

ANALISA PENGENDALIAN BANJIR PADA SUNGAI BATU MERAH, DESA BATU MERAH, KECAMATAN SIRIMAU, KOTA AMBON

Jeyneza Chrismania Kiriwenno, Erni Yulianti, ST,MT , Sriliani Surbakti, ST,MT.

ABSTRAK

Banjir merupakan peristiwa yang akan terjadi saat debit yang mengalir tidak dapat ditampung oleh penampang sungai sehingga menyebabkan air meluap dari batas tanggul sungai dan menimbulkan genangan pada daerah sekitar sungai. Permasalahan banjir merupakan masalah yang sering terjadi di Indonesia, salah satunya terjadi di Desa Batu Merah Kecamatan Sirimau, Kota Ambon. Kota Ambon merupakan salah satu kota di Indonesia yang mengalami banjir setiap tahun. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengupayakan dan mengendalikan banjir dan luapan yang terjadi pada sungai Batu Merah dengan mengetahui debit banjir maksimum yang akan mengalir pada debit rencana kala ulang Q10 tahun, sehingga dapat direncanakan tanggul dengan ukuran dan tinggi yang dapat menampung debit yang dialirkan pada debit maksimum. Hasil dari penelitian ini adalah debit banjir rencana kala ulang 10 tahun sebesar $211,736 \text{ m}^3/\text{dtk}$ dan alternatif yang diambil untuk melakukan pengendalian banjir pada Sungai Batu Merah adalah dengan metode pendekatan perbaikan tanggul dengan menaikkan tinggi jagaan sebesar 0,8 meter.

Kata Kunci : pengendalian banjir, perbaikan tanggul

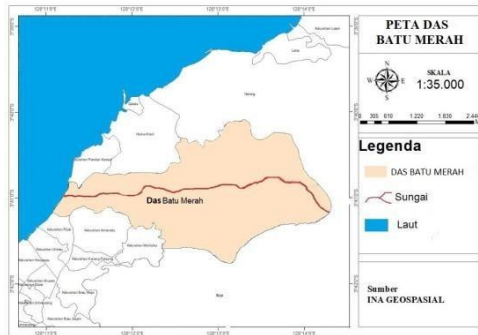
ABSTRACT

Flood is an event that will occur when the flowing discharge cannot be accommodated by the cross section of the river, causing water to overflow from the river embankment boundary and cause inundation in the area around the river. The problem of flooding is a problem that often occurs in Indonesia, one of which occurs in Batu Merah Village, Sirimau District, Ambon City. Ambon City is one of the cities in Indonesia that experiences flooding every year. The purpose of this research is to seek and control flooding and overflows that occur in the Batu Merah river by knowing the maximum flood discharge that will flow at the planned discharge of the Q10 year return period, so that a dike with a size and height can be planned that can accommodate the discharge that flows at the maximum discharge. The results of this study are the flood discharge of the 10-year return period of $211,736 \text{ m}^3/\text{s}$ and The alternative taken to control flooding on the Batu Merah River is the embankment repair approach by increasing the guard height by 0.8 meters.

Keywords: flood control, embankment repair.

1. PENDAHULUAN

Permasalahan banjir merupakan masalah yang sering terjadi di Indonesia, salah satunya terjadi di Desa Batu Merah Kecamatan Sirimau, Kota Ambon. Banjir terjadi karena beberapa faktor baik secara alami seperti topografi, intensitas hujan yang tinggi, dan juga kemiringan lahan. Banjir juga bisa terjadi karena faktor manusia yang kurang memberikan perhatian terhadap sistem drainase yang ada di sekitar permukiman, dan kurang adanya kesadaran untuk membuang sampah pada tempatnya, sehingga mengakibatkan tersumbatnya sistem drainase pada daerah tersebut.



Gambar Peta DAS Batu Merah



Gambar Peta Kondisi Eksisting Sungai Batu Merah Saat Terjadi Banjir

Di Indonesia hampir semua kota mengalami banjir setiap tahunnya. Kota Ambon merupakan salah satu kota di Indonesia yang mengalami banjir setiap tahun. Tercatat ada 5 sungai yang terletak di Kecamatan Sirimau Kota Ambon. Sungai Batu Merah adalah salah satunya. Terjadi bencana banjir pada bulan Desember tahun 2017 merendami beberapa daerah di kota Ambon termasuk Desa Batu Merah diakibatkan tingginya intensitas hujan dan daya tampung sungai yang lemah menyebabkan air dari sungai meluap dan merendam ratusan rumah warga yang berada di daerah bantaran sungai. Alasan penulis mengambil lokasi ini sebagai lokasi studi adalah karena Desa Batu Merah berada di kota kelahiran penulis dan banjir yang terjadi di Batu

Merah sudah mengakibatkan kerugian bagi masyarakat sekitar baik materi maupun nyawa.

2. LANDASAN TEORI

Hidrologi

Air merupakan sumber daya yang sangat penting bukan hanya bagi manusia, tetapi bagi makhluk hidup lainnya seperti tumbuhan dan hewan. Sebagian besar Air terdapat di laut, dan pada lapisan es di kutub. Selain itu, air juga dapat terbentuk sebagai awan, dan hujan, uap air. Secara alami, air memiliki sistem daur yang disebut siklus hidrologi yaitu rangkaian tahapan-tahapan yang dilalui air dari atmosfer ke bumi dan kembali lagi ke atmosfer. Siklus hidrologi inilah yang menyebabkan jumlah air di bumi relatif sama.

Daerah Aliran Sungai

Daerah Aliran Sungai (disingkat DAS, bahasa Inggris: *drainage basin*) ialah suatu kawasan yang dibatasi oleh titik-titik tinggi di mana air yang berasal dari air hujan yang jatuh, terkumpul dalam kawasan tersebut.

Analisa Hidrologi

Tujuan Analisis data hidrologi ialah untuk membuat keputusan dan menarik kesimpulan mengenai fenomena hidrologi berdasarkan data hidrologi yang dikumpulkan (Soewarno, 1995). Berikut ini merupakan langkah-langkah dalam analisis hidrologi :

1. Menentukan Daerah Aliran Sungai (DAS) beserta luasnya.
2. Menentukan luas pengaruh daerah stasiun-stasiun hujan
3. Menentukan curah hujan maksimum harian rata-rata DAS dari data curah hujan yang ada
4. Menganalisis curah hujan rencana dengan periode ulang T tahun
5. Menghitung debit banjir rencana berdasarkan besarnya curah hujan rencana di atas pada periode ulang T tahun
6. Membandingkan antara debit air yang tersedia dengan kapasitas Sungai

Untuk menganalisis data curah hujan diperlukan minimal data curah hujan 10 tahun terakhir pada pos hujan terdekat dengan DAS yang

dianalisa.

1. Metode Distribusi Normal

$$X_T = X + k.S_x$$

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Keterangan :

X_T = Besarnya curah hujan yang

terjadi dngan kala ulang tahun T

$\bar{x}$ = rata-rata hitung variat

S_x = Standart deviasi

K = faktor frekuensi (nilai *variable* reduksigauss)

2. Metode Distribusi Log Normal

$$\log \bar{X} = \frac{\sum \log X}{n}$$

$$S_{\log X} = \sqrt{\frac{\sum (\log X - \log \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$\log X = \bar{l} - o - g - X + K . S_{\log X}$$

Ket :

X = nilai varian pengamatan

$S_{\log x}$ = standart deviasi dari logaritma

n = jumlah data

$\log X$ = logaritma rata-rata

k = *factor* frekuensi

3. Metode Distribusi Frekuensi Gumbel

$$X_T = \bar{X} + k.S_x$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Keterangan :

X_T = besarnya curah hujan yang terjadi dengan kala ulang T tahun

$\bar{x}$ = rata-rata x maksimum dari seri data X_i

k = faktor frekuensi

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$$

Y_n, S_n = besaran yang mempunyai fungsi dari jumlah pengamatan

Y_t = reduksi sebagai fungsi dari probabilitas

n = jumlah data

Uji Probabilitas

Uji distribusi probabilitas bertujuan untuk mengetahui persamaan distribusi probabilitas yang dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Terdapat dua metode pengujian distribusi probabilitas, yaitu Metode *Chi-Square* dan Metode *Smirnov-Kolmogorov*.

1. Uji *Chi-Square*

Uji *Chi-Square* dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis (Soewarno, 1995:194).

$$X_n^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Keterangan :

X_n^2 = parameter *chi-square* terhitung

G = jumlah sub-kelompok

O_i = jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke i

E_i = jumlah nilai teoritis pada sub ke- .. kelompok ke i

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

$$K = 1 + 3,3 \log n$$

Keterangan :

D_k = Denjat kebebasan.

P = Banyaknya parameter, untuk uji *Chi-Square* adalah 2.

K = Jumlah kelas distribusi

n = Banyaknyadata

1. Uji *Smirnov-Kolmogorov*

Pengujian *Smirnov-Kolmogorov*, sering disebut uji kecocokan non parametik (*non parametric test*), karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu (Soewarno, 1995:198). Distribusi dianggap sesuai apabila :

$$\Delta_{maks} < \Delta_{cr}$$

Keterangan :

Δ_{maks} = simpangan maksimum dari data

Δ_{cr} = simpangan yang diperoleh tabel *Smirnov - Kolmogorov*

**Tabel Harga Kristis (ΔCr) Untuk Smirnov
Kolmogorov Test**

N	Derajat Kepercayaan (α)			
	0,2	0,1	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,3	0,34	0,4
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,2	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,2	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
n>50	$\frac{1,07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,22}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,36}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,63}{\sqrt{n}}$

Analisa Debit Banjir Rancangan

Ada dua jenis data yang digunakan dalam perhitungan debit banjir rencana rancangan yaitu dengan menggunakan data debit dan data hujan.

Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran atau koefisien limpasan merupakan variabel untuk menentukan besarnya suatu limpasan permukaan yang ditentukan oleh kondisi daerah pengaliran karakteristik hujan yang jatuh di daerah tersebut. Koefisien aliran (C) yang makin besar menunjukkan bahwa semakin banyak air hujan yang mengalir permukaan. Di bawah ini merupakan tabel koefisien pengaliran dengan pertimbangan bahwa koefisien tersebut sangat tergantung pada faktor-faktor fisik. (Suyono Sosrodarsono, 2001).

Tabel Koefisien Pengaliran

Kondisi DAS	Koefisien Pengaliran (C)
Daerah Pegunungan berlereng terjal	0,75 - 0,90
Daerah Perbukitan	0,70 - 0,80
Daerah bergelombang dan bersemak-semak	0,50 - 0,75
Daerah dataran yang digarap	0,45 - 0,60
Daerah persawahan irigasi	0,70 - 0,80
Sungai di daerah pegunungan	0,75 - 0,85
Sungai kecil di daerah dataran	0,45 - 0,75
Sungai besar dengan wilayah pengaliran yang lebih dari seperduanya terdiri dari daratan	0,5 - 0,75

Sumber : Bendungan Tipe Urugan, Suyono Sosrodarsono, 1989;38

Analisa Kapasitas Sungai

Kapasitas sungai merupakan kemampuan sungai untuk dilewati aliran air dengan debit maksimum di sepanjang sungai. Kapasitas saluran digunakan sebagai acuan untuk mengetahui apakah debit yang direncanakan tersebut mampu ditampung saluran eksisting tanpa terjadi luapan air. Kapasitas saluran dapat dihitung dengan rumus :

$$Q = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3}$$

Keterangan :

I = intensitas hujan (mm)

T = lamanya hujan (jam)

R_{24} = curah hujan maksimum harian (selama 24 jam)(mm)

Q = Debit saluran (m³/detik)

n = koefisien kekasaran *manning*

R = jari-jari hidrolik

S = Kemiringan dasar sungai

A = Luas penampang basa

Pengendalian Banjir

Normalisasi Sungai

Pada umumnya, normalisasi sungai merupakan usaha yang dilakukan untuk mengendalikan banjir dengan cara memperbesar kapasitas dari pengaliran sungai itu sendiri. Pengendalian banjir dengan metode normalisasi dapat dilakukan di hampir seluruh sungai di bagian hilir. Kegiatan normalisasi sungai berupa membersihkan sungai dari endapan lumpur dan memperdalam sungai agar kapasitasnya meningkat dan dapat menampung air. Hal ini dilakukan dengan cara menggeruk sungai tersebut di titik-titik yang dianggap rawan. Tujuan dari normalisasi sungai adalah untuk meningkatkan kapasitas sungai sehingga sungai dapat dilewati oleh banjir rencana secara aman dan tidak menimbulkan kerugian. Berikut ini merupakan bentuk-bentuk normalisasi sungai berdasarkan pekerjaan yang dilakukan :

1. Memperlebar penampang sungai.

Langkah ini dapat dilakukan jika daerah sekitar sungai masih memiliki lahan yang cukup. Artinya tidak mengganggu tata guna lahan yang ada seperti perumahan warga

2. Menambah kedalaman sungai

Langkah ini dilakukan dengan maksud menambah kapasitas sungai dengan memperdalam kedalaman sungai dari kedalaman awal.

Naturalisasi Sungai

Naturalisasi merupakan konsep penataan bantaran sungai yang lebih ramah lingkungan, dengan memanfaatkan ekosistem hijau, dimana di pinggiran sungai ditanami pohon, sehingga menjadikan bantaran sungai mampu menyerap air (Nirwono 2020). Naturalisasi adalah cara penanganan banjir dengan cara non struktural yang mengedepankan infiltrasi dengan melakukan penataan bantaran sungai yang ditanami vegetasi, sehingga penyerapan air semakin besar.

Meninggikan Tinggi Jagaan . Tinggi jagaan dari tanggul tidak boleh kurang dari nilai yang diberikan dalam tabel 2.5, sesuai dengan debit banjir rencana. Oleh karena itu, bila tinggi tanah di daratan pada tempat dimana tanggul akan dibuat lebih tinggi dari tinggi banjir rencana dan bila kondisi topografi tidak terdapat kesulitan untuk pengendalian banjir yang terjadi, tinggi jagaan dapat 0,6 m atau lebih meskipun debit banjir rencana sampai 200 m³/detik atau lebih. Untuk bagian anak sungai yang terkena pengaruh *back-water* (pengaruh muka air pada sungai induk), tinggi tanggul tidak boleh kurang dari tinggi tanggul sungai induk. Hal ini juga berlaku bila tidak ada bangunan fasilitas pengendalian aliran balik. (Suryono Sosrodarsono dan Masateru Tomigana, 1994).

Analisis menggunakan Software HEC-RASS

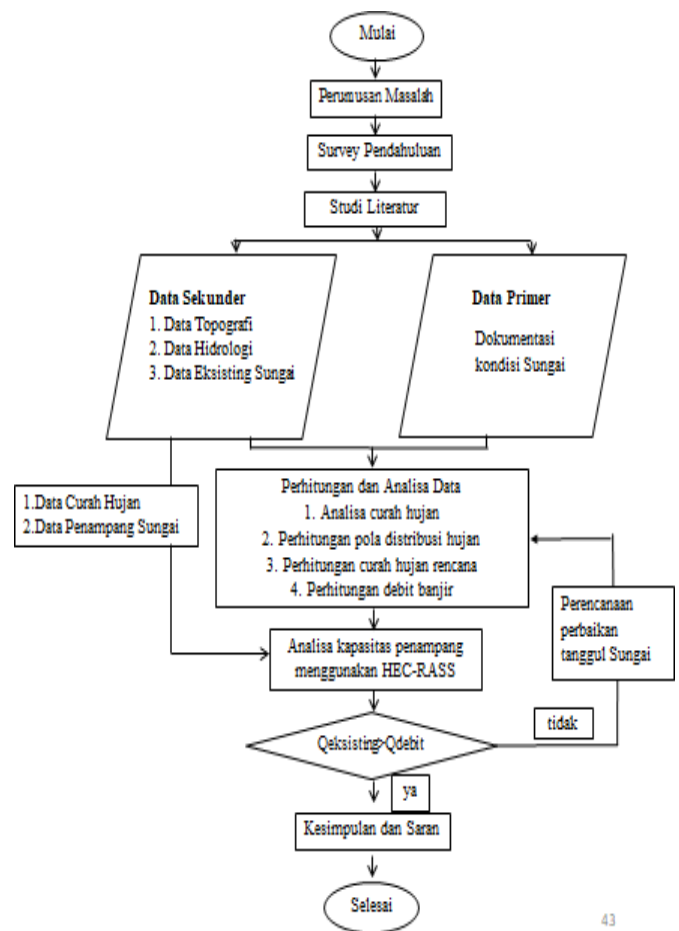
HEC-RASS merupakan aplikasi bantuan yang di ciptakan oleh *Hydrologic Engineering Center* (HEC) yang merupakan satu divisi di dalam *Institute For Water Resource (WR)*, di bawah *US Army Corps of Engineers (USACE)*. HEC-RAS merupakan model satu dimensi aliran permanen maupun tak permanen (*steady and unsteady one dimensional flow model*).

HEC-RASS memiliki empat komponen model satu dimensi yaitu :

1. Hitungan profil muka air aliran permanen
2. Simulasi aliran tidak permanen

3. METODE PENELITIAN

Pengendalian banjir di Sungai Batu Merah memerlukan penguasaan ilmu. Hal ini perlu diperhatikan agar tidak terjadi kesalahan saat merencanakan pengendalian banjir. Berdasarkan hasil analisa hidrologi yang diperoleh dengan melakukan perhitungan secara teliti, maka perencanaan sudah boleh dilakukan sehingga dapat diperoleh perencanaan yang sesuai dengan kebutuhan Lokasi studi yaitu Daerah Aliran Sungai Batu Merah, Kecamatan Sirimau, Kota Ambon.



4. HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN

Analisa Hidrologi

Tujuan analisa data hidrologi ialah untuk membuat keputusan dan menarik kesimpulan mengenai fenomena hidrologi berdasarkan data hidrologi yang dikumpulkan (Soewarno,1995).

Tabel Curah Hujan Maksimum Stasiun Kayu Tiga dan Stasiun IAIN

No	Tahun	Curah Hujan Maksimum		Curah Hujan Rerata (mm)
		Kayu Tiga (mm)	IAIN(mm)	
1	2010	58,13	70,30	64,32
2	2011	60,45	97,83	79,14
3	2012	209,70	76,79	143,25
4	2013	209,70	83,07	146,39
5	2014	65,00	53,30	59,25
6	2015	105,00	93,80	99,40
7	2016	117,90	114,30	116,20
8	2017	184,47	203,30	193,89
9	2018	46,45	80,70	63,58
10	2019	59,00	67,30	63,15

Sumber : Hasil Pehitungan

Dari tabel di Curah Hujan Maksimum di atas dapat digunakan dua stasiun Curah Hujan yang terdekat dengan Sungai Batu Merah yaitu Stasiun Kayu Tiga dan Stasiun IAIN dengan menggunakan data curah hujan selama 10 tahun yaitu tahun 2010 sampai tahun 2019.

Tabel Perhitungan Parameter Statistik Metode Log Pearson Type III

No.	Tahun	xi	Log xi	Log xi - X	(Log xi - Log xi') ²	(Log xi - Log xi') ³
1	2008	64.315	1.8083	-0.1672	0.0279	-0.0047
2	2009	79.140	1.8984	-0.0771	0.0059	-0.0005
3	2010	143.245	2.1561	0.1806	0.0326	0.0059
4	2011	146.385	2.1655	0.1900	0.0361	0.0069
5	2012	59.250	1.7727	-0.2028	0.0411	-0.0083
6	2013	99.400	1.9974	0.0219	0.0005	0.0000
7	2014	116.200	2.0652	0.0897	0.0081	0.0007
8	2015	193.885	2.2875	0.3121	0.0974	0.0304
9	2016	63.575	1.8033	-0.1722	0.0296	-0.0051
10	2017	63.150	1.8004	-0.1751	0.0307	-0.0054
Σ		19.75	0.00	0.31	0.02	
Rerata		1.975				
Si		0.19				
Cs		0.4				

Sumber : Hasil Pehitungan

Dari tabel di atas, maka diperoleh nilai Rerata = 1,975 nilai Si = 0,19 dan nilai Cs = 0,4. Berikut ini merupakan contoh perhitungan dari hasil di atas .

1. Curah hujan rata-rata

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{\sum \text{Log } X}{n}$$

$$= \frac{19,75}{10} = 1,975$$

1. Simpangan Baku

$$Si = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } X - \text{Log } \bar{X})^2}{(n-1)}} = \sqrt{\frac{0,31^2}{9}} = 0,19$$

2. Koefisien Kepencengan :

$$Cs = \frac{n \sum (\text{Log } X - \text{Log } \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)(Si)^3}$$

$$Cs = \frac{10 \times 0,02}{(10-1)(10-2)(0,19)^3} = 0,4$$

Pada perhitungan curah hujan rancangan digunakan kala ulang 2, 5, dan 10 tahun.

Tabel Curah hujan Rancangan Dengan Dengan Metode Log Pearson

No.	Tr	G	Log Xt	Xt
1	2	-0.066	1.96	91.88
2	5	0.816	2.13	133.94
3	10	1.317	2.22	165.92

Sumber : Hasil Pehitungan

Pada tabel di atas diperoleh nilai Log Xt dan Xt pada kala ulang 2th, 5th, dan 10th, dengan nilai maksimum Xt sebesar 165,92 pada kala ulang 10th. Berikut ini merupakan contoh perhitungan nilai Xt .

Tabel Curah hujan Rancangan Dengan Dengan Metode E.J Gumbel

No	Tahun	Hujan (X) (mm)	Xi - X	(Xi - X) ²
1	2010	64.315	-38.540	1485.293
2	2011	79.140	-23.715	562.378
3	2012	143.245	40.391	1631.392
4	2013	146.385	43.531	1894.904
5	2014	59.250	-43.605	1901.352
6	2015	99.400	-3.455	11.934
7	2016	116.200	13.346	178.102
8	2017	193.885	91.031	8286.552
9	2018	63.575	-39.280	1542.879
10	2019	63.150	-39.705	1576.447
Jumlah		1028.545	0.000	19071.234
Rerata		102.855	0.00	2119.03
SD		46.033		

Sumber : Hasil Pehitungan

Faktor Frekuensi

$$K = \frac{Y_T - Y_n}{S_n}$$

Dengan :

$$Y_T = -\ln \left[-\ln \left\{ \frac{Tr - 1}{Tr} \right\} \right]$$

Nilai S_n didapatkan dari tabel hubungan antara *reduced mean* (Y_n) dengan besarnya sampel n dan Y_n dapat dilihat pada tabel hubungan antara *reduced Standart Deviation* (S_n) dengan besarnya sampel n . Dari tabel didapatkan :

$n = 10$, maka,

$Y_n = 0,4952$

$S_n = 0,9496$

Maka Y_T untuk kala ulang 2 tahun :

$$Y_T = -\ln \left[-\ln \left\{ \frac{Tr - 1}{Tr} \right\} \right]$$

$$= -\ln \left[-\ln \left\{ \frac{2-1}{2} \right\} \right] = 0,367$$

Faktor Frekuensi untuk kala ulang 2 tahun :

$$K = \frac{Y_T - Y_n}{S_n}$$

$$= \frac{0,367 - 0,4952}{0,95}$$

$$= -0,136$$

Tabel Perhitungan *Reduced Variated* dan Faktor Frekuensi Kala Ulang 2 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun.

No	Kala Ulang	Yt	K
1	2	0,367	-0,136
2	5	1,500	1,058
3	10	2,250	1,848

Tabel Perhitungan Curah Hujan Rancangan

No.	Periode Ulang	Analisa Frekuensi Hujan Rancangan (mm)	
		Metode EJ Gumbel	Metode Log Person III
1	2	96.616	91.882
2	5	151.560	133.940
3	10	187.938	165.915

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel di atas menunjukkan hasil perhitungan hujan rencana kala ulang 2th,5h, dan 10th., dengan Metode E J Gumbel dan Metode Log Pearson III.

Tabel Perbandingan Uji Smirnov

UJI	DISTRIBUSI	
	LOG PEARSON III	EJ GUMBEL
n	10	10
Δ Max	0,409	0,413
a	5%	5%
Δ Cr	0,41%	0,41%
Hipotesa	Diterima	Diterima

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel Perbandingan Uji Chi Kuadrat

UJI	DISTRIBUSI	
	LOG PEARSON III	EJ GUMBEL
n	10	10
a	2,5	2,5
x^2 hitung	5%	5%
x^2 standart	3,841	3,841
Hipotesa	Diterima	Diterima

Untuk perhitungan selanjutnya dapat digunakan metode Log Pearson III sebagai acuan untuk proses analisa selanjutnya, karena pada hasil perhitungan uji Smirnov-Kolmogorov dengan metode Log Pearson Type III memiliki Δ Maks lebih kecil dibandingkan metode EJ Gumbel.

[illegible]

Daerah	Luas %	Luas	C	Luas x C
Sawah	11%	5,522	0,7	3,8654
Pemukiman padat	37%	18,574	0,6	11,1444
Perkebuan	14%	7,028	0,6	4,2168
Daerah Sekitar Kota	12%	6,024	0,7	4,2168
Daerah bergelombang dan hutan	26%	13,052	0,8	10,4416
Jumlah	100%	50,2		33,89

Dari perhitungan di atas maka diketahui nilai Luas x C adalah 33,89 . Maka selanjutnya dapat dilakukan perhitungan untuk mendapatkan koefisien pengaliran.

Perhitungan Debit Rencana dengan Metode Nakayasu

Luas DAS (A) = 50,2 km²
 Panjang Sungai (L) = 6,075 km
 Koefisien Pengaliran (C) = 0,68

t	QA	Qd1	Qd2	Qd3
0	0.000			
1	1.606			
2		2.750		
3		1.514		
4			0.929	
5			0.624	
6			0.419	
7				0.296
8				0.220
9				0.163
10				0.121
11				0.090
12				0.067
13				0.049
14				0.037
15				0.027
16				0.020
17				0.015
18				0.011
19				0.008
20				0.006
21				0.005
22				0.003
23				0.002
24				0.002

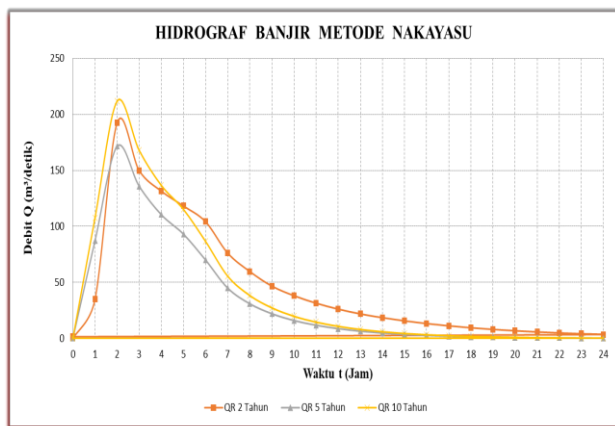
Tabel di atas merupakan hasil perhitungan hidrograf satuan sintetik yang akan digunakan untuk menghitung debit rencana.

Tabel Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu Q 2tahun

Jam	Q2 th	Q5 th	Q10th
0	0	0	0
1	60.274	87.129	107.546
2	118.484	171.460	211.736
3	93.638	135.808	167.868
4	76.071	110.468	136.618
5	64.092	93.145	115.232
6	48.179	70.041	86.662
7	30.959	44.995	55.666
8	21.322	30.982	38.326
9	15.198	22.080	27.312
10	11.002	15.983	19.770
11	8.098	11.763	14.550
12	6.008	8.727	10.795
13	4.457	6.475	8.009
14	3.307	4.804	5.942
15	2.453	3.564	4.408
16	1.820	2.644	3.271
17	1.350	1.962	2.426
18	1.002	1.455	1.800
19	0.743	1.080	1.336
20	0.551	0.801	0.991
21	0.549	0.594	0.735
22	0.547	0.589	0.545
23	0.520	0.550	0.533
24	0.501	0.539	0.515

Sumber : Hasil Perhitungan

Gambar Hidrograf Rancangan Banjir Metode Nakayasu



Analisa Hidrolika

Sungai yang akan dianalisa kapasitas penampangnya adalah Sungai Batu Merah. Debit yang akan digunakan sebagai input adalah debit banjir rencana yang telah dihitung. Analisa hidrolika akan dilakukan dengan menggunakan program bantu HEC-RASS 4.1.0

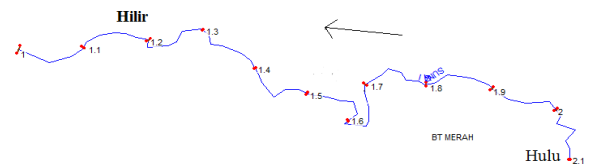
Penggunaan program analisa HEC-HASS

Untuk melakukan pemodelan sungai, maka perlu dilakukan pengumpulan data terlebih dahulu, diantaranya data kondisi eksisting sungai, dan data debit rancangan

Gambar Geometri Kondisi Eksisting Sungai Batu Merah

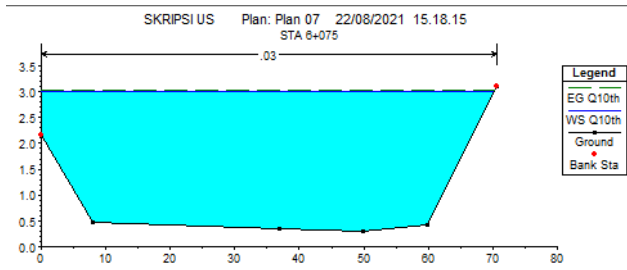


Gambar Geometri Sungai Batu Merah



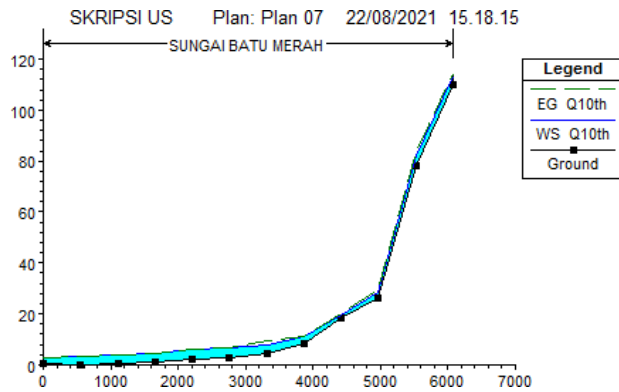
Pada gambar 4.5 dapat dilihat banjir yang terjadi pada STA 6+750 atau pada Cross 1 mencapai 1,5 meter di atas tanggul. Untuk melihat output banjir di setiap Cross Section, dapat di lihat pada lembar lampiran.

Gambar Kondisi Eksisting Hilir Sungai Batu Merah pada saat Q rencana 10 tahun



Sumber : Hasil Analisa Data HEC RASS

Gambar Potongan Memanjang Sugai Batu Merah Q 10 tahun



Sumber : Hasil Analisa Data HEC RASS

Perencanaan Pengendalian Banjir Pada Sungai Batu Merah

Kondisi eksisting pada STA 6+750 Sungai Batu Merah dengan debit rencana Q 10 tahun sebesar 211,736 m³/dtk sudah tidak mampu menampung banjir. Maka perlu dilakukan pengendalian banjir. Ada beberapa metode pengendalian banjir yang dapat diterapkan untuk mengendalikan banjir pada Sungai Batu Merah. Diantaranya melakukan Perbaikan tanggul dengan menaikkan tinggi jagaan, melakukan Normalisasi sungai dengan cara pelebaran sungai atau pun menambah kedalaman sungai, dan juga dengan melakukan Naturalisasi sungai dengan melakukan penanaman atau vegetasi pada bantaran sungai. Pada studi ini, penulis akan membahas penanggulangan banjir dengan melakukan perencanaan perbaikan tanggul.

Perencanaan Tanggul Pada Sungai Batu Merah

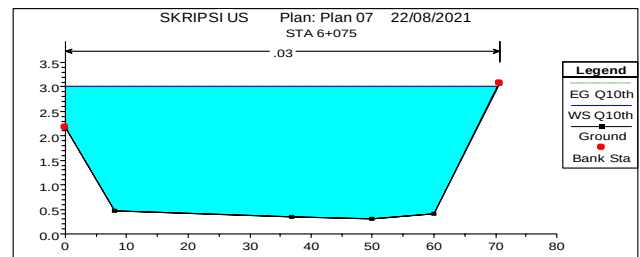
Untuk tinggi tanggul pada setiap *cross section* tidak sama karena tinggi banjir pada masing-masing *cross section* berbeda-beda. Namun tinggi banjir maksimum pada

sungai batu merah adalah 2,5 meter. Untuk itu, tinggi tanggul yang akan direncanakan maksimal 2,5 meter. Berdasarkan tabel 2.5, maka tinggi jagaan yang direncanakan untuk pengendalian banjir pada sungai Batu Merah adalah 0,8 meter karena debit banjir rencana pada sungai Batu Merah lebih dari 200 m³ /detik dan kurang dari 500 m³ /detik. Jadi untuk *cross section* yang tinggi banjirnya mencapai 2,5 meter, akan dinaikan tinggi jagaan sebesar 0,8 meter dan ditambah tinggi tanggulnya 1,7 meter. Jadi, tinggi tanggul yang direncanakan adalah 2,5 meter.

Kondisi Eksisting Sungai Sebelum dan Sesudah Perbaikan Tanggul STA 6+075

Kondisi eksisting STA 6+075 saat debit banjir 10 tahun tidak mampu menampung banjir. Tinggi banjir yang terjadi pada STA 6+075 adalah 1,5 meter di atas tanggul.

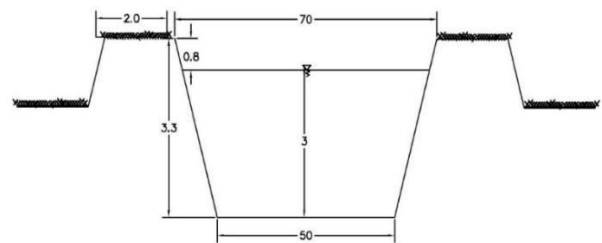
Gambar Kondisi STA 6+075 Sungai Batu Merah pada saat Q rencana 10 tahun sebelum perbaikan tanggul



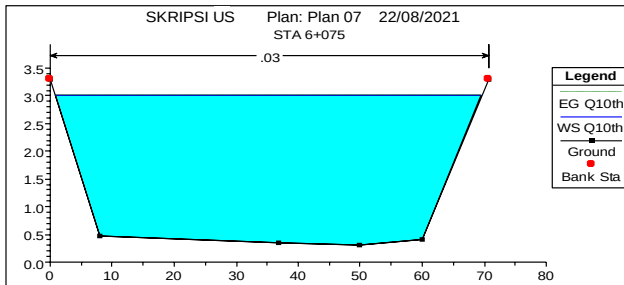
Sumber : Hasil Analisa Data HEC RASS

Pada kondisi sebelum perbaikan, STA 6+075 tidak mampu menampung debit banjir rencana. Setelah dilakukan perbaikan dengan menaikkan tinggi jagaan 0,8 meter dan tinggi tanggul 0,4 meter, diketahui bahwa STA 6+075 sudah dapat menampung debit banjir. Kondisi ini dapat dilihat pada gambar 4.9. Tanggul direncanakan akan dibuat sepanjang 75 meter dari STA 6+075.

Gambar Perencanaan Tanggul Untuk Pengendalian Banjir Pada STA 6+075 Sungai Batu Merah



Gambar Kondisi STA 6+075 Sungai Batu Merah pada saat Q rencana 10 tahun setelah perbaikan tanggul

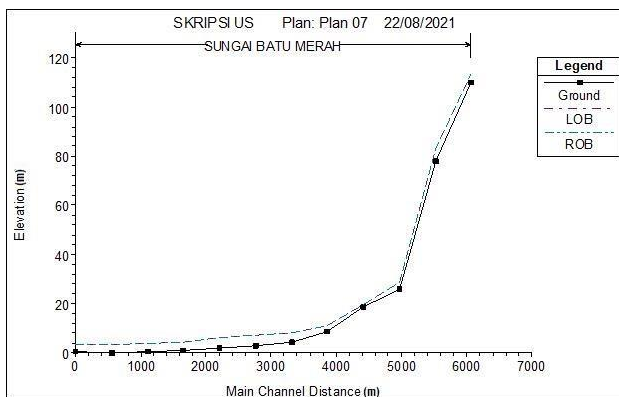


Sumber : Hasil Analisa Data HEC RASS

Tabel Analisa Tinggi Muka Air Pada Sungai Batu Merah

STA	Q Total (m ³ /dtk)	Lebar Dasar Sungai (m)	Elevasi Dasar Sungai (m)	Elevasi Muka Air (m)	Tinggi Muka Air (m)
0+000	211.736	11.3	110	113.2	3,1
0+500	211.736	7.54	77.97	82.18	4
2+000	211.736	11	26	28.66	2,6
3+500	211.736	26.6	18.47	19.69	1,8
4+000	211.736	26	8.45	10.95	2,7
4+500	211.736	6.46	4.5	7.72	2,7
5+500	211.736	18.61	2.99	6.74	3,8
5+250	211.736	12.5	1.98	5.95	5,6
5+500	211.736	15.65	1	4.3	3
5+750	211.736	31.7	0.5	3.67	3,5
6+000	211.736	28.1	0	3.11	3
6+075	211.736	68.74	0.3	3	3

Gambar Potongan Memanjang Tanggul Sungai Batu Merah Setelah Perbaikan



5. KESIMPULAN DAN SARAN

Untuk menangani banjir di Sungai Batu Merah Kota Ambon, sesuai dengan hasil survei maka hasil analisa yang diperoleh yaitu sebagai berikut:

1. Debit banjir rencana yang dipakai dalam menganalisa studi ini adalah debit banjir kala ulang 10 tahun sebesar 211,736 m³/dtk.
2. Hasil analisa hidrolika yang dilakukan dengan menggunakan *Software HEC-RASS* diketahui bahwa sungai Batu Merah mengalami banjir pada saat sungai dialiri debit banjir rencana kala ulang 10 tahun yaitu sebesar 211,736 m³/dtk.
3. Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan maka alternatif yang diambil untuk melakukan pengendalian banjir pada Sungai Batu Merah adalah dengan metode pendekatan perbaikan tanggul dengan menaikkan tinggi jagaan sebesar 0,8 meter.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Amin, M. Baitullah Al and Sarino, Sarino and Sari, Nita Kurnita (2015) *Visualisasi Potensi Genangan Banjir di Sungai Lambidaro Melalui Penelusuran Aliran Menggunakan HEC-RAS Studi Pendahuluan Pengendalian Banjir Berwawasan Lingkungan*. In: Seminar Nasional Teknik Sipil I (SeNaTS I), 25 April 2015, Denpasar, Bali.
- Bonnier, 1980. *Probability Distribution and Probability Analysis*, DPMA, Bandung.
- Dimaz Pradana Putra, Surhayanto. 2014. *"Perencanaan Normalisasi Sungai Beringin di Kota Semarang"* Skripsi. Semarang. Universitas Diponegoro Semarang
- Fahriza, Ramadhani Helmy. 2015. *"Normalisasi Kali Kedungwaru Guna Pengendalian Banjir di Kecamatan Kedungwaru Kabupaten Tulungagung"* Skripsi. Malang. Institut Teknologi Nasional Malang
- Hantari, Retna Dwi (2014) *TINGKAT RISIKO BENCANA BANJIR TERHADAP KAWASAN PERMUKIMAN DI DAS WAI BATU MERAH, KECAMATAN SIRIMAU, KOTA AMBON, PROVINSI MALUKU*. Other thesis, UPN "Veteran"Yogyakarta.
- Ichsan Syahputra .2015 *"KAJIAN HIDROLOGI DAN ANALISA KAPASITAS TAMPANG SUNGAI KRUENG LANGSA BERBASIS HEC-HMS DAN HEC-RAS"* .Skripsi. Lampoh Keude Aceh Besar, Universitas Abulyatama
- Istriarto. 2014 *"Simulasi Aliran 1-dimensi dengan bantuan paket program hidrodinamika hec-rass"* jenjang dasar . Simple Geometry River

- Kensaku Sosrodarsono, Suyono, dan Takeda. *Hidrologi Untuk Pengairan* (Pradnya Paramitha), 1993.
- Kodoatie, R.J., dan Sjarief, R. *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. (Andi,) 2008.
- Kodoatie, Robert J . 2013. *Rekayasa Manajemen Banjir Kota. Andi*, Yogyakarta.
- Maulana, Ikhsan. "*Perencanaan Pengendalian Banjir Sungai Tuntang di Desa Trimulyo Kabupaten Demak*" Skripsi . Semarang. Universitas Diponegoro Semarang
- Mawikere, Jahudiko Joel Wim. 2019 "*Pengendalian Pengaruh Air Pasang Terhadap Banjir Kali Kemuning – Kab Sampang*" . Skripsi. Malang. Institut Teknologi Nasional
- Naafi, Ragil Anggraini and Kiky , Amalia Hartiwi (2016) *Perbaikan Sungai Waridin*. Undergraduate thesis, Diponegoro University.
- Kurniawan, Riswandha Dwi. 2017 "*Mengisi Data Hujan Yang Hilang Dengan Metode Autoregressive Dan Metode Reciprocal Dengan Pengujian Debit Kala Ulang (Studi Kasus Di DAS Bakalan)*" . Skripsi . Surakarta. Universitas Sebelas Maret
- Laksono, Menko Kesra Agung. *Kerugian akibat bencana di Ambon capai Rp 1 triliun*. <https://www.merdeka.com/peristiwa/kerugian-akibat-bencana-di-ambon-capai-rp-1-triliun.html>, Ambon: merdeka.com, 2014.
- Lating, Agus Setiawan (2020) *Perencanaan Dinding Penahan (Parafet) Untuk Mengatasi Banjir Di Way Batu Merah Desa Batumerah Kecamatan Sirimau Kota Ambon*. Undergraduate (S1) thesis, Universitas Muhammadiyah Malang.
- Phoa, Valentinus Benediktus (2014) *PERENCANAAN EMBUNG RESAPAN UNTUK PENGENDALIAN BANJIR DI KABUPATEN TULUNGAGUNG*. Skripsi. Malang. Institut Teknologi Nasional
- Pratama, Dhani. 2014 "*Studi Normalisasi Kapasitas Penampang Sungai (Studi Kasus Sungai Engkulik di Kabupaten Sintang)*." Skripsi . Pontianak. Universitas Tanjungpura
- Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi. 2017. *Modul Metode Pengendalian Banjir Pelatihan Pengendalian Banjir*
- Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi. 2017. *Modul Perhitungan Hidrologi Pelatihan Perencanaan Bendungan Tingkat Dasar*
- Sebastian, Liga. *Pendekatan Pencegahan dan Penanggulangan Banjir*. (Jurnal Dinamika Teknik Sipil) 8 (2008): 162-169.
- Siregar, Arnold .2019 *Analisis Penerapan Teknologi Dam Parit Sebagai Alternatif Dalam Menangani Banjir Dan Kekeringan*. Other thesis, Universitas Komputer Indonesia.
- Soentoro, Edy Anto dan Dantje Kardana Natakusumah. *Catatan Kuliah Hidrologi*, 2014.
- Soewarno. "Bandung." *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data* (Nova), 1995. Bandung
- Subarkah, Imam. *Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air* (Idea Dharma), 1980.
- Rahayu, Dkk. *Banjir dan Upaya Penanggulangannya* (Pusat Mitigasi Bencana), 2009.
- Rasyid , Kanza and Alvin , Ahmada (2018) *PENGENDALIAN BANJIR SUNGAI WULAN, DEMAK, JAWA TENGAH*. Undergraduate thesis, Diponegoro University.
- Reseda, Arbor and Darsono, Suseno and Suharyanto,, Suharyanto, (2012) *Kajian Efektifitas Pengendalian Banjir di DAS Garang*. Masters thesis, magister teknik sipil.
- Restu Wigati 2017 "*ANALISIS BANJIR MENGGUNAKAN SOFTWARE HEC-RAS 4.1.0 (Studi Kasus Sub-DAS Ciberang HM 0+00 - HM 34+00)*" . Skripsi . Banten Indonesia. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
- Rizka , Arbaningrum and Jennifer Gerina Putri, Gerina Putri (2014) *Perencanaan Tanggul Banjir Sungai Lusi Hilir*. Undergraduate thesis, Diponegoro University.
- Rumihin, Angel. 2015 "*Analisis Banjir di DAS Wairuhu dan Wai Batu Merah, Ambon*" Skripsi . Surabaya. Universitas Kristen Petra
- Tommy, 2015 "*Analisis Debit Banjir Di Sungai Tondano Berdasarkan Simulasi*