

**ANALISIS LUAPAN AIR SUNGAI DESA JAMBUSARANG
KECAMATAN BOLANGITANG BARAT
KABUPATEN BOLAANG MONGONDOW UTARA**

**Meis D. Bangco¹ Morris S. S. S. Tumanduk² Yessy Pandeiroth³ Titof Tulaka⁴
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Manado**

e-mail: meisbangco21@gmail.com

Abstrak

Analisis Luapan Air Sungai merupakan suatu upaya yang dilakukan dalam pengendalian banjir, agar supaya meminimalisir terjadinya banjir yang dapat menyebabkan korban jiwa, kesehatan masyarakat, kerugian materi dan merusak sarana prasarana yang berada di bantaran sungai. Analisis yang dilakukan dalam skripsi ini dibatasi yaitu hanya pada Sungai Bolangitang yang berlokasi di Desa Jambusarang.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa hasil analisis luapan Sungai Bolangitang dengan kala ulang 50 tahun, dan juga mencari tahu pengendalian banjir seperti apa yang dapat meminimalisir banjir. Penelitian ini dilakukan dengan cara pengambilan data primer dilokasi seperti lebar sungai, panjang sungai, kemiringan sungai, kedalaman sungai, dan kecepatan aliran sungai. Dan data sekunder seperti data curah hujan. Dari data yang diperoleh akan ditentukan periode ulang curah hujan dan debit banjir sungai tersebut. Setelah itu dengan analisis kapasitas alur sungai dapat disimpulkan untuk sistem pengendalian banjir pada daerah tersebut.

Dari hasil analisis diperoleh debit banjir puncak metode HSS Nakayasu Q50 adalah 111,296 m³/dtk, sedangkan kapasitas alur Sungai Bolangitang adalah 94,231 m³/dtk. Dari hasil analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa Sungai Bolangitang berpotensi banjir. Maka perlu dicari untuk pengendalian berupa tanggul setinggi 1 m.

Kata kunci: Pengendalian Banjir, Sungai Bolangitang.

Abstract

Analysis of River Water Overflow is an effort made in flood control, so as to minimize the occurrence of floods which can cause casualties, public health, material losses and damage to infrastructure on the banks of the river. The analysis carried out in this thesis is limited to the Bolangitang River which is located in Jambusarang Village.

The purpose of this study is to find out what the results of the overflow analysis of the Bolangitang River are with a 50 year return period, and also to find out what kind of flood control can minimize flooding. This research was conducted by

collecting primary data in locations such as river width, river length, river slope, river depth, and river flow velocity. And secondary data such as rainfall data. From the data obtained, the return period of rainfall and flood discharge of the river will be determined. After that, by analyzing the capacity of the river channel, it can be concluded for the flood control system in the area.

From the analysis results, the peak flood discharge of the HSS Nakayasu Q50 method is 111.296 m³/sec, while the capacity of the Bolangitang River channel is 94.231 m³/sec. From the results of this analysis it can be concluded that the Bolangitang River has the potential to flood. So it is necessary to look for control in the form of an embankment as high as 1 m.

Keywords: Flood Control, Bolangitang River.

I. PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Kabupaten Bolaang Mongondow Utara, Kecamatan Bolangitang Barat adalah salah satu kecamatan yang sering menjadi langganan banjir setiap tahunnya. Kecamatan ini dialiri oleh Daerah Aliran Sungai (DAS) Bolangitang yang membentang melewati Desa Paku hingga Desa Bolangitang Induk. Sesuai dengan rencana pola ruang RTRW Kabupaten Bolaang Mongondow Utara Tahun 2011-2031, kecamatan ini memiliki kawasan bencana banjir seluas 349,7 Ha atau sekitar 2%, dari luas wilayah Kecamatan Bolangitang dan kawasan rawan banjir ini tersebar di beberapa desa yang dilalui oleh Daerah Aliran Sungai Bolangitang (Sri Dian K. H. Eati, 2017).

Desa Jambusarang sebagai salah satu desa yang dilalui aliran sungai Bolangitang dan termasuk suatu wilayah yang rawan banjir. Masalah ini yang mengalir di Sungai Bolangitang. Hal ini tentu dapat mempengaruhi dan mengurangi tingkat kesehatan, kenyamanan, kerusakan fasilitas dan perkebunan masyarakat sekitar yang bermukim atau beraktifitas disekitar wilayah tersebut.

B. IDENTIFIKASI MASALAH

Dari permasalahan tersebut yang akan menjadi pokok pembahasan penulisan adalah menganalisis Banjir yang terjadi di Sungai Bolangitang Kabupaten Bolaang Mongondow Utara.

Untuk mengatasi luapan air di sungai, perlu adanya kajian pengendalian banjir secara menyeluruh. Kajian pengendalian bajir ini perlu di lakukan agar aktifitas warga sekitar tidak terganggu pada musim penghujan. Dan sungai dapat di manfaatkan dengan optimal.

C. RUMUSAN MASALAH

Terjadinya luapan air pada Sungai Bolangitang menunjukkan adanya permasalahan pada daerah aliran sungai (DAS) Adapun identifikasi masalah sebagai berikut :

1. Analisis luapan air Sungai Bolangitang dengan kala ulang 50 tahun ?
2. Pengendalian banjir seperti apa yang dapat meminimalisasi luapan air Sungai Bolangitang ?

D. BATASAN MASALAH

Agar penulisan dalam penelitian ini lebih terarah dan sistematis maka perlu adanya batasan-

batasan masalah objek dan ruang lingkup penelitian ini sebagai berikut :

1. Kajian Yang di lakukan adalah pada Desa Jambusarang.
2. Data curah hujan di ambil dalam kurun waktu 10 tahun terakhir.
3. Curah hujan rat-rata.

E. TUJUAN PENELITIAN

1. Untuk mengetahui berapa hasil analisis luapan Sungai Bolangitang dengan kala ulang 50 tahun.
2. Untuk mencari tahu pengendalian banjir seperti apa yang dapat meminimalisasi luapan air Sungai Bolangitang.

II. LANDASAN TEORI

A. SUNGAI

Sungai adalah suatu saluran drainase yang terbentuk secara alamiah. Akan tetapi disamping fungsinya sebagai saluran drainase dan dengan adanya air yang mengalir di dalamnya, sungai menggerus tanah dasarnya secara terus-menerus sepanjang masa existensinya dan terbentuklah lembah-lembah sungai. Volume sedimen yang sangat besar yang dihasilkan dari keruntuhan tebing-tebing sungai di daerah pengunungan dan tertimbun di dasar sungai tersebut, terangkut ke hilir oleh aliran sungai. Hal ini diakibatkan karena pada daerah pengunungan kemiringan sungainya curam dan gaya tarik aliran airnya cukup besar, setelah ini gaya tariknya menjadi sangat menurun ketika mencapai dataran. Dengan demikian beban yang terdapat dalam arus sungai berangsur-angsur diendapkan (Sosrodarsono,1984:4) dalam Elshinta, (2017).

B. ANALISIS HIDROLOGI

Untuk mengetahui besarnya debit banjir rancangan, maka terlebih dahulu harus diketahui debit hujan

rencana dengan berpedoman kepada luas Daerah Aliran sungai (DAS), tata guna lahan dan karakteristik dari daerah pengaliran tersebut.

Daerah yang mempunyai curah hujan yang tinggi akan lebih mempengaruhi terhadap luapan air sungai. Berdasarkan hal tersebut, maka sangat penting untuk mengetahui kriteria curah huajn dalam suatu wilayah, untuk kriteria curah hujan dibedakan berdasarkan data curah hujan harian, dimana BMKG (2021) membagi 5 kriteria Curah Hujan Bulanan dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 kriteria curah hujan bulanan

Curah hujan (mm)	Kriteria
0-100	Rendah
101 – 300	Menengah
301 – 400	Tinggi
>400	Sangat Tinggi
-	Tidak ada hujan

Sumber : BMKG SULUT, 2021

C. MENGHITUNG DEBIT ALIRAN SUNGAI

Prinsip pelaksanaan pengukuran debit sungai adalah mengukur luas penampang basah, dan kecepatan aliran pada tinggi muka air sungai dengan cara sebagai berikut :

1. Debit dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

- Menghitung kecepatan aliran dengan persamaan .

$$V = \frac{D}{t} \quad (2.1)$$

- Menghitung luas penampang dengan persamaan.

$$A = L \times d \quad (2.2)$$

- Menghitung debit aliran dengan persamaan.

$$Q = V \times A \quad (2.3)$$

Keterangan :

Q = debit (m³/detik)

A = luas bagian penampang basah (m²)

V = kecepatan aliran rata-rata pada luas bagian penampang basah (m/detik).

D. MENENTUKAN KEMIRINGAN LERENG SUNGAI

Dengan Rumus :

$$= \frac{(P_0 - P_{16})}{\text{jarak dari } P_0 \text{ ke } P_{16}} \times 100 \quad (2.4).$$

Menurut Undang-Undang Tata Ruang yang dibuat oleh Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah (Kimpraswi) Untuk karakteristik DAS, kemiringan lereng pada setiap satuan lahan perlu diklasifikasikan, klasifikasi lereng sungai dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. Klasifikasi Kemiringan Lereng Sungai.

No	Kelas Lereng	Nilai	Klasifikasi
1	I	0 - 8 %	Datar
2	II	8 - 15 %	Landai
3	II	15 - 25 %	Agak Curam
4	IV	25 - 45 %	Curam
5	V	> 45 %	Sangat Curam

Sumber: Departemen Pemukiman & Prasarana

E. DISTRIBUSI PROBABILITAS

Dalam analisis Frekuensi data hujan atau data debit guna memperoleh nilai hujan rencana atau debit rencana, dikenal beberapa distribusi probabilitas

kontinu yang sering digunakan, yaitu: Gumbel, Normal, Log Normal, Log Pearson Type III.

Penentuan jenis distribusi probabilitas yang sesuai dengan data dilakukan dengan mencocokkan parameter data tersebut dengan syarat masing-masing jenis distribusi seperti pada tabel (2.3).

Tabel 2.3 Persyaratan parameter statistik distribusi

No	Distribusi	Persyaratan
1	Gumbel	Cs = 1,14 Ck = 5,4
2	Normal	Cs = 0 Ck = 3
3	Log Normal	Cs = Cv ³ + 3Cv = 1,14 Ck = Cv ⁸ + 6Cv + 15Cv ⁴ + Cv ² = 11,73
4	Log Pearson III	Selain dari nilai di atas

Sumber: Bambang, T (2008)

1. Distribusi Probabilitas Gumbel

Jika data hujan yang dipergunakan dalam perhitungan adalah berupa sampel (populasi terbatas), maka perhitungan hujan rencana berdasarkan Distribusi Probabilitas Gumbel dilakukan dengan rumus-rumus berikut.

$$\bar{X}_T = X + S \times K \quad (2.5)$$

Keterangan Rumus :

\bar{X}_T = hujan rencana atau debit dengan periode ulang T.
X = nilai rata-rata dari data hujan (X).
S = standar deviasi dari data hujan (X).

K = faktor Frekuensi Gumbel (K)

Y_t = reduced variate.

S_n = *Reduced standard* deviasi.

Y_n = *Reduced mean*.

Dengan penyelesaian sebagai berikut :

(a.) Hitung parameter statistik harga rata-rata (X) :

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (2.6)$$

(b.) Hitung parameter statistik standar deviasi :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (2.7)$$

(c.) Hitung faktor (K) :

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \quad (2.8)$$

(d.) Hitung hujan rencana atau debit dengan periode ulang (T) dengan persamaan (2.5).

2. Distribusi Probabilitas Normal

Perhitungan hujan rencana berdasarkan Distribusi Probabilitas Normal, jika data yang dipergunakan adalah berupa sampel, dilakukan dengan rumus-rumus berikut.

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot S \quad (2.9)$$

Keterangan rumus :

X_T = Hujan rencana dengan periode ulang T

\bar{X} = Nilai rata-rata dari data hujan (X) mm.

S = Standar deviasi dari data hujan (X) mm.

K_T = Faktor Frekuensi, nilainya bergantung dari tabel Variabel Reduksi Gauss.

• Langkah-langkah penyelesaian :

(a.) Hitung parameter statistik untuk harga rata-rata (X) :

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (2.10)$$

(b.) Hitung parameter statistik standar deviasi (S) :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (2.11)$$

(c.) Hitung nilai K_T , nilai K_T ditentukan dengan tabel 2.6 Nilai Variabel Reduksi Gauss berikut.

(d.) Hitung hujan rencana dengan persamaan (2.9).

3. Distribusi Probabilitas Log Normal

lebih jauh guna mencari solusi penanggulangannya. Ada beberapa faktor yang berpengaruh terhadap kajian banjir, yaitu

(a.) Mencari nilai rata-rata dari log X :

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log } X_i}{n} \quad (2.12)$$

(b.) Menghitung deviasi standar dari Log X :

$$S_{\text{Log } X} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^2}{n-1} \quad (2.13)$$

(c.) Tentukan nilai K_T dengan menggunakan Nilai Variabel Reduksi Gaussian tabel 2.6.

(d.) Hitung nilai logaritmik hujan desain dengan periode ulang (T):

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + K_T \times S_{\text{Log } \bar{X}} \quad (2.14)$$

4. Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III

Perhitungan hujan rencana berdasarkan Distribusi Probabilitas

Log Pearson Type III, jika data yang dipergunakan adalah berupa sampel, dilakukan dengan rumus-rumus berikut.

(a.) Tiga parameter penting dalam Metode Log Pearson Tipe III, yaitu:

1. Harga rata-rata (R)
2. Simpangan baku (S)
3. Koefisien kemencengan (Cs)

(b.) Langkah-langkah penggunaan distribusi Log Pearson Tipe III

1. Ubah data dalam bentuk logaritmik : $\text{Log } X$
2. Hitung harga rata-rata logaritma :

$$\overline{\text{Log } X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} \quad (2.15)$$

3. Hitung harga simpangan baku :

$$S \text{ Log } X = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^2}{n-1}^{0,5} \quad (2.16)$$

4. Hitung harga simpangan baku:

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^3}{(n-1)(n-2)(S \text{ Log } X)^3} \quad (2.17)$$

5. Hitung K_T ; itu dilakukan dengan mengalikan nilai T dengan nilai negatif C_s atau G . Tabel 2.7 menampilkan Distribusi Log Pearson Tipe III, Tabel 2.8 menampilkan nilai C_s atau G positif, dan Tabel 2.9 menampilkan nilai Faktor Frekuensi K_T untuk Distribusi Log Pearson Tipe III 1,25 tahun untuk G atau C_s negatif dan positif.

6. Curah Hujan Rencana dengan periode ulang (X) :

$$\text{Log } X_T = \overline{\text{Log } X} + K_T \times S \text{Log } X \quad (2.18)$$

Dimana :

$\text{Log } X_t$ = Nilai ekstrim dengan kala ulang tahun

$\overline{\text{Log } X}$ = Nilai rata-rata curah hujan

K_T = Fungsi dari C_s dan Probabilitas

$S \text{Log } X$ = Simpangan baku.

F. UJI DISTRIBUSI PROBABILITA

Tujuan dari uji distribusi probabilitas adalah untuk menentukan apakah persamaan distribusi probabilitas yang dipilih dapat dengan tepat menjelaskan distribusi statistik dari data sampel yang dianalisis.

Gunakan persamaan Chi-Kuadrat (X^2) untuk memverifikasi bahwa distribusi probabilitas dalam metode ini benar.

• Chi-Kuadrat (X^2)

Rumus perhitungan metode Chi-Square adalah sebagai berikut:

$$X^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_f - E_f)^2}{E_f} \quad (2.19)$$

Proses perhitungan metode Chi-Square Test adalah sebagai berikut:

1. Urutkan data dari besar ke kecil atau sebaliknya.
2. Menghitung jumlah kelas.
 - Jumlah data (n)
 - Kelas distribusi (K) = $1 + 3,3 \log n$ (2.21)
3. Menghitung derajat kebebasan ((DK) dan X^2_{cr}
 - Parameter (p) = 2
 - Derajat Kebebasan (DK) = $K - (p + 1)$ (2.22)

- Setelah mengetahui derajat kebebasan (Dk) dan jumlah data (n), akan dicari nilai X^2_{cr} dengan jumlah data (n) dengan melihat tabel Nilai Parameter Chi-Square Kritis X^2_{cr} (one-tailed test).
4. Menghitung kelas distribusi dengan persamaan (2.21)
 5. Menghitung interval kelas.
 - $Y_t = L_n - L_n \frac{T-1}{T}$. (2.23)
 - $K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$ (2.24)
 - $X_t = X_{rt} + S \times K$ (2.25)
 6. Perhitungan nilai X^2 .
 7. Bandingkan nilai X^2 terhadap X^2_{cr}

G. PERHITUNGAN CURAH HUJAN EFEKTIF DENGAN METODE MONONOBE

Penting untuk terlebih dahulu menentukan curah hujan efektif per jam dan intensitas hujan per jam dengan interval tertentu sebelum menghitung banjir rencana menggunakan hidrograf satuan sintetik.

1. Waktu curah Hujan Jam-jaman Metode Mononobe

Rumus Mononobe, yang menggunakan persamaan berikut untuk menentukan intensitas setiap saat, digunakan untuk menentukan intensitas hujan per jam:

$$T = \frac{R}{24} \frac{24^{2/3}}{t} \quad (2.26)$$

Keterangan :

- T = berapa jam hujan rata-rata yang terjadi di lokasi
- R_{24} = tinggi hujan max. Peretmal(mm)
- t = waktu / lama hujan (jam)
- 24 = waktu ke berapa (jam)

Sungai Bolangitang kemungkinan akan diguyur hujan selama enam jam.

Analisis intensitas hujan per jam menggunakan persamaan (2.26).

2. Mencari Intensitas Curah Hujan Jam-jaman

Curah hujan jam-jaman dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$R = (T \times R_{24}) - (T-T) \times R_{24} \quad (2.27)$$

Keterangan :

- R = presentase intensitas curah hujan Jam-jaman
- T = waktu rata-rata hujan

Selanjutnya curah hujan rancangan hasil dari analisis distribusi probabilitas yang lolos uji Chi-Kuadrat didistribusikan menjadi curah huajn jam-jaman dengan persamaan berikut.

$$R_n = X_t * C * R \quad (2.28)$$

Ketrangan :

- R_n = curah hujan rencana
- X_t = hujan rencana yang lolos uji Chi-Kuadrat
- C = korfisien kemencengan, dapat dilihat pada tabel 2.11
- R = intensitas hujan jam-jaman

H. ANALISIS DEBIT BANJIR RANCANGAN

Debit rencana adalah laju aliran tertinggi yang dapat dicapai di sungai atau saluran alami dengan periode ulang rata-rata tertentu tanpa membahayakan proyek irigasi atau stabilitas konstruksi. Debit puncak atau maksimum suatu sungai atau saluran dengan daerah pengaliran yang kecil dapat dipastikan dengan memperkirakan debit banjir yang diproyeksikan selama periode ulang atau periode pengulangan dan mengendalikan data ini menggunakan metode HSS Nakayasu.

1. Analisa Hidrograf Satuan Sintetik

Sangat penting untuk mencari karakteristik atau parameter DAS secara bertahap. Contohnya antara lain koefisien limpasan, lebar bentangan, luas lereng, hidrograf waktu ke puncak (time to peak magnitude), dan lain-lain. Untuk membuat hidrograf banjir untuk sungai di mana tidak ada atau sangat sedikit pengamatan hidrograf banjir. Dalam situasi ini, kami biasanya menggunakan hidrograf sintetik yang dibuat di negara lain, dengan parameter utama hanya dimodifikasi untuk mempertimbangkan karakteristik daerah tangkapan penelitian.

2. Definisi Metode HSS Nakayasu

Nakayasu (1950) telah menyelidiki hidrograf satuan di Jepang dan memberikan seperangkat persamaan untuk membentuk suatu hidrograf satuan sebagai berikut:

A. Waktu Kelambatan (*time lag*, t_g), rumusnya:

$$t_g = 0,4 + 0,058 \times L; \quad \text{untuk } L > 15 \text{ km} \quad (2.29)$$

$$t_g = 0,21 \times L^{0,7} \quad \text{untuk } L < 15 \text{ km} \quad (2.30)$$

2. Durasi hujan (jam) = $(0,5 * t_g) / d$ ($1 * t_g$)

$$Tr = (0,75 \times t_g) \quad (2.31)$$

3. Waktu puncak dan debit puncak hidrograf satuan sintetik dirumuskan sebagai berikut:

$$t_p = t_g + 0,8 Tr \quad (2.32)$$

4. Waktu saat debit sama dengan 0,3 kali debit puncak:

$$t_{0,3} = \alpha \times t_g \quad (2.33)$$

5. Waktu puncak:

$$t_p = t_g + 0,8 Tr \quad (2.34)$$

6. Debit puncak hidrograf satuan sintetik dirumuskan sebagai berikut :

$$Q_p = \frac{1}{3,6} \times A \times R_0 \times \frac{1}{(0,3 \times t_p \times t_{0,3})} \quad (2.35)$$

7. Bagian lengkungan naik ($0 < t < t_p$)

$$Q = Q_p \frac{t^{2,4}}{t_p} \quad (2.36)$$

8. Bagian lengkungan turun

- Jika $t_p < t < t_{0,3}$

$$Q = Q_p * 0,3 \frac{t - t_p}{t_{0,3}} \quad (2.37)$$

- Jika $t_{0,3} < t < 1,5 * t_{0,3}$

$$Q = Q_p * 0,3 \frac{t - t_p + t_{0,3}}{1,5 \times t_{0,3}} \quad (2.38)$$

- Jika $t > 1,5 t_{0,3}$

$$Q = Q_p * 0,3 \frac{t - t_p + t_{0,3}}{2 \times t_{0,3}} \quad (2.39)$$

Keterangan rumus:

t_g = waktu kelambatan (jam).

L = panjang sungai (km).

$t_{0,3}$ = waktu saat debit sama dengan 0,3 kali debit puncak (jam).

$1,5 t_{0,3}$ = waktu saat debit sama dengan $0,3^2$ kali debit puncak (jam).

α = koefisien, nilainya antara 1,5 – 3,0.

t_p = waktu puncak (jam)

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

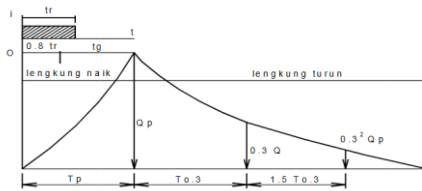
A = luas DAS (km^2).

Tr = durasi hujan (jam) = $(0,5 \times t_g) / d$ ($1 \times t$)

R_0 = satuan kedalaman hujan (mm).

Gambar lengkungan naik dan turun hidrograf satuan sintetik Nakayasu dapat pada gambar (2.3) di bawah ini.

Gambar 2.3. HSS Nakayasu



(Sumber: Bambang Triatmodjo, 2010)

III. METODE PENELITIAN

Proses yang diatur dan sistematis dikenal sebagai metodologi, dan digunakan untuk mengumpulkan dan menganalisis data. Karena pengadaaan data primer merupakan tahap pertama yang kritis dan data yang diperoleh

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. DEBIT ALIRAN SUNGAI

1. Data Sungai

- Lebar Sungai : 36 m
- Benda terbawa arus : 25 m
- Tinggi air saat musim hujan : 4,11m
- Air saat musim sedang : 2,8 m
- Air saat musim kering : 2 m
- Benda terbawa arus : 39 detik

2. Menghitung Debit Aliran

- Saat Musim Hujan:
 1. Menghitung kecepatan aliran :

$$V = \frac{D}{t}$$

$$V = \frac{25}{39}$$

$$V = 0,641 \text{ m/dtk}$$

biasanya digunakan sebagai referensi dalam analisis, pengumpulan data tidak dapat dipisahkan dari prosedur ini.

Distribusi probabilitas Gumbel, distribusi probabilitas normal, distribusi probabilitas log normal, dan probabilitas log individu Tipe III adalah empat cara persamaan distribusi probabilitas yang digunakan dalam penelitian ini untuk meneliti sungai. Referensi dari studi sebelumnya dan karya referensi tahun 2010 "Teknik Perhitungan Debit Rencana Air Bangunan" oleh I Made Kamiana menjadi dasar penelitian ini. Untuk memilih distribusi probabilitas yang akan digunakan dalam analisis massal, distribusi probabilitas harus diuji dengan menggunakan persamaan teknik Chi-Square. rencana hujan. Metode persamaan Chi-Square harus digunakan untuk mengidentifikasi empat distribusi probabilitas yang cocok dalam penelitian ini setelah distribusi probabilitas untuk curah hujan yang diantisipasi telah diidentifikasi.

2. Menghitung luas

penampang :

$$A = L \times d$$

$$A = 36 \text{ m} \times 4,11 \text{ m}$$

$$A = 147 \text{ m}^2$$

3. Menghitung debit aliran :

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,641 \times 147$$

$$Q = 94,231 \text{ m}^3/\text{detik}$$

• Saat Musim Sedang :

1. Menghitung kecepatan aliran :

$$V = \frac{D}{t}$$

$$V = \frac{25}{39}$$

$$V = 0,641 \text{ m/dtk}$$

2. Menghitung luas penampang :

$$A = L \times d$$

$$A = 36 \text{ m} \times 2,8 \text{ m}$$

$$A = 100 \text{ m}^2$$
3. Menghitung debit aliran :

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,641 \times 100$$

$$Q = 64,103 \text{ m}^3/\text{detik}$$

- Saat Musim Kemarau :
 1. Menghitung kecepatan aliran :

$$V = \frac{D}{t}$$

$$V = \frac{25}{39}$$

$$V = 0,641 \text{ m/dtk}$$

2. Menghitung luas penampang :

$$A = L \times d$$

$$A = 36 \text{ m} \times 2 \text{ m}$$

$$A = 72 \text{ m}^2$$
3. Menghitung debit aliran :

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,641 \times 72$$

$$Q = 46,154 \text{ m}^3/\text{detik}$$

B. KEMIRINGAN LERENG

Dari hasil penelitian dan perhitungan menggunakan alat Theodolite dapat menentukan berapa persen kemiringan yang ada di Desa Jambusarang dengan cara sebagai berikut.

Diketahui :

$$P0 = +7,617$$

$$P16 = -0,173$$

Dengan Rumus :

$$= \frac{(P0 - P16)}{\text{jarak dari } P0 \text{ ke } P16} \times 100$$

$$= \frac{7,617 - (-0,173)}{500} \times 100$$

$$= \frac{7,79}{500} \times 100$$

$$= 1,55 \%$$

Dari hasil perhitungan kemiringan, ditetapkan bahwa Daerah Aliran Sungai Bolangitang Desa Jambusarang memiliki kemiringan 1,55%, yang termasuk dalam kelas datar berdasarkan undang-undang tata ruang yang dibuat oleh Dinas Permukiman dan Prasarana Wilayah (Kimpraswi). seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.2.

C. CURAH HUJAN

Berikut rincian informasi curah hujan yang dikumpulkan dari Stasiun Klimatologi Sulawesi Utara selama periode sepuluh tahun. Untuk menentukan kapasitas sungai untuk meluap, penting untuk mengamati curah hujan yang jatuh di wilayah penelitian.

Tabel 4.1 Data Curah Hujan Harian di Lokasi Penelitian.

TAHUN	BULAN												R24 max
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES	
2012	359	343	345	137	136	261	142	118,9	272,4	171,3	157	302	228,7
2013	280	280	336	243	87,1	181	132	43,7	13	190,1	176	475	203,1
2014	574	574	123	247	37,5	60,4	107	11	7,7	102,4	69,3	134	170,6
2015	375	272	493	241	88,7	332	235	109,6	103,4	236,9	111	284	223,5
2016	543	543	427	109	299	134	177	109,5	359,7	209,5	424	575	327,5
2017	723,5	411,5	329,9	246,7	367,8	150	84,8	259,1	276,1	251,4	582	302,8	332,1
2018	462,3	497,7	149,2	50,2	184	93,3	39,3	32,1	19,8	101,8	271,4	534,1	197,9
2019	336,2	164	49,2	74,4	70,9	115	110,6	7	1,2	17,2	48,8	188,6	98,6
2020	127,3	88,3	153,7	101,9	94,8	165,7	227,8	76,3	75,4	149,9	111,3	342,6	142,9
2021	129,1	241,4	96,2	32,6	105,9	32,6	55,7	30,1	89,7	65	261,6	31,2	99,3
												Rata*	202

Sumber: Kantor Stasiun Klimatologi Sulawesi Utara

Kriteria Curah Hujan :

- 0 – 100 mm = Rendah
- 101 – 300 mm = Menengah
- 301 – 400 mm = Tinggi
- > 400 mm = Sangat Tinggi
- = Tidak Ada Hujan

D. DISTRIBUSI PROBABILITAS

- Dalam Penelitian ini menggunakan empat distribusi probabilitas yaitu :

1. Distribusi Probabilitas Gumbel

Tabel 4.5. Analisis Curah Hujan Rencana dengan Metode Gumbel.

No	Periode Ulang	Xrt	Yt	Yn	Sn	Kt	Sx	XT	Xt
1	2	202,42	0,3065	0,4952	0,9497	-0,1987	81,37	186,2528	186,25
2	5	202,42	1,4999	0,4952	0,9497	1,0579	81,37	288,4992	288,50
3	10	202,42	2,2504	0,4952	0,9497	1,8482	81,37	352,7994	352,80
4	25	202,42	3,1255	0,4952	0,9497	2,7696	81,37	427,7749	427,77
5	50	202,42	3,9019	0,4952	0,9497	3,5871	81,37	494,2942	494,29

Sumber : Hasil Analisis

2. Distribusi Probabilitas Normal

Tabel 4.7 Analisis Curah Hujan Rencana Distribusi Normal.

No	Periode Ulang	Xrt	Kt	S	Xt
1	2	202,420	0	81,367	202,42
2	5	202,420	0,84	81,367	270,7683
3	10	202,420	1,28	81,367	306,5697
4	25	202,420	1,71	81,367	341,5575
5	50	202,420	2,05	81,367	369,2223

Sumber : Hasil Analisis

3. Distribusi Probabilitas Log Normal

Tabel 4.9 Analisis Curah Hujan Rencana Distribusi Log Normal

No	Periode Ulang	Log Xrt	Kt	S Log X	Log Xt	XT
1	2	2,27	0	0,18	2,273	187,371
2	5	2,27	0,84	0,18	2,427	267,513
3	10	2,27	1,28	0,18	2,508	322,365
4	25	2,27	1,71	0,18	2,588	386,821
5	50	2,27	2,05	0,18	2,650	446,790

Sumber : Hasil Analisis

4. Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III

Tabel 4.11 Analisis Curah Hujan rencana Distribusi Probabilitas Log Person.

No	Periode Ulang	Log Xrt	Kt	S Log X	Log Xt	XT
1	2	2,273	0,05	0,184	2,282	191,384
2	5	2,273	0,853	0,184	2,430	268,991
3	10	2,273	1,245	0,184	2,502	317,617
4	25	2,273	1,643	0,184	2,575	375,989
5	50	2,273	1,89	0,184	2,621	417,492

Sumber : Hasil Analisis

E. PENENTUAN JENIS DISTRIBUSI

Berdasarkan hasil kajian dari keempat distribusi probabilitas tersebut, akan dilakukan proses dengan mencocokkan parameter data dengan kriteria setiap jenis harus menjadi atribusi, seperti ditunjukkan pada Tabel (2.3). Hasil analisis yang dilakukan untuk menentukan distribusi ditunjukkan pada tabel 4.12 di bawah ini.

Tabel 4.12 Penentuan Jenis Distribusi Probabilitas

No	Distribusi	Persyaratan	Hasil Analisis
1	Gumbel	$Cs = 1,14$ $Ck = 5,4$	$Cs = 0,4$ $Ck = 24$
2	Normal	$Cs = 0$ $Ck = 3$	$Cs = 0,440$ $Ck = 24,433$
3	Log Normal	$Cs = Cv^3 + 3Cv = 1,14$ $Ck = Cv^8 + 6Cv + 15Cv^4 + Cv^2 = 11,73$	$Cs = -0,3$ $Ck = 23$
4	Log Pearson III	Selain dari nilai di atas	Selain dari nilai di atas

Sumber : Hasil Analisis

Keterangan :

Distribusi Log Tipe III Pearson harus digunakan untuk membandingkan sifat dan kebutuhan informasi dari setiap jenis distribusi untuk mengidentifikasi distribusi karena distribusi Gumbel, Normal, dan Log Normal tidak sesuai untuk semua jenis distribusi. Rangkuman dan rekomendasi Tabel 4.13 di bawah ini menampilkan estimasi curah hujan untuk setiap distribusi.

Tabel 4.13 Rekap dan Kesimpulan Hujan Rencana

No	Periode Ulang (T)	Curah Hujan Rencana			
		Metode Distribusi Frekuensi			
		Normal	Log Normal	Log Pearson Type III	Gumbel
1	2	202,42	187,37	191,38	186,25
2	5	270,77	267,51	268,99	288,50
3	10	306,57	322,36	317,62	352,80
4	25	341,56	386,82	375,99	427,77
5	50	369,22	446,79	417,49	494,29

Sumber : Hasil Analisis

F. UJI DISTRIBUSI PROBABILITAS

Uji distribusi probabilitas digunakan untuk memverifikasi apakah persamaan distribusi probabilitas yang digunakan dapat secara akurat menjelaskan distribusi statistik dari data sampel yang diperiksa. Pengujian persamaan 2.19 hingga 2.22, serta uji distribusi probabilitas Chi-Square (X^2) untuk uji Chi-Square penelitian ini, diperoleh hasil sebagai berikut.

Tabel 4.17 Perbandingan nilai X^2 terhadap X^2_{cr}

Distribusi Frekuensi	X^2 hitung	X^2_{cr}	Keterangan
Log Person Type III	1	5,991	Diterima

Sumber : Hasil Analisis

Keterangan :

Karena X^2 adalah standar X^2 yang dihitung, maka dapat ditentukan dari uji distribusi probabilitas Pearsin Log Type III bahwa distribusi tersebut cocok untuk mengevaluasi rangkaian data curah hujan yang diproyeksikan berdasarkan Tabel 4.17.

G. ANALISIS DEBIT BANJIR RANCANGAN

1. Koefisien Pengaliran

Rasio limpasan terhadap curah hujan keseluruhan dikenal sebagai koefisien limpasan. Pola penggunaan lahan yang ada saat ini di lokasi penelitian digunakan untuk menghitung koefisien aliran permukaan.

- Medan berbukit mencakup 70% dari luas wilayah dan memiliki koefisien limpasan antara 0,70 dan 0,80.

2. Curah Hujan Jam-Jaman

Bentangan pertama DAS Bolangitang, hujan diperkirakan berlangsung selama enam jam.

Untuk daerah Kabupaten Bolaang Mongondow Utara, rata-rata hujan (t) = 6 jam, dan untuk perhitungan hujan jam-jaman menggunakan persamaan 2.26 berikut.

Tabel 4.20 Distribusi Curah Hujan Jam-jaman

T	Jam ke- 1	Jam ke- 2	Jam ke- 3	Jam ke- 4	Jam ke- 5	Jam ke- 6
2	73,7260	19,2916	13,5309	10,3156	9,1099	8,3061
5	103,6220	27,1143	19,0177	14,4986	12,8040	11,6742
10	122,3541	32,0158	22,4556	17,1196	15,1186	13,7846
25	144,8404	37,8997	26,5824	20,2658	17,8971	16,3179
50	160,8282	42,0832	29,5167	22,5028	19,8726	18,1191

Sumber : Hasil Analisis

3. Perhitungan Unit Hidrograf Satuan Metode Nakayasu

• Parameter HSS Nakayasu

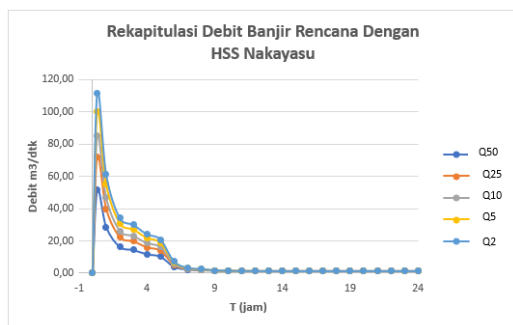
1. Luas DAS (A)
= 1,8 km²
2. Panjang Sungai Utama (L)
= 1 km
3. Parameter Alfa (a)
= 3
4. Koefisien Pengaliran (C)
= 0,70
5. R_o (1 mm)
= 1 mm

Tabel 4.21 Menentukan Lengkungan Naik dan Turun HSS Nakayasu

Parameter	Unit	Jam	Nilai
Tg	Jam	0,210	0,210
A		3	3
Tr	Jam	0,158	0,158
Tp	Jam	0,336	0,336
T0,3	Jam	0,630	0,630
0,5 * T0,3	Jam	0,315	0,315
1,5 * T0,3	Jam	0,945	0,945
2,0 * T0,3	Jam	1,260	1,260
(Tp + T0,3)	Jam	0,966	0,966
(Tp + T0,3 + 1,5 * T0,3)	Jam	1,911	1,911
Qp	Jam	0,684	0,684
Keterangan		0	0
Bagian Lengkungan Naik		0,336	0,6842
Interval:		1	0,1923
0 ≤ t ≤ Tp		2	0,0285
0 ≤ t ≤ 1		3	0,0397
Qa = Qp * (t/Tp) ²		4	0,0153
		5	0,0059
Bagian Lengkungan Turun		6	0,0023
Interval:		7	0,0009
Tp ≤ t ≤ (Tp + T0,3)		8	0,0003
0,336 < t < 1		9	0,0001
Qd1 = Qp * (0,3) ² * (t - Tp) / (T0,3)		10	0,0000
		11	0,0000
Interval:		12	0,0000
(Tp + T0,3) < t < (Tp + T0,3 + 1,5 * T0,3)		13	0,0000
1 < t < 2		14	0,0000
Qd2 = Qp * 0,3 ² * (t - Tp + 0,5 * T0,3) / (1,5 * T0,3)		15	0,0000
		16	0,0000
Interval:		17	0,0000
t ≥ Tp + T0,3 + 1,5 * T0,3		18	0,0000
t > 2		19	0,0000
Qd3 = Qp * 0,3 ² * (t - Tp + 0,5 * T0,3) / (2 * T0,3)		20	0,0000
		21	0,0000
		22	0,0000
		23	0,0000
		24	0,0000

Sumber : Hasil Analisis

Gambar 4.12 Rekapitulasi Kurva HSS Nakayasu



Saimber : Hasil Analisis

H. ANALISIS KAPASITAS ALUR SUNGAI

1. Analisis Kapasitas Alur Sungai Bolangitang

Berdasarkan hasil perhitungan, debit arus Sungai Bolangitang adalah $Q = 94,23077$ m³/detik, lebih kecil dari rencana $Q_{25} = 100,357$ m³/detik. Akibatnya, kapasitas arus sungai hanya dapat mendukung debit yang direncanakan untuk 10 tahun mendatang dan tidak dapat mendukung debit tahunan (Q_{50}). Oleh karena itu harus dibuat normal. Sungai Bolangitang saat ini berukuran lebar 36 meter dan kedalaman 4,11 meter saat musim hujan.

2. Analisis Kapasitas Normalisasi Alur

Diusulkan agar lebar Sungai Bolangitang ditingkatkan menjadi 56 meter dengan memperlebar bantaran sungai sebesar 10 meter di sisi kanan dan kiri sungai, dan kedalaman ditingkatkan menjadi 5 meter. Berdasarkan temuan analisis kehutanan, sungai Bolangitang memiliki kapasitas debit 147.539 m³/detik. Dari hasil perhitungan HSS Nakayasu diketahui bahwa sungai Bolangitang dapat mendukung debit dengan Q_{50} rencana HSS Nakayasu, dimana $Q_{50} = 111.296$ m³/detik.

3. Analisis Kapasitas Tanggul Alur Sungai

Setelah Normalisasi Sungai Bolangitang diusulkan, penampang sungai akan diperbaiki dengan meninggikan tanggul Sungai Bolangitang satu meter, pelebaran bantaran sungai sepuluh meter di kedua sisi sungai, pembuatan saluran sepanjang 56 meter, dan menambah ketinggian tanggul satu meter.

Berdasarkan perhitungan dan kajian, sungai Bolangitang memiliki kapasitas debit $Q = 179.487 \text{ m}^3/\text{detik}$. Dari hasil perhitungan HSS Nakayasu

diketahui bahwa Sungai Bolangitang dapat menangani debit dengan desain Q50 dari HSS Nakayasu karena Debit Rencana $Q_{50} = 111.296 \text{ m}^3/\text{detik}$.

KESIMPULAN

Berikut kesimpulan yang dapat diambil dari penyusunan Tugas Akhir ini:

1. Berdasarkan analisis hidrologi, prediksi debit banjir Sungai Bolangitang dengan kala ulang memiliki nilai Q_{50} sebesar $111.296 \text{ m}^3/\text{detik}$. Selanjutnya debit arus Sungai Bolangitang adalah $Q = 94,23077 \text{ m}^3/\text{s}$, sehingga untuk jangka waktu 50 tahun debit yang diusulkan tidak dapat ditampung oleh sungai dalam keadaan eksistingnya.
2. Dengan melakukan Analisis Kapasitas Tanggul Saluran Sungai, perencanaan perbaikan penampang sungai berupa kegiatan penambahan tanggul setinggi 1 meter dan pelebaran bantaran sungai di sisi kanan dan kiri sungai menjadi 10 meter sehingga debit yang bisa ditampung Sungai Bolangitang sebesar $Q = 179,487 \text{ m}^3/\text{detik}$, dapat disimpulkan setelah dilakukan analisis kapasitas tanggul alur sungai bisa menampung debit banjir rencana untuk periode 50 tahun, dimungkinkan untuk meminimalisir luapan air Sungai Bolangitang mengingat debit puncak banjir yang diketahui Hidrograf HSS Nakayasu $Q_{50} = 111.296 \text{ m}^3/\text{detik}$.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul ghofur Mahmud, Tahun (2006) *Analisis Sungai Tiung Dalam Rangka Pengendalian Banjir*.
- Andina Fuji, Hadi Sudarsono, Tahun (2018) “ANALISIS PENANGGULANGAN BANJIR SUNGAI KANCI”.
- Annisa Wahyuningtyas, Jehandyah Erma Pahlevari, Suseno Darsono (*), Hary Budienny (*), Tahun (2017) *PENGENDALIAN BANJIR SUNGAI BRINGIN SEMARANG*. Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
- David Endro Tomici Sukarno Liany A. Hendratta, Isri R. Tahun (2019) *STUDI PENGALIHAN ALUR SUNGAI ARAREN DI DESA PINASUNGKULAN KOTA BITUNG*.
- Firda Miranti H. Usup¹, Papiia J.C. Franklin² & Hendriek H. Karongkong, Tahun (2019) *ANALISIS ASPEK KEBENCANAAN DI KECAMATAN BOLANGITANG BARAT KABUPATEN BOLAANG MONGONDOW UTARA*
- Mahasiswa S1 Program Studi Perencanaan Wilayah & Kota Universitas Sam Ratulangi 2&3 Staf Pengajar Prodi S1 Perencanaan Wilayah & Kota, Jurusan Arsitektur, Universitas Sam Ratulangi.
- Mangangka Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado.

Dewi Parwati Suadnya Jeffry S. F.
Sumarauw, Tiny Mananoma,
Tahun (2017) *ANALISIS DEBIT
BANJIR DAN TINGGI MUKA AIR
BANJIR SUNGAI SARIO DI
TITIK KAWASAN CITRALAND.*
Fakultas Teknik Jurusan Sipil
Universitas Sam Ratulangi
Manado

Reni Andayani, Tahun (2022) “*DEBIT
BANJIR RENCANA DAN*

*SELABUNG DENGAN HSS
NAKAYASU*”.

Rias Abdurrahman, Tahun (2014)
“*PENGENDALIAN BANJIR DI
KECAMATAN PACITAN,
KABUPATEN PACITAN*”.
Jurusan Teknik Sipil, Konsentrasi
Sumber Daya Air Fakultas Teknik
Sipil Dan Perencanaan Institut
Teknologi Malang.