

# KAJIAN KAPASITAS SUNGAI BUAYA KABUPATEN HALMAHERA TIMUR

Oleh: Muchamad Arif Budiyanto<sup>1</sup>, Fajar Purwoko<sup>1</sup>, Muhamad Arifin<sup>1</sup>

Email : [arifbudiyanto.sipil@gmail.com](mailto:arifbudiyanto.sipil@gmail.com), [fajar200986@gmail.com](mailto:fajar200986@gmail.com), [nifira.arkana@gmail.com](mailto:nifira.arkana@gmail.com)

**ABSTRAK:** Pembangunan pabrik feronikel di Tanjung Buli, Kabupaten Halmahera Timur, Propinsi Maluku Utara, Indonesia oleh PT ANTAM (Persero) Tbk yang berada didekat Sungai Buaya merupakan asset negara yang perlu diamankan dari bencana banjir yang mungkin terjadi akibat luapan sungai. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kapasitas Sungai Buaya pada lokasi pabrik feronikel milik PT ANTAM (Persero) Tbk sehingga mengurangi dampak-dampak buruk yang terjadi.

Penelitian dilakukan dengan Malukan analisis hidrologi dan analisis hidraulika menggunakan perangkat software HEC-RAS dan diketahui bahwa kapasitas Eksisting Sungai Buaya tidak mampu menerima banjir (desain) kala ulang 100 tahunan yang terjadi. Sehingga perlu dilakukan Normalisasi Sungai agar kapasitas sungai meningkat.

**Kata Kunci :** Debit Banjir, Kapasitas Sungai, HEC-RAS

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pembangunan pabrik feronikel di Tanjung Buli, Kabupaten Halmahera Timur, Propinsi Maluku Utara, Indonesia oleh PT ANTAM (Persero) Tbk secara geografis terletak pada 0.0 53' 44,7" LS dan 128 16'08,7" BT berada lokasi yang berada didekat Sungai Buaya. Sungai Buaya merupakan sungai periodik yang air mengalir banyak pada saat musim penghujan dengan sumber air/ hulu sungai berada di pegunungan sedangkan pada musim kemarau airnya sedikit, dengan luas daerah tangkapan hujan (catchment area) sekitar 4,43 km<sup>2</sup> (gambar dapat dilihat pada Gambar 1) pada hilir sungai.



Gambar 1. Lokasi Pekerjaan

Sebagai salah satu bentuk program pengamanan fasilitas pabrik adalah melakukan pengkajian kapasitas sungai tersebut mutlak dilakukan. Dalam kegiatan tersebut, perlu dilakukan perencanaan dan desain yang baik dengan menyesuaikan kondisi area dan topografi. Usaha mengurangi bahaya banjir dan menjaga kestabilan morfologi sungai baik

<sup>1)</sup> adalah staf pengajar Program Studi Teknik Sipil Universitas Cokroaminoto Yogyakarta

pada lereng maupun tebing sungai terhadap bahaya gerusan, longsor tebing sehingga lingkungan di sekitar sungai tidak terganggu.

### 1.2. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah dapat menentukan parameter yang diperlukan untuk perencanaan tanggul pengaman sungai. Selain itu juga hasil penelitian ini dapat memberikan gambaran kepada PT ANTAM (Persero) Tbk tentang pengaruh aliran banjir sehingga dampak buruk yang terjadi dapat dikurangi.

### 1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui kapasitas Sungai Buaya pada lokasi pabrik feronikel milik PT ANTAM (Persero) Tbk sehingga mengurangi dampak-dampak buruk yang terjadi.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Penggunaan hidrologi yang terpenting dalam keteknikan sumber-sumber air adalah untuk perencanaan bangunan hidrolis bangunan-bangunan air seperti pengendalian, aliran air, pelayaran, erosi dan sebagainya (DPU, 1980 : II-1).

Banjir rencana dengan periode ulang tertentu dapat dihitung dari data debit banjir atau data hujan. Apabila data debit banjir tersedia cukup panjang debit banjir dapat langsung dihitung dengan metode analisis probabilitas Gumbel, Log Pearson atau Log Normal.

### 2.1. Hujan Rancangan (Design Rainfall)

Perhitungan curah hujan rata-rata untuk Sungai Buaya dilakukan dengan cara rerata aljabar. Data curah hujan pada tiap – tiap stasiun mewakili untuk setiap pekerjaan berupa titik hujan (Point Rainfall), namun untuk menentukan curah hujan rencana dengan periode ulang tertentu harus dihitung hujan rata – rata daerah aliran (Area Rainfall). Metode yang dipakai untuk perhitungan hujan harian maksimum rata – rata pada daerah aliran ini menggunakan rumus :

$$R = \frac{1}{n}(R_1 + R_2 + \dots + R_n)$$

dimana :

R	=	Besarnya tinggi hujan rata – rata
n	=	Jumlah stasiun hujan
R <sub>i</sub>	=	Tinggi hujan di tiap – tiap stasiun hujan

#### 2.1.1. Analisis Frekuensi Hujan

Tujuan analisis frekuensi data hidrologi adalah berkaitan dengan besaran peristiwa-peristiwa ekstrim yang berhubungan dengan frekuensi kejadiannya melalui penerapan distribusi kemungkinan. Analisis didasarkan pada sifat statistik data kejadian yang telah lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan dimasa yang akan datang, dengan anggapan bahwa sifat statistik kejadian hujan yang akan datang masih sama dengan sifat statistik kejadian masa lalu.

Seri data yang digunakan dalam analisis frekuensi ini adalah seri parsial data, dengan mengambil data maksimum kemudian diurutkan dari besar ke kecil.

#### a. Jenis Sebaran

Pemamfaatan berbagai teknik analisis frekuensi (*frequency analysis*) dalam pengolahan data hidrologi, ada beberapa jenis cara yang dapat digunakan (Sri Harto Br, 1983 : 168 –178), antara lain :

**1) Sebaran Normal**

Sebaran ini mempunyai fungsi kerapatan kemungkinan (*probability density function*)

:

$$P'(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \text{Exp} \left\{ -\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2} \right\}$$

dengan :

$\sigma$  = varian,

$\mu$  = harga tengah (*mean*).

**2) Sebaran Log Normal**

Sebaran ini mempunyai fungsi kerapatan kemungkinan (*probability density function*)

:

$$P'(x) = \frac{1}{x\sigma_n\sqrt{2\pi}} \text{Exp} \left\{ -\frac{1}{2} \left( \frac{\ln x - \mu}{\sigma_n} \right)^2 \right\}$$

dengan :

$$\mu_n = \frac{1}{2} \times \ln \left( \frac{\mu^4}{\mu^2 + \sigma} \right)$$

$$\sigma_n = \ln \left( \frac{\sigma^2 + \mu^2}{\mu^2} \right)$$

**3) Sebaran Log Person III**

Sebaran ini mempunyai fungsi kerapatan kemungkinan (*probability density function*)

:

$$P'(x) = \text{Po}'x \left( 1 + \frac{x}{a} \right)^c \times e^{-c^{x/a}}$$

dengan :

$$\text{Po}'(x) = \left[ \frac{n \times C^{c+1}}{a \times e^c \times r^{c+1}} \right]$$

$$a = \left( \frac{c \times \mu_{3c}}{2 \times \mu_{2c}} \right)$$

$$C = \left( \frac{4}{\beta_1 - 1} \right)$$

$$\beta_1 = \left( \frac{\mu^2 3c}{\mu^2 2c} \right)$$

**4) Sebaran Gumbel**

Sebaran ini mempunyai fungsi kerapatan kemungkinan (*probability density function*)

:

$$P(x) = e^{-\frac{(c-x)}{(c-B)^A}}$$

dengan :

A, B = parameter, Fisher dan Tippet memperoleh nilai,

$$\begin{aligned} A &= 1,2811 / \sigma \\ B &= \mu - 0,45 \times \sigma \end{aligned}$$

Analisis frekuensi secara umum menurut Chow dapat disederhanakan dengan persamaan sebagai berikut (Sri Harto Br, 2000):

$$X_T = X + S \times K$$

dengan :

$X_T$  = besaran dengan kala ulang tertentu,

$X$  = besaran rata-rata,

$S$  = simpangan baku (*standar deviation*).

## b. Pengujian Distribusi Data

Pengujian dilakukan untuk dapat mengetahui kebenaran data sesuai dengan jenis sebaran teoritis yang dipilih, maka setelah penggambaran perlu dilakukan pengujian kecocokan (Sri Harto Br, 1983:179-182). Pengujian kecocokan (*the goodness of fit test*) dapat digunakan dua cara pengujian yaitu uji Chi Square (chi kuadrat) dan Smirnov Kolmogorov, sebagai berikut ini:

### 1) Uji Chi Kuadrat

Chi kuadrat merupakan teknik statistik yang digunakan untuk menganalisis data nominal/kategori/diskrit. Data ini diperoleh dari hasil menghitung, bukan hasil pengukuran. Uji chi kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter  $\chi^2$ , yang dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut berikut :

$$\chi^2 = \frac{\sum(Ef - Of)^2}{Ef}$$

dengan :

$\chi^2$  = harga chi kuadrat,

$Ef$  = frekuensi (banyaknya pengamatan) yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelas (grup),

$Of$  = frekuensi yang terbaca pada kelas yang sama.

Nilai  $\chi^2$  yang terdapat ini harus lebih kecil dari harga  $\chi^2$  cr (Chi kuadrat-kritik) yang didapat dari Tabel 9.6. hal 181 Hidrologi Terapan (Sri Harto, 1986) untuk suatu derajat tertentu (*level of significance*), yang sering diambil sebesar 5 %. Derajat kebebasan ini dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$DK = K - (P + 1)$$

dengan :

$DK$  = derajat kebebasan (*numbers of degree of freedom*),

$K$  = banyaknya kelas (grup),

$P$  = banyaknya keterikatan (*constrain*) atau sama dengan banyaknya parameter, yang untuk sebaran Chi kuadrat = 2.

### 2) Uji Smirnov Kolmogorov

Pengujian dapat dihitung lebih sederhana dengan membandingkan kemungkinan (*probability*) untuk tiap variat, dari distribusi empiris dan teoritisnya, akan terdapat perbedaan ( $\Delta$ ) tertentu berdasarkan persamaan sebagai berikut :

$$P \{ \max [P(X) - P(X_i)] \} \Delta_{cr}$$

dengan :

$\Delta_{cr}$  = nilai yang diperoleh berdasarkan suatu derajat nyata tertentu (*level of significance- $\alpha$* ) dan banyaknya variata tertentu.

Apabila harga  $\Delta_{maks}$  yang terbaca pada kertas probability  $< \Delta_{cr}$  yang didapat dari tabel  $\Delta_{kritis}$ . Untuk suatu derajat nyata, dapat disimpulkan bahwa penyimpangan yang terjadi, hanya karena kesalahan-kesalahan yang terjadi secara kebetulan (*by chance*).

### c. Analisis Hujan Rencana

Hujan rencana digunakan untuk merencanakan dimensi saluran drainase, sehingga diharapkan bangunan dapat berfungsi seoptimalnya sampai tingkat keamanan tertentu dengan jangka waktu yang direncanakan (ditetapkan) sebelumnya, yang disebut besaran kala ulang tertentu. Hujan rencana diperoleh dengan melakukan analisis data hujan dari setasiun hujan terdekat. Data-data tersebut dianalisis dengan cara statik probabilitas. Hasil analisis akan menentukan jenis sebaran (distribusi) selanjutnya ditentukan hujan rancangannya.

Analisis frekuensi hujan digunakan menentukan periode ulang hujan rencana yang tertentu, yaitu menunjukkan kemungkinan besarnya curah hujan akan tersamai atau terlampaui selama periode waktu tertentu. Untuk memilih jenis sebaran yang sesuai terhadap suatu series data tertentu, perlu diselidiki parameter-parameter statistiknya. Adapun parameter-parameter tersebut adalah sebagai berikut:

$$C_s = \frac{n \cdot \Sigma (X - \bar{X})^3}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot S^3}$$

$$C_k = \frac{n^2 \cdot \Sigma (X - \bar{X})^4}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot (n-3) \cdot S^4}$$

Dimana :

- $C_s$  = koefisien asimetri (*skewness*)
- $C_k$  = koefisien kepuncakan (*kurtosis*)
- $n$  = jumlah data
- $X$  = nilai varian ke 1
- $\bar{X}$  = nilai rata-rata
- $S$  = standar deviasi

### d. Distribusi Curah Hujan Jam Jaman

Karena tidak tersedianya data curah hujan jam-jaman maka untuk perhitungan distribusi hujan digunakan rumus Mononobe sebagai berikut :

$$R_{Tt} = \frac{R_{24}}{t} \left[ \frac{t}{T} \right]^{2/3}$$

dimana :

- $RT$  = Intensitas hujan rerata dalam T jam
- $R_{24}$  = Curah hujan dalam 1 hari (mm)
- $T$  = Waktu konsentrasi hujan (jam)
- $t$  = Waktu mulai hujan

## 2.2. Banjir Rancangan (Design Flood)

Perhitungan debit maksimal atau banjir rencana sebagai dasar perhitungan dimensi saluran, dihitung berdasarkan data tata guna lahan dan intensitas hujan rencana dengan

periode ulang tertentu tahun. Analisis ini dilakukan berdasarkan asumsi hujan dengan kala ulang tertentu akan menghasilkan debit dengan kala ulang tertentu (kala ulang yang sama). Pemilihan cara analisis banjir tergantung luas daerah genangan atau DPS yang bersangkutan yang umumnya didasarkan luasan DPS seperti Tabel 1.

Tabel 1. Pemilihan Cara Analisis Debit Banjir

Luas DPS (A dalam km <sup>2</sup> )	Cara yang digunakan
A < 10	Rasional
10 < A < 100	Der Weduwen
A > 100	Melchior

Sumber : (KP-01, 1986 :142)

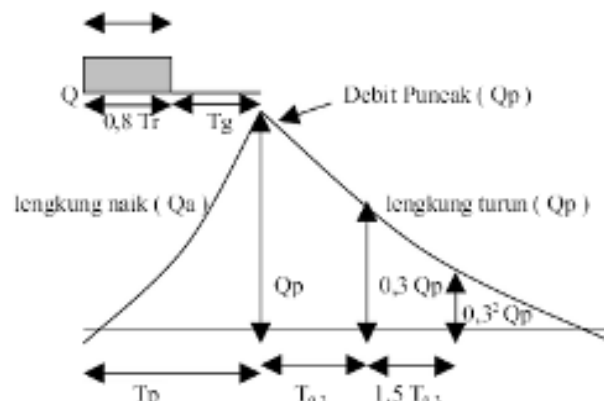
Luas daerah genangan areal kurang dari 10 km<sup>2</sup>, sehingga digunakan metode rasional dengan bentuk persamaan sebagai berikut :

$$Q = \alpha \times \beta \times I_t \times A$$

dengan :

- Q = debit aliran rencana (m<sup>3</sup>/dt),
- $\alpha$  = koefisien aliran *run off* ,
- $\beta$  = koefisien penyebaran hujan,
- I<sub>t</sub> = intensitas hujan (mm/jam),
- A = luas areal (Ha, m<sup>2</sup>, km<sup>2</sup>).

Dengan menimbang keberadaan data yang ada, yaitu berupa data hujan dan beberapa parameter DAS, maka digunakan lain sebagai pembanding yaitu metode hidrograf satuan sintesis Nakayasu.



Gambar 2. Metode HSS Nakayasu

### 2.3. Analisis Hidraulika

Analisa hidrolika pada dasarnya merupakan analisa perilaku air terhadap sungai. Hal ini menyangkut analisa kapasitas pengaliran sungai yang bermaksud mengetahui kemampuan sungai untuk mengalirkan debit sesuai dengan kondisi topografi sungai.

Analisa ini dapat dibedakan menjadi dua bagian jika dalam penampang sungai terdapat bangunan-bangunan yang melintang disepanjang sungai (jembatan, bendung, dll) yaitu kapasitas pengaliran pada alur sungai dan kapasitas pengaliran pada bangunan-bangunan. Sedangkan analisa profil muka air banjir diperlukan untuk mengetahui sejauh mana tinggi muka air banjir yang diperhitungkan terjadi dibandingkan dengan tebing kiri serta tebing kanan. Kedua analisa tersebut dilakukan dengan program HEC-RAS yang dibuat dan dikembangkan oleh USCE (*United State Corps of Engineers*) dan US of Army.

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Pengumpulan Data

Penelitian yang dilaksanakan dengan mengumpulkan data-data terkait topografi dari hasil studi PT ANTAM (Persero) Tbk, data tutupan lahan daerah aliran sungai yang dikumpulkan dari Kementerian Kehutanan dan data hujan yang diperoleh dari stasiun hujan Tanjung Buli.

#### 3.2. Langkah Penelitian

Pada tahapan pelaksanaan kajian kegiatan ini meliputi:

##### a. Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi penting dalam keteknikan sumber-sumber air adalah untuk perencanaan bangunan hidrolis bangunan-bangunan air. hidrologi yang berkaitan dengan perkiraan run off dan pergerakan air dari suatu tempat ketempat lain yang berguna untuk perencanaan, eksploitasi, pengendalian daya rusak air dan penggunaan air. Analisis hidrologi diatas adalah digunakan untuk memperkirakan debit banjir yang mengakibatkan daya rusak air.

##### b. Analisis Hidraulika

Analisis Hidraulika dimaksudkan untuk mengetahui kapasitas alur sungai maupun saluran terhadap debit banjir dengan suatu kala ulang tertentu. Dalam kaitannya dengan pekerjaan pengendalian banjir, analisis hidraulika digunakan untuk mengetahui profil muka air sungai, baik pada kondisi yang ada (existing) maupun kondisi perencanaan. Elevasi muka air banjir ini selanjutnya digunakan sebagai dasar perencanaan bangunan pengendalian banjir. Analisis hidraulika banjir (model matematik) dalam pekerjaan ini akan digunakan paket program HEC-RAS.

### 4. HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Analisa

Dengan menggunakan data stasiun hujan tanjong buli. Data Curah hujan daerah maksimum tahunan untuk Sungai Buaya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Curah Hujan Maksimal Tahunan

Tahun	Hujan Maksimum	Tahun	Hujan Maksimum
2004	113	2009	99.1
2004	88	2009	96.4
2004	80.3	2010	134.4
2005	5	2010	133
2005	72.5	2010	131.1
2005	66	2011	174.5
2006	67.5	2011	139
2006	67	2011	129
2006	63	2012	183
2007	96.3	2012	164
2007	78.7	2012	134.2
2007	74	2013	130
2008	105.5	2013	127
2008	96.5	2014	3



Tahun	Hujan Maksimum	Tahun	Hujan Maksimum
2008	94.5	2014	0.15
2009	107	2014	0.05

Sumber: Hasil Analisis, 2021

Berdasarkan Uji Smirnov Komolgorov, hasil terbaik yang disarankan adalah distribusi Gumbel dengan Delta kritik 0,236 dan Delta Maksimum 0,099. Dari hasil analisis sebaran tersebut, didapatkan hujan dengan kala ulang 2, 5, 10, 20, 25, 50, 100,200 tahun sebagai berikut:

Tabel 3. Hujan Kala Ulang Sungai Buaya

P(x >= Xm)	T	Karakteristik Debit (m <sup>3</sup> /dt) Menurut Probabilitasnya							
		NORMAL		LOG-NORMAL		GUMBEL		LOG-PEARSON III	
Prob	Kala-Ulang	X <sub>T</sub>	K <sub>T</sub>	X <sub>T</sub>	K <sub>T</sub>	X <sub>T</sub>	K <sub>T</sub>	X <sub>T</sub>	K <sub>T</sub>
0.5	2.	97.584	0.000	59.113	-0.859	90.229	-0.164	116.624	0.367
0.2	5.	135.268	0.842	280.637	4.088	129.798	0.719	175.963	0.589
0.1	10.	154.966	1.282	633.499	11.969	155.997	1.305	180.264	0.602
0.05	20.	171.233	1.645	1,240.954	25.536	181.127	1.866	180.991	0.605
0.04	25.	175.972	1.751	1,509.455	31.532	189.098	2.044	182.126	0.608
0.02	50.	189.541	2.054	2,644.913	56.892	213.655	2.592	190.913	0.633
0.01	100.	201.747	2.326	4,380.432	95.652	238.030	3.137	210.534	0.686
0.005	200.	212.918	2.576	6,950.906	153.061	262.317	3.679	245.614	0.770

Sumber: Hasil Analisis, 2021

Dari beberapa metode hidrograf banjir rancangan yang digunakan, maka yang relevan digunakan untuk perencanaan ini adalah **Metode Rasional**. Rekapitulasi banjir rancangan adalah sebagai berikut.

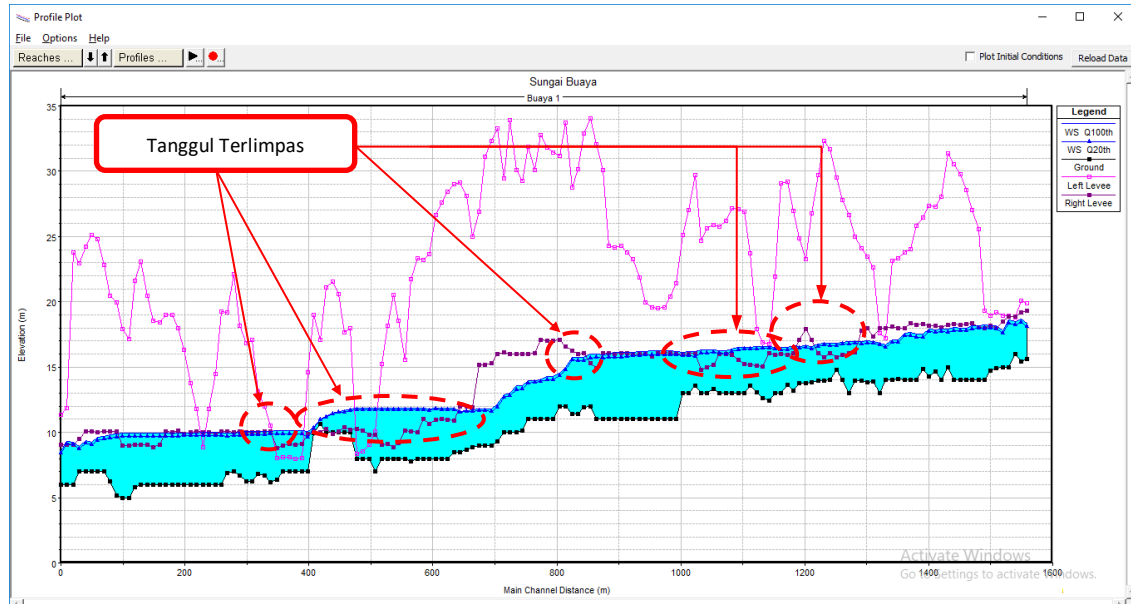
Tabel 4. Rekapitulasi Banjir Rancangan

		Rasional	Nakayasu	Snyder	Weduwen	Melchoir	Haspers	SCS	Gama I
Debit Banjir Rancangan (m <sup>3</sup> /det)	Q 2 Th	44,83	17.06	15.72	60.26	94.56	82.04	31.08	12.52
	Q 5 Th	67,64	31.17	28.71	97.56	142.67	115.46	56.76	22.86
	Q 10 Th	69,30	32.21	29.66	100.31	146.16	117.70	58.65	23.63
	Q 20 Th	69,58	32.38	29.83	100.77	146.75	118.08	58.97	23.75
	Q 25 Th	70,01	32.66	30.08	101.50	147.67	118.67	59.47	23.96
	Q 50 Th	73,39	34.78	32.04	107.14	154.79	123.18	63.34	25.52
	Q 100 Th	80,93	39.55	36.43	119.79	170.70	132.93	72.03	29.01
	Q 200 Th	94,42	48.14	44.34	142.58	199.14	149.35	87.67	35.31

#### a. Running Steady Flow Eksisting Condition (Cek Kapasitas)

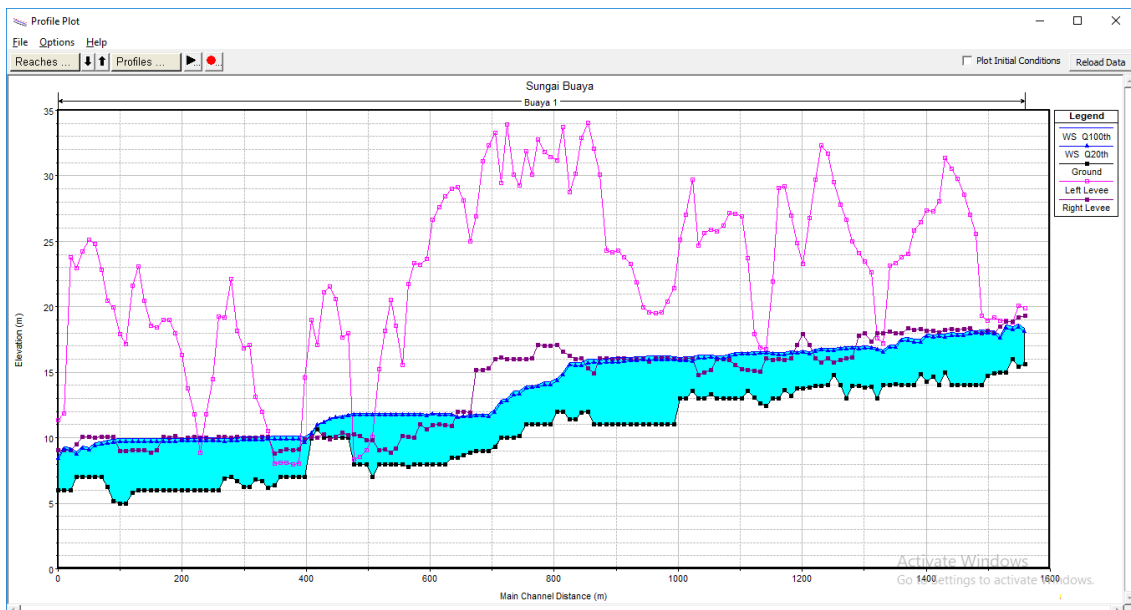
Sebelum melakukan simulasi banjir dilakukan analisa kapasitas penampang sungai eksisting untuk melihat kondisi kemampuan eksisting penampang sungai Buaya. hasil analisis kapasitas penampang sungai ditunjukkan sebagai berikut:





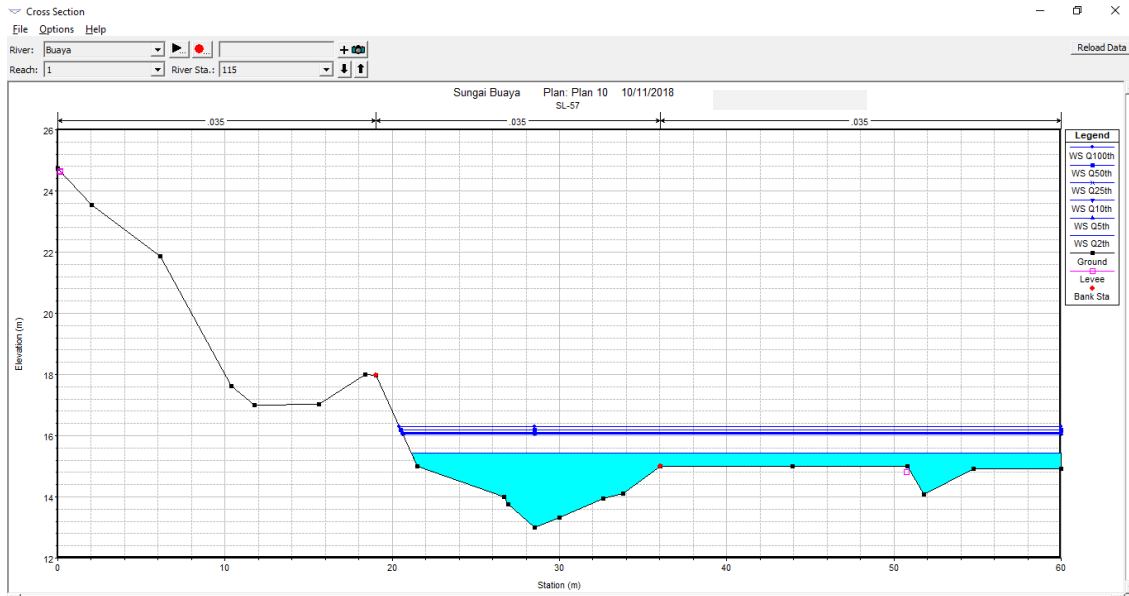
Gambar 3. Running Steady Untuk Melihat Kapasitas Eksisting

a. Running Unsteady Flow Eksisting Debit Asli



Gambar 4. Running Unsteady dengan Debit Banjir 100 Tahunan

Berdasarkan simulasi analisa pemodelan ini akan diketahui kapasitas yang dimiliki oleh Sungai Buaya saat ini (eksisting) dan sekaligus akan dapat diketahui pada debit banjir kala ulang berapakah Sungai buaya mengalami luapan (*overtopping*) di tiap ruas yang ditinjau.

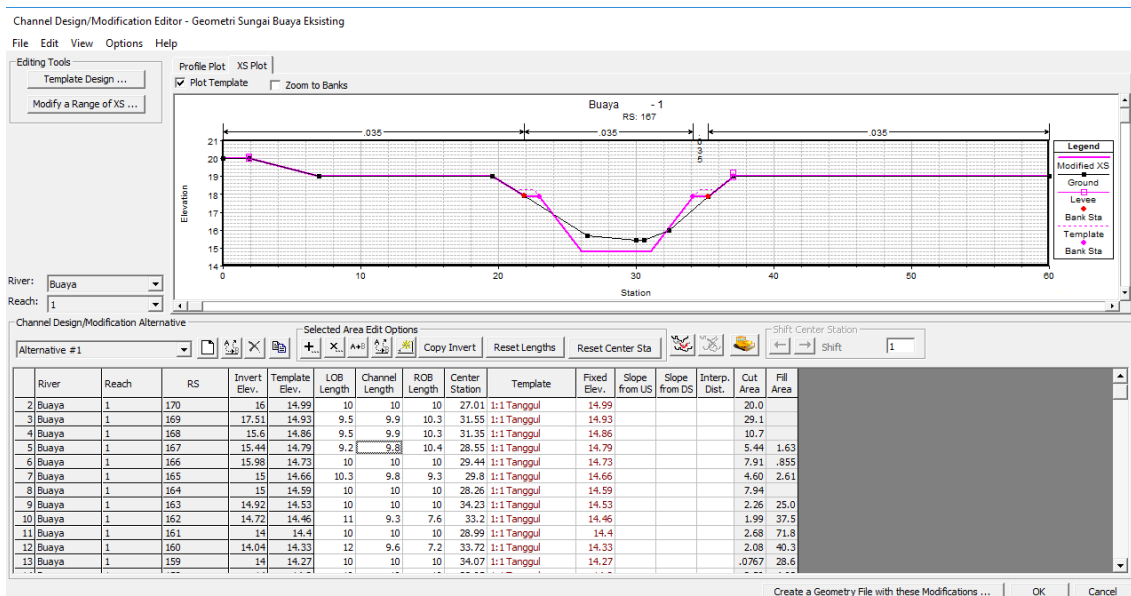


**Gambar 5.** Penampang Melintang Sungai dengan Debit Banjir Kala Ulang 2th, 5th, 10th, 25th, 50th dan 100th

**a. Modifikasi Penampang**

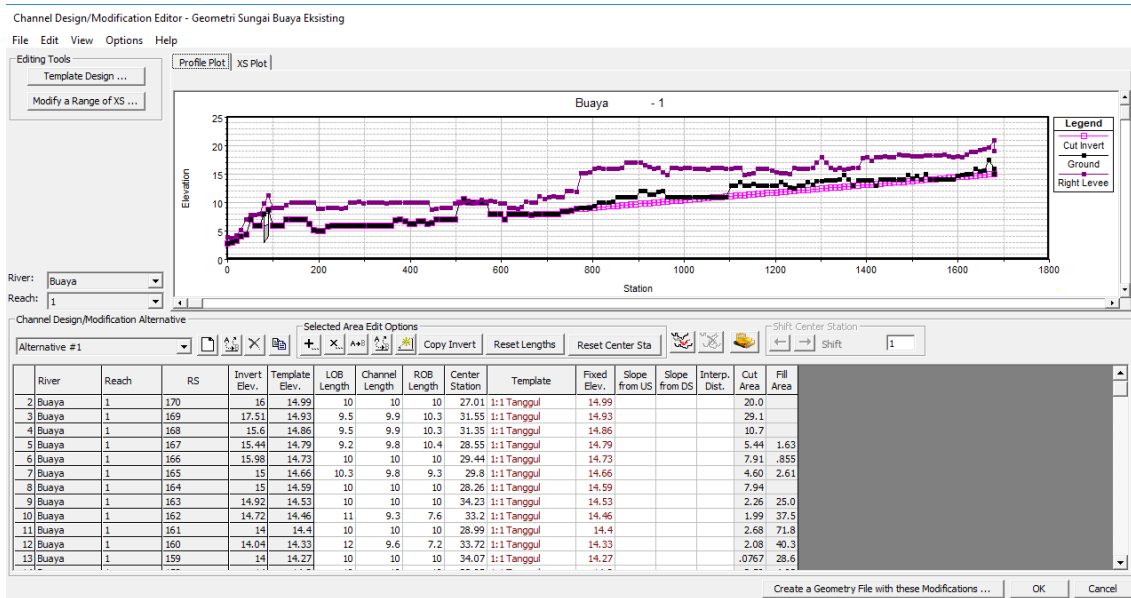
Berdasarkan hasil simulasi eksisting, diketahui beberapa pias sungai mengalami kondisi banjir yang meluap. Sehingga perlu dilakukan modifikasi penampang agar mendapatkan kapasitas penampang yang cukup untuk menampung debit banjir rencana (Q 100th). Kondisi dasar sungai yang tidak rata (sloop sungai naik turun), menjadikan alasan untuk usulan NORMALISASI sungai sehingga dapat memperlancar aliran yang ada.

Modifikasi penampang sungai tersebut dilakukan pada beberapa pias sungai yang memiliki kapasitas penampang yang kurang serta untuk melakukan pengaturan sloop sungai. Namun beberapa penampang sungai yang telah memiliki penampang yang cukup tidak dilakukan pengerukan dan masih menggunakan penampang asli. Berikut hasil superposisi penampang rencana pada penampang asli sungai.



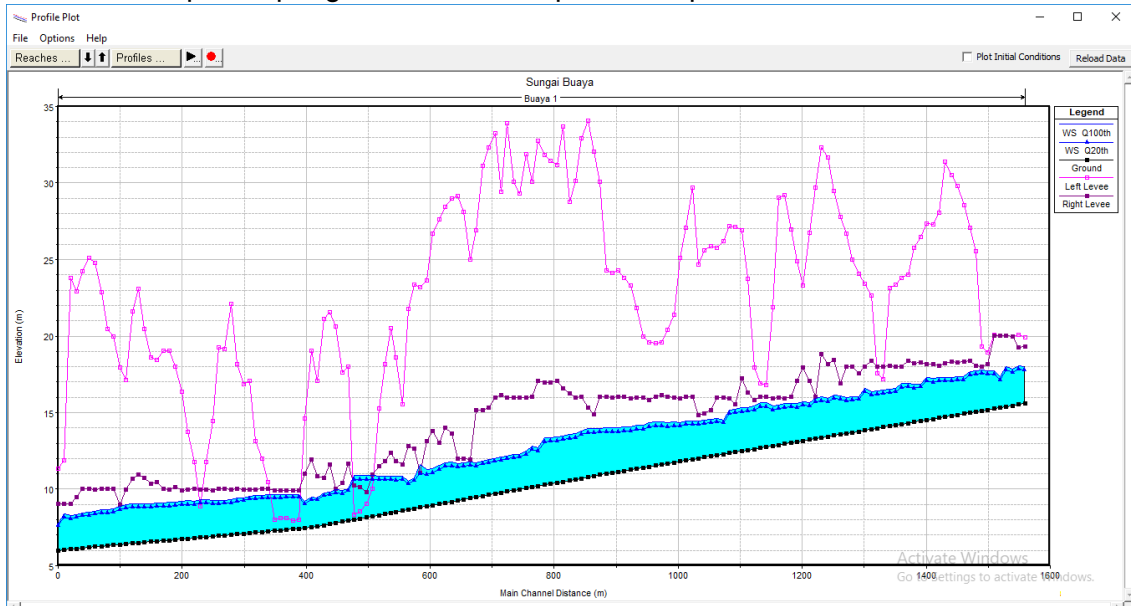
**Gambar 6.** Superposisi penampang sungai

Normalisasi dilakukan dengan memodifikasi penampang dan sloop sungai, sehingga didapatkan sloop sungai yang rata seperti yang terlihat pada Gambar 5.13. Batasan perbaikan sloop dasar sungai dengan memperhatikan rencan tinggi tanggul yang tidak terlalu tinggi terhadap rencana dasar bangunan pabrik, dimana diketahui rencana dasar bangunan pada posisi atas pada elevasi +15,00 dan pada posisi bangunan yang bawah di elevasi +10,00.

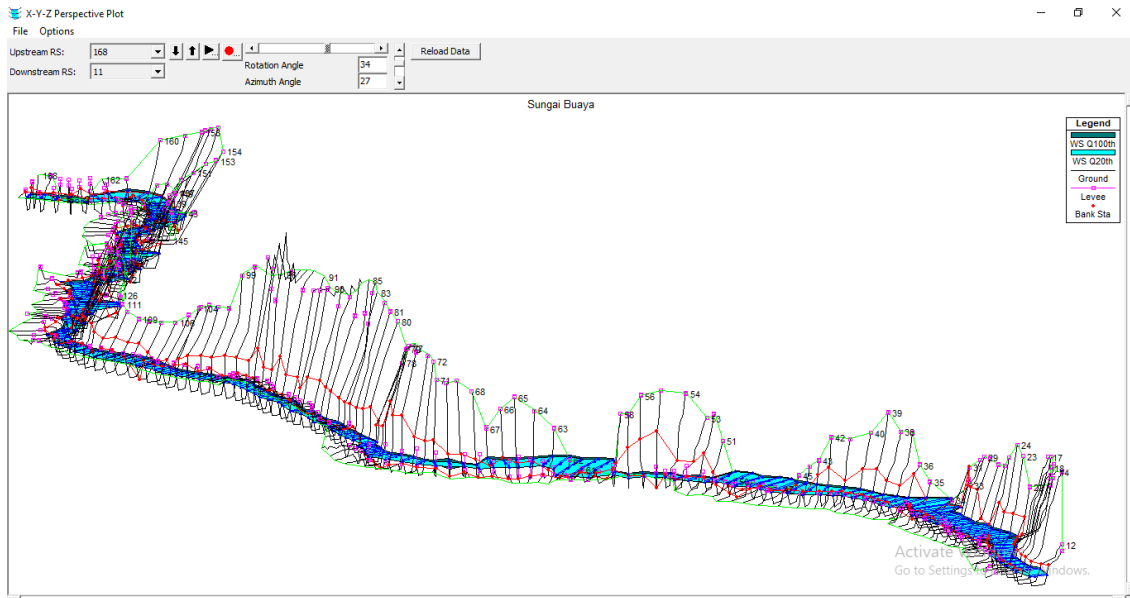


Gambar 7. Tampak memanjang normalisasi dasar sungai buaya

hasil simulasi penampang termodifikasi dapat dilihat pada Gambar berikut:



Gambar 8. Tampak memanjang Hasil Simulasi Rencana



**Gambar 9.** Tampak Perspektif Luapan Banjir Sungai Buaya

#### 4.2. Pembahasan

Setelah melihat hasil analisa kapasitas penampang Sungai dengan aliran steady seperti yang terlihat diatas, maka dilanjutkan perhitungan analisa hidrolika kondisi sungai eksisting dilakukan dengan menggunakan program HEC RAS untuk aliran steady dengan tinjauan debit banjir rancangan dengan kala ulang Q 2th, Q 5th, Q 10th, Q 25th, Q 50th dan Q 100th. untuk melihat kondisi kapasitas penampang terhadap banjir kala ulang Q 2th, Q 5th, Q 10th, Q 25th, Q 50th dan Q 100th.

Dari Hasil simulasi kondisi aliran Steady dengan debit rencana diatas memperlihatkan kondisi kapasitas sungai yang terlampaui. beberapa analisa menunjukkan muka air yang tinggi dan melimpas keluar penampang eksisting dari hulu sampai hilir. Tingginya muka air juga diakibatkan kondisi sloop yang relatif datar. Muka air yang terlampaui tinggi menunjukkan kondisi yang kurang mendekati kondisi sebenarnya karena diasumsikan puncak banjir rencana dari daerah tangkapan akan melewati sungai dengan besaran yang sama.

Berdasarkan hasil simulasi eksisting, diketahui beberapa pias sungai mengalami kondisi banjir yang meluap. Sehingga perlu dilakukan modifikasi penampang agar mendapatkan kapasitas penampang yang cukup untuk menampung debit banjir rencana (Q 100th). Penampang yang digunakan berbentuk trapezium dengan parameter:

Kedalaman (H) : 3,50 m  
 Lebar dasar (B) : 5,00 m sampai 10,25 m  
 Kemiringan tanggul : 1:1

Berdasarkan simulasi penampang rencana diatas diketahui ketinggian minimum tanggul pada lokasi hulu sampai Sta 78 berkisar antara +12,00 sampai +19,00 sedangkan pada bagian hilir antara sta 78 sampai muara ketinggian minimum tanggul antara +12,00 sampai +9,00.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Penelitian diperoleh kapasitas eksisting Sungai Buaya tidak mampu menerima debit banjir dengan kala ulang 100 tahunan (Q100) sebagai desain rencana pengamanan

Bangunan Pabrik Feronikel PT ANTAM (Persero) Tbk. Sehingga perlu adanya Normalisasi dan pembuatan tanggul pengaman agar kapasitas saluran terpenuhi. Rekomendasi yang diberikan dengan mengubah penampang rata-rata sungai dengan bentuk trapezium dengan kedalaman 3,00 m lebar dasar 5,00 m sampai 10,25 m dan Kemiringan tanggul : 1:1.

## 5.2. Saran

1. Pemilihan tanggul sebaiknya mempertimbangkan material yang tersedia dilokasi sekitar;
2. Pembuatan tanggul pengaman dan stabilitas lereng pada sisi kiri Sungai Buaya agar dilakukan kajian stabilitasnya; dan
3. Dalam rangka pengendalian laju sedimentasi di Sungai Buaya perlu dilakukan untuk mencegah kapasitas sungai berkurang dengan cepat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, M., & Budiyanoto, M. (2021). Analisis Keruntuhan Bendungan (Dam Break Analysis) Dalam Upaya Mitigasi Bencana (Studi Kasus Di Waduk/ Bendungan Tempuran). CivETech, 3(1), 27 - 47. <https://doi.org/10.47200/civetech.v3i1.707>
- Badan Standarisasi Nasional. (2016). Sni 2415:2016 Tata Cara Perhitungan Debit Banjir.
- Budiyanoto, M. (2017). Penelusuran Banjir Sungai Luk Ulo Akibat Perubahan Tutupan Lahan. Jurnal Geografi : Media Informasi Pengembangan dan Profesi Kegeografian, 14(1), 26-39. doi:<https://doi.org/10.15294/jg.v14i1.9775>
- Budiyanoto, M. (2018). Penelusuran Waktu Perjalanan Banjir Dari Hulu Ke Hilir Sungai Code Sebagai Pertimbangan Early Warning Sistem. Jurnal Teknik Sipil, 13(1), 41 - 52. <https://doi.org/10.47200/jts.v13i1.838>
- Budiyanoto, M., & Amri, C. (2019). Analisa Kapasitas Sungai Kaliyasa Cilacap. Jurnal Geografi : Media Informasi Pengembangan dan Profesi Kegeografian, 16(1), 26-39 doi:<https://doi.org/10.15294/jg.v16i1.9746>
- Harto, Sri. (1993). Analisis hidrologi. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Soemarto, C. D. (1987). Hidrologi teknik. Usaha Nasional. Surabaya
- Soemarto, C.D.(1995). Hidrolika. Jakarta: Erlangga
- Triatmodjo, B., (2009). Hidrologi terapan. Beta Offset, Yogyakarta.
- US Army Corps Of Engineering, (2000), "Hydrologic Modelling System HEC-HMS Technical Reference Manual", Institute For Water Resources, Hydrologic Engineering Center
- Wilson E M, (1993), *Hidrologi Teknik*, Edisi 4, Jakarta