



Analisis Debit Banjir Dan Tinggi Muka Air Sungai Saluwangko Desa Tounelet, Kecamatan Kakas, Kabupaten Minahasa

Aurel L. L. Tumatar^{#a}, Jeffry S. F. Sumarauw^{#b}, Liany A. Hendratta^{#c}

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

^aaureltumatar021@student.unsrat.ac.id, ^bjeffrysamarauw@unsrat.ac.id, ^clianyhendratta@unsrat.ac.id

Abstrak

Banyaknya manfaat dari sungai tidak lepas dari kemungkinan terjadinya bencana apabila debit air sedang tinggi, terlebih pada saat musim penghujan tiba, sehingga jika sungai meluap dapat meluap dapat mempengaruhi aktivitas masyarakat yang bermukim di sekitarnya. Sungai Saluwangko yang berada di Desa Tounelet, Kecamatan Kakas, Kabupaten Minahasa, merupakan salah satu sungai yang berdasarkan pernyataan warga setempat bahwa pada saat musim penghujan sungai ini dapat meluap dan bisa menggenangi pekarangan rumah warga yang tinggal di sekitar sungai. Penelitian dilakukan untuk menganalisis debit banjir dan tinggi muka air Sungai Saluwangko pada berbagai kala ulang. Metode yang digunakan mencakup pemodelan hidrologi dengan HEC-HMS dan pemodelan hidraulik menggunakan HEC-RAS. Data yang dianalisis meliputi curah hujan harian maksimum, debit sungai, peta topografi, serta penampang sungai hasil survei lapangan. Curah hujan rencana dihitung dengan distribusi *Log Pearson III*, dan penentuan debit banjir menggunakan metode *HSS Soil Conservation Services (SCS), SCS Curve Number (CN)* untuk memperkirakan kehilangan air, serta metode recession untuk aliran dasar (*baseflow*). Debit puncak hasil simulasi pada berbagai kala ulang kemudian dianalisis menggunakan HEC-RAS untuk mengetahui elevasi muka air pada penampang yang diukur. Hasil penelitian menunjukkan adanya luapan pada STA +25 meter hingga STA +200 meter untuk kala ulang 2 tahun hingga 100 tahun. Sehingga disarankan menambah tinggi talud serta melakukan pembersihan sungai secara rutin.

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

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Banyaknya manfaat dari sungai sendiri tidak lepas dari kemungkinan terjadinya bencana apabila debit air sedang tinggi, terlebih pada saat musim penghujan tiba, sehingga jika sungai meluap dapat mempengaruhi aktivitas masyarakat yang bermukim di sekitar. Luapan yang terjadi biasa disebut dengan banjir, yang adalah suatu fenomena di mana meluapnya air dari suatu badan air dan menutupi area sekitarnya karena kapasitas berlebih yang diakibatkan oleh curah hujan tinggi.

Sungai Saluwangko yang berada di Desa Tounelet, Kecamatan Kakas, Kabupaten Minahasa, merupakan sungai yang meluap dan menggenangi pekarangan rumah warga yang tinggal di sekitar sungai menurut pernyataan warga saat musim penghujan tiba.

1.2. Rumusan Masalah

Intensitas curah hujan yang tinggi menyebabkan tinggi muka air naik dan terjadi banjir serta berpotensi menggenangi area pemukiman warga di sekitarnya

1.3. Batasan Penelitian

1. Titik tinjauan dilakukan pada jembatan yang berjarak 50 meter dari SD Advent Kakas;
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

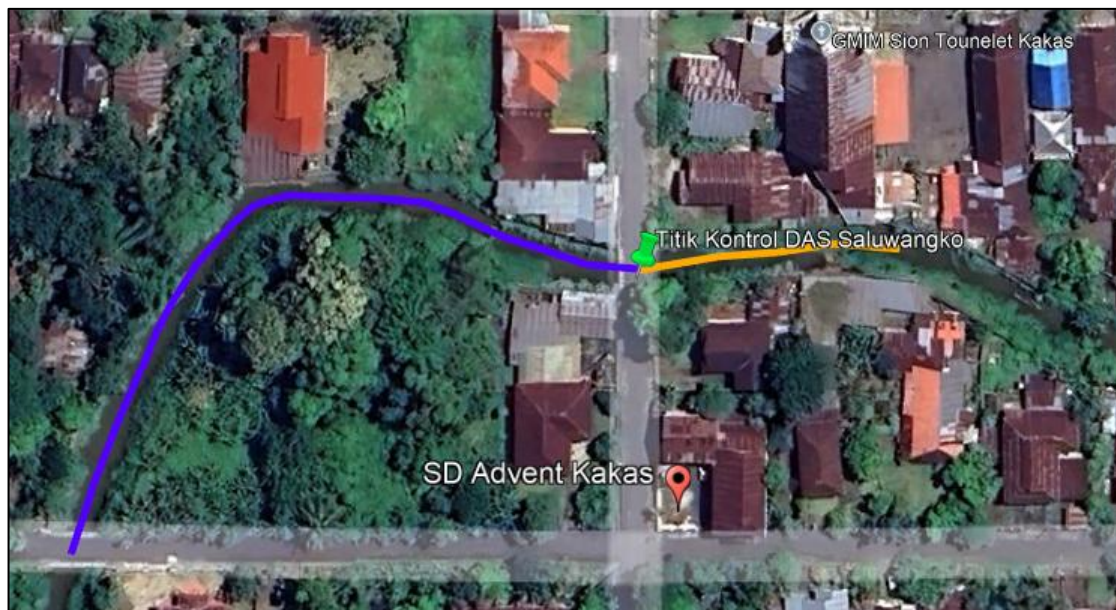
Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui besaran debit banjir dengan berbagai kala ulang dan elevasi muka air terhadap penampang Sungai Saluwangko berdasarkan beberapa kala ulang hujan.

1.5. Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi untuk instansi terkait berdasarkan tinjauan dan analisis yang dilakukan sebagai upaya penanggulangan banjir pada area sekitar Sungai Saluwangko.

1.6. Lokasi Penelitian

Lokasi tinjau Sungai Saluwangko terletak di Desa Tounalet, Kecamatan Kakas, Kabupaten Minahasa. Titik kontrol penelitian ini berada 50 meter ke arah utara dari SD Advent Kakas, yang secara geografis $124^{\circ}53'05,62''$ Bujur Timur dan $1^{\circ}10'48,26''$ Lintang Selatan.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (*Google Earth*)

2. Tahap Penelitian

Tahap penelitian digambarkan dalam alur yang ditunjukkan pada Gambar 2.

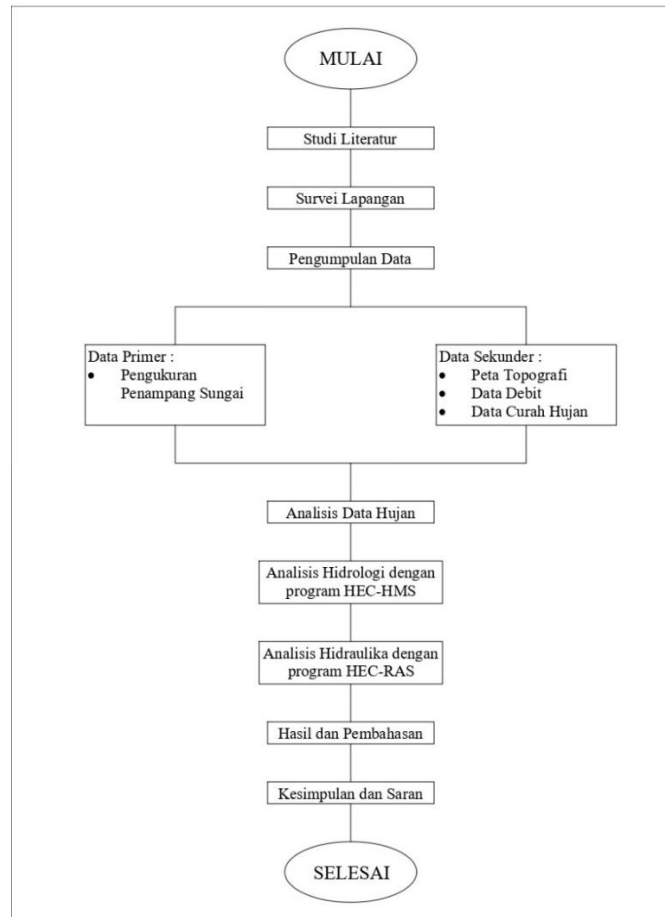
3. Kajian Literatur

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.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

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 menyimpang 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:

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

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

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

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

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

Dengan :

Cslog = 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.

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* (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.

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

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.

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

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_{logx} = 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 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*).

4. Hasil dan Pembahasan

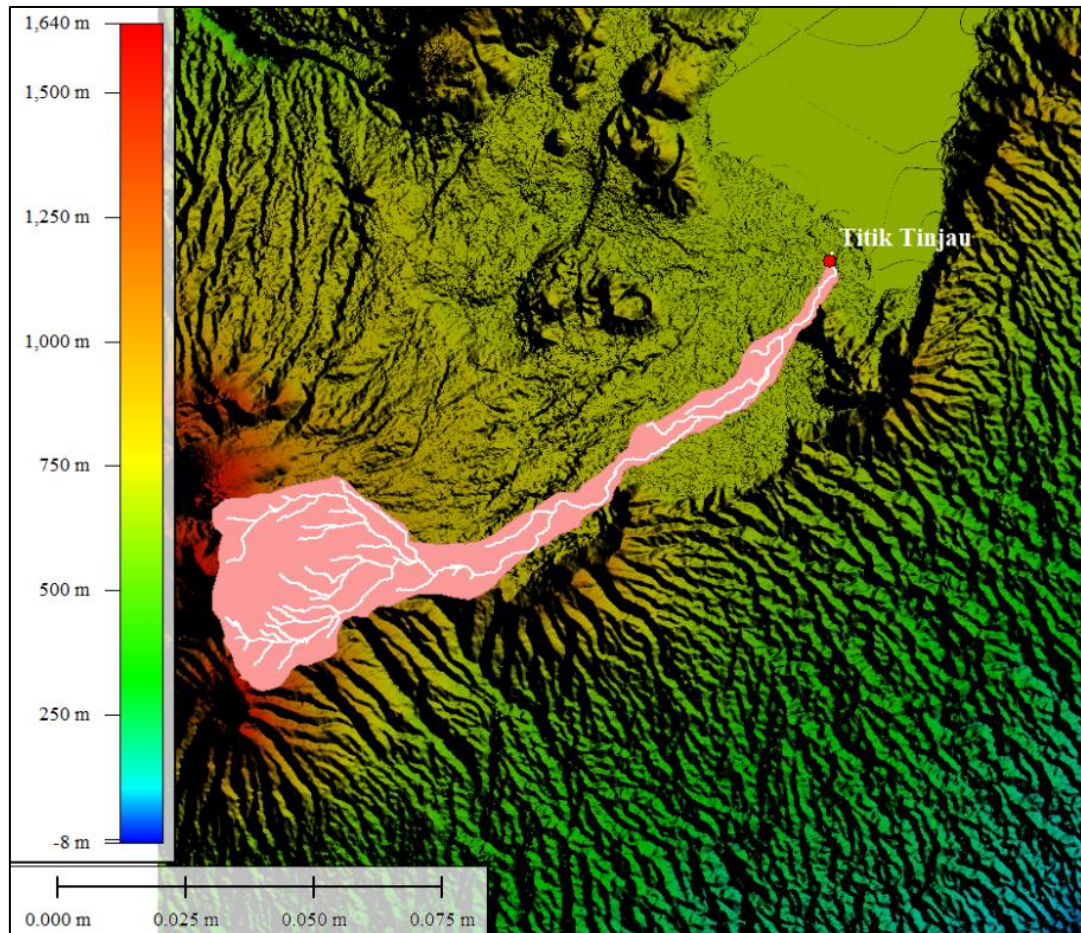
4.1 Analisis Daerah Aliran Sungai (DAS)

Analisis daerah aliran sungai dilakukan untuk mengetahui luas DAS Saluwangko. Perhitungan DAS dilakukan dengan menggunakan peta rupa bumi Wilayah Manado dengan skala peta 1:50.000, didapatkan luasan untuk DAS Saluwangko adalah 34,855 km².

4.2 Data Curah Hujan

Analisis curah hujan DAS Saluwangko 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 hanya satu pos hujan yang berpengaruh yaitu Pos Hujan Noongan Winabetan.

Setelah dilakukan uji *outlier* dan diurutkan dari data tertinggi hingga terendah, tidak terdapat data yang menyimpang terlalu tinggi namun ditemukan data yang terlalu rendah pada data pos hujan Noongan-Winabetan tahun 2010 sehingga dilakukan koreksi pada data tahun tersebut.



Gambar 3. DAS Saluwangko

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

No.	Tahun	Pos Hujan Noongan-Winabetan
1.	2009	98.2
2.	2010	54.4
3.	2011	116.4
4.	2012	94.8
5.	2013	84.6
6.	2014	100
7.	2015	95
8.	2016	92.5
9.	2017	122
10.	2018	79.4
11.	2019	76.5
12.	2020	88.5
13.	2021	101.3
14.	2022	97
15.	2023	73

Tabel 2. Data Curah Hujan Terkoreksi

No.	Tahun	Pos Hujan Noongan-Winabetan
1.	2017	122
2.	2011	116,4
3.	2021	101,3
4.	2014	100
5.	2009	98,2
6.	2022	97
7.	2015	95
8.	2012	94,8
9.	2016	92,5
10.	2020	88,5
11.	2013	84,6
12.	2018	79,4
13.	2019	76,5
14.	2023	73
15.	2010	58,629

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 3.

Tabel 2. Penentuan Jenis Sebaran Data

Tipe Sebaran	Syarat Parameter Statistik	Parameter Statistik Data Pengamatan	Keterangan
Normal	$C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$	-0,104 3,952	Tidak Memenuhi
Log Normal	$C_s \approx C_v^3 + 3.C_v = 1,031$ $C_k \approx C_v^8 + C_v^6 + 25C_v^4 + 16C_v^2 + 3 = 4,948$	-0,104 3,952	Tidak Memenuhi
Gumbell	$C_s \approx 1,14$ $C_k \approx 5,40$	-0,104 3,952	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 $S_{\log x}$, $K_{TR,CS}$, 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 $C_{S_{\log}}$ adalah -0,685 (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 4. Nilai C_{Slog} terhadap Kala Ulang

C_{Slog}	Periode Ulang/Kala Ulang (Tahun)					
	2	5	10	25	50	100
-0,6	0,099	0,857	1,2	1,528	1,72	1,88
-0,685	0,114	0,857	1,185	1,494	1,671	1,817
-0,7	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806

Perhitungan untuk hujan kala ulang 2 Tahun:

$$\log X_T = \log \bar{X} + K_{TR,CS} \cdot S_{log} = 1,963 + (0,114 \times 0,08) = 1,972$$

$$X_T = 10^{1,972} = 93,8 \text{ mm}$$

Tabel 5. Nilai Curah Hujan Rencana

Kala Ulang	Curah Hujan (mm)
2 Tahun	93,800
5 Tahun	107,593
10 Tahun	114,317
25 Tahun	121,010
50 Tahun	125,038
100 Tahun	128,440

4.5 Pola Distribusi Hujan Jam-jaman

Tabel 6. 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 7. Distribusi Hujan Rencana Tiap Kala Ulang

Jam Ke-	Kala Ulang P (mm)					
	2	5	10	25	50	100
1	47,84	54,87	58,30	61,71	63,77	65,50
2	23,45	26,90	28,58	30,25	31,26	32,11
3	8,44	9,68	10,29	10,89	11,25	11,56
4	4,69	5,38	5,72	6,05	6,25	6,42
5	2,81	3,23	3,43	3,63	3,75	3,85
6	0,94	1,08	1,14	1,21	1,25	1,28
7	1,88	2,15	2,29	2,42	2,50	2,57
8-10	0,94	1,08	1,14	1,21	1,25	1,28
Total	90,99	104,37	110,89	117,38	121,29	124,59

4.6 Perhitungan Nilai SCS Curve Number

Tabel 8. Jenis dan Luas Tutupan Lahan DAS Saluwangko

Jenis Tutupan Lahan	Luas (km ²)	Persentase (%)
Hutan	2,308	6,621
Semak/belukar	11,062	31,736
Ladang	3,571	22,279
Kebun	7,765	26,081
Permukiman	1,059	10,245
Sawah irigasi	9,091	3,039
Jumlah	34,855	100

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

Tabel 9. Perhitungan Nilai *CN* Rata-rata DAS Saluwangko

Jenis Tutupan Lahan	Luas (km ²)	Persentase (%)	<i>CN</i> Tiap Lahan	<i>CN</i>
Hutan	2,308	6,621	77	5,097869
Semak/belukar	11,062	31,736	79	25,07136
Ladang	3,571	10,245	84	18,71438
kebun	7,765	22,279	83	21,64713
Permukiman	1,059	3,039	91	9,322545
sawah irigasi	9,091	26,081	84	2,552793
Jumlah	34,855	100		82,406

Nilai *CN* rata-rata untuk DAS Saluwangko adalah 82,406

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 Saluwangko dengan data parameter DAS adalah sebagai berikut:

$$L = 22,15 \text{ km}$$

$$S = 0,029$$

$$CN = 82,406$$

Perhitungan dilakukan dengan menentukan waktu terkonsentrasi karena luas DAS Saluwangko lebih dari 16 km²:

$$T_c = \frac{0,606 (L \cdot N)^{0,467}}{S^{0,234}} = \frac{0,606 (22,15 \cdot 0,8)^{0,467}}{0,029^{0,234}} = 6,2705 \text{ jam}$$

$$T_l = 0,6(T_c) = 0,6(6,2705) = 3,2 \text{ jam} = 189,7 \text{ menit}$$

Selanjutnya menghitung debit Sungai Saluwangko dengan menggunakan metode analisis regional. Didapatkan data debit rata-rata Sungai Saluwangko tahun 2022 adalah 0,587 m³/det. Debit ini yang akan digunakan sebagai *initial discharge* pada program komputer *HEC-HMS*.

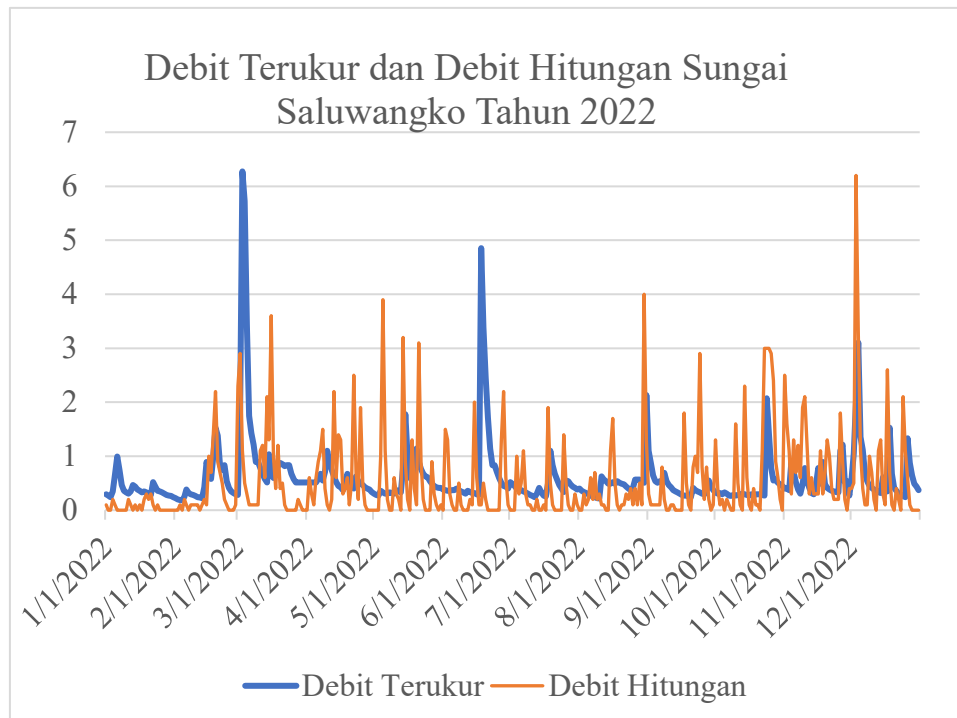
4.8 Parameter Hasil Kalibrasi

Karena hasil kalibrasi debit puncak sama dengan 6,2 m³/det tidak melebihi debit terukur 6,3 m³/det maka parameter-parameter yang digunakan sudah sesuai. Parameter hasil kalibrasi

ditampilkan pada tabel 9. Parameter yang telah dioptimasi akan digunakan untuk simulasi debit banjir rencana menggunakan program komputer *HEC-HMS*.

Tabel 10. Parameter-parameter Hasil Kalibrasi

<i>CN</i>	81,94
<i>Recession Constant</i>	0.1
<i>Ratio to Peak</i>	0.1
<i>Initial Discharge</i>	0.587
<i>Lag Time</i>	189,741



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:

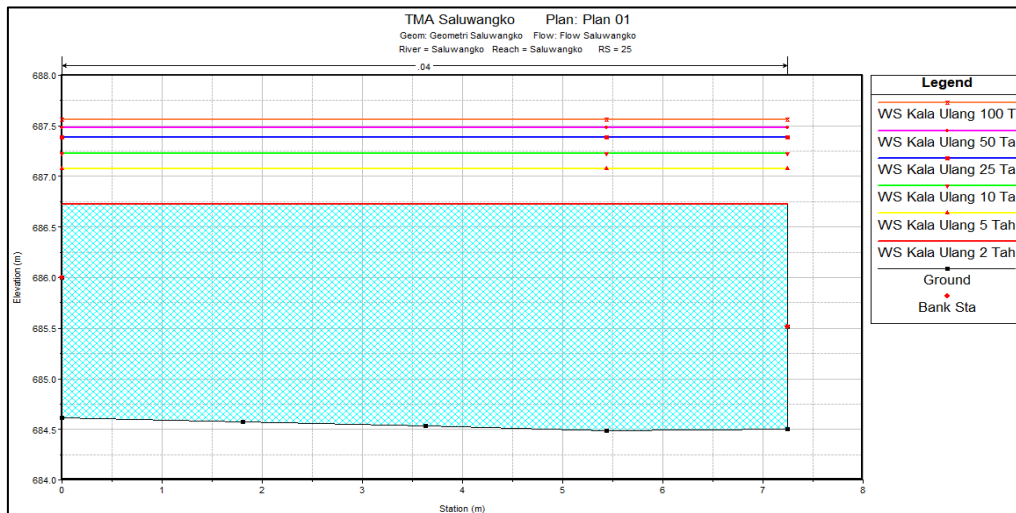
Tabel 10. Parameter-parameter Hasil Kalibrasi

Kala Ulang	Debit (m ³ /det)
2 Tahun	73,5
5 Tahun	91,5
10 Tahun	100,4
25 Tahun	109,4
50 Tahun	114,9
100 Tahun	119,6

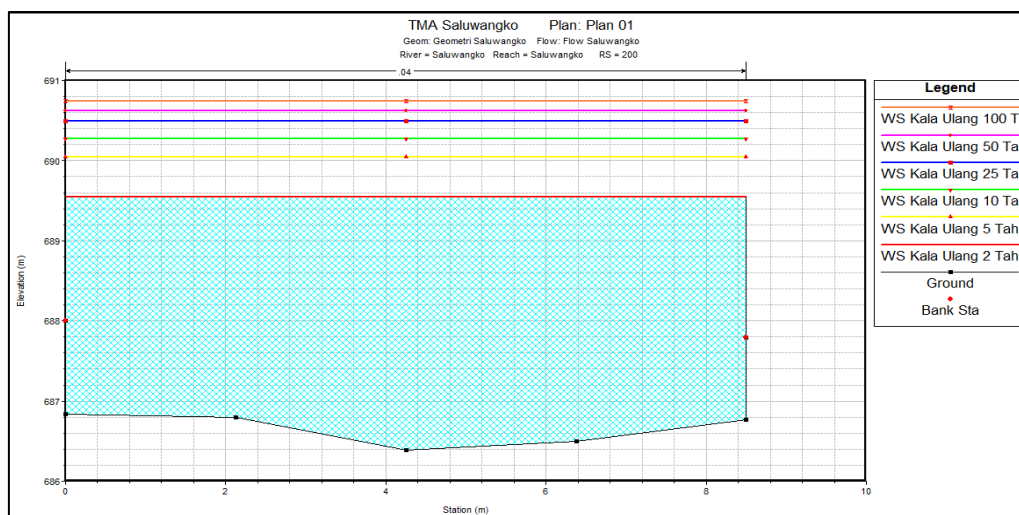
4.9 Hasil Simulasi Tinggi Muka Air dengan Program Komputer *HEC-RAS*

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*).

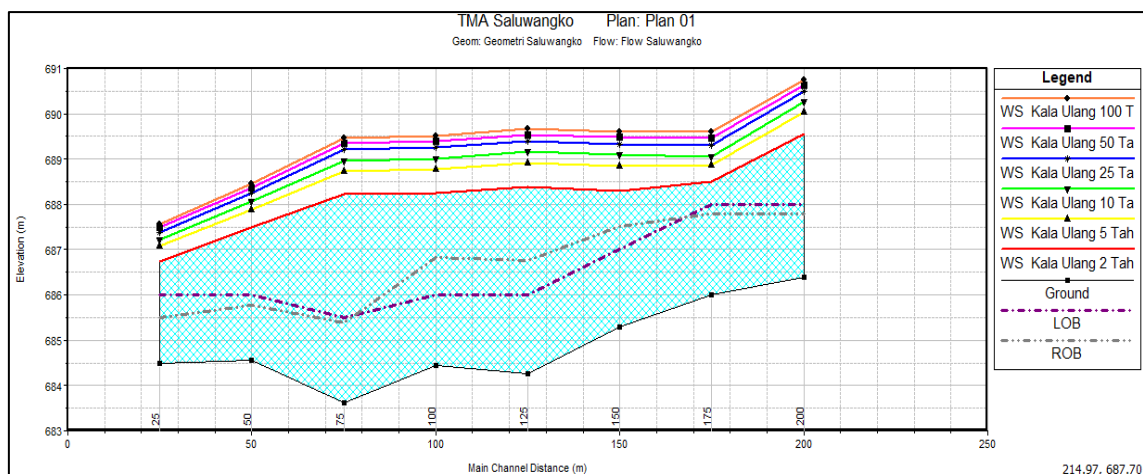
Hasil simulasi menunjukkan luapan air terjadi di seluruh STA 0+025 sampai STA 0+200 pada debit banjir kala ulang 2 tahun (Q_2), 5 tahun (Q_5), 10 tahun (Q_{10}), 25 tahun (Q_{25}), 50 tahun (Q_{50}) dan 100 tahun (Q_{100}).



Gambar 5. Rangkuman Tinggi Muka Air pada STA +25 m



Gambar 6. Rangkuman Tinggi Muka Air pada STA +200 m



Gambar 7. Rangkuman Tinggi Muka Air Potongan Memanjang Sungai Saluwangko

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Debit banjir yang terjadi untuk kala ulang 2 tahun = 73,5 m³/det, kala ulang 5 tahun = 91,5 m³/det, kala ulang 10 tahun = 100,4 m³/det, kala ulang 25 tahun = 109,4 m³/det, kala ulang 50 tahun = 114,9 m³/det, kala ulang 100 tahun = 119,6 m³/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 Saluwangko, Desa Tounelen, Kecamatan Kakas, Kabupaten Minahasa maka disarankan untuk menambahkan tinggi talud yang sudah ada di sepanjang STA +25 m hingga STA +200 m serta melakukan pembersihan secara berkala di sepanjang Sungai Saluwangko. Serta keterlibatan antara pemerintah daerah, instansi terkait, dan masyarakat setempat untuk mendukung kegiatan pemeliharaan dan pembersihan rutin di sepanjang badan sungai serta pembersihan talud dari vegetasi liar seperti semak belukar dan rumput yang dapat menghambat aliran air dan memperlemah struktur talud.

Referensi

- Amin, M., Ir Ridwan, Ms., Ir Iskandar Zulkarnaen, M., & Jurusan Teknik Pertanian, Ms. (2018). *PENGLOLAAN 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). *PENGLOLAAN 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.