareng	63.64	60.00
8	Rejoagung	72.73	62.90
9	Wonosalam	81.82	69.90

*Sumber: Hasil Perhitungan*

**Tabel 3.** Rekapitulasi Uji Konsistensi Kurva Masa Ganda

Th	Nama Stasiun								
	Bs (1)	Sum (2)	Pen (3)	Mja (4)	Sel (5)	Mjw (6)	Bar (7)	Rja (8)	Won (9)
2009	104	65	101	126	78	118	81	157	103
2010	127	90	94	111	68	88	104	76	85
2011	110	57	93	109	99	80	102	74	110
2012	85	60	67	99	75	76	96	113	94
2013	100	83	130	113	94	125	73	98	111
2014	152	96	130	104	94	125	73	98	80
2015	76	79	85	60	52	115	100	138	125
2016	102	84	104	177	110	120	92	116	121
2017	183	91	153	164	116	90	110	86	131
2018	124	102	96	63	88	128	150	150	97

*Sumber: Hasil Perhitungan*

#### Curah Hujan Daerah

Dengan metode polygon thiessen, dimana dilakukan dengan mengalikan data hujan maksimum tahunan pada masing-masing stasiun hujan dengan menggunakan koefisien thiessen maka perhitungan berdasarkan data hujan maksimum pada setiap stasiun sehingga didapat sembilan tanggal hujan, data setiap stasiun hujan yang dihitung dengan koefisien thiessen persentase pengaruh menggunakan **persamaan 1**.

Misal hujan Maksimum Rerata Daerah :

$$= 16 \times 0,67\% + 60 \times 0,67 + 61 \times 0,67 + 66 \times 0,67 + 57 \times 0,67 + 88 \times 0,67 + 25 \times 0,67 + 9 \times 0,67 + 103 \times 0,67 = 84 \text{ mm}$$

**Tabel 4.** Rekapitulasi Hujan Maksimum Rerata Daerah

No.	Tahun	Hujan Maksimum Rerata Daerah
1	2009	84.40
2	2010	79.20
3	2011	74.73
4	2012	51.93
5	2013	67.92
6	2014	66.34
7	2015	92.40
8	2016	63.92
9	2017	111.26
10	2018	101.59

*Sumber: Hasil Perhitungan*

#### Curah Hujan Rancangan

Perhitungan curah hujan rancangan menggunakan metode Log-Person Tipe III. Berikut hasil perhitungan metode Log-Person Tipe III:

Menggunakan **persamaan 2** untuk menghitung simpangan baku. Dengan uraian sebagai berikut:

$$S = \sqrt{\frac{0,0963}{10 - 1}}$$

$$S = 0,1006$$

Menggunakan **persamaan 3** untuk menghitung koefisien kemencengan. Dengan uraian sebagai berikut:

$$C_s = \frac{10 \times (-0.0022)}{(10 - 1)(10 - 2) \cdot 0.1034^3}$$

$$C_s = -0,045$$

4) Menggunakan **persamaan 4-5** untuk menghitung logaritma hujan dan curah hujan rancangan dengan periode ulang 50 tahun dengan rumus:

$$\log X_T = \overline{1,889} + 2.030 \times 0,1006$$

$$= 2,093$$

$$d_{\text{rancangan}} = 10^{\log X_T}$$

$$= 10^{2,093}$$

$$= 124,007$$

**Tabel 5.** Perhitungan Curah Hujan Rancangan Kala Ulang

Kala Ulang	k	Log d rancangan	d rancangan
1.01	-2.359	1.652	44.858
1.11	-1.286	1.760	57.515
2.00	0.008	1.890	77.623
5.00	0.652	1.955	90.126
10.00	1.277	2.018	104.153
25.00	1.755	2.066	116.374
50.00	2.030	2.093	124.007
100.00	2.293	2.120	131.798

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan hitungan menggunakan metode Log Pearson Type III didapat  $C_s$  / angka kemencengan sebesar -0,045 yang artinya bahwa distribusi ini bisa digunakan karena nilai  $C_s$  dari Log Pearson Type III harus  $\neq 0$ .

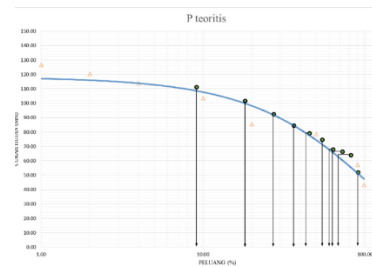
**Uji Kecocokan**

Uji kecocokan distribusi untuk simpangan vertikal (hujan) dengan metode Chi-Square, sedangkan untuk simpangan horizontal (peluang) dengan metode Smirnov-Kolmogorov. Berikut hasil dalam perhitungan metode Smirnov-Kolmogorov

**Tabel 6.** Uji Sebaran Metode Smirnov-Kolmogorov

No.	Hujan (mm)	Peluang	P Teoritis (%)	D Maks (%)
1	111.26	9.09	9.20	0.11
2	101.59	18.18	18.30	0.12
3	92.40	27.27	27.30	0.03
4	84.40	36.36	36.40	0.04
5	79.20	45.45	43.10	2.35
6	74.73	54.55	55.50	0.95
7	67.92	63.64	60.00	3.64
8	66.34	72.73	62.90	9.83
9	63.92	81.82	69.90	11.92
10	51.93	90.91	91.20	0.29

Sumber: Hasil Perhitungan



**Gambar 2.** Plotting P Teoritis

**persamaan 6:**

- Delta Peluang maksimum ( $\Delta_{\text{maks}}$ ) = 11,92 %
- Derajat Signifikan = 5 %
- Tingkat Kepercayaan = 95 %
- Banyak Data = 10
- Delta ( $\Delta$ ) Kritis (Tabel 2.4. Nilai  $\Delta$  Kritis Smirnov-K) = 41 %
- Delta Peluang maksimum ( $\Delta_{\text{maks}}$ ) = 11,92% < Delta ( $\Delta$ ) Kritis = 41% Maka Hipotesa dapat Diterima.

**Tabel 7.** Uji Sebaran Metode Chi-Square

Proabilitas	Ef	Of	Ef-Of	(Ef-Of)2/Ef
0,00 < P < 61,1	2	1	1	0.5
61,1 < P < 72,02	2	3	-1	0.5
72,02 < P < 81,59	2	2	0	0
81,59 < P < 90,13	2	1	1	0.5
90,13 ~	2	3	-1	0.5
<b>Jumlah</b>	<b>10</b>	<b>10</b>		<b>2.0</b>

Sumber: Hasil Perhitungan

**persamaan 7:**

- Pada parameter diatas digunakan parameter sebagai berikut:
- Jumlah data (n) = 10
- Penentuan jumlah kelas =  $1 + 3,22 \times \log n$  (jumlah kelas)
- $= 1 + 3,22 \times \log 10$
- $= 5$
- Ef = jumlah data : Jumlah kelas
- $= 10 : 5$
- $= 5$
- Chi-Kuadrat hitungan = 2,00
- Derajat Kebebasan (DK) =  $K - (P + 1)$
- $= 5 - (2 + 1)$
- $= 2$
- Derajat Signifikasi ( $\alpha$ ) = 5%
- Chi-Kuadrat Kritis = 5,991 (Tabel 2.5.)
- Chi-Kuadrat hitungan = 2,00 < Chi-Kuadrat Kritis = 5,991. Maka Hipotesa dapat Diterima.

**Debit Banjir Rencana**

Perhitungan debit banjir rencana menggunakan Hidrograf Satuan Sintesis metode Nakayasu. Berikut hasil perhitungan sebagai berikut:

Menghitung nilai waktu konsentrasi (tg) (untuk L > 15 Km) dengan persamaan 8:

$$Q_p = \frac{CA.R_o}{3,6 \cdot (0,3T_p + T_{0,3})}$$

$$= \frac{240,26 \times 1}{3,6 \times (0,3 \times 3 + 7)} = 8,45 \text{ m}^3/\text{det}$$

Menghitung waktu permulaan banjir sampai puncak hidrograf banjir (Tp) dengan persamaan 9:

$$T_p = T_g + (0,8 \times T_r)$$

$$= 2,27 + 0,8 \times 1,13 = 3,17 \text{ jam}$$

**persamaan 10:**

$$T_g = 0,4 + 0,058 \times L$$

$$= 0,4 + 0,058 \times 32,20 = 2,27 \text{ jam}$$

Menghitung nilai satuan waktu dari curah hujan (Tr) dengan persamaan 11:

$$T_r = 0,75 \times T_g$$

$$= 0,75 \times 2,27 = 1,13 \text{ jam}$$

Menghitung pada kurva naik sebelum mencapai debit puncak (Qp) dengan persamaan 12:

$$Q_t = Q_p \left( \frac{t}{T_p} \right)^{2,4}$$

$$Q_1 = 8,45 \left( \frac{1}{3} \right)^{2,4} = 0,605 \text{ m}^3/\text{det}$$

Menghitung pada kurva turun (Qr) dengan persamaan 13:

$$Q_{d1} = Q_p \cdot 0,3^{\frac{(t-T_p)}{T_{0,3}}}$$

$$Q_{d1} = 8,45 \times 0,3^{\frac{(4-3)}{7}} = 6,30 \text{ m}^3/\text{det}$$

Menghitung pada kurva turun (Qt) dengan persamaan 14:

$$Q_{d2} = Q_p \cdot 0,3^{\frac{[(t-T_p)+(0,5 \cdot T_{0,3})]}{(1,5 \cdot T_{0,3})}}$$

$$Q_{d2} = 8,45 \times 0,3^{\frac{[(9-3)+(0,5 \cdot 7)]}{(1,5 \cdot 7)}} = 2,399 \text{ m}^3/\text{det}$$

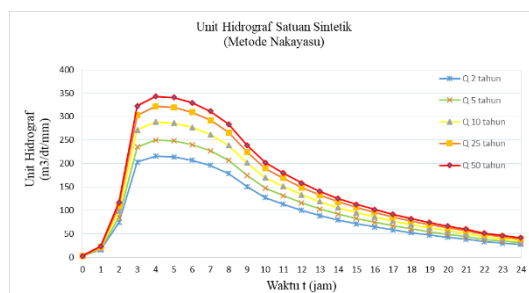
Menghitung pada kurva turun (Qt) dengan persamaan 15:

$$Q_{d3} = Q_p \cdot 0,3^{\frac{[(t-T_p)+(1,5 \cdot T_{0,3})]}{(2 \cdot T_{0,3})}}$$

$$Q_{d3} = 11,408 \times 0,3^{\frac{[(21-3,17)+(1,5 \cdot 7)]}{(2 \cdot 7)}} = 0,640 \text{ m}^3/\text{det}$$

**Tabel 8.** Rekapitulasi Debit Rancangan Metode Nakayasu

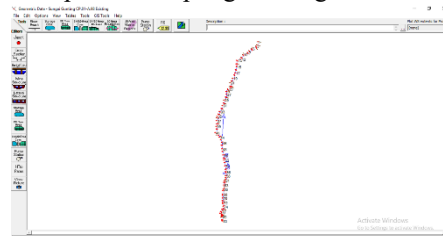
Tr (tahun)	Q (m3/detik)
2 th	215.557
5 th	249.906
10 th	288.420
25 th	321.976
<b>50 th</b>	<b>342.935</b>



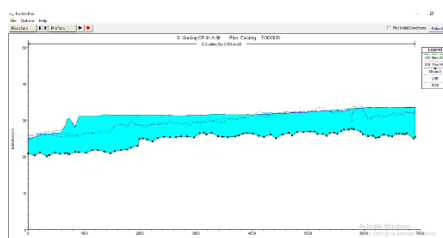
**Gambar 3.** Grafik Debit Banjir Rancangan Metode Nakayasu

### Pemodelan Aliran Dengan HEC-RAS

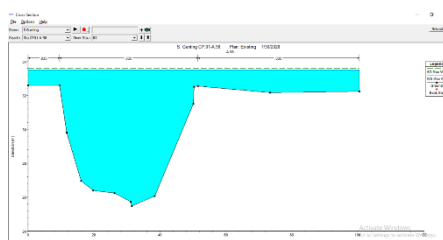
Pemodelan aliran diperuntukan untuk mengubah bentuk penampang sungai existing yang nantinya akan dianalisis dengan simulasi muka air banjir kala ulang Q50 tahun untuk mengetahui kapasitas tampung existing dan normalisasi.



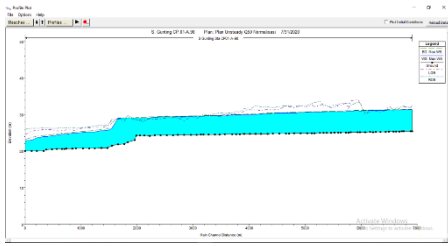
**Gambar 4.** Skema Sungai Kali Gunting



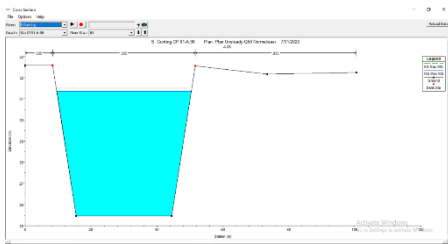
**Gambar 5.** Analisis Banjir Q 50th Pada Potongan Memanjang Sungai Gunting Eksisting.



**Gambar 6.** Analisis Banjir Q50th Pada Potongan Melintang Sungai Gunting Eksisting



**Gambar 7.** Hasil Analisis Banjir Q 50th Pada Potongan Memanjang Sungai Gunting Normalisasi



**Gambar 8.** Hasil Analisis Banjir Q 50th Pada Potongan Melintang Sungai Gunting Normalisasi

**Dinding Turap Beton (Corrugated Concrete Sheet Pile)**

Setelah normalisasi penampang kemudian peninggian tanggul menggunakan turap beton, dari perhitungan yang mengacu pada data tanah lokasi, ditentukan menggunakan *Corrugated Concrete Sheet Pile type W-600 A* dan untuk mencapai tanah keras dibutuhkan turap sepanjang 14 meter ditambah 2 meter dari muka air banjir sehingga total dimensi turap 1 x 16 meter dan didapatkan hasil peninggian tanggul pada 5169 titik. Dari perhitungan *Shear Factor* didapat hasil sebesar 1.386 yang mana factor keamanan berkisar antara 1.2 – 1.5 yang dapat disimpulkan bahwa nilai tersebut masih aman.

**Rencana Anggaran Biaya**

Berdasarkan rencana anggaran biaya yang telah dilakukan sebahao alternatif, maka dapat dilakukan rekapitulasi biaya seperti pada tabel berikut.

**Tabel 9.** Tabel rekapitulasi biaya

URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH HARGA (Rp)
I. Pekerjaan Persiapan	341.080.657.300,00
II. Pekerjaan Dinding Turap	129.981.741.600,00
III. Pekerjaan Tanah	75.292.358.400,00
<b>Total</b>	<b>226.176.698.440,00</b>

Sumber: Hasil Hitungan

**4. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh dari perhitungan yang digunakan dalam penyelesaian studi dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Dari perhitungan curah hujan rancangan 50 tahun (Q50) menggunakan metode log-pearson didapatkan hasil sebesar 124,007 mm
- 2) Dari perhitungan debit banjir rencana menggunakan metode Nakayasu, Sungai Gunting dengan kala ulang 50 tahun (Q50) didapat hasil debit maksimal sebesar 342,935 m<sup>3</sup>/detik.
- 3) Hasil analisis menggunakan program HEC-RAS 5.0.7 dengan debit rencana kala ulang 50 tahun (Q50) diketahui bahwa penampang eksisting sungai tidak mampu menampung debit banjir rencana, maka diperlukan perbaikan penampang sungai. Rencana dimensi penampang sungai menggunakan bentuk trapesium. Alternatif penampang sungai yang baru, dipilih karena pertimbangan efisiensi dan kualitas dalam perencannya, karena semakin besar volume normalisasi sungai maka berpengaruh juga pada biaya.
- 4) Dinding Turap *CCSP (Corrugated Concrete Sheet Pile)* digunakan bila terdapat penampang sungai yang masih terjadi luapan banjir setelah di Normalisasi. Tinggi dinding turap ditentukan menggunakan tinggi jagaan minimal 0,75 dari muka air maksimum. Untuk mencapai titik tanah keras didapat pada kedalaman 14m dari permukaan tanah ditambah tinggi jagaan minimal 0,75m maka ditentukan menggunakan profil Turap beton (*CCSP*) type W.600 kelas A dengan dimensi 1m x 16m.
- 5) Berdasarkan perhitungan Rencana Anggaran Biaya Pengendalian Banjir pada Sungai Gunting Kabupaten Jombang, biaya total diperkirakan sebesar Rp. 226,176,698,440.- terbilang (Dua ratus dua puluh enam milyar seratus tujuh puluh enam juta enam ratus sembilan puluh delapan ribu empat ratus empat puluh rupiah).

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Hadisusanto, Nugroho. 2010, Aplikasi Hidrologi. Jogja: Jogja Mediautama.
- [2] Hardiyatmo, Hary Christady. 2008, Teknik Fondasi 2. Jakarta: Beta offset.
- [3] Istiarto. 2014. Modul Simulasi Aliran 1-Dimensi dengan bantuan Paket Program Hidrodinamika HEC-RAS.
- [4] Kodoatie, Robert J. 2013. Rekayasa dan Manajemen Banjir Kota. Yogyakarta: Andi.
- [5] Lampiran Peraturan Menteri Pekerjaan Umum. 2016.
- [6] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum no 12. 2014.
- [7] Soemarto. 1995. Hidrologi Teknik. Jakarta: Erlangga.
- [8] Soewarno. 1995. Hidrologi Aplikasi Metode statistik untuk analisa data Jilid 1. Bandung: Nova.
- [9] Soewarno. 2014. Aplikasi metode data statistika untuk Analisis data Hidrologi. Yogyakarta: Graha Ilmu.