



Analisis Debit Banjir Dan Tinggi Muka Air Sungai Salu Koya Kecamatan Tondano Selatan Kabupaten Minahasa

Nataniella D. Muaja^{#a}, Jeffry S. F. Sumarauw^{#b}, Liany A. Hendratta^{#c}

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

^anataniellamuaja021@student.unsrat.ac.id, ^bjeffrysumarauw@unsrat.ac.id, ^clianyhendratta@unsrat.ac.id

Abstrak

Sungai Salu Koya di Tondano, Minahasa, Sulawesi Utara, merupakan salah satu sungai utama yang berperan penting dalam ekosistem dan kehidupan masyarakat sekitar. Namun, tingginya curah hujan sering menyebabkan peningkatan debit air sungai yang berujung pada banjir, hal ini berdampak pada pemukiman warga, akses transportasi, serta lahan pertanian di sekitar bantaran sungai. Oleh karena itu, dilakukan analisis terhadap debit banjir dan tinggi muka air guna mengidentifikasi potensi risiko serta menentukan langkah penanggulangan yang tepat. Penelitian ini menggunakan metode *Log Pearson III* untuk perhitungan frekuensi hujan berdasarkan data curah hujan harian maksimum selama 15 tahun (2009–2023) dari empat pos hujan. Pemodelan hidrologi dilakukan menggunakan program *HEC-HMS* dengan metode *HSS-SCS* untuk hujan-aliran, *SCS Curve Number (CN)* untuk kehilangan air, dan metode *recession* untuk aliran dasar. Setelah dilakukan kalibrasi parameter model, hasil debit puncak dari berbagai kala ulang dimasukkan ke dalam program *HEC-RAS* untuk menganalisis elevasi tinggi muka air di penampang yang telah diukur. Hasil simulasi menunjukkan bahwa luapan terjadi pada seluruh kala ulang di setiap STA, kecuali pada STA 0+25 kala ulang 5 tahun.

Kata kunci: Sungai Salu Koya, debit puncak, tinggi muka air, HEC-HMS, HEC-RAS

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Sungai Salu Koya berperan penting bagi ekosistem serta kehidupan masyarakat di daerah sekitar. Intensitas curah hujan yang tinggi menyebabkan terjadinya peningkatan debit aliran yang menyebabkan terjadinya banjir di daerah sekitar sungai. Banjir ini berdampak pada kerusakan infrastruktur, terganggunya aksesibilitas, dan kerusakan lahan pertanian di sekitar Daerah Aliran Sungai (DAS).

Oleh karena itu, diperlukan analisis terhadap debit banjir dan elevasi tinggi muka air untuk mengantisipasi risiko serta mengurangi dampak yang merugikan masyarakat.

1.2. Rumusan Masalah

Tingginya intensitas curah hujan menyebabkan meluapnya air sungai yang berdampak pada kerusakan pada pemukiman, jalan, dan pertanian di daerah sekitar. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis debit banjir dan tinggi muka air pada sungai Salu Koya.

1.3. Batasan Penelitian

1. Titik tinjau terletak pada Sungai Salu Koya, Kecamatan Tondano Selatan, Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara dengan jarak 200 meter dari titik kontrol ke arah hulu
2. Data hujan yang digunakan yaitu Data Hujan Harian maksimum
3. Kala ulang rencana yang digunakan yaitu kala ulang 5, 10, 25, 50, 100 tahun.

4. Analisis Perhitungan menggunakan aplikasi *HEC-HMS* untuk Analisa Hidrologi Debit Banjir dan Perhitungan menggunakan aplikasi *HEC-RAS* untuk Analisa Hidraulika menghitung tinggi muka air.

1.4. Tujuan Penelitian

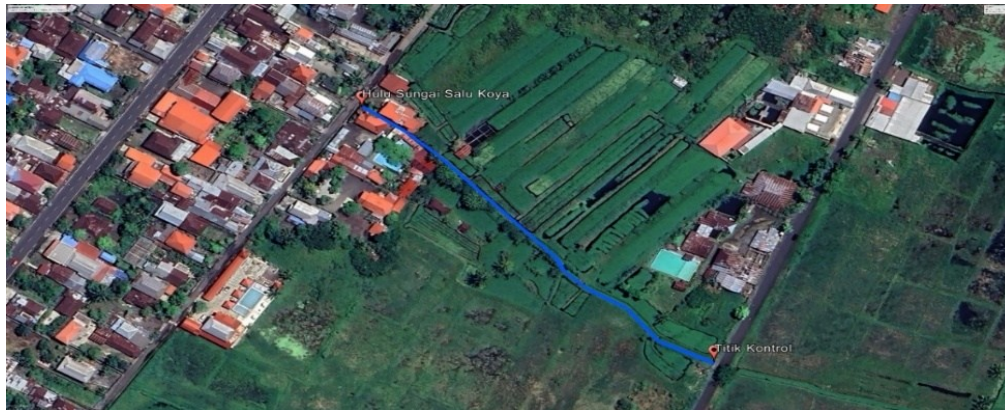
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya debit banjir dengan berbagai kala ulang yang digunakan serta mengetahui elevasi tinggi muka air terhadap penampang pada Sungai Salu Koya, Minahasa.

1.5. Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan agar supaya dapat menjadi bahan tinjauan dan informasi bagi instansi terkait yang berwenang untuk melakukan penanggulangan banjir di Sungai Salu Koya.

1.6. Lokasi Penelitian

Sungai Salu Koya terletak di Kecamatan Tondano Selatan, Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara. Titik Kontrol penelitian ini terletak pada koordinat $1^{\circ}17'53.42''$ Lintang Utara dan $124^{\circ}53'28.31''$ Bujur Timur.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (*Google Earth*)

2. Tahap Penelitian

Tahap penelitian digambarkan dalam alur yang ditunjukkan pada Gambar 2.

3. Kajian Literatur

3.1. Daerah Aliran Sungai (DAS)

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 topografi dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan (SNI 2415;2016).

3.2. Analisis Curah Hujan

Curah hujan rata-rata yang diperoleh dari hasil pengukuran hujan di beberapa stasiun pengukuran sangat penting dalam perencanaan dan pengelolaan sumber daya air. Salah satu metode yang digunakan untuk menghitung curah hujan rata-rata ini adalah metode Poligon *Thiessen*. Metode ini dianggap efektif karena dapat mengoreksi kedalaman hujan berdasarkan luas daerah yang diwakili oleh masing-masing stasiun, sehingga menghasilkan estimasi yang lebih akurat dan representatif. Metode Poligon *Thiessen* dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

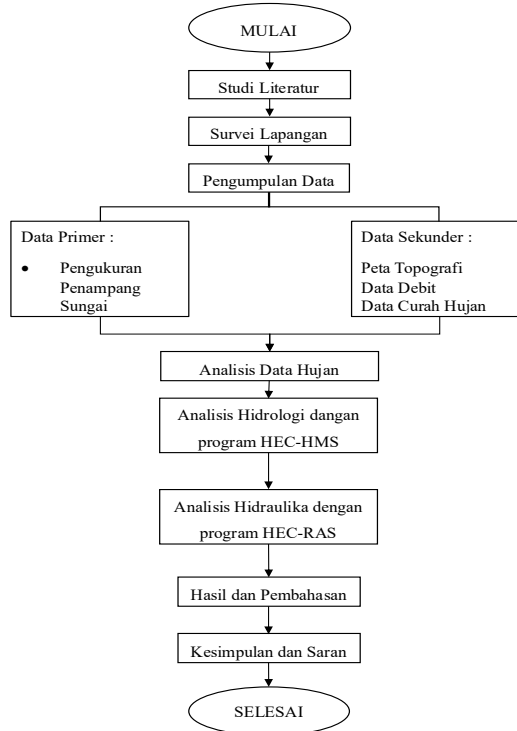
$$\bar{R} = \frac{A_1 R_1 + A_2 R_2 + \dots + A_n R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (1)$$

dengan :

\bar{R} = Curah hujan rata-rata

R_1, R_2, \dots, R_n = Curah hujan di tiap titik pengamatan dan n adalah jumlah titik-titik pengamatan

A_1, A_2, \dots, A_n = Luas daerah yang mewakili tiap stasiun pengamatan



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

3.3. Analisis data outlier

Data *Outlier* adalah data yang menyimpang terlalu tinggi dan terlalu rendah.

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 sekaligus koreksi data.

Rumus yang digunakan:

$$\overline{\log x} = \frac{\sum \log x}{n} \quad (2)$$

$$S_{log} = \sqrt{\frac{\sum (\log x - \overline{\log x})^2}{N-1}} \quad (3)$$

$$Cs_{log} = \frac{N}{(N-1)(N-2)S_{log}^3} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3 \quad (4)$$

$$\bullet \text{ Outlier tinggi: } \log_{x_h} = \overline{\log x} + Kn \cdot S_{log} \quad (5)$$

$$\bullet \text{ Outlier rendah : } \log_{x_l} = \overline{\log x} - Kn \cdot S_{log} \quad (6)$$

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 K_n dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

Untuk nilai C_{slog} lebih dari 0,4:

$$K_n = (-0,62201) + (6,28446 \times N^{1/4}) - (2,49835 \times N^{1/2}) + (0,491436 \times N^{3/4}) - (0,037911 \times N) \quad (7)$$

Untuk nilai C_{slog} kurang dari -0,4:

$$K_n = (-3,62201) + (6,28446 \times n^{1/4}) - (2,49835 \times n^{1/2}) + (0,491436 \times n^{3/4}) - (0,037911 \times n) \quad (8)$$

3.4. 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:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (9)$$

dengan:

\bar{X} = Nilai rata-rata

N = Jumlah data

x_i = Nilai varian

b) Simpangan Baku (*Standar Deviasi*)

Secara umum, ukuran dispersi yang paling sering digunakan adalah deviasi standar. 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.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (10)$$

dengan:

S = Standar Deviasi

\bar{X} = Nilai rata-rata

N = Jumlah data

x_i = Nilai varian

c) Koefisien Variasi (C_v)

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

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} \quad (11)$$

dengan:

C_v = Koefisien Variasi

S = Standar deviasi

\bar{X} = Nilai rata-rata

d) Koefisien *Skewness* (C_s)

Kemencengan (*skewness*) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidaksimetrisan (*asymmetry*) dari suatu bentuk distribusi.

$$C_s = \frac{N}{(N-1)(N-2)S^3} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3 \quad (12)$$

dengan:

C_s = Koefisien Kemencengan

S = Standar Deviasi

\bar{X} = Nilai rata-rata

N = Jumlah data

x_i = Nilai varian

e) Koefisien Kurtosis (C_k)

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

$$C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4 \quad (13)$$

dengan:

C_k = Koefisien Kurtosis

S = Standar deviasi

\bar{X} = Nilai rata-rata

N = Jumlah data

x_i = Nilai varian

3.5. Pemilihan Distribusi Probabilitas

Parameter – parameter yang digunakan sebagai langkah awal penentuan tipe distribusi adalah C_s , C_v , C_k . Kriteria pemilihan untuk tiap tipe distribusi berdasarkan parameter statistik adalah sebagai berikut:

1. Tipe distribusi Normal

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

2. Tipe distribusi Log Normal

$$C_s \approx 3 C_v$$

3. Tipe distribusi Gumbel

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

Bila kriteria ketiga sebaran di atas tidak memenuhi, kemungkinan tipe sebaran yang cocok adalah:

4. Tipe distribusi *Pearson III*

5. Tipe distribusi *Log Pearson III*

Persamaan distribusi *Log-Pearson Type III*:

$$\log X = \overline{\log X} + K_{TR, CS} \cdot S_{\log x} \quad (14)$$

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 Type III*.

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

3.6. Debit Banjir Rencana

Pemodelan Hujan aliran 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*. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan yaitu metode Analisis Regional.

3.7. Hidrograf Satuan Sintesis *Soil Conservation Services (SCS)*

Hidrograf tidak berdimensi *SCS (Soil Conservation Services)* adalah hidrograf satuan sintetis dimana debit dinyatakan sebagai nisbah debit q terhadap debit puncak q_p dan waktu dalam nisbah waktu t terhadap waktu naik dari hidrograf satuan T_p (USDA, 1972).

Parameter-parameter *SCS*:

$$T_1 = \frac{L^{0,8}(2540-22,86 CN)^{0,7}}{14,104 CN \times S^{0,5}} \quad \text{Untuk luas DAS} < 16 \text{ km}^2 \quad (15)$$

$$T_1 = 0,6 T_c \quad \text{Untuk luas DAS} \geq 16 \text{ km}^2 \quad (16)$$

$$T_p = \frac{T_r}{2} + T_1 \quad (17)$$

$$Q_p = \frac{2,08 \times A}{T_p} \quad (18)$$

$$T_b = \frac{8}{3} T_p \quad \text{Untuk luas DAS} < 2 \text{ km}^2 \quad (19)$$

$$T_b = 5 \frac{s}{d} 20 T_p \quad (20)$$

Menghitung *Time of Concentration* (T_c) :

$$T_c = \frac{0.606 (L \cdot N)^{0.467}}{S^{0.234}} \quad (21)$$

dengan:

T_c = Waktu Konsentrasi (jam)

L = Panjang Sungai utama terhadap titik kontrol yang ditinjau (km)

S = Kemiringan lahan antara elevasi maksimum dan minimum

n = Koefisien kekesaran lahan

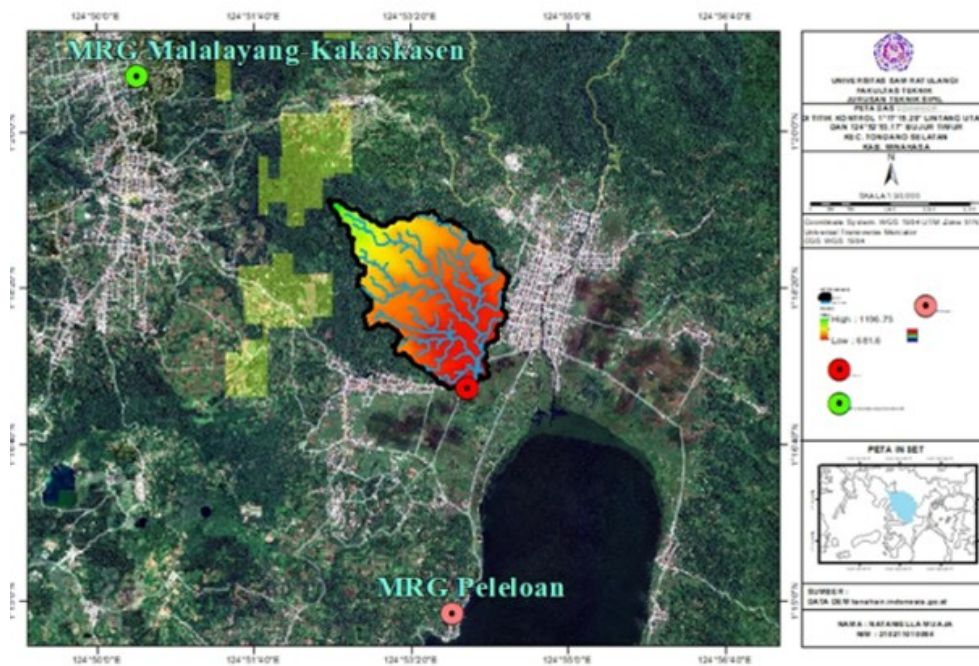
3.8. Analisis Tinggi Muka Air

Analisis Tinggi muka air menggunakan program komputer *HEC-RAS* membutuhkan data masukan 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)

Analisa daerah aliran sungai (DAS) dilakukan untuk mengetahui luas DAS Salu Koya. Perhitungan DAS dilakukan dengan bantuan *Software ArcMap* 10.8 dengan menggunakan data *DEM* dari website www.tanahair.go.id. Sehingga diperoleh luas DAS Salu Koya sebesar 7,48 km^2 .



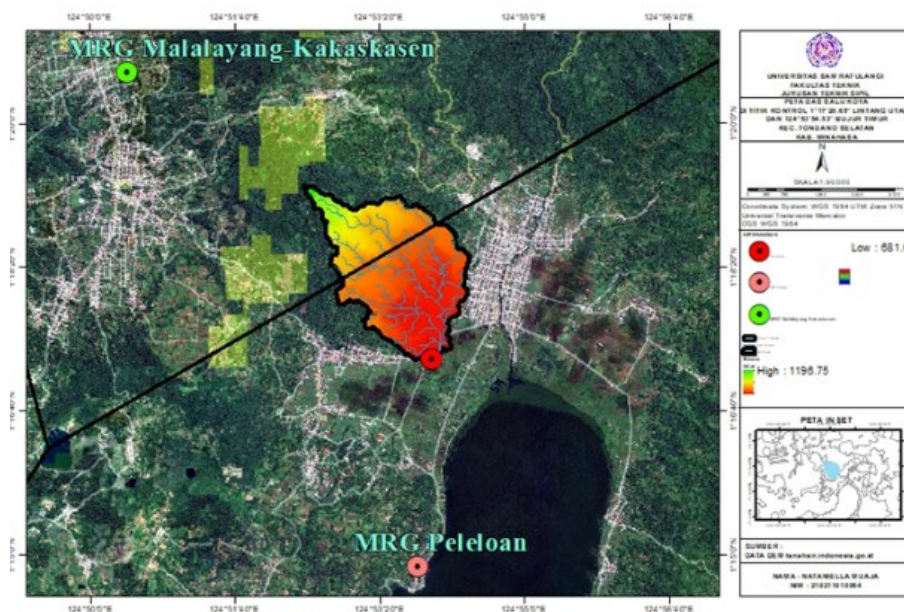
Gambar 3. DAS Salu Koya (*ArcGIS* 10.8, Data *DEM* www.tanahair.go.id)

4.2 Analisis Curah Hujan

Analisis curah hujan DAS Salu Koya dilakukan dengan menggunakan data curah hujan harian maksimum yang bersumber dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi I dengan periode pencatatan tahun 2009 sampai dengan tahun 2023. Analisis pos hujan yang berpengaruh di DAS dilakukan dengan menggunakan Poligon *Thiessen*. Hasil analisis Poligon *Thiessen* didapatkan bahwa pos hujan yang berpengaruh di DAS hanya 2 pos hujan yaitu Pos Hujan MRC Malalayang-Kakaskasen dan Klimatologi Peleloan.

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

No	Tahun	Pos Hujan	
		Malalayang - Kakaskasen (mm)	Peleloan (mm)
1	2009	38.00	43.00
2	2010	65.00	67.20
3	2011	92.00	90.90
4	2012	42.00	69.80
5	2013	157.00	66.50
6	2014	145.00	110.50
7	2015	204.00	64.90
8	2016	95.00	115.50
9	2017	96.00	160.20
10	2018	100.00	126.50
11	2019	104.00	157.30
12	2020	76.00	157.30
13	2021	165.00	106.10
14	2022	83.00	99.80
15	2023	76.00	118.40



Gambar 4. Poligon Thiessen pada DAS Salu Koya (ArcGIS 10.8, Data DEM www.tanahair.go.id)

4.3 Analisis Uji Data Outlier

Hasil uji *Outlier* data hujan harian maksimum pos hujan MRG Malalayang-Kakaskasen dan Klimatologi Peleloan menunjukkan tidak ada data curah hujan yang menyimpang terlalu tinggi dan terlalu rendah.

4.4 Penentuan Tipe Distribusi Hujan

Tabel 2. Penentuan Jenis Sebaran Data

Tipe Sebaran	Syarat Parameter Statistik	Parameter Statistik	Keterangan
		Data Pengamatan	
Normal	$C_s = 0$	-0.862	Tidak memenuhi
	$C_k = 3$	3.569	
Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3 \cdot C_v$	0.860	Tidak memenuhi
	$C_k = C_v^8 + 6 \cdot C_v^6 + 15 \cdot C_v^4 + 16 \cdot C_v^2 + 3 = 4,43$	3.569	
Gumbel	$C_s = 1,14$	-0.862	Tidak memenuhi
	$C_k = 5,40$	3.569	
Log Pearson III	Bila tidak ada parameter statistik yang sesuai dengan ketentuan	-	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-type III*.

4.5 Analisis Curah Hujan Rencana

Analisis curah hujan rencana dengan tipe sebaran *Log-Pearson type III* diperlukan perhitungan parameter statistik yaitu nilai $S_{log}x$, dan data dalam bentuk log. Nilai CS_{log} juga diperlukan untuk mencari nilai K. Maka dilakukan juga perhitungan parameter statistik.

Kala ulang terdapat pada tabel nilai K_T untuk Koefisien kemencengan negatif yang ditentukan dengan menggunakan nilai $CS_{log}x$ dan kala ulang dalam tahun.

Nilai K tiap kala ulang adalah sebagai berikut:

5 Tahun	: 0,946
10 Tahun	: 1,581
25 Tahun	: 2,420
50 Tahun	: 3,295
100 Tahun	: 4,229

Berikut ini merupakan hasil perhitungan untuk kala ulang curah hujan rencana:

Tabel 3. Curah Hujan Rencana

Kala Ulang	Curah Hujan (mm)
5 Tahun	136.15
10 Tahun	169.20
25 Tahun	225.60
50 Tahun	304.44
100 Tahun	419.30

4.6 Pola Distribusi Hujan Jam-jaman

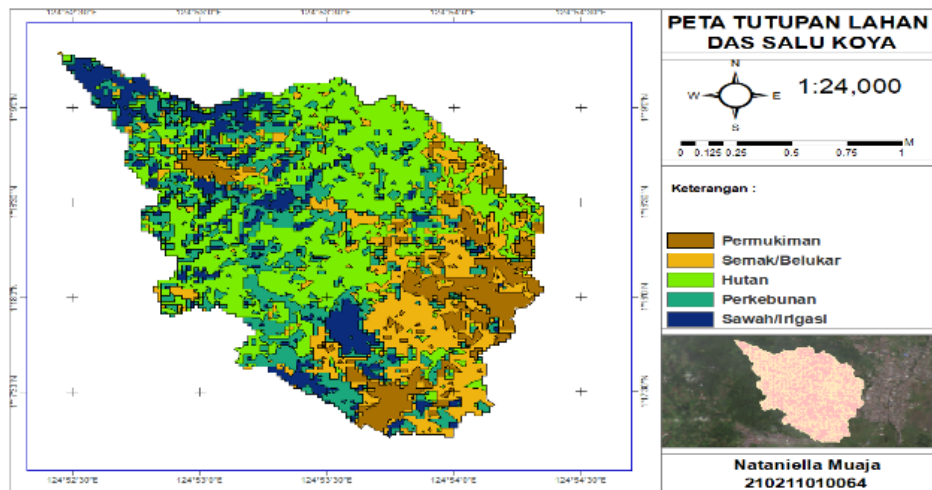
Dalam penelitian ini digunakan pola hujan Kota Manado, Minahasa dan sekitarnya. Pola distribusi hujan jam-jaman di Kota Manado dan sekitarnya terjadi dalam waktu 8-10 jam (Sumaraw, 2017). Perhitungan dilakukan dengan mengalikan besar hujan tiap kala ulang ke tiap persentase distribusi hujan. Hasil perhitungan untuk tiap kala ulang adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Distribusi Hujan Rencana Tiap Kala Ulang

Jam Ke	Kala Ulang (Tahun)				
	P (mm)				
	5	10	25	50	100
1	69.20	86.00	114.67	154.75	213.13
2	34.27	42.59	56.78	76.63	105.54
3	11.76	14.62	19.49	26.30	36.23
4	6.71	8.34	11.12	15.01	20.67
5	3.99	4.96	6.61	8.92	12.29
6	1.84	2.28	3.05	4.11	5.66
7	3.31	4.11	5.48	7.40	10.19
8-10	1.69	2.10	2.80	3.78	5.199
Total	132.77	165.01	220.00	296.89	408.90

4.7 Perhitungan nilai SCS Curve Number (CN)

Nilai CN ditentukan melalui jenis tutup lahan dan jenis tanah pada DAS. Nilai CN rata – rata untuk DAS Salu Koya didapat dengan menjumlahkan hasil kali antara nilai CN tiap tutup lahan dengan persentase luas lahan terhadap luas total. Maka didapatkan Nilai CN rata-rata DAS Salu Koya adalah 81,06.



Gambar 5. Peta Tutupan Lahan DAS Salu Koya (*ArcGIS 10.8*, Data *DEM* www.tanahair.go.id)

Tabel 6. Perhitungan Nilai *CN* Rata-rata DAS Salu Koya

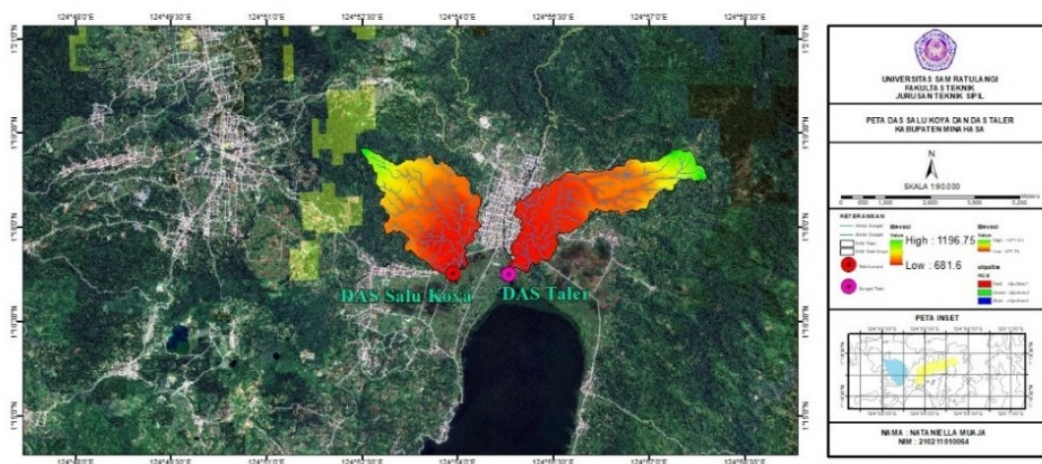
Jenis Tutupan Lahan	Luas km ²	Persentase (%)	CN tiap lahan	CN
Permukiman	0.81	10.86	91	9.89
Semak/Belukar	1.53	20.50	79	16.20
Hutan	2.62	35.04	77	26.98
Perkebunan	1.68	22.47	83	18.65
Sawah/Irigasi	0.83	11.13	84	9.35
Jumlah	7.48	100.00		81.06

4.8 Analisis Debit Banjir Rencana

Pemodelan hujan aliran pada 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*.

4.8.1 Metode Analisis Regional

Kalibrasi Parameter *HSS-SCS* perlu dilakukan untuk mencari nilai parameter *HSS-SCS* teroptimasi dengan membandingkan hasil simulasi *HEC-HMS* dengan data debit terukur. Data debit sungai yang digunakan sebagai perbandingan adalah data debit sungai Taler-Papakelan dengan luas DAS 7,85 km².

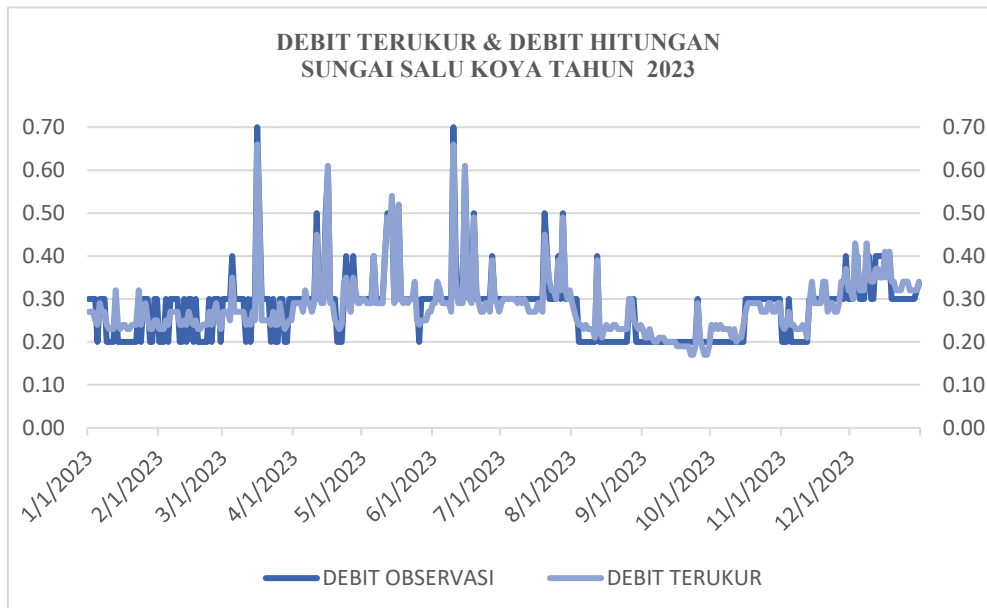


Gambar 6. Peta Topografi DAS Salu Koya dan DAS Taler-Papakelan (*ArcGIS 10.8*, Data *DEM* www.tanahair.go.id)

Hasil simulasi menggunakan aplikasi *HEC-HMS* dilakukan *trial and error* pada parameter yang ada sehingga debit hasil akan memenuhi kebutuhan. Berikut ini merupakan Parameter-parameter dari hasil Kalibrasi:

Tabel 7. Parameter-Parameter hasil Kalibrasi

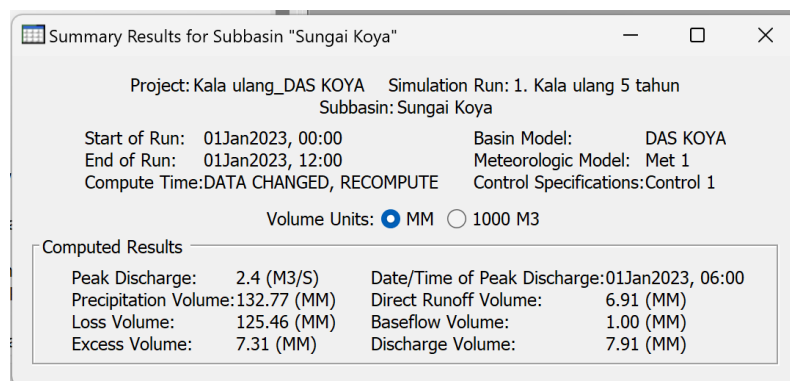
<i>CN</i>	40
<i>Recesion constant</i>	0.1
<i>Ratio to Peak</i>	0.3
<i>Initial Discharge</i>	0.28
<i>Lag Time</i>	160



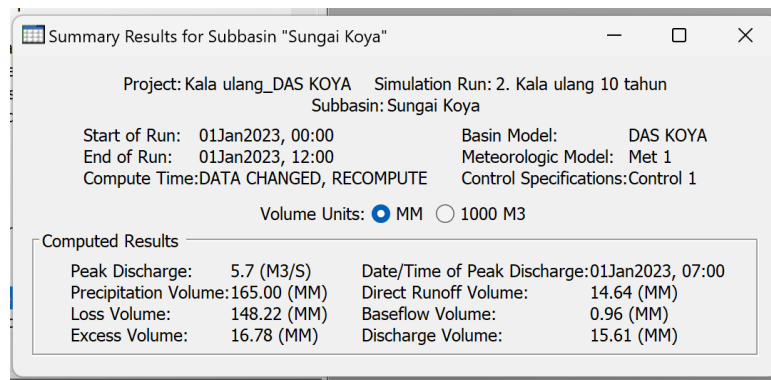
Gambar 7. Grafik Debit Hasil Hitungan dan Debit Terukur

4.9 Simulasi Debit Banjir menggunakan Program *HEC-HMS*

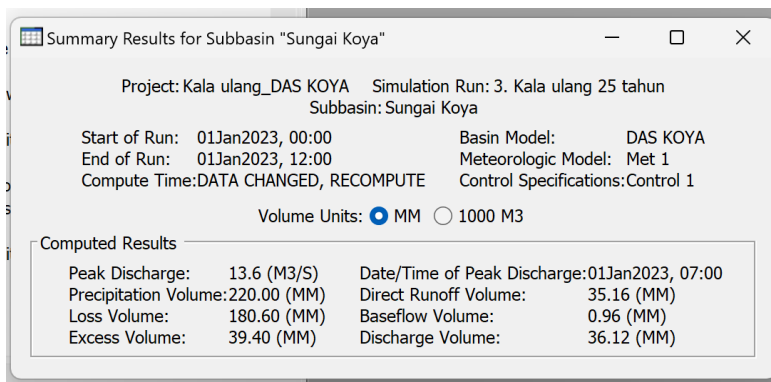
Seluruh parameter yang telah dikalibrasi akan digunakan sebagai acuan pada komponen sub-DAS dalam perhitungan debit banjir. Berdasarkan data hujan rencana dengan interval jam-jaman yang telah dihitung, diperoleh hasil simulasi menggunakan program komputer *HEC-HMS* sebagai berikut:



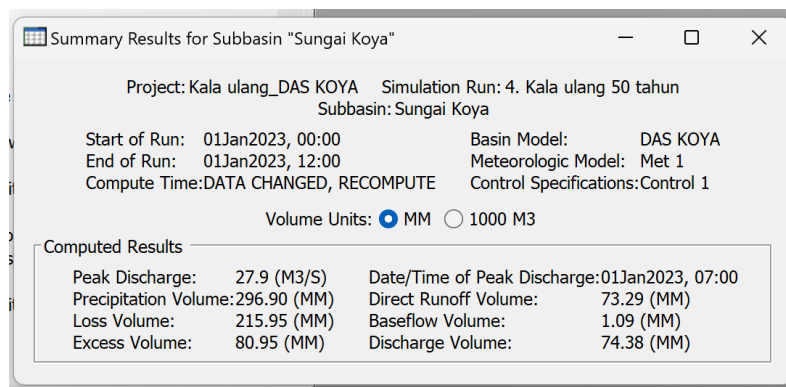
Gambar 8. Summary Result Kala Ulang 5 tahun



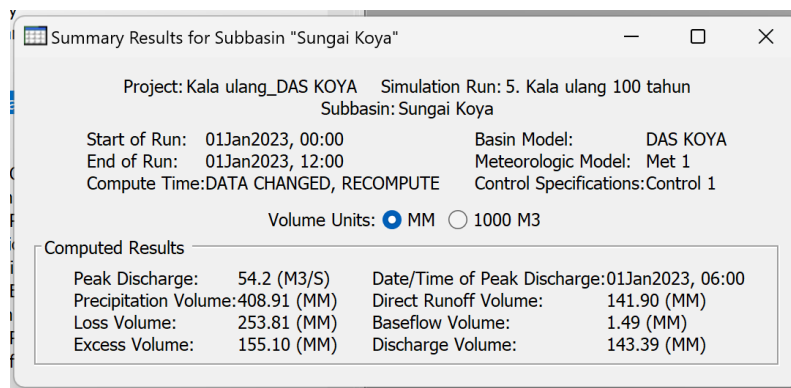
Gambar 9. Summary Result Kala Ulang 10 tahun



Gambar 10. Summary Result Kala Ulang 25 tahun



Gambar 11. Summary Result Kala Ulang 50 tahun



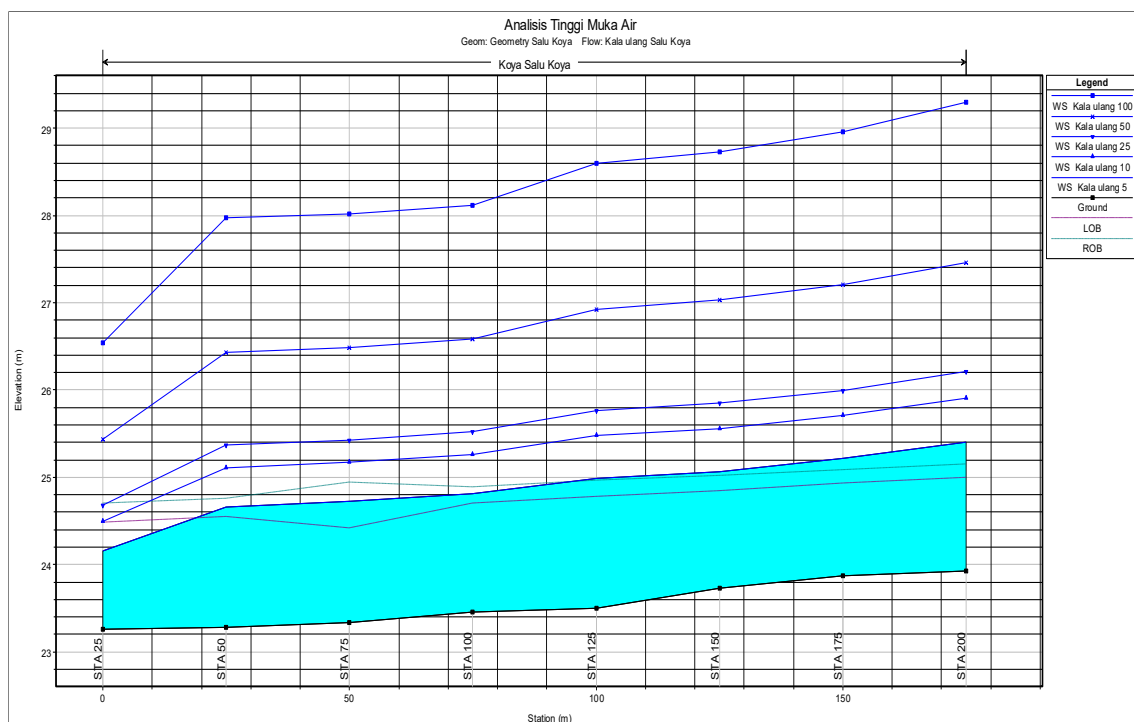
Gambar 12. Summary Result Kala Ulang 100 tahun

Tabel 8. Debit Puncak Setiap Kala Ulang

Kala Ulang	Debit (m ³ /det)
5 Tahun	2.40
10 Tahun	5.70
25 Tahun	13.60
50 Tahun	27.90
100 Tahun	54.20

4.10 Simulasi Tinggi Muka Air menggunakan Program HEC-RAS

Analisis Hidraulika menggunakan program komputer *HEC-RAS* dilakukan dengan data masukkan yaitu data debit puncak dari perhitungan *HSS-SCS* yang diolah menggunakan program komputer *HEC-HMS*, dan data penampang sungai serta koefisien kekasaran saluran (nilai “n” *manning*). Hasil simulasi menggunakan program komputer *HEC-RAS* menunjukkan bahwa luapan terjadi pada seluruh kala ulang di setiap STA, kecuali pada STA 0+25 kala ulang 5 tahun.

**Gambar 13.** Potongan Memanjang Rangkuman Tinggi Muka Air Sungai Salu Koya

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Debit banjir yang terjadi untuk kala ulang 5 tahun = 2,40 (m³/det), kala ulang 10 tahun = 5,70 (m³/det), kala ulang 25 tahun = 13,60 (m³/det), kala ulang 50 tahun = 27,90 (m³/det), kala ulang 100 tahun = 54,20 (m³/det).

Hasil simulasi menggunakan program komputer *HEC-RAS* menunjukkan bahwa luapan terjadi pada seluruh kala ulang di setiap STA, kecuali pada STA 0+25 kala ulang 5 tahun.

5.1 Saran

Setelah dilakukan analisis terhadap debit banjir menggunakan program komputer *HEC-HMS* dan tinggi muka air menggunakan program komputer *HEC-RAS* pada sungai Salu Koya kecamatan Tondano Selatan, Kabupaten Minahasa. Maka disarankan untuk menambah tinggi

talud disepanjang STA 0+25 sampai STA 0+200 sehingga tidak akan terjadi luapan di sungai Salu Koya kecamatan

Referensi

- Brunner, G. W. (2010). *HEC-RAS river analysis system: hydraulic reference manual*. US Army Corps of Engineers, Institute for Water Resources, Hydrologic
- Chow, V. Te, Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1988). *Applied Hydrology*, MacGraw-Hill. Inc., New York, 572.
- Ersin, S. (1990). Dasar-dasar Hidrologi. *Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta*.
- Isa, M., Sumarauw, J., & Hendratta, L. (2020). Analisis Debit Banjir Dan Tinggi Muka Air Sungai Marisa Kecamatan Limboto Barat Kabupaten Gorontalo. *Jurnal Sipil Statik*, 8(4), 591–600.
- Hendratta, L. A., Laurentia, S. C., Deukkoo, K. O. H., Mangangka, I., Thambas, A., Sumanti, F., & Monica, L. L. (2024). *Tondano Lake Management-Environmental Issues and Integrated Counter Measurements*.
- Hendratta, L. A., Laurentia, S. C., Koh, D. K., Monica, L., & Ratu, Y. A. (2024). *Sedimentation Analysis Study In Lake Tondano Due to the Development of the Surrounding Area. The Open Civil Engineering Journal*.
- Kairupan, S., Sumarauw, J., & Hendratta, L. (2024). Analisis Kapasitas Penampang Terhadap Debit Banjir Anak Sungai Tikala Di Kompleks Jalan Manguni 17, Kelurahan Perkamil. In *Tahun* (Vol. 22, Issue 88).
- Kamase, M., Hendratta, L., & Sumarauw, J. (2017). Analisis Debit Dan Tinggi Muka Air Sungai Tondano Di Jembatan Desa Kuwil Kecamatan Kalawat. *Jurnal Sipil Statik*, 5, 175–185.
- Mambu, V., Sumarauw, J., & Hendratta, L. (2020). Analisis Debit Banjir Dan Tinggi Muka Air Sungai Taler Di Kelurahan Papakelan Kecamatan Tondano Timur Kabupaten Minahasa. *Jurnal Sipil Statik*, 8(4), 539–544.
- Nasional, B. S. (2016). Tata cara perhitungan debit banjir rencana. *SNI*, 2415, 2016.
- Sakudu, D., Sumarauw, J., & Mananoma, T. (2023). Kajian Pengendalian Banjir Di Sungai Kombi Desa Kombi Kabupaten Minahasa.
- Suadnya, D. P., Sumarauw, J. S. F., & Mananoma, T. (2017). Analisis Debit Banjir Dan Tinggi Muka Air Banjir Sungai Sario Di Titik Kawasan Citraland. *Jurnal Sipil Statik*, 5, 143–150.
- Sumarauw, J. (2017). Pola Distribusi Hujan Jam-Jaman Daerah Manado, Minahasa Utara Dan Minahasa. *Jurnal Sipil Statik*, 5(10), 669–678.
- Sumarauw, J. S. F., & Ohgushi, K. (2012). *Analysis on curve number, land use and land cover changes in the Jobaru River basin, Japan. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 7(7), 787-793.
- Supit, C. (2013). *THE IMPACT OF WATER PROJECTS ON RIVER HYDROLOGY*.
- Talumepa, M. Y., Tanudjaja, L., & Sumarauw, J. (2017). Analisis debit banjir dan tinggi muka air sungai Sangkub Kabupaten Bolaang Mongondow Utara. *Jurnal Sipil Statik*, 5(10), 699–710.
- Tampi, A., Sumarauw, J., & Supit, C. (2023). Analisis Tinggi Muka Air Banjir Sungai Paniki Di Desa Borgo, Tanawangko Kabupaten Minahasa.
- Triatmodjo, B. (2008). Hidrologi Terapan, Beta Offset. *Yogyakarta. Hal*, 195–273.
- USACE, H. E. C. (2016). *Hydrologic modeling system HEC-HMS, user's manual, version 4.2*. Davis, CA: USACE-HEC.
- USDA, S. C. S. (1972). *National engineering handbook, section 4: Hydrology. Washington, DC*, 127.