



Analisis Debit Banjir Dan Tinggi Muka Air Sungai Roong Di Kelurahan Roong, Kecamatan Tondano Barat, Kabupaten Minahasa

Indah M. Tulandi^{#a}, Jeffry S. F. Sumarauw^{#b}, Liany A. Hendratta^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

^aindahtulandi021@student.unsrat.ac.id, ^bjeffrysumarauw@unsrat.ac.id, ^clianyhendratta@unsrat.ac.id

Abstrak

Sungai memiliki peranan penting dalam siklus hidrologi, yakni mengalirkan air hujan kembali ke laut. Debit sungai dipengaruhi oleh curah hujan, kemiringan wilayah, dan luas daerah aliran sungai (DAS). Jika debit melebihi kapasitas alur sungai, banjir dapat terjadi dan menyebabkan kerugian, khususnya di daerah permukiman serta infrastruktur. Sungai Roong di Kelurahan Roong, Kecamatan Tondano Barat, Kabupaten Minahasa, merupakan salah satu sungai yang mengalami banjir akibat curah hujan tinggi berdurasi panjang. Banjir ini menyebabkan kerusakan rumah warga dan mengganggu aktivitas masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis debit banjir dan tinggi muka air Sungai Roong berdasarkan berbagai kala ulang. Metode yang digunakan meliputi pemodelan hidrologi dengan HEC-HMS dan hidraulik dengan HEC-RAS. Data yang digunakan adalah curah hujan harian maksimum, debit sungai, peta topografi, serta data penampang sungai dari survei lapangan. Curah hujan rencana dihitung menggunakan distribusi *Log Pearson III*, sedangkan debit banjir dihitung dengan metode HSS *Soil Conservation Services (SCS)*, *SCS Curve Number (CN)* untuk kehilangan air, serta metode *recession* untuk aliran dasar (*baseflow*). Debit puncak dengan kala ulang hasil simulasi kemudian di analisis menggunakan HEC-RAS untuk menentukan elevasi tinggi muka air pada penampang yang telah diukur. Hasil menunjukkan adanya luapan pada STA +25 meter hingga STA +200 meter untuk kala ulang 2 tahun sampai kala ulang 100 tahun. Disarankan peninggian talud dan pembersihan sungai secara berkala.

Kata kunci: Sungai Roong, debit banjir, tinggi muka air, HEC-HMS, HEC-RAS, kala ulang

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Sungai memiliki peran penting dalam siklus hidrologi, yaitu mengalirkan air hujan dari daratan kembali ke laut. Debit sungai dipengaruhi oleh intensitas curah hujan, kemiringan wilayah, dan luas daerah aliran sungai (DAS). Ketika debit sungai melebihi kapasitas alurnya, banjir dapat terjadi. Karakteristik DAS sangat memengaruhi durasi dan besarnya banjir yang terjadi. Dampak banjir dapat merusak permukiman, lahan pertanian, saluran irigasi dan drainase, serta infrastruktur umum seperti jalan.

Sungai Roong yang berada di Kelurahan Roong, Kecamatan Tondano Barat, Kabupaten Minahasa, sering dimanfaatkan masyarakat sekitar untuk kegiatan sehari-hari seperti mencuci perabotan rumah tangga. Namun, berdasarkan informasi dari warga, sungai ini kerap meluap saat hujan deras berdurasi lama, menyebabkan banjir yang merendam rumah warga dan mengganggu aktivitas masyarakat. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis debit banjir dan tinggi muka air untuk mengantisipasi dan menanggulangi potensi banjir di wilayah tersebut.

1.2. Rumusan Masalah

Tingginya intensitas curah hujan menyebabkan meluapnya air dan menggenangi

pemukiman warga yang berada di sekitaran Sungai Roong, sehingga perlu dilakukan analisis debit banjir dan tinggi muka air dalam upaya penanganan banjir pada daerah tersebut.

1.3. Batasan Penelitian

1. Lokasi penelitian berada di Kelurahan Roong dengan letak geografis $1^{\circ}17'45.39''$ Lintang Utara dan $124^{\circ}54'33.11''$ Bujur Timur.
2. Analisis hidrologi menggunakan data curah hujan harian maksimum.
3. Analisis menggunakan program komputer *HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Modeling System)* untuk analisis hidrologi, dan *HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center – River Analysis System)* untuk analisis hidrolika.
4. Kala ulang rencana dibatasi pada 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun.

1.4. Tujuan Penelitian

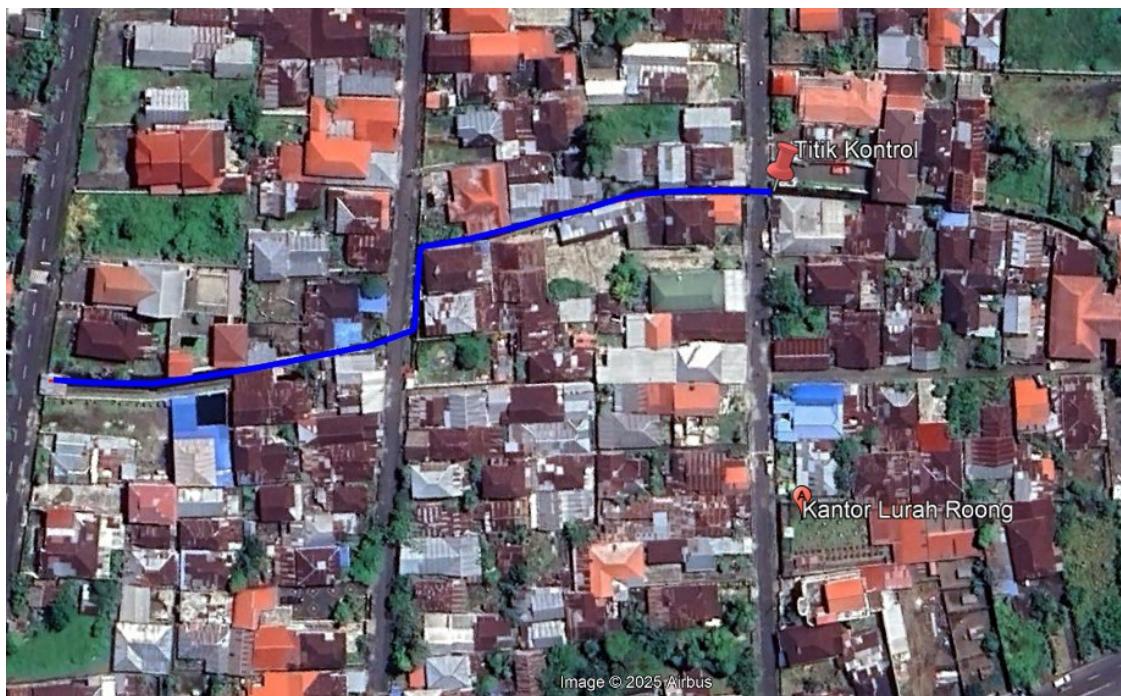
Tujuan penelitian ini adalah utnuk mengetahui besaran debit banjir dengan berbagai kala ulang dan tinggi muka air yang berpotensi terjadi pada Sungai Roong.

1.5. Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan agar bisa menjadi bahan informasi maupun tinjauan bagi instansi terkait yang berwenang untuk melakukan penanggulangan banjir di Sungai Roong, Kecamatan Tondano Barat, Kabupaten Minahasa.

1.6. Lokasi Penelitian

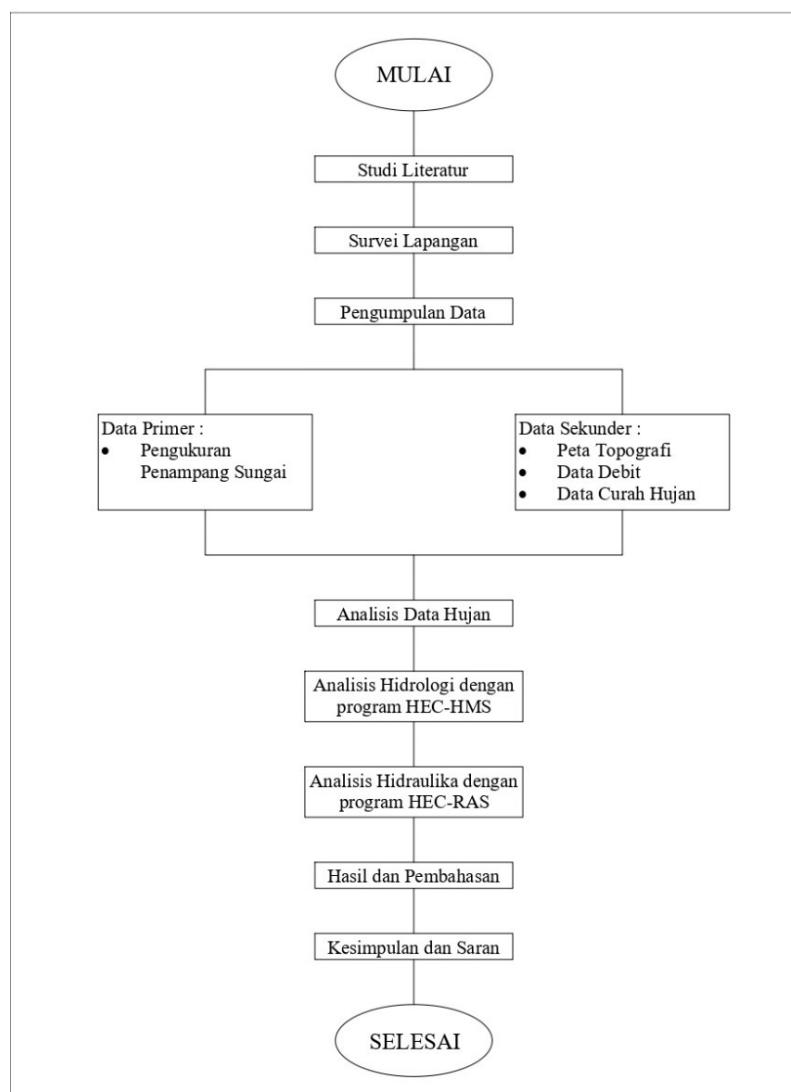
Sungai Roong terletak di Kelurahan Roong, Kecamatan Tondano Barat, Kabupaten Minahasa. Titik kontrol penelitian ini terletak di dekat Kantor Lurah Roong, secara geografis terletak pada $1^{\circ}17'45.39''$ Lintang Utara dan $124^{\circ}54'33.11''$ Bujur Timur.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (*Google Earth*)

2. Tahap Penelitian

Tahap penelitian digambarkan dalam alur yang ditunjukkan pada Gambar 2.

**Gambar 2.** Bagan Alir Penelitian

3. Kajian Literatur

3.1. Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi merupakan proses kontinyu dimana air bergerak dari bumi ke atmosfer dan kemudian kembali lagi ke bumi. Proses tersebut berlangsung secara terus menerus yang disebut dengan siklus.

3.2. Daerah Aliran Sungai

Daerah aliran sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan.

3.3. Analisis Curah Hujan

Apabila pada suatu daerah terdapat lebih dari satu stasiun pengukuran yang ditempatkan secara terpencar, hujan yang tercatat di masing-masing stasiun dapat tidak sama. Dalam analisis hidrologi sering diperlukan untuk menentukan hujan rerata pada daerah tersebut, yang dapat dilakukan dengan tiga metode yaitu Metode Rerata Aritmatik, Metode Poligon Thiessen, dan Metode Isohyet.

3.4. Analisis Outlier

Data *outlier* adalah data yang secara statistik meyimpang jauh dari kumpulan datanya. Uji *outlier* dilakukan untuk mengoreksi data sehingga baik untuk digunakan pada analisis selanjutnya.

Uji data *outlier* mempunyai 3 syarat, yaitu:

1. Jika $Cs_{log} \geq 0,4$ maka: uji *outlier* tinggi, koreksi data, uji *outlier* rendah, koreksi data.
2. Jika $Cs_{log} \leq -0,4$ maka: uji *outlier* rendah, koreksi data, uji *outlier* tinggi, koreksi data.
3. Jika $-0,4 < Cs_{log} < 0,4$ maka : uji *outlier* tinggi dan rendah, koreksi data. Rumus yang digunakan:

$$\bar{\log x} = \frac{\sum \log x}{n} \quad (1)$$

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

$$Cs_{log} = \frac{n}{(n-1)(n-2)S_{log}^3} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3 \quad (3)$$

- *Outlier* tinggi: $\text{Log } X_h = \bar{\log x} + Kn \cdot S_{log}$ (4)

- *Outlier* rendah : $\text{Log } X_l = \bar{\log x} - Kn \cdot S_{log}$ (5)

Dengan :

Cs_{log}	=	Koefisien kemencengan dalam log
S_{log}	=	Simpangan baku.
$\bar{\log x}$	=	Nilai rata – rata.
Kn	=	Nilai K (diambil dari <i>outlier test K value</i>) tergantung dari jumlah data yang dianalisis.
$\text{Log } X_h$	=	<i>Outlier</i> tinggi.
$\text{Log } X_l$	=	<i>Outlier</i> rendah.
n	=	Jumlah data.

Nilai Kn dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Kn = (-3,62201) + (6,28446 \times n^{\frac{1}{4}}) - (2,49835 \times n^{\frac{1}{2}}) + (0,491436 \times n^{\frac{3}{4}}) - (0,037911 \times n) \quad (6)$$

3.5. Parameter Statistik

Parameter statistik yang digunakan dalam analisis data hidrologi yaitu: rata – rata hitung (*mean*), simpangan baku (standar deviasi), koefisien variasi, kemencengan (koefisien *skewness*), dan koefisien kurtosis.

a) Rata – rata Hitung (*Mean*)

Rata – rata hitung merupakan nilai rata – rata dari sekumpulan data :

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (7)$$

Dengan :

\bar{X} = Nilai rata – rata.

n = Jumlah data.

x_i = Nilai varian.

b) Simpangan Baku (Standar Deviasi)

Jika penyebaran data sangat besar dibandingkan dengan nilai rata-rata, maka nilai S akan menjadi besar. Sebaliknya, jika penyebaran data sangat kecil terhadap nilai rata-rata, maka nilai S akan menjadi kecil.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (8)$$

Dengan :

- S = Standar deviasi.
- \bar{X} = Nilai rata – rata.
- n = Jumlah data.
- X_i = Nilai varian.

c) Koefisien Skewness (Kemencenggan).

Kemencenggan (*Skewness*) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidaksimetrisan (*asymmetry*) dari suatu bentuk distribusi. Pengukuran kemencenggan adalah mengukur seberapa besar suatu kurva frekuensi dari suatu distribusi tidak simetris atau menceng.

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2)s^3} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 \quad (9)$$

Dengan :

- Cs = Koefisien Kemencenggan.
- S = Standar deviasi.
- \bar{X} = Nilai rata – rata
- n = Jumlah data.
- X_i = Nilai varian.

d) Koefisien Variasi

Koefisien variasi (*Coefficient Of Variation*) adalah nilai perbandingan antara standar deviasi dengan nilai rata – rata hitung dari suatu distribusi. Semakin besar nilai variasi berarti datanya kurang merata (heterogen). Semakin kecil nilai variasi berarti data pengamatan semakin merata (homogen).

$$Cv = \frac{s}{\bar{x}} \quad (10)$$

Dengan :

- Cv = Koefisien variasi.
- S = Standar deviasi.
- \bar{X} = Nilai rata – rata.
- n = Jumlah data.
- X_i = Nilai varian.

e) Koefisien Kurtosis

Pengukuran kurtosis dimaksudkan untuk mengukur keruncingan dari bentuk kurva distribusi yang umumnya dibandingkan dengan distribusi normal. Koefisien kurtosis digunakan untuk menentukan keruncingan kurva distribusi.

$$Ck = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4 \quad (11)$$

Dengan:

- Ck = Koefisien Kurtosis
- S = Standar Deviasi
- \bar{X} = Nilai Rata-rata
- n = Jumlah Data
- X_i = Nilai Varian

3.6. Pemilihan Distribusi Probabilitas

Distribusi probabilitas atau distribusi peluang adalah suatu distribusi yang menggambarkan peluang dari sekumpulan varian sebagai pengganti frekuensinya. Salah satu tujuan dalam analisis distribusi peluang adalah menentukan periode ulang (*return period*). Periode ulang didefinisikan sebagai waktu hipotetik dimana debit atau hujan dengan suatu besaran tertentu (XT) akan disamai atau dilampaui satu kali dalam jangka waktu tertentu (Triatmodjo,2008). Parameter – parameter

yang digunakan sebagai langkah awal penentuan tipe distribusi adalah Cs, Cv, Ck. Tipe distribusi peluang yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Tipe distribusi Normal

$$Cs \approx 0 ; Ck \approx 3$$

2. Tipe distribusi Log Normal

$$Cs \approx Cv^3 + 3.Cv$$

$$Ck \approx Cv^8 + Cv^6 + 25Cv^4 + 16Cv^2 + 3$$

3. Tipe distribusi Gumbel

$$Cs \approx 1,139; Ck \approx 5,4$$

4. Tipe distribusi Log Pearson III

Bila kriteria ketiga sebaran di atas tidak memenuhi, kemungkinan tipe sebaran yang cocok adalah tipe distribusi *Log Pearson III*

Persamaan distribusi *log Pearson III*:

$$\log X = \overline{\log X} + K_{TR,Cs} \cdot S_{\log x} \quad (12)$$

Dengan :

$\log X$ = Nilai varian X yang diharapkan terjadi pada peluang atau periode ulang tertentu

$\overline{\log X}$ = Rata – rata nilai X hasil pengamatan.

$K_{TR,Cs}$ = Karakteristik dari distribusi *Log Pearson* Tipe III

$S_{\log x}$ = Standar deviasi logaritmik nilai X hasil pengamatan.

3.7. Pola Distribusi Jam-jaman

Distribusi hujan jam-jaman merupakan pembagian intensitas hujan berdasarkan pola hujan suatu daerah. Dalam penelitian ini digunakan pola hujan Kota Manado, Minahasa dan sekitarnya yang terjadi dalam waktu 8-10 jam (Sumarauw,2017).

3.8. Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana merupakan debit maksimum pada suatu sungai yang terjadi dalam periode ulang tertentu. Data yang diperlukan untuk menghitung debit banjir rencana ialah data curah hujan, luas wilayah tangkapan air, dan informasi tentang tutupan lahan.

3.9. Hidrograf Satuan Sintesis

Hidrograf satuan adalah hidrograf limpasan langsung yang dihasilkan oleh hujan efektif dengan kedalaman 1 mm yang terjadi secara merata di seluruh daerah aliran sungai (DAS) selama suatu periode waktu tertentu (Triatmodjo Bambang,2008).

3.10. Kalibrasi Model

Kalibrasi adalah suatu proses dimana nilai dari hasil perhitungan dibandingkan dengan nilai hasil observasi lapangan. Kalibrasi parameter HSS-SCS perlu dilakukan untuk mendapatkan nilai parameter HSS-SCS teroptimasi dengan membandingkan hasil simulasi *HEC-HMS* dengan debit terukur.

3.11. Simulasi Banjir dengan Program Komputer HEC-HMS

Simulasi debit banjir dengan menggunakan program komputer *HEC-HMS* akan menggunakan metode HSS *Soil Conservation Services*, dan untuk kehilangan air dengan *SCS Curve Number (CN)*, untuk aliran dasar (*baseflow*) akan menggunakan metode *recession*.

3.12. Analisis Tinggi Muka Air

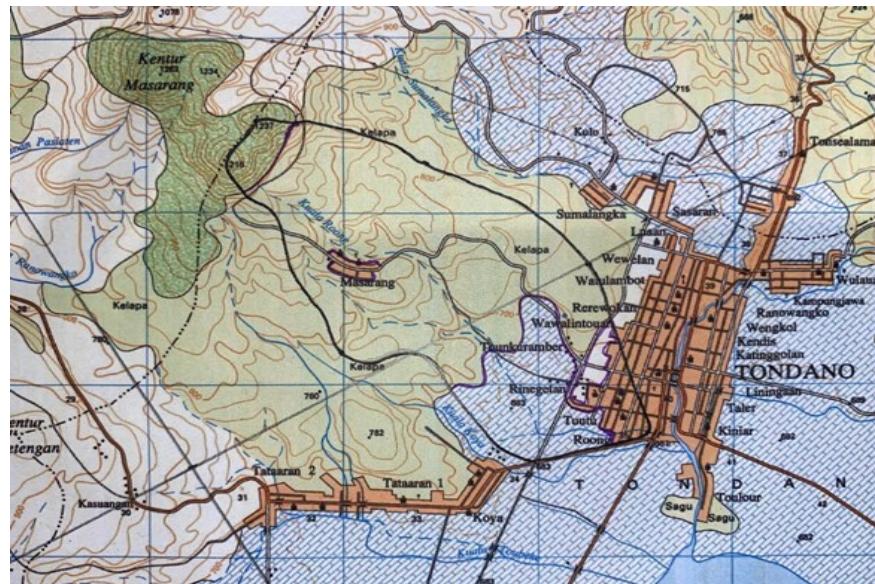
Analisis tinggi muka air akan menggunakan program komputer *HEC-RAS*, pada program

komputer ini data yang akan digunakan yaitu penampang saluran, karakteristik saluran untuk nilai koefisien n manning, dan data debit banjir untuk perhitungan aliran langgeng (*steady flow*).

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Analisis Daerah Aliran Sungai (DAS)

Analisis daerah aliran sungai dilakukan untuk mengetahui luas DAS Roong. Perhitungan DAS dilakukan dengan menggunakan Peta Rupabumi Wilayah Manado dengan skala peta 1:50.000 kemudian diperoleh luas DAS Roong 6,278 m².



Gambar 3. DAS Roong

4.2 Data Curah Hujan

Analisis curah hujan DAS Roong dilakukan dengan menggunakan data curah hujan harian maksimum yang bersumber dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi I dengan periode pencatatan tahun 2009 sampai 2023. Analisis pos hujan yang berpengaruh di daerah aliran sungai dilakukan dengan menggunakan metode Poligon Thiessen. Dari analisis poligon thiessen didapat dua pos hujan yang berpengaruh yaitu Pos Hujan MRG Malalayang-Kakaskesen dan Klimatologi Paleloan.

Tabel 1. Data Curah Hujan Harian Maksimum
(Sumber Balai Wilayah Sungai Sulawesi I)

No.	Tahun	Pos Hujan Paleloan	Pos Hujan Malalayang-Kakaskesen
1.	2009	43,00	38,00
2.	2010	67,20	65,00
3.	2011	90,90	92,00
4.	2012	69,80	42,00
5.	2013	66,50	157,00
6.	2014	110,50	145,00
7.	2015	64,90	204,00
8.	2016	115,50	95,00
9.	2017	160,20	96,00
10.	2018	126,50	100,00
11.	2019	157,30	104,00
12.	2020	157,30	76,00
13.	2021	157,30	165,00
14.	2022	99,8	83,00
15.	2023	118,40	76,00

Setelah dilakukan uji *outlier*, tidak ada data hujan yang menyimpang terlalu tinggi dan terlalu rendah untuk pos hujan Paleloan dan pos hujan Malalayang-Kakaskasen maka tidak perlu melakukan koreksi dari data hujan yang ada.

4.3 Penentuan Tipe Distribusi Hujan

Penentuan tipe distribusi adalah dengan melihat kecocokan nilai dari parameter statistik C_s , C_k dan C_v dengan syarat untuk tiap tipe distribusi. Penentuan jenis sebaran disajikan pada tabel berikut:

Tabel 2. Penentuan Jenis Sebaran Data

Tipe Sebaran	Syarat Parameter Statistik	Parameter Statistik Data Pengamatan	Keterangan
Normal	$C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$	-0,211 3,326	Tidak Memenuhi
Log Normal	$C_s \approx C_v^3 + 3.C_v = 1,031$ $C_k \approx C_v^8 + C_v^6 + 25C_v^4 + 16C_v^2 + 3 = 4,948$	-0,211 3,326	Tidak Memenuhi
Gumbell	$C_s \approx 1,14$ $C_k \approx 5,40$	-0,211 3,326	Tidak Memenuhi
Log Pearson III	Bila tiga tipe sebaran diatas tidak memenuhi maka digunakan tipe sebaran <i>log pearson III</i>	-	Memenuhi

Hasil penentuan tipe sebaran menunjukkan tidak ada parameter statistik dari data pengamatan yang memenuhi syarat untuk distribusi normal, log normal, dan distribusi *gumbel* maka akan digunakan distribusi *log pearson III*.

4.4 Curah Hujan Rencana

Parameter yang digunakan dalam perhitungan curah hujan rencana dengan tipe sebaran *Log Pearson III* ialah S_{log} , $K_{TR,CS}$, dan $\log \bar{X}$. Nilai $C_{s_{log}}$ juga diperlukan untuk mencari nilai K . Perhitungan dilakukan dengan terlebih dahulu menghitung parameter statistik yang kemudian didapat untuk nilai $C_{s_{log}}$: -1,063 (kemencengan negatif). Nilai K untuk tiap kala ulang diperoleh dengan interpolasi pada tabel K_T untuk koefisien kemencengan negatif yang ditentukan dengan nilai $C_{s_{log}}$.

Tabel 3. Nilai $C_{s_{log}}$ terhadap Kala Ulang

$C_{s_{log}}$	Periode Ulang/Kala Ulang (Tahun)					
	2	5	10	25	50	100
-1	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-1,063	0,174	0,849	1,115	1,340	1,456	1,544
-1,1	0,18	0,848	1,107	1,324	1,435	1,518

Berikut perhitungan hujan kala ulang 2 Tahun:

$$\log X_T = \log \bar{X} + K_{TR,CS} \cdot S_{log} = 1,990 + 0,174 \times 0,169 = 2,020$$

$$X_T = 10^{2,020} = 104,658 \text{ mm}$$

Tabel 4. Nilai Curah Hujan Rencana

Kala Ulang	Curah Hujan (mm)
2 Tahun	104,658
5 Tahun	136,091
10 Tahun	150,881
25 Tahun	164,665
50 Tahun	172,302
100 Tahun	178,289

4.5 Pola Distribusi hujan Jam-jaman

Tabel 5. Pola Distribusi Hujan Kota Manado, Minahasa Utara, dan Minahasa
(Sumarauw Jeffry, 2017)

Jam Ke-	1	2	3	4	5	6	7	8-10
% Distribusi Hujan	50,83	25,17	8,64	4,93	2,93	1,35	2,43	1,24

Perhitungan dilakukan dengan mengalikan besar hujan tiap kala ulang dari tabel 4. Ke tiap persentasi hujan. Hasil perhitungan untuk tiap kala ulang adalah sebagai berikut.

Tabel 6. Distribusi Hujan Rencana Tiap Kala Ulang

Jam Ke-	Kala Ulang					
	P (mm)					
	2	5	10	25	50	100
1	53,198	69,175	76,693	83,699	87,581	90,624
2	26,342	34,254	37,977	41,446	43,368	44,875
3	9,042	11,758	13,036	14,227	14,887	15,404
4	5,160	6,709	7,438	8,118	8,494	8,790
5	3,066	3,987	4,421	4,825	5,048	5,224
6	1,413	1,837	2,037	2,223	2,326	2,407
7	2,543	3,307	3,666	4,001	4,187	4,332
8-10	1,298	1,688	1,871	2,042	2,137	2,211
Total	102,062	132,716	147,139	160,581	168,029	173,868

4.6 Perhitungan Nilai SCS Curve Number

Tabel 7. Jenis dan Luas Tutupan Lahan DAS Roong

Jenis Tutupan Lahan	Luas (km ²)	Persentase (%)
Hutan	0,205	3,270
Kebun/Perkebunan	4,4525	71,013
Sawah Irigasi	1,0725	17,105
Ladang	0,105	1,675
Permukiman	0,435	6,938
Jumlah	6,27	100

Nilai *CN* rata-rata untuk DAS Roong didapat dengan menjumlahkan hasil kali antara nilai *CN* tiap tutup lahan dengan persentase luas lahan terhadap luas total.

Tabel 8. Perhitungan Nilai *CN* Rata-rata DAS Roong

Jenis Tutupan Lahan	Luas (km ²)	Persentase (%)	CN Tiap Lahan	CN
Hutan	0,205	3,270	77	2,52
Kebun/Perkebunan	4,4525	71,013	83	58,94
Sawah Irigasi	1,0725	17,105	84	14,37
Ladang	0,105	1,675	84	1,41
Permukiman	0,435	6,938	91	6,31
Jumlah	6,27	100		83,55

Nilai *CN* rata-rata untuk DAS Roong adalah 83,55

4.7 Analisis Debit Banjir

Pemodelan hujan aliran pada program komputer *HEC-HMS* akan menggunakan metode HSS *Soil Conservation Services*, dan untuk kehilangan air dengan *SCS Curve Number*. Untuk aliran dasar (*baseflow*) akan menggunakan metode *recession*. Perhitungan asumsi *lag time* awal dari DAS Roong dengan data parameter DAS sebagai berikut:

$$L = 4,65 \text{ km}$$

$$S = 0,076$$

$$CN = 83,55$$

Perhitungan dilakukan sebagai berikut:

$$T_l = \frac{L^{0,8}(2540 - 22,86CN)^{0,7}}{14,104 CN \times S^{0,5}} = \frac{4,65^{0,8}(2540 - 22,86 \cdot 83,55)^{0,7}}{14,104 \cdot 83,55 \times 0,076^{0,5}}$$

$$T_l = 0,957 \text{ jam} = 57,419 \text{ menit}$$

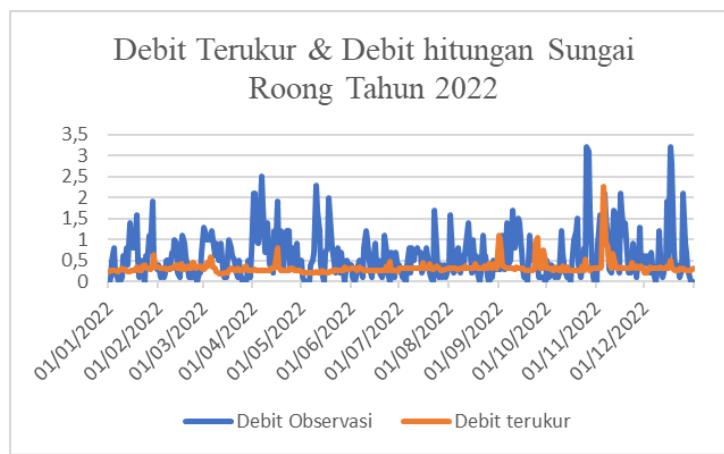
Selanjutnya menghitung debit Sungai Roong dengan menggunakan metode analisis regional. Didapatkan data debit rata-rata Sungai Roong tahun 2022 adalah 0,325 m³/det. Debit ini yang akan digunakan sebagai *initial discharge* pada program komputer *HEC-HMS*.

4.8 Parameter Hasil Kalibrasi

Karena hasil kalibrasi debit puncak sama dengan 3,2 m³/det melebihi debit terukur 2,09 m³/det maka parameter-parameter ada dicoba-coba hingga debit hasil simulasi dianggap memenuhi ketentuan. Parameter hasil kalibrasi ditampilkan pada tabel 9. Parameter yang telah dioptimasi akan dipakai untuk simulasi debit banjir rencana menggunakan program komputer *HEC-HMS*.

Tabel 9. Parameter-parameter Hasil Kalibrasi

<i>CN</i>	80,172
<i>Recession Constant</i>	0,1
<i>Ratio To Peak</i>	0,3
<i>Initian Discharge</i>	0,1
<i>Lag Time</i>	55,117



Gambar 4. Grafik Debit Hasil Observasi dan Debit Terukur

Setelah kalibrasi, semua parameter terkalibrasi akan digunakan sebagai parameter pada komponen sub-DAS untuk perhitungan debit banjir. Hasil perhitungan debit banjir menggunakan program komputer *HEC-HMS* adalah sebagai berikut:

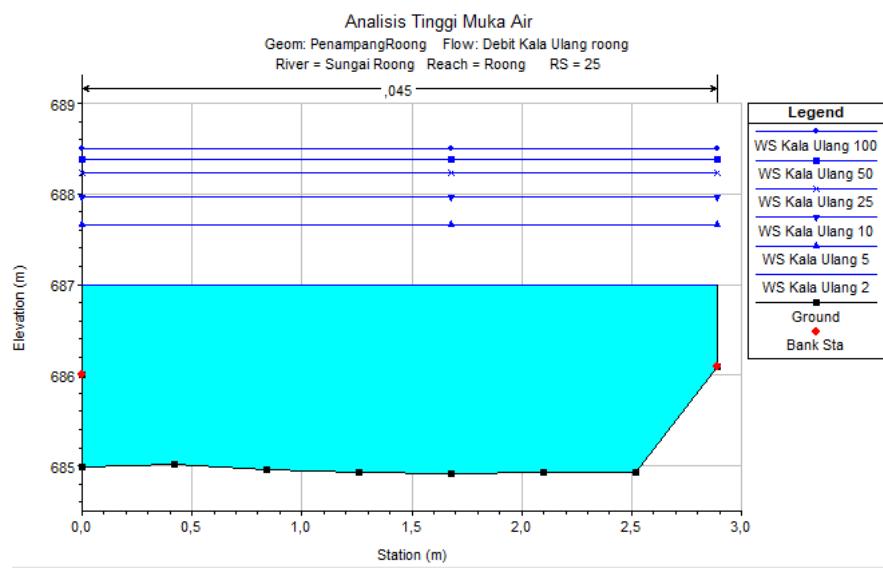
Tabel 10. Parameter-parameter Hasil Kalibrasi

Kala Ulang	Debit (m ³ /det)
2 Tahun	25
5 Tahun	38,7
10 Tahun	45,4
25 Tahun	51,9
50 Tahun	55,5
100 Tahun	58,4

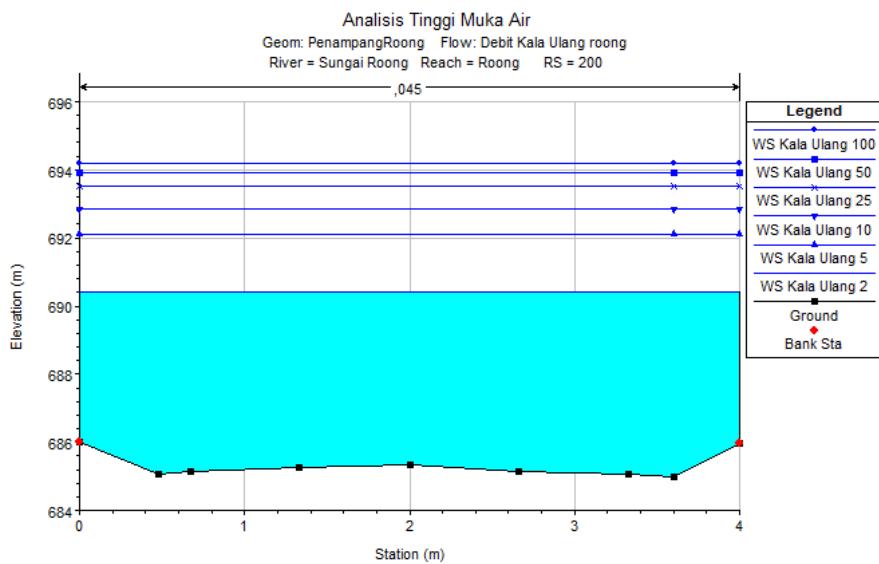
4.9 Hasil Simulasi Tinggi Muka Air dengan Program Komputer HEC-RAS

Analisis hidraulika menggunakan program komputer *HEC-RAS* dilakukan dengan data yang dimasukkan yaitu data debit puncak dari perhitungan HSS-SCS yang diolah menggunakan program komputer *HEC-HMS*, data penampang sungai dan koefisien kekasaran saluran (nilai *n Manning*).

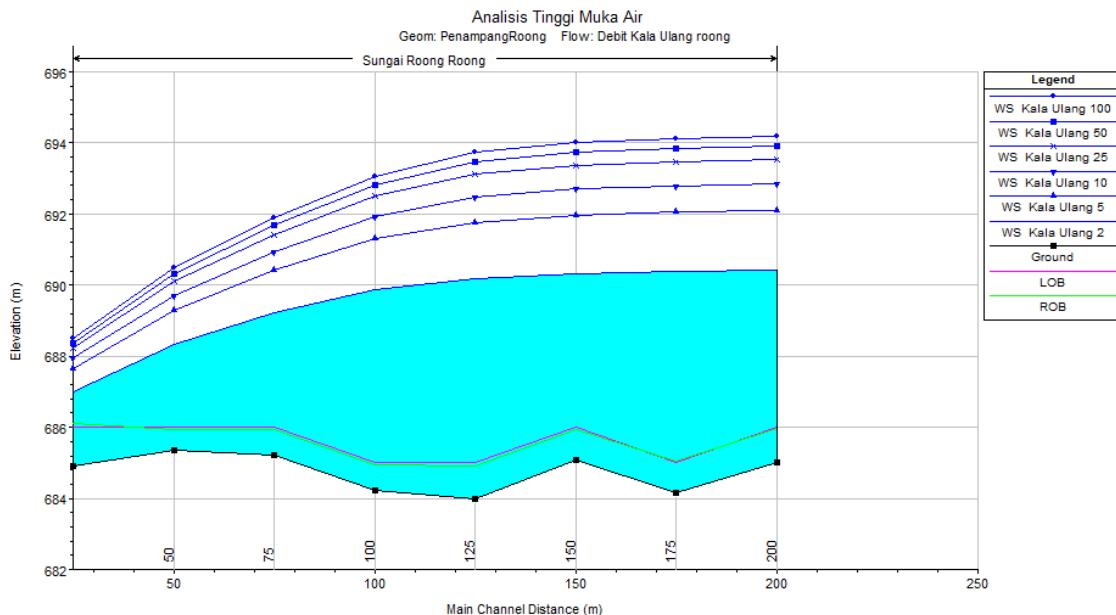
Hasil simulasi menunjukkan luapan air terjadi di seluruh STA 0+025 sampai STA 0+200 pada debit banjir kala ulang 2 tahun (Q_2), 5 tahun (Q_5), 10 tahun (Q_{10}), 25 tahun (Q_{25}), 50 tahun (Q_{50}) dan 100 tahun (Q_{100}).



Gambar 5. Rangkuman Tinggi Muka Air STA +25 m



Gambar 6. Rangkuman Tinggi Muka Air STA +200 m



Gambar 7. Rangkuman Tinggi Muka Air Potongan Memanjang Sungai Roong

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Debit banjir yang terjadi untuk kala ulang 2 tahun = $25 \text{ m}^3/\text{det}$, kala ulang 5 tahun = $38,7 \text{ m}^3/\text{det}$, kala ulang 10 tahun = $45,4 \text{ m}^3/\text{det}$, kala ulang 25 tahun = $51,9 \text{ m}^3/\text{det}$, kala ulang 50 tahun = $55,5 \text{ m}^3/\text{det}$, kala ulang 100 tahun = $58,4 \text{ m}^3/\text{det}$.

Hasil simulasi menggunakan program komputer *HEC-RAS* menunjukkan bahwa luapan terjadi di seluruh STA, mulai dari STA +25 m sampai STA +200 m untuk setiap kala ulang.

5.2 Saran

Setelah dilakukan penelitian mengenai tinggi muka air banjir di Sungai Roong, Kelurahan Roong, Kecamatan Tondano Barat, Kabupaten Minahasa maka disarankan untuk menambah tinggi talud yang sudah ada di sepanjang STA +25 m sampai STA +200 m dan pembersihan secara berkala di sepanjang Sungai Roong.

Referensi

- Amin, M., Ir Ridwan, Ms., Ir Iskandar Zulkarnaen, M., & Jurusan Teknik Pertanian, Ms. (2018). *PENGELOLAAN DAERAH ALIRAN SUNGAI*.
- Hendratta, L. A., Laurentia, S. C., Koh, D., Mangangka, I., Thambas, A., Sumanti, F., & Monica, L. (2024). Tondano Lake Management-Environmental Issues and Integrated Counter Measurements. *Environment and Ecology Research*, 12(5), 480–491. <https://doi.org/10.13189/eer.2024.120502>
- Hendratta, L. A., Monica, L., & Mangangka, I. R. (2023). Non-Metalic Material Sand, Gravel and Stone on Ongkag River: Method of Mining. *SSRG International Journal of Civil Engineering*, 10(5), 7–20. <https://doi.org/10.14445/23488352/IJCE-V10I5P102>
- Prof. Dr. Ir. H.Syarifuddin Kadir, M. Si., Dr.Badaruddin, S. Hut. ,M. P., & Dr.Ir.Eko Rini Indrayatie, M. P. (2020). *PENGELOLAAN DAERAH ALIRAN SUNGAI*. www.irdhcenter.com
- Sumarauw, J. (2017). POLA DISTRIBUSI HUJAN JAM-JAMAN DAERAH MANADO, MINAHASA UTARA DAN MINAHASA. *Jurnal Sipil Statik*, 5(10), 669–678.
- Sumarauw, J., & Ohgushi, K. (2012). Analysis on Curve Number, Land Use and Land Cover Changes and the Impact to the Peak Flow in the Jobaru River Basin, Japan. *IJCEE-IJENS*.
- Sumarauw, J. S. F. (2023a). *Analisis Frekwensi Hujan*.
- Sumarauw, J. S. F. (2023b). *HUJAN*.
- Sumarauw, J. S. F. (2023c). *PENGUJIAN DATA HIDROLOGI*.
- Toding Datu, R., Sumarauw, J. S. F., & Hendratta, L. A. (2025). Perencanaan Sistem Drainase Perumahan Sawangan Permai Klaster De Hoek Desa Sawangan Kabupaten Minahasa. *TEKNO*.
- Triatmodjo Bambang. (2008). *HIDROLOGI TERAPAN*. Beta Offset.
- Yosua, M., Lambertus Tanudjaja, T., & Sumarauw, J. S. F. (2017). ANALISIS DEBIT BANJIR DAN TINGGI MUKA AIR SUNGAI SANGKUB KABUPATEN BOLAANG MONGONDOW UTARA. *Jurnal Sipil Statik*, 5(10), 699–710.