



Analisis Debit Banjir Dan Luas Genangan Sungai Ranowangko Di Titik Jembatan Ranowangko 1 Kota Tomohon

Jonatan Pangau^{#a}, Jeffry S. F. Sumarauw^{#b}, Cindy J. Supit^{#c}

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

^ajonatanpangau021@student.unsrat.ac.id, ^bjeffrysumarauw@unsrat.ac.id, ^ccindysupit@unsrat.ac.id

Abstrak

Sungai Ranowangko merupakan salah satu sungai yang melintasi beberapa kelurahan di Kota Tomohon. Curah hujan yang tinggi dengan durasi yang relatif panjang sering menyebabkan debit sungai meningkat hingga meluap dan menggenangi wilayah di sekitarnya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis debit banjir rencana dan luas genangan banjir pada Sungai Ranowangko di titik Jembatan Ranowangko 1 Kota Tomohon. Analisis hidrologi dilakukan menggunakan program *HEC-HMS* dengan metode *Soil Conservation Service (SCS)*, sedangkan analisis hidraulika dan genangan banjir dilakukan menggunakan program *HEC-RAS*. Data yang digunakan berupa data curah hujan harian maksimum, data topografi, data penampang sungai, dan data penggunaan lahan. Analisis dilakukan untuk kala ulang 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa debit banjir rencana meningkat seiring bertambahnya kala ulang, yaitu sebesar 71 m³/det untuk kala ulang 5 tahun, 87,4 m³/det untuk kala ulang 10 tahun, 110,3 m³/det untuk kala ulang 25 tahun, 128,7 m³/det untuk kala ulang 50 tahun, dan 148,2 m³/det untuk kala ulang 100 tahun. Simulasi hidraulika menunjukkan bahwa luapan air terjadi pada hampir seluruh penampang sungai yang ditinjau. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam perencanaan dan pengelolaan pengendalian banjir di Sungai Ranowangko Kota Tomohon.

Kata kunci: Sungai Ranowangko, banjir, debit banjir rencana, luas genangan, *HEC-HMS*, *HEC-RAS*

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Sungai Ranowangko merupakan salah satu sungai di Provinsi Sulawesi Utara yang mengalir melalui beberapa kelurahan di Kota Tomohon dan desa-desa di Kecamatan Tombariri, Kabupaten Minahasa. Sungai ini memiliki peranan penting bagi masyarakat sekitar, terutama sebagai sumber air untuk kebutuhan irigasi lahan pertanian..

Pada tahun 2014, curah hujan yang tinggi dan berlangsung cukup lama menyebabkan Sungai Ranowangko meluap melebihi kapasitas penampangnya sehingga mengakibatkan banjir pada area persawahan. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya upaya pengendalian banjir melalui analisis debit banjir, tinggi muka air, dan luas genangan sebagai dasar untuk mengurangi risiko serta kerugian bagi masyarakat sekitar..

1.2. Rumusan Masalah

Bagaimana analisis debit banjir dan genangan pada sungai Ranowangko akibat curah hujan tinggi?

1.3 Batasan Penelitian

1. Titik kontrol terletak di jembatan Ranowangko 1 kelurahan wolohan 1 Kota Tomohon, dengan jarak 200 meter masing-masing 100 meter ke arah hulu dan ke arah hilir.

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 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui debit banjir dan luas genangan dalam berbagai kala ulang akibat meluapnya Sungai Ranowangko.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi serta tinjauan bagi instansi yang berwenang dalam upaya penanggulangan banjir di Sungai Ranowangko

1.6 Lokasi Penelitian

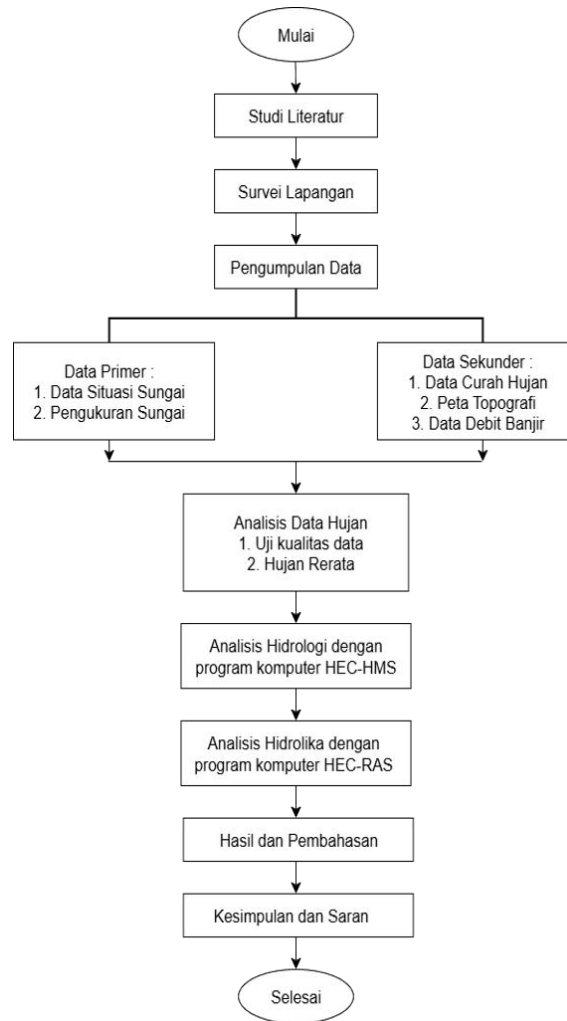
Penelitian dilakukan di sungai Ranowangko Kelurahan Woloan satu, Kecamatan Tomohon Barat, Kota Tomohon. Secara geografis terletak pada 1° 19' 43" Lintang Utara dan 124° 49' 03" Bujur Timur



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 adalah proses perputaran air yang berlangsung secara terus-menerus dari laut menuju atmosfer, kemudian jatuh ke permukaan bumi, dan akhirnya kembali mengalir ke laut (Triatmodjo, 2008).

3.2. Daerah Aliran Sungai

DAS merupakan daerah yang dibatasi oleh pemisah air topografik (*topographic water divide*), di mana apabila terjadi hujan maka air akan mengalir menuju pada saluran air yang dapat saling bersambungan (sistem sungai), sehingga aliran air terkumpul pada satu sungai dan akan keluar melalui satu saluran (*outlet*) pada wilayah sungai tersebut.

3.3. Analisis Curah Hujan Rencana

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 berikut yaitu metode rerata aritmetik, metode poligon *Thiessen* dan

metode *Isohyet*.

3.4. Analisis Outlier

Data *outlier* adalah data yang secara statistik menyimpang jauh dari kumpulan datanya (Sumarauw, 2023). Ada kemungkinan kesalahan yang di kandung dari data hidrologi yang didapatkan dari stasiun pengamat sehingga dapat berpengaruh dalam analisis hidrologi. 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:

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

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

$$CS_{log} = \frac{n \cdot \sum (\log x - \overline{\log x})^3}{(n-1)(n-2)(S_{log})^3} \quad (3)$$

$$\bullet \quad \text{Outlier tinggi: } \log X_h = \overline{\log x} + Kn \cdot S_{log} \quad (4)$$

$$\bullet \quad \text{Outlier rendah : } \log X_l = \overline{\log x} - Kn \cdot S_{log} \quad (5)$$

Dengan :

Cs_{log} = Koefisien kemencengan dalam log

S_{log} = Simpangan baku.

$\overline{\log x}$ = Nilai rata – rata.

Kn = Nilai K (diambil dari *outlier test K value*) tergantung dari jumlah data yang dianalisis.

$\log X_h$ = *Outlier* tinggi.

$\log X_l$ = *Outlier* 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. (Hendratna et al., 2023).

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.

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum (x - \bar{x})^2} \quad (8)$$

Dengan :

S = Standar deviasi

$\bar{X}$ = Nilai rata – rata

n = Jumlah data

X_i = Nilai varian

c) Koefisien *Skewness* (Kemencengan).

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

$$C_s = \frac{n \cdot \sum (x - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \quad (9)$$

Dengan :

Cs = Koefisien Kemencengan.

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.

$$C_k = \frac{n^2 \cdot \sum (x - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3) \cdot s^4} \quad (11)$$

Dengan:

Ck = Koefisien Kurtosis

S = Standar Deviasi

$\bar{X}$ = Nilai Rata-rata

n = Jumlah Data

X_i = Nilai Varian

3.6. Distribusi Probabilitas

Distribusi probabilitas atau distribusi peluang adalah suatu distribusi yang menggambarkan peluang dari sekumpulan varian sebagai pengganti frekuensinya. Peluang kumulatif dari sebuah varian adalah peluang dari suatu variabel acak yang mempunyai nilai sama atau kurang dari suatu nilai tertentu. 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.

$K_{TR,Cs}$ = Karaktersitik 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. Beberapa data yang diperlukan untuk menghitung debit banjir rencana antara lain data curah hujan, luas wilayah tangkapan air, dan informasi tentang tutupan lahan.

3.9. Hidrograf Satuan Sintesis

Untuk menghitung hidrograf satuan, dibutuhkan data debit yang terukur dan data hujan yang cukup guna memodelkan hidrograf satuan dari suatu DAS. Namun, dalam praktiknya, penerapan hidrograf satuan masih terbatas pada DAS yang relatif kecil dan kurang efektif untuk daerah yang memiliki data hujan dan debit yang tidak lengkap.

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 simulai 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*).

3.13 Genangan Banjir

Banjir berasal dari aliran limpasan yang mengalir melalui sungai atau menjadi genangan. Sedangkan limpasan adalah aliran air mengalir pada permukaan tanah yang ditimbulkan oleh curah hujan setelah air mengalami infiltrasi dan evaporasi, selanjutnya mengalir menuju ke sungai (Hadisusanto, 2010).

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Analisis Daerah Aliran Sungai (DAS)

Untuk mengetahui luas DAS Ranowangko dilakukan analisis daerah aliran sungai. Perhitungan luas Das dilakukan dengan bantuan *Software Arcmap 10.8* dan menggunakan data DEM dari website <https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/>, sehingga diperoleh luas DAS Sungai Ranowangko sebesar 27,88 km².

4.2 Data Curah Hujan

Analisis curah hujan di DAS Ranowangko dilakukan dengan menggunakan data curah hujan maksimum yang didapat dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi 1 dengan periode pencacatan tahun 2008 sampai dengan tahun 2024. Pos hujan yang digunakan sebanyak 1 pos hujan, yaitu MRG Tara - Tara

4.3 Analisis Data Outlier

Analisis data *outlier* menunjukkan bahwa pada Pos Hujan Tara- Tara diperoleh batas *outlier* tertinggi sebesar 197,68 mm dan batas *outlier* terendah sebesar 69,68 mm. Tidak terdapat data yang melebihi batas *outlier* tinggi dan rendah sehingga data memenuhi kriteria untuk analisis selanjutnya.

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

No.	Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)
		MRG Tara-tara
1	2008	117
2	2009	98
3	2010	156
4	2011	158
5	2012	136.4
6	2013	80.8
7	2014	196.5
8	2015	112.4
9	2016	102
10	2017	92
11	2018	105.5
12	2019	94
13	2020	107
14	2021	135.5
15	2022	124
16	2023	124
17	2024	109

4.4 Penentuan Tipe Distribusi Hujan

Penentuan tipe distribusi adalah dengan melihat kecocokan nilai dari parameter statistik Cs, Ck dan Cv dengan syarat untuk tiap tipe distribusi. Penentuan jenis sebaran disajikan pada Tabel 2.

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*.

Tabel 2. Penentuan Jenis Sebaran Data

Tipe Sebaran	Syarat Parameter Statistik	Parameter Statistik Data Pengamatan	Keterangan
Normal	$C_s \approx 0$	4,533	Tidak
	$C_k \approx 3$	22,019	Memenuhi
Log Normal	$C_s \approx C_v^3 + 3.C_v$	4,533	Tidak
	$C_k \approx C_v^8 + C_v^6 + 25C_v^4 + 16C_v^2 + 3$	22,019	Memenuhi
Gumbell	$C_s \approx 1,14$	4,533	Tidak
	$C_k \approx 5,40$	22,019	Memenuhi
Log Pearson III	Bila tiga tipe sebaran diatas tidak memenuhi maka digunakan tipe sebaran log pearson III	-	Memenuhi

4.5 Curah Hujan Rencana

Parameter yang digunakan dalam perhitungan curah hujan rencana dengan tipe sebaran *Log Pearson III* ialah $S_{\log X}$, $K_{TR,CS}$, 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 $C_{S\log}$: 0,069 (kemencengan positif). Nilai K untuk tiap kala ulang diperoleh dengan interpolasi pada tabel K_T untuk koefisien kemencengan negatif yang ditentukan dengan nilai $C_{S\log}$. Berikut perhitungan hujan kala ulang 5 tahun:

$$\log X_{TR} = Y + K.S_{\log X} = 2,070 + (0,097) \times 0,799 = 2,148$$

$$X_{TR} = 10^{2,148} = 140,705 \text{ mm}$$

Hasil perhitungan untuk kala ulang lainnya terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Curah Hujan Rencana

Kala Ulang (TR)	Log X TR	X TR
5	2,148	140,705
10	2,199	158,473
25	2,260	182,173
50	2,302	200,510
100	2,241	219,498

4.6 Pola Distribusi Hujan Jam-jaman

Tabel 4. Pola Distribusi Hujan Kota Manado, Minahasa Utara, Tomohon, dan Minahasa (Sumarauw Jeffry, 2017)

Jam ke -	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
% Distribusi Hujan	50,83	25,17	8,64	4,93	2,93	1,35	2,43	1,24	1,24	1,24

Perhitungan dilakukan dengan mengalikan besar hujan tiap kala ulang dari Tabel 3 ke tiap persentasi hujan. Hasil perhitungan untuk tiap kala ulang adalah sebagai berikut.

Tabel 5. Distribusi Hujan Rencana Tiap Kala Ulang

Besaran Hujan Ke -	P (mm)				
	Kala Ulang (Tahun)				
	5	10	25	50	100
1	71,52	80,55	92,60	101,92	111,57
2	35,42	39,89	45,85	50,47	55,25
3	12,16	13,69	15,74	17,32	18,96
4	6,94	7,81	8,98	9,89	10,82
5	4,12	4,64	5,34	5,87	6,43
6	1,90	2,14	2,46	2,71	2,96
7	3,42	3,85	4,43	4,87	5,33
8	1,74	1,97	2,26	2,49	2,72
9	1,74	1,97	2,26	2,49	2,72
10	1,74	1,97	2,26	2,49	2,72

4.7 Perhitungan Nilai SCS Curve Number

Nilai *CN* rata-rata untuk DAS Ranowanko didapat dengan menjumlahkan hasil kali antara nilai *CN* tiap tutup lahan dengan persentase luas lahan terhadap luas total. Nilai *CN* rata-rata untuk DAS Ranowanko adalah 80,89.

Tabel 6. Perhitungan Nilai *CN* Rata-rata DAS Ranowanko

Jenis Penutup Lahan	Luas (km ²)	Presentase (%)	CN Tiap Lahan	CN
<i>Broadleaf Forest</i>	10.9759	39.36%	73	28.72963
<i>Paddy Field</i>	4.9975	17.92%	85	15.23126
<i>Urban</i>	11.3819	40.81%	90	36.73044
<i>Barren</i>	0.0673	0.24%	86	0.207675
<i>Shrub</i>	0.4663	1.67%	77	1.287541
Total	27.888909	100.00%		80.89901

4.8 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 Ranowanko dengan data parameter DAS sebagai berikut:

$$L = 7,6$$

$$S = 0,025$$

$$CN = 80,89$$

Perhitungan dilakukan sebagai berikut:

$$T_l = 0.6 \times T_c = 0.6 \times 3.341 \text{ jam}$$

$$T_l = 2.004 \text{ jam} = 120,276 \text{ menit}$$

Selanjutnya menghitung debit Sungai Ranowanko dengan menggunakan metode analisis regional. Didapatkan data debit rata-rata Sungai Ranowanko tahun 2021 adalah 1,92 m³/det. Debit ini yang akan digunakan sebagai *initial discharge* pada program komputer *HEC-HMS*.

4.9 Parameter Hasil Kalibrasi

Berdasarkan hasil kalibrasi debit puncak melebihi debit terukur, maka setiap parameter yang ada dicoba-coba hingga hasil yang didapat dari debit hitungan 236,6 m³/det dan debit terukur 234,7 m³/det, sehingga debit hasil simulasi dianggap memenuhi ketentuan.

Tabel 7. Parameter-parameter Hasil Kalibrasi

<i>CN</i>	70
<i>Recesion Constant</i>	0,1
<i>Ratio To Peak</i>	0.3
<i>Initian Discharge</i>	1,72
<i>Lag Time</i>	120,276

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* ditunjukkan pada Tabel 9.



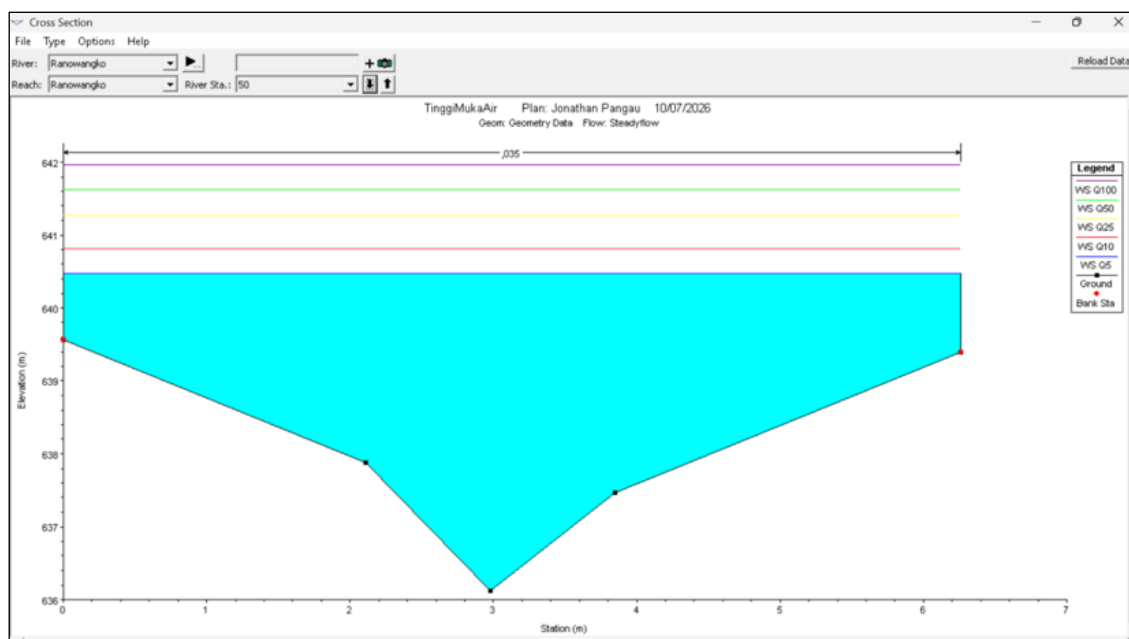
Gambar 3. Grafik Debit Hasil Observasi dan Debit Terukur

Tabel 9. Debit Banjir pada Berbagai Kala Ulang

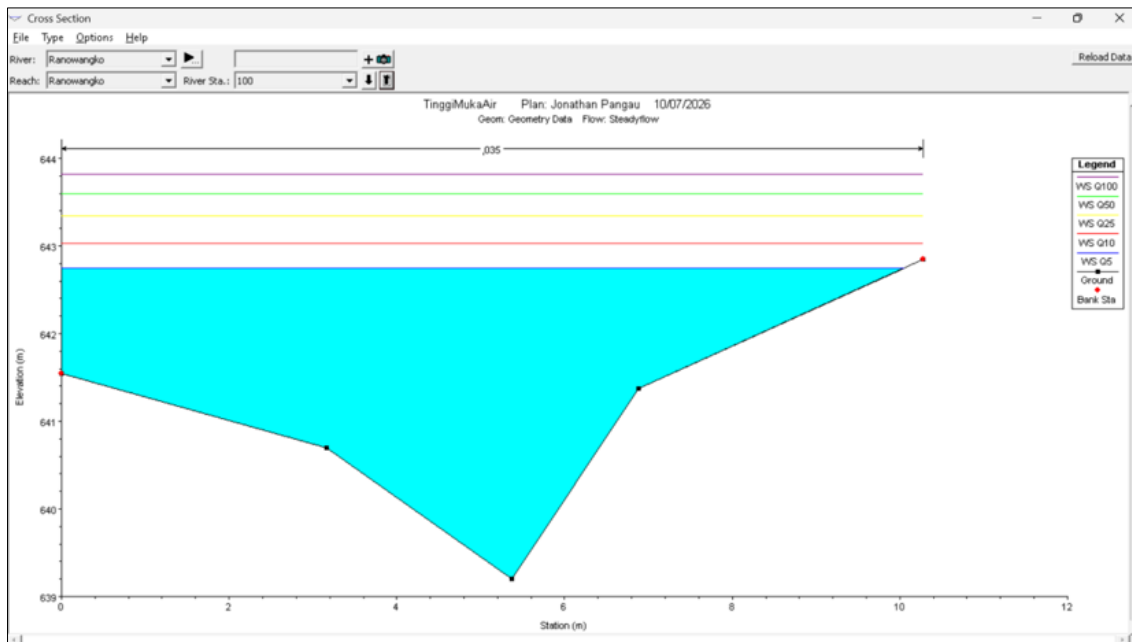
Kala Ulang	Debit (m ³ /det)
5 Tahun	70,4
10 Tahun	86,7
25 Tahun	109,5
50 Tahun	127,7
100 Tahun	163,7

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

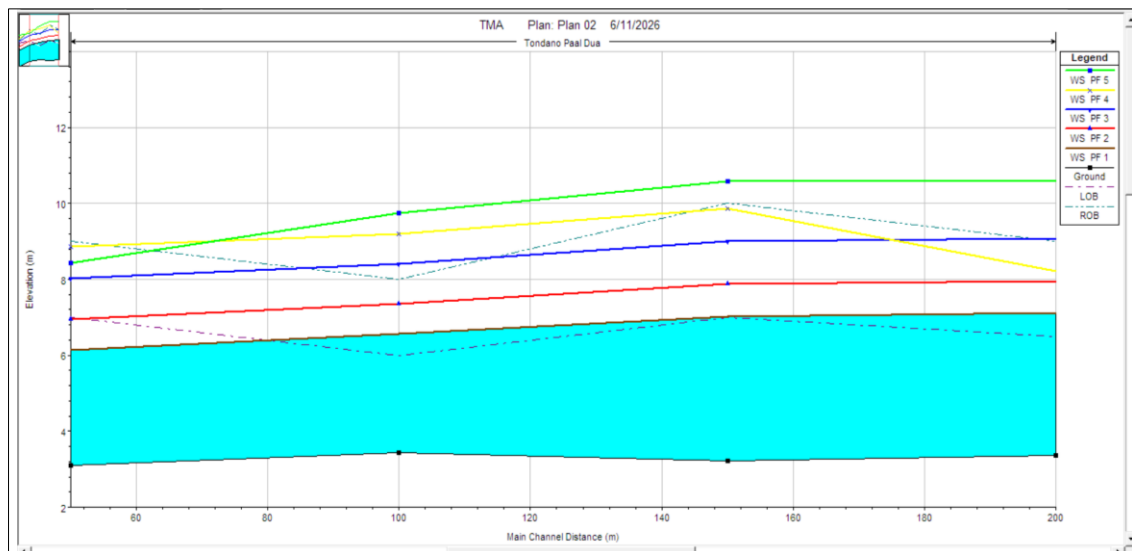
Analisis hidraulika dengan program HEC-RAS dilakukan dengan menggunakan data debit puncak hasil dari perhitungan HEC-HMS sebelumnya, data penampang sungai, dan koefisien kekasaran Manning (koefisien kekasaran). Berdasarkan hasil simulasi, luapan air terjadi pada seluruh STA 0+50 hingga STA 0+200 untuk debit banjir kala ulang 5 tahun (Q5), 10 tahun (Q10), 25 tahun (Q25), 50 tahun (Q50), dan 100 tahun (Q100).



Gambar 4. Rangkuman Tinggi Muka Air STA 0 +50 m



Gambar 5. Rangkuman Tinggi Muka Air STA 0 +100 m



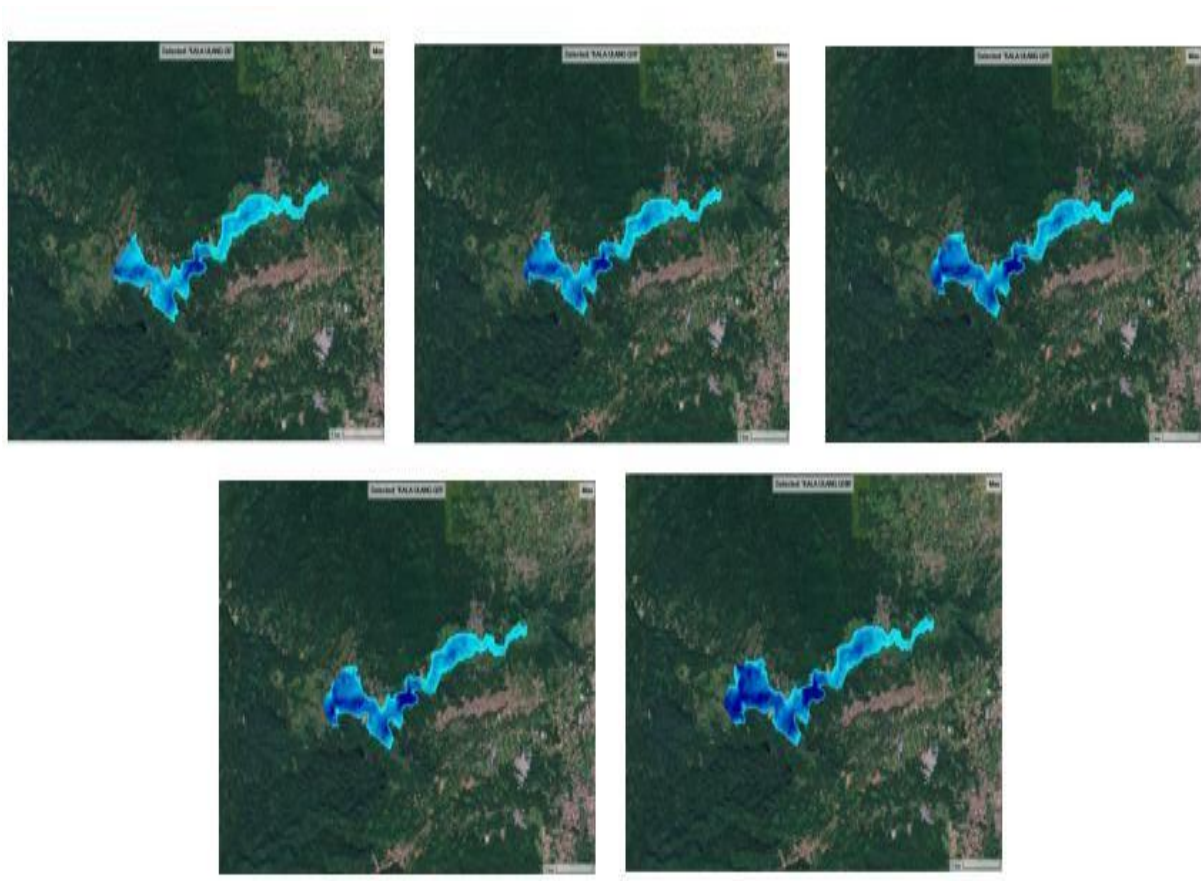
Gambar 6. Rangkuman Tinggi Muka Air Potongan Memanjang Sungai Bailang

4.11 Analisis Luas Genangan

Berdasarkan hasil simulasi menggunakan model HEC-RAS, diperoleh luas genangan banjir untuk beberapa periode kala ulang. Perhitungan dilakukan untuk kala ulang 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun guna mengetahui luas genangan yang terjadi akibat peningkatan debit banjir. Luas genangan yang dihasilkan dari pemodelan tersebut disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Luas Genangan pada Berbagai Kala Ulang

Luas Genangan	
Kala Ulang (Tahun)	Luas (km ²)
5	1,966
10	2,186
25	2,467
50	2,619
100	2,766



Gambar 7. Perbandingan Luas Genangan pada Setiap Kala Ulang

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan hidrologi dengan HEC-HMS, debit banjir yang terjadi untuk kala ulang 5 tahun (Q_5) = 71 m³/det, 10 tahun (Q_{10}) = 87,4 m³/det, kala ulang 25 tahun (Q_{25}) = 110,3 m³/det, kala ulang 50 tahun (Q_{50}) = 128,7 m³/det dan kala ulang 100 tahun (Q_{100}) = 148,2 m³/det. Peningkatan debit puncak yang terjadi menunjukkan bahwa semakin besar periode kala ulang maka debit aliran yang terjadi di sungai juga semakin besar.

Hasil simulasi hidraulika menggunakan HEC-RAS menunjukkan oahwa luapan aliran sungai terjadi pada setiap penampang, yaitu STA 0+50, STA 0+100, STA 0+150, dan STA 0+200. Dampak dari lapan ini adalah terbentuknya genangan pada wilayah sekitar sungai dengan luas genangan yang meningkat seiring bertambahnya kala ulang banjir yaitu sebesar 1,966 km² pada kala ulang 5 tahun, 2,186 km² pada kala ulang 10 tahun, 2,467 km² pada kala ulang 25 tahun, 2,619 km² pada kala ulang 50 tahun, dan mencapai 2,766 km² pada kala ulang 100 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan debit banjir yang lebih besar dapat memperluas area genangan disekitar sungai.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis hidrologi dan simulasi hidraulika, diketahui bahwa pada setiap penampang sungai terjadi luapan yang berpotensi terjadi genangan disekitar sungai, Oleh karena itu diperlukan upaya penanggulangan guna mengurangi potensi banjir di daerah penelitian, antara lain melalui pengerukan sungai untuk menurunkan kenaikan tinggi muka air serta pembangunan ataupun peninggian tanggul pada lokasi-lokasi yang mengalami luapan, khususnya pada STA 0+50, STA 0+100, STA 0+150, dan STA 0+200.

Referensi

- Chow, V.T., Maidment, D.R., Mays, 1988. *Applied Hydrology*. Singapore: McGraw-Hill
- 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.
- Seyhan, Ersin. 1990. *Dasar-dasar Hidrologi*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sumarauw, Jeffry. 2013. *Hujan*. Bahan Ajar Mahasiswa, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Sumarauw, Jeffry. 2017. *Analisis Frekwensi Hujan*. Bahan Ajar Mahasiswa, Universitas Sam Ratulangi, Manado. ken
- Sumarauw, Jeffry. 2017. *Hidrograf Satuan Sintetis*. Bahan Ajar Mahasiswa, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Sumarauw, J. S. F. 2017. *Pola Distribusi Hujan Jam –Jaman Daerah Manado, Minahasa Utara dan Minahasa*. Jurnal Sipil Statik vol.5 no.10 Desember 2017 (669-678) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Sumarauw, Jeffry. 2018. *HEC-HMS*. Bahan Ajar Mahasiswa, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- 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.
- Triatmodjo, B. 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset, Yogyakarta