



Analisis Debit Banjir Dan Luas Genangan Sungai Modinding Di Titik Jembatan Pinasungkulan Desa Pinasungkulan Kabupaten Minahasa Selatan

Vallenzya A. Mawey^{#a}, Jeffry S. F. Sumarauw^{#b}, Liany A. Hendratta^{#c}

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

^avallenzyamawey021@student.unsrat.ac.id, ^bjeffrysumarauw@unsrat.ac.id, ^clianyhendratta@unsrat.ac.id

Abstrak

Sungai Modinding yang melintasi kawasan permukiman dan lahan pertanian di Desa Pinasungkulan, Kecamatan Modinding, sering mengalami luapan akibat tingginya intensitas hujan sehingga menimbulkan kerugian bagi masyarakat, termasuk pada kejadian banjir terakhir bulan April 2025. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya upaya pengendalian banjir melalui analisis debit banjir, tinggi muka air, dan luas genangan di Sungai Modinding. Metode penelitian meliputi analisis hidrologi menggunakan program HEC-HMS untuk menentukan debit banjir rencana, sedangkan analisis hidraulika menggunakan HEC-RAS untuk memodelkan tinggi muka air dan luas genangan pada kala ulang 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun. Data yang digunakan berupa data curah hujan maksimum, peta topografi, debit sungai, dan data penampang sungai. Simulasi dilakukan pada titik kontrol Jembatan Pinasungkulan dengan jangkauan 200 meter ke arah hulu. Hasil simulasi menunjukkan debit puncak banjir rencana sebesar 8,7; 18,3; 23,0; 28,0; dan 30,7 m³/detik untuk kala ulang 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun. Pemodelan hidraulika mengidentifikasi luapan air pada STA 0+050, STA 0+100, STA 0+150, dan STA 0+200 di seluruh kala ulang. Luas genangan meningkat dari 0,206 km² menjadi 0,596 km² sehingga diperlukan upaya mitigasi struktural dan non-struktural berkelanjutan.

Kata kunci: banjir, Sungai Modinding, tinggi muka air, luas genangan, HEC-HMS, HEC-RAS

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Sungai merupakan aliran air alami yang mengalir dari hulu ke hilir dan berperan penting sebagai sumber air, irigasi, serta penunjang aktivitas masyarakat. Namun, sungai dapat menjadi sumber bencana apabila kapasitas alirannya tidak mampu menampung peningkatan debit akibat curah hujan tinggi. Sungai di perbatasan Desa Pinasungkulan dan Desa Sinisir, Kecamatan Modinding, sering mengalami banjir, termasuk pada April 2025.

Tingginya intensitas hujan serta pertemuan Sungai Modinding Besar dan Sungai Modinding Kecil menyebabkan peningkatan debit aliran yang memicu banjir dan genangan sehingga menimbulkan kerugian bagi petani dan masyarakat sekitar. Oleh karena itu, diperlukan analisis kondisi hidrologi untuk mengetahui besarnya debit banjir serta pola genangan sebagai dasar perencanaan pengendalian banjir yang lebih efektif dan berkelanjutan.

1.2. Rumusan Masalah

Dampak banjir menimbulkan kerugian bagi petani dan masyarakat di bantaran sungai, sehingga diperlukan analisis debit air dan pola genangan sebagai dasar solusi yang efektif.

1.3. Batasan Penelitian

1. Titik yang di tinjau berada pada jarak 200 m dari jembatan Desa Pinasungkulan

2. Analisis hidrologi menggunakan data curah hujan harian maksimum.
3. Kala ulang rencana dibatasi pada 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun.
4. Analisis menggunakan 2 program komputer (HEC-HMS) untuk analisis hidrologi, dan (HEC-RAS) untuk analisis hidrolika.

1.4 Tujuan Penelitian

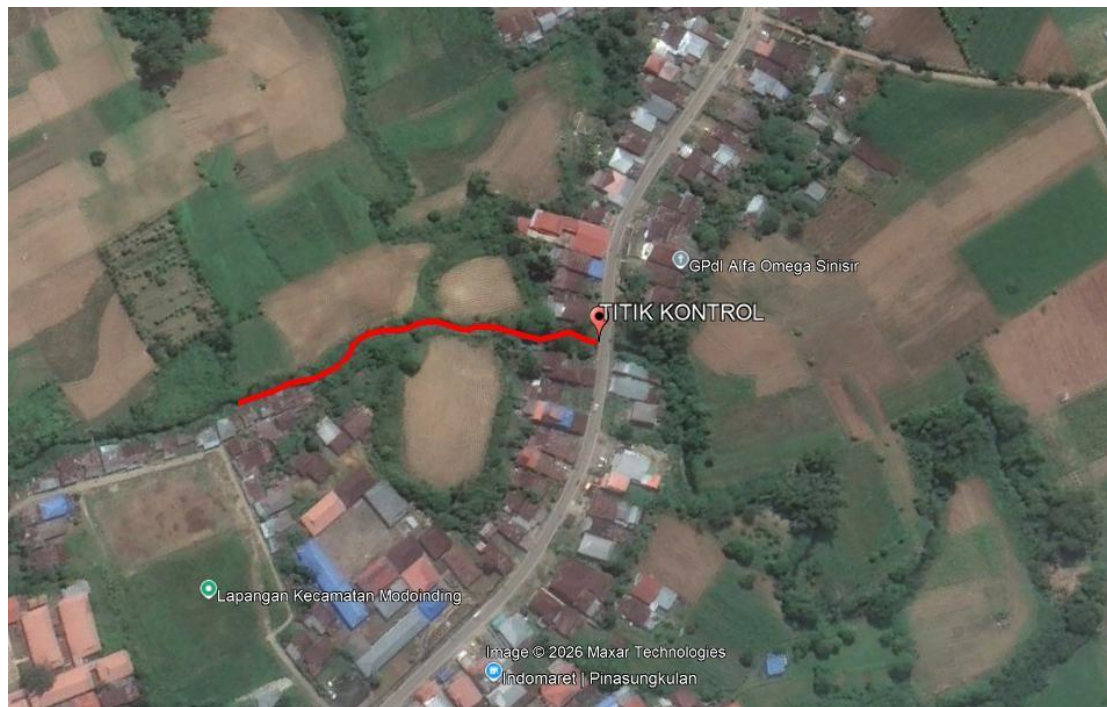
Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui debit banjir dan genangan air yang terjadi di sungai Modoinding tepatnya di Jembatan Perbatasan Desa Pinasungkulan dan Desa Sinisir.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai sumber informasi terkait tindakan lanjutan yang dapat dilakukan sehingga dapat mengurangi resiko banjir pada sungai Modoinding.

1.6 Lokasi Penelitian

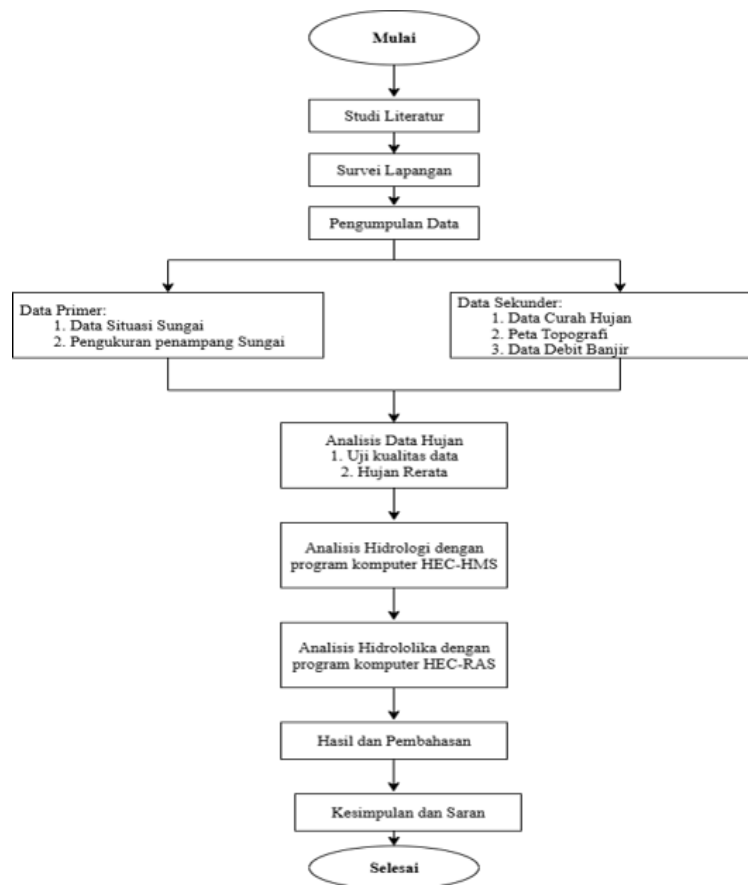
Penelitian terletak pada Sungai Modoinding, titik ditinjaunya terletak dari jembatan yang menghubungkan Desa Pinasungkulan dan Desa Sinisir. Titik kontrol dalam geografi terletak pada $0^{\circ}47'19,73''$ Lintang Utara dan $124^{\circ}27'8,81''$ Bujur Timur.



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

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan wilayah daratan yang dibatasi pemisah topografik, berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air hujan melalui sungai menuju danau atau laut. Penentuan batas DAS menggunakan peta topografi, sedangkan pola aliran sungai memengaruhi bentuk DAS yang terbagi menjadi memanjang, radial, paralel, dan kompleks.

3.3. Analisis Curah Hujan Rencana

Secara hidrologi, curah hujan rata-rata wilayah diperlukan untuk perencanaan sumber daya air dan pengendalian banjir. Karena distribusi hujan tidak merata, nilai curah hujan diperkirakan berdasarkan beberapa stasiun pengamatan melalui 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 <i>outlier test K value</i>) tergantung dari jumlah data yang dianalisis.
$\log X_h$	=	<i>Outlier</i> tinggi.
$\log X_l$	=	<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.(Hendratta 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 :

C_s = 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:

C_k = 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 C_s , C_v , C_k . Tipe distribusi peluang yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Tipe distribusi Normal

$$C_s \approx 0 ; C_k \approx 3$$

2. Tipe distribusi Log Normal

$$C_s \approx C_v^3 + 3 \cdot C_v$$

$$C_k \approx C_v^8 + C_v^6 + 25C_v^4 + 16C_v^2 + 3$$

3. Tipe distribusi *Gumbel*

$$C_s \approx 1,139; C_k \approx 5,4$$

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*:

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

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. 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 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*).

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)

Analisis daerah aliran sungai untuk mengetahui luas DAS dari Sungai Modinding. Perhitungan luas DAS dilakukan dengan bantuan Software Arcgis dan menggunakan peta DEM dari Website <https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/>, Sehingga diperoleh luas DAS Sungai Modinding sebesar 13,74 km².

4.2 Data Curah Hujan

Analisis curah hujan di Modinding dilakukan dengan menggunakan data curah hujan maksimum yang didapat dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi 1 dengan periode pencacatan tahun 2008 sampai dengan tahun 2024. Analisis pos hujan yang berpengaruh di DAS dilakukan dengan menggunakan Poligon *Thiessen*. Hasil analisis Poligon *Thiessen* didapatkan bahwa pos hujan yang berpengaruh di DAS Modoidning sebanyak 2 pos hujan yaitu Pos Hujan Moayat-Poyowa dan Pos Hujan Buyat-Buyat.

4.3 Analisis Data Outlier

Berdasarkan hasil perhitungan, di dapat nilai batas tertinggi 363,071 mm dan batas terendah 5,976 mm. Satu data terendah dari outlier terendah telah di koreksi sehingga data memenuhi kriteria untuk analisis selanjutnya.

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 berikut:

Tabel 1. Penentuan Jenis Sebaran Data

Tipe Sebaran	Syarat Parameter Statistik	Parameter Statistik Data Pengamatan	Keterangan
Normal	$Cs \approx 0$ $Ck \approx 3$	-1,061077452 6,085624933	Tidak Memenuhi
Log Normal	$Cs \approx Cv^3 + 3.Cv = 1.030$ $Ck \approx Cv^8 + Cv^6 + 25Cv^4 + 16Cv^2 + 3 = 4.942$	-1,061077452 6,085624933	Tidak Memenuhi
Gumbell	$Cs \approx 1,14$ $Ck \approx 5,40$	-1,061077452 6,085624933	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 *Gumbell* maka akan digunakan distribusi *Log Pearson III*.

4.5 Curah Hujan Rencana

Parameter yang digunakan dalam perhitungan curah hujan rencana dengan tipe sebaran *Log Pearson III* ialah S_{logx} , $K_{TR,CS}$, dan $\overline{\log X}$. Nilai C_{Slog} juga diperlukan untuk mencari nilai K. Perhitungan dilakukan dengan terlebih dahulu menghitung parameter statistik yang kemudian didapat untuk nilai C_{Slog} : -1,242 (kemencengan negatif). Nilai K untuk tiap kala ulang diperoleh dengan interpolasi pada tabel K_T untuk koefisien kemencengan negatif yang ditentukan dengan nilai C_{Slog} .

Tabel 2. Nilai K dengan berbagai Kala Ulang

Cslog	Return Period In Years /Kala Ulang (Tahun)				
	5	10	25	50	100
	Exceedence Probability				
-1,2	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379
-1,242	0,201	0,842	1,077	1,265	1,356
-1,3	0,210	0,838	1,064	1,240	1,324

Berikut perhitungan hujan kala ulang 5 Tahun:

$$\log X_T = \log \bar{X} + K_{TR, Cs} \cdot S_{log} = 1,701 + 0,201 \cdot 0,255 = 1,753$$

$$X_T = 56,624 \text{ mm}$$

Hasil perhitungan untuk kala ulang lainnya terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Curah Hujan Rencana

Kala Ulang (Tahun)	Hujan Rencana (mm)
5	56,624
10	82,475
25	94,702
50	105,739
100	111,584

4.6 Pola Distribusi hujan Jam-jaman

Tabel 4. Pola Distribusi Hujan Kota Manado, Minahasa Utara, Tomohon, dan Minahasa (Sumaraww 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 3 ke tiap persentasi hujan. Hasil perhitungan untuk tiap kala ulang adalah sebagai berikut.

Tabel 5. Distribusi Hujan Rencana Tiap Kala Ulang

Jam	%Hujan	P(mm)				
		Kala Ulang				
		5	10	25	50	100
1	50.83	28,782	41,922	48,137	53,747	56,718
2	25.17	14,252	20,759	23,836	26,614	28,086
3	8.64	4,892	7,126	8,182	9,136	9,136
4	4.93	2,792	4,066	4,669	5,213	5,213
5	2.93	1,659	2,417	2,775	3,098	3,269
6	1.50	0,849	1,237	1,421	1,586	1,674
7	2.43	1,376	2,004	2,301	2,569	2,711
8	1.24	0,702	1,023	1,174	1,311	1,384
9	1.24	0,702	1,023	1,174	1,311	1,384
10	1.24	0,702	1,023	1,174	1,311	1,384
Total (mm)		56,709	82,599	94,844	105,897	110,958

4.7 Perhitungan Nilai SCS Curve Number

Nilai *CN* rata-rata untuk DAS Modinding didapat dengan menjumlahkan hasil kali antara nilai *CN* tutupan lahan dengan presentase luas lahan terhadap luas total.

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

Jenis Tutupan Lahan	Luas (km ²)	Persentase (%)	CN tiap lahan	CN
Hutan	8,886	64,595	77	49,738
Lahan Pertanian	4,215	30,644	73	22,370
Pemukiman	0,495	3,597	90	3,237
Semak Belukar	0,160	1,163	79	0,919
	13,756	100		76,265

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 Modinding dengan data parameter DAS sebagai berikut:

$$L = 6,27 \text{ km}$$

$$S = 0,24$$

$$CN = 76,265$$

Perhitungan dilakukan sebagai berikut:

$$Tl = \frac{6,27^{0,8} (2540 - 22,86 (76,265))^{0,7}}{14,104 (76,265)^{0,7} \cdot 0,24^{0,5}} = 3,2288 \text{ jam}$$

$$T_l = 3,2288 \times 60 = 193,732 \text{ menit}$$

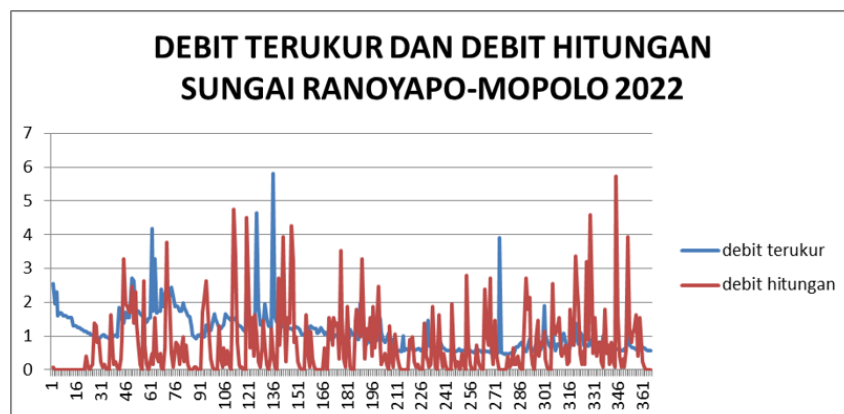
Selanjutnya menghitung debit Sungai Modinding dengan menggunakan metode analisis regional. Didapatkan data debit rata-rata Sungai Modinding tahun 2022 adalah 2,557 m³/det. Debit ini yang akan digunakan sebagai *initial discharge* pada program komputer *HEC-HMS*.

4.9 Parameter Hasil Kalibrasi

Berdasarkan parameter yang telah disesuaikan, terdapat hasil kalibrasi, yaitu debit puncak simulasi 5,74 m³/det mendekati debit puncak observasi terukur 5,81 m³/det, sehingga hasil kalibrasi puncak sudah dapat diterima.

Tabel 7. Parameter-parameter Hasil Kalibrasi

CN	76,265
Recesion Constant	0.1
Rasio to Peak	0.3
Initial Discharge	1.321
Lag Time	193,732



Gambar 3. Grafik Debit Hasil Observasi dan Debit Terukur

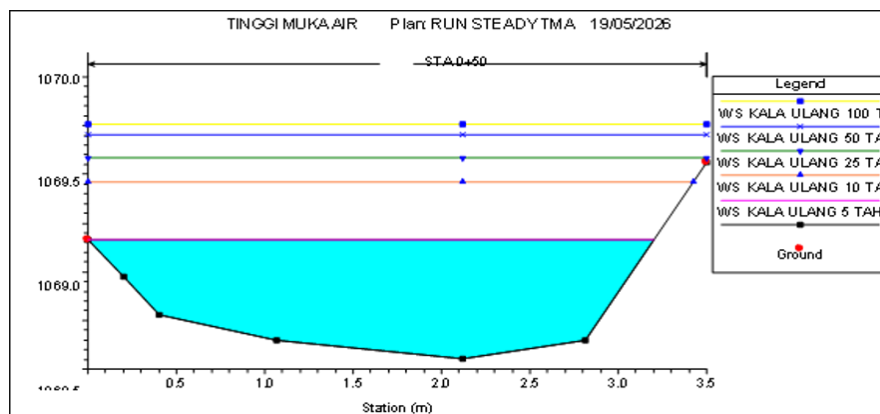
Setelah kalibrasi, semua parameter terkalibrasi akan digunakan sebagai parameter pada komponen sub-DAS untuk perhitungan debit banjir. Hasil perhitungan debit banjir menggunakan program komputer *HEC-HMS* ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Debit Banjir pada Berbagai Kala Ulang

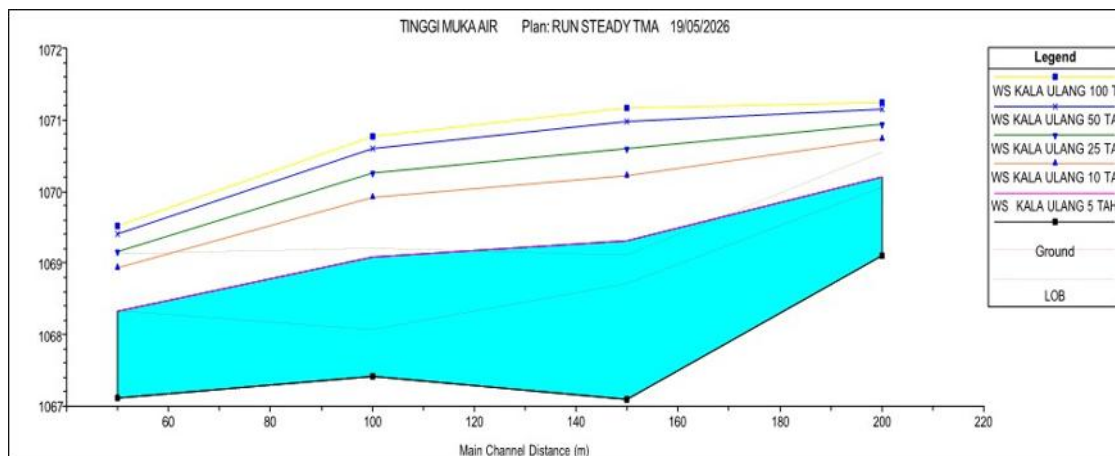
Debit Puncak setiap Kala Ulang	
Kala Ulang (Tahun)	Debit (m^3/detik)
5	8,7
10	18,3
25	23,0
50	28,0
100	30,7

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 penampang pengamatan yaitu pada STA 0+50 hingga STA 0+200.



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



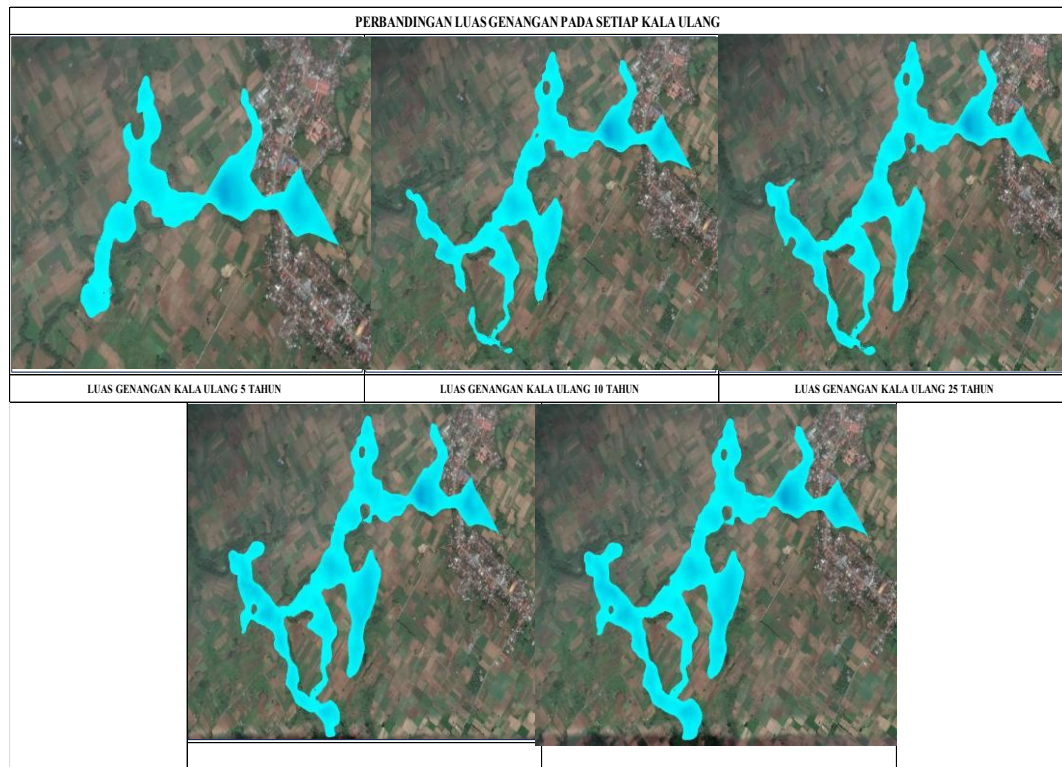
Gambar 5. Rangkuman Potongan Memanjang Tinggi Muka Air Sungai Modinding

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 9.

Tabel 9. Luas Genangan pada Berbagai Kala Ulang

Luas Genangan	
Kala Ulang (Tahun)	Luas (km ²)
5	0,206
10	0,450
25	0,503
50	0,569
100	0,596

**Gambar 6.** Perbandingan Luas Genangan pada Setiap Kala Ulang

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis hidrologi, diperoleh debit puncak banjir untuk beberapa kala ulang. Debit puncak meningkat seiring bertambahnya kala ulang, yaitu sebesar 8,7 m³/detik pada kala ulang 5 tahun, 18,3 m³/detik pada 10 tahun, 23,0 m³/detik pada 25 tahun, 28,0 m³/detik pada 50 tahun, dan 30,7 m³/detik pada 100 tahun. Peningkatan debit menunjukkan bahwa semakin besar periode kala ulang, maka debit aliran sungai semakin besar. Hasil simulasi hidraulika menggunakan HEC-RAS menunjukkan luapan aliran pada setiap penampang STA 0+050, STA 0+100, STA 0+150, dan STA 0+200. Luapan tersebut membentuk genangan yang meningkat seiring bertambahnya kala ulang, yaitu 0,206 km², 0,450 km², 0,503 km², 0,569 km², dan 0,596 km² untuk kala ulang 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun. Hal ini menunjukkan peningkatan debit banjir berpengaruh terhadap luas genangan.

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 penanganan untuk mengurangi potensi banjir di daerah penelitian, salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan meningkatkan kapasitas penampang sungai 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
- Amin, M. dkk. 2018. Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Jurusan Teknik Pertanian.
- Hendratta, L.A. dkk. 2024. Tondano Lake Management-Environmental Issue and Integrated Counter Measurements. *Environment and Ecology Research*, Vol. 12, Is. 5, hal. 480-491.
- Hendratta, L.A. dkk. 2023. Non-Metalic Material Sand, Gravel and Stone on Ongkag Tiver: Method if Mining. *SSRG International Journal of Civil Engineering*, Vol. 10, Is. 5, hal. 7-20.
- Kadir, Syahrifuddin. dkk. 2020. Pengelolaan Daerah Aliran Sungai.
- Triatmodjo, B. (2008). Hidrologi Terapan. In BetaOffset Yogyakarta.
- Sumarauw, J. 2017. Pola Distribusi Hujan Jam-jaman Daerah Manado, Minahasa Utara dan Minahasa. *Jurnal Sipil Statik*, Vol. 5. Is. 10, hal. 669-678.
- Sumarauw, J. and Ohgushi, K. 2012. Analysis on Curve Number, Land Use and Land Cover Changes and the Impact to the Peak Floe in the Jobaru River Basin, Japan. *Ijcee-Ijens*
- Sumarauw, J. S. F. 2023a. Analisis Frekuensi Hujan. Bahan Ajar Mahasiswa. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Sumarauw, J. S. F. 2023c. Hujan . Bahan Ajar Mahasiswa. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Sumarauw, J. S. F. 2023c. _Pengujian Hidrologi.
- Syahrul, M. 2022. _Studi Analisis Genangan Banjir pada Saluran Drainase Jalan Cendrawasih Kota Tarakan. Skripsi Program S1 Universitas Borneo Tarakan.
- Datu, T. D. dkk. 2025. Perencanaan Sistem Drainase Perumahan Sawangan Permai Klaster de Hock Desa Sawangan Kabupaten Minahasa. *Tekno*.
- Bambang, T. 2008. Hidrologi Terapan. Beta Offset.
- Yosua, M. dkk. 2017. Analisi Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Sangkup Kabupaten Bolaang Mongondow Utara. *Jurnal Sipil Statik*. Vol. 5. Is. 10, hal. 699-710