



## Analisis Debit Banjir Dan Luas Genangan Sugai Sario Di Titik Jembatan Kluster Brentwood Citraland Kabupaten Minahasa

Ni Nyoman S. I. Yanti<sup>#a</sup>, Jeffry S. F. Sumarauw<sup>#b</sup>, Liany A. Hendratta<sup>#c</sup>

<sup>#</sup>Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

<sup>a</sup>niyanti021@student.unsrat.ac.id, <sup>b</sup>jeffrysumarauw@unsrat.ac.id, <sup>c</sup>lianyhendratta@unsrat.ac.id

### Abstrak

Sungai Sario merupakan salah satu sungai utama di Kota Manado yang sering mengalami banjir saat curah hujan tinggi, terutama di kawasan Jembatan Kluster Brentwood Citraland, Kabupaten Minahasa. Penelitian ini bertujuan menganalisis debit banjir rencana dan luas genangan pada berbagai kala ulang di kawasan tersebut. Analisis hidrologi dilakukan menggunakan metode Log Pearson III berdasarkan data hujan harian maksimum tahun 2008–2024 dari Pos Hujan Malalayang-Tinoor, Malalayang-Kakaskasen, dan Tikala-Rumengkor. Pemodelan hujan–aliran dilakukan dengan HEC-HMS menggunakan metode HSS-SCS, SCS Curve Number (CN), dan recession, dengan parameter yang telah dikalibrasi sebelum simulasi debit banjir. Debit puncak hasil simulasi kemudian digunakan sebagai input HEC-RAS untuk menganalisis tinggi muka air dan luas genangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapasitas penampang Sungai Sario tidak mampu menampung debit banjir sehingga terjadi luapan. Luas genangan juga meningkat seiring bertambahnya kala ulang, dari 5 hingga 100 tahun.

*Kata kunci: Sungai Sario, banjir, debit banjir, tinggi muka air, luas genangan, HEC-HMS, HEC-RAS*

### 1. Pendahuluan

#### 1.1. Latar Belakang

Sungai Sario melintasi Kota Manado dan Kabupaten Minahasa sebagai saluran utama limpasan air hujan. Perubahan tata guna lahan di kawasan Citraland menyebabkan berkurangnya daerah resapan dan meningkatnya limpasan ke Sungai Sario. Banjir besar terjadi di Kluster Brentwood Citraland pada 15 Januari 2014 dan kembali pada Februari 2023 akibat curah hujan tinggi. Oleh karena itu, diperlukan analisis debit banjir dan luas genangan sebagai dasar upaya pengendalian banjir di kawasan tersebut.

#### 1.2. Rumusan Masalah

Diperlukan analisis mengenai meluapnya air sungai atau besaran debit banjir yang menyebabkan genangan dalam berbagai kala ulang di daerah Sungai Sario pada titik jembatan Kluster Brentwood Citraland.

#### 1.3. Batasan Penelitian

1. Titik Kontrol terletak di Jembatan kluster Brentwood Citraland Kabupaten Minahasa dengan jarak 200 m ke arah hulu.
2. Data hujan yang digunakan adalah data hujan harian maksimum.
3. Kala ulang rencana dibatasi pada 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun.
4. Analisis dihitung dengan menggunakan aplikasi (HEC-HMS) untuk menganalisis hidrologi

untuk mendapat besaran debit banjir dan (HEC-RAS) untuk analisis hidraulika dimana untuk menghitung tinggi muka banjir dan sebaran genangan.

#### 1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan di lakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui besaran debit banjir rencana dan menentukan sebaran genangan dalam berbagai kala ulang yang terjadi akibat debit banjir di sekitar Sungai Sario pada lokasi penelitian..

#### 1.5. Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan, hasil dari penelitian ini dapat menjadi sumber informatif bagi setiap orang serta menjadi solusi dan mengurangi risiko banjir hingga sebaran genangan yang terjadi di sekitar Sungai Sario tepatnya di jembatan Kluster Brentwood.

#### 1.6. Lokasi Penelitian

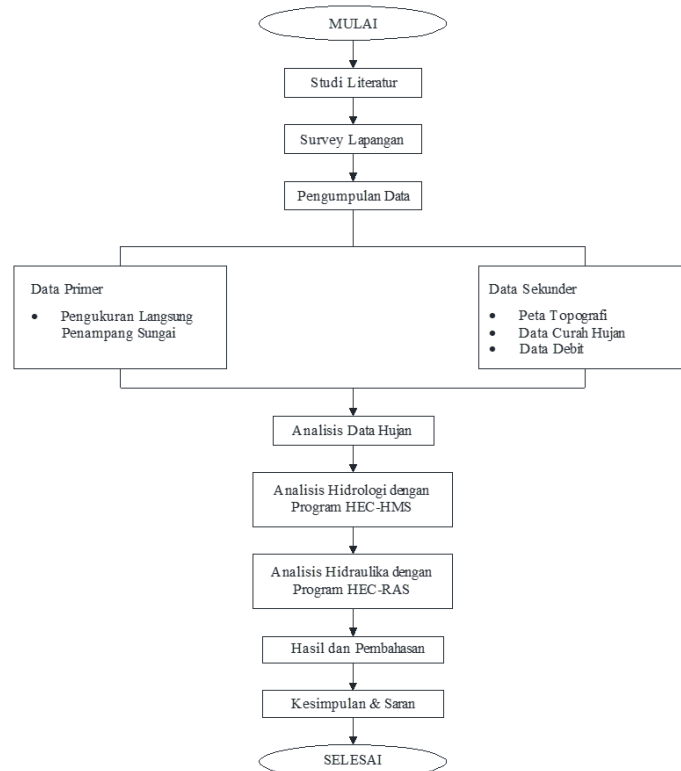
Sungai Sario terletak di Kelurahan Winangu atas Kecamatan Pineleng Kabupaten Minahasa Povinsi Sulawesi Utara. Titik tinjaunya terletak dijembatan Kluster Brentwood Citraland Kabupaten Minahasa. Titik kontrol yang di ambil untuk penelitian ini terletak di jembatan penghubung yang berada di Kluster Brentwood Citraland Kabupaten Minahasa. Dalam Geografi terletak pada  $1^{\circ}26'15,98''N$   $124^{\circ}50'56''E$  (berdasarkan estimasi umum area tersebut).



**Gambar 1.** Lokasi Penelitian (*Google Earth*)

## 2. Tahap Penelitian

Tahap penelitian digambarkan dalam alur yang ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Bagan Alir Penelitian

### 3. Kajian Literatur

#### 3.1. Siklus Hidrologi

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

#### 3.2. Daerah Aliran Sungai

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

#### 3.3. Analisis Curah Hujan

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

#### 3.4. Analisis Outlier

Data *outlier* adalah data yang secara statistik 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:

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

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

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

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

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

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.

#### 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) Kofisien 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*:

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

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. 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 (DAS) dilakukan untuk mengetahui luas DAS Sario. Perhitungan luas DAS dilakukan dengan bantuan program Software ArcMap 10.8, menggunakan DEM dari website <https://tanahair.indonesia.go.id/>, dan aplikasi Google Earth sehingga diperoleh luas DAS Sario Kabupaten Minahasa sebesar 17,1715 km<sup>2</sup>.





**Gambar 3.** DAS Sario Citraland

#### 4.2 Data Curah Hujan

Analisis curah hujan di DAS Sario menggunakan data curah hujan maksimum periode 2008–2024 dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi I. Penentuan pos hujan yang berpengaruh dilakukan dengan metode Poligon Thiessen, yang menunjukkan tiga pos hujan berpengaruh, yaitu Pos Hujan Malalayang-Tinoor, Pos Hujan Malalayang-Kakaskasen, dan Pos Hujan Tikala-Rumengkor..

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

| No. | Tahun | Pos Hujan Malalayang-Tinoor | Pos Hujan Malalayang - Kakaskasen | Pos Hujan Tikala-Rumengkor |
|-----|-------|-----------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| 1.  | 2008  | 74,1                        | 80                                | 82,1                       |
| 2.  | 2009  | 65,4                        | 38                                | 118,4                      |
| 3.  | 2010  | 101,7                       | 65                                | 104,5                      |
| 4.  | 2011  | 102,4                       | 92                                | 87,8                       |
| 5.  | 2012  | 96,8                        | 42                                | 111,5                      |
| 6.  | 2013  | 110,5                       | 157                               | 146,6                      |
| 7.  | 2014  | 184                         | 145                               | 183,0                      |
| 8.  | 2015  | 108,2                       | 204                               | 108,5                      |
| 9.  | 2016  | 90,3                        | 95                                | 76,2                       |
| 10. | 2017  | 156                         | 96                                | 96                         |
| 11. | 2018  | 108,1                       | 100                               | 78                         |
| 12. | 2019  | 120,3                       | 104                               | 44,2                       |
| 13. | 2020  | 134,4                       | 76,00                             | 72                         |
| 14. | 2021  | 156,4                       | 165,00                            | 113,5                      |
| 15. | 2022  | 79,6                        | 83,00                             | 76                         |
| 16. | 2023  | 126,2                       | 76,00                             | 73                         |
| 17. | 2024  | 126,2                       | 85,00                             | 98                         |

#### 4.3 Analisis Data Outlier

Setelah dilakukan uji *outlier*, tidak ada data hujan yang menyimpang terlalu tinggi dan terlalu rendah untuk Pos Hujan Malalayang-Tinoor dan Malalayang-Kakaskasen. Sedangkan pada pos hujan Tikala-Rumengkor dilakukan koreksi data karena ada data yang menyimpang.

#### 4.4 Penentuan Tipe Distribusi Hujan

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

**Tabel 2.** Penentuan Jenis Sebaran Data

| Tipe Sebaran    | Syarat Parameter Statistik                                                                      | Parameter Statistik Data Pengamatan | Keterangan |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------|
| Normal          | $C_s \approx 0$                                                                                 | 0,963                               | Tidak      |
|                 | $C_k \approx 3$                                                                                 | 3,965                               | Memenuhi   |
| Log Normal      | $C_s \approx C_v^3 + 3.C_v = 1,031$                                                             | 0,796                               | Tidak      |
|                 | $C_k \approx C_v^8 + C_v^6 + 25C_v^4 + 16C_v^2 + 3 = 4,948$                                     | 4,148                               | Memenuhi   |
| Gumbell         | $C_s \approx 1,14$                                                                              | 0,963                               | Tidak      |
|                 | $C_k \approx 5,40$                                                                              | 3,965                               | 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  $S_{\log x}$ ,  $K_{TR,CS}$ , 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  $C_{S\log}$  : 0,459 (kemencengan positif). Nilai  $K$  untuk tiap kala ulang diperoleh dengan interpolasi pada tabel  $K_T$  untuk koefisien kemencengan positif yang ditentukan dengan nilai  $C_{S\log}$ .

**Tabel 3.** Nilai  $C_{S\log}$  terhadap Kala Ulang

| $C_s$ | Periode Ulang/Kala Ulang (Tahun) |       |       |       |       |
|-------|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|
|       | 5                                | 10    | 25    | 50    | 100   |
| 0,5   | 0,808                            | 1,323 | 1,910 | 2,311 | 2,686 |
| 0,459 | 0,811                            | 1,321 | 1,898 | 2,290 | 2,657 |
| 0,4   | 0,816                            | 1,317 | 1,880 | 2,261 | 2,615 |

Berikut perhitungan hujan kala ulang 5 Tahun:

$$\log X_T = \log \bar{X} + K_{TR,CS} \cdot S_{\log} = 2,015 + 0,811 \times 0,107 = 2,102$$

$$X_T = 10^{2,020} = 126,674 \text{ mm}$$



**Tabel 4.** Nilai Curah Hujan Rencana

| Kala Ulang (Tahun) | Curah Hujan (mm) |
|--------------------|------------------|
| 5                  | 126,674          |
| 10                 | 143,610          |
| 25                 | 165,557          |
| 50                 | 182,382          |
| 100                | 199,613          |

#### 4.6 Pola Distribusi Hujan Jam-jaman

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

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

Perhitungan dilakukan dengan mengalikan besar hujan tiap kala ulang dari Tabel 4, ke tiap persentasi hujan. Hasil perhitungan untuk tiap kala ulang adalah sebagai berikut.

**Tabel 6.** Distribusi Hujan Rencana Tiap Kala Ulang

| Jam ke        | % Hujan    | Kala Ulang                   |                |                |                |                |
|---------------|------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|               |            | Hujan Rencana jam-jaman (mm) |                |                |                |                |
|               |            | 5                            | 10             | 25             | 50             | 100            |
| 1             | 50,83      | 64,388                       | 72,997         | 84,153         | 92,705         | 101,463        |
| 2             | 25,17      | 31,884                       | 36,147         | 41,671         | 45,905         | 50,242         |
| 3             | 8,64       | 10,945                       | 12,408         | 14,304         | 15,758         | 17,247         |
| 4             | 4,93       | 6,245                        | 7,080          | 8,162          | 8,991          | 9,841          |
| 5             | 2,93       | 3,712                        | 4,208          | 4,851          | 5,344          | 5,849          |
| 6             | 1,35       | 1,710                        | 1,939          | 2,235          | 2,462          | 2,695          |
| 7             | 2,43       | 3,078                        | 3,490          | 4,023          | 4,432          | 4,851          |
| 8             | 1,24       | 1,571                        | 1,781          | 2,053          | 2,262          | 2,475          |
| 9             | 1,24       | 1,571                        | 1,781          | 2,053          | 2,262          | 2,475          |
| 10            | 1,24       | 1,571                        | 1,781          | 2,053          | 2,262          | 2,475          |
| <b>Jumlah</b> | <b>100</b> | <b>126,674</b>               | <b>143,610</b> | <b>165,557</b> | <b>182,382</b> | <b>199,613</b> |

#### 4.7 Perhitungan Nilai SCS Curve Number

**Tabel 7.** Jenis dan Luas Tutupan Lahan DAS Sario

| Jenis Tutupan Lahan        | Luas Km <sup>2</sup> | Persentase (%) |
|----------------------------|----------------------|----------------|
| Hutan                      | 16,23111             | 94,51          |
| Kebun                      | 0,000164             | 0,00           |
| Pemukiman                  | 0,883443             | 5,14           |
| Padang rumput/Tanah Kosong | 0,008618             | 0,05           |
| Semak Belukar              | 0,050967             | 0,30           |
| <b>Total</b>               | <b>17,17</b>         | <b>100,00</b>  |

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

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

| Jenis Penutup Lahan DAS Sario<br>Citriland | Luas Km <sup>2</sup> | Persentase     | CN tiap tutupan<br>Lahan | CN            |
|--------------------------------------------|----------------------|----------------|--------------------------|---------------|
| Hutan                                      | 16,23111             | 94,51%         | 82                       | 77,496659     |
| Kebun                                      | 0,000164             | 0,00%          | 82                       | 0,000783      |
| Pemukiman                                  | 0,883443             | 5,14%          | 83                       | 4,269505      |
| Padang rumput/Tanah Kosong                 | 0,008618             | 0,05%          | 87                       | 0,0436563     |
| Semak Belukar                              | 0,050967             | 0,30%          | 77                       | 0,2285076     |
| <b>Total</b>                               | <b>17,17</b>         | <b>100,00%</b> |                          | <b>82,039</b> |

Nilai *CN* rata-rata untuk DAS Sario adalah 82,039

#### 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 Roong dengan data parameter DAS sebagai berikut:

$$L = 9,70095 \text{ km}$$

$$S = 0,12$$

$$CN = 82,039$$

Perhitungan dilakukan sebagai berikut:

$$T_l = 0,6 \times T_c = 0,6 \times 2,6171$$

$$T_l = 1,6 \text{ jam} = 94,215 \text{ menit}$$

Selanjutnya menghitung debit Sungai Sario dengan menggunakan metode analisis regional. Didapatkan data debit rata-rata Sungai Sario tahun 2021 adalah 0,795 m<sup>3</sup>/det. Debit ini yang akan digunakan sebagai *initial discharge* pada program komputer *HEC-HMS*.

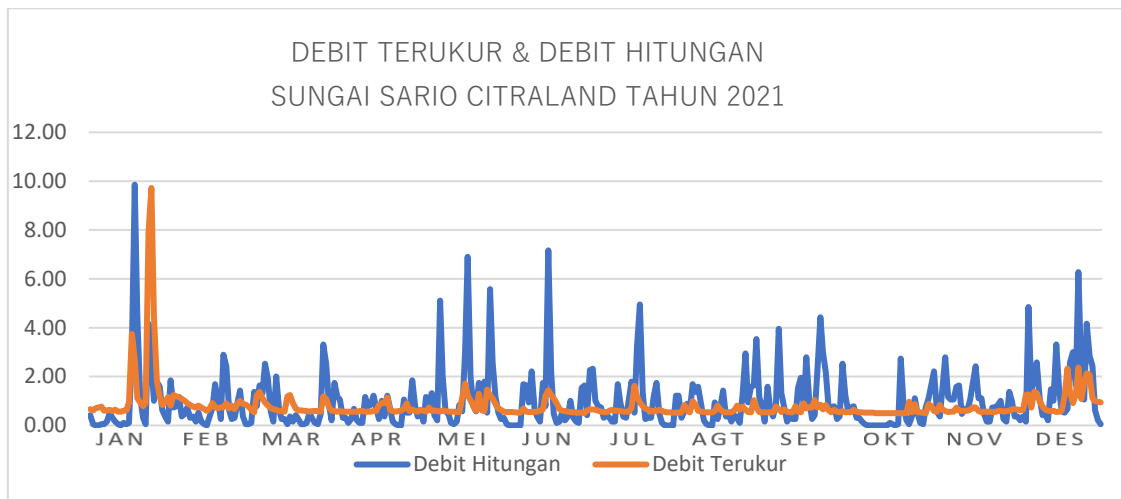
#### 4.9 Parameter Hasil Kalibrasi

Proses kalibrasi dilakukan dengan menyesuaikan parameter model hingga debit puncak hasil simulasi mendekati debit puncak hasil pengukuran. Karena hasil kalibrasi debit puncak terhitung adalah 19,5 m<sup>3</sup>/det dan debit puncak terukur 9,72 m<sup>3</sup>/det maka dilakukan perubahan parameter secara *trial and error* hingga debit hasil simulasi dianggap memenuhi ketentuan, yaitu debit puncak terhitung mendekati atau sama dengan debit puncak terukur.

**Tabel 9.** Parameter-parameter Hasil Kalibrasi

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| <i>CN</i>                 | 77,9  |
| <i>Recesiont Constant</i> | 0,1   |
| <i>Ratio To Peak</i>      | 0,3   |
| <i>Initian Discharge</i>  | 0,795 |
| <i>Lag Time</i>           | 105   |

Berdasarkan parameter-parameter di atas, terdapat hasil kalibrasi pada Gambar 4, yaitu debit puncak terhitung 9,85 m<sup>3</sup>/det mendekati debit puncak terukur 9,72 m<sup>3</sup>/det. Oleh karena itu, hasil kalibrasi debit puncak sudah dapat diterima.



**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:

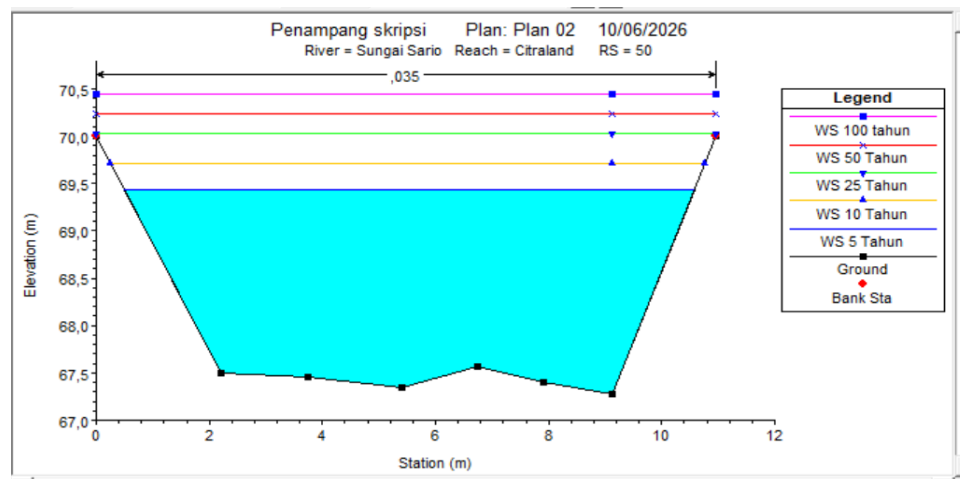
**Tabel 10.** Parameter-parameter Hasil Kalibrasi

| Kala Ulang (Tahun) | Debit (m <sup>3</sup> /det) |
|--------------------|-----------------------------|
| 5                  | 69,5                        |
| 10                 | 85,9                        |
| 25                 | 106,3                       |
| 50                 | 123,0                       |
| 100                | 140,3                       |

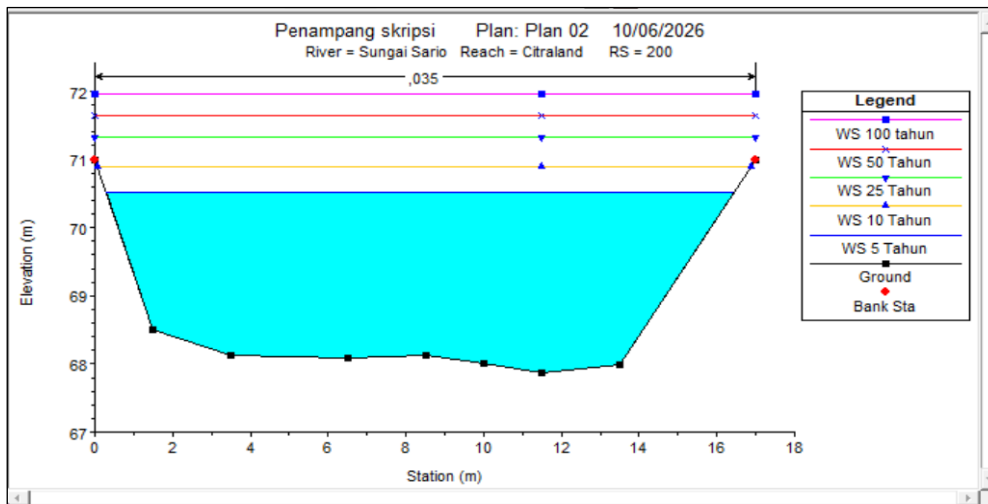
#### 4.10 Hasil Simulasi Tinggi Muka Air dengan Program Komputer *HEC-RAS*

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*).

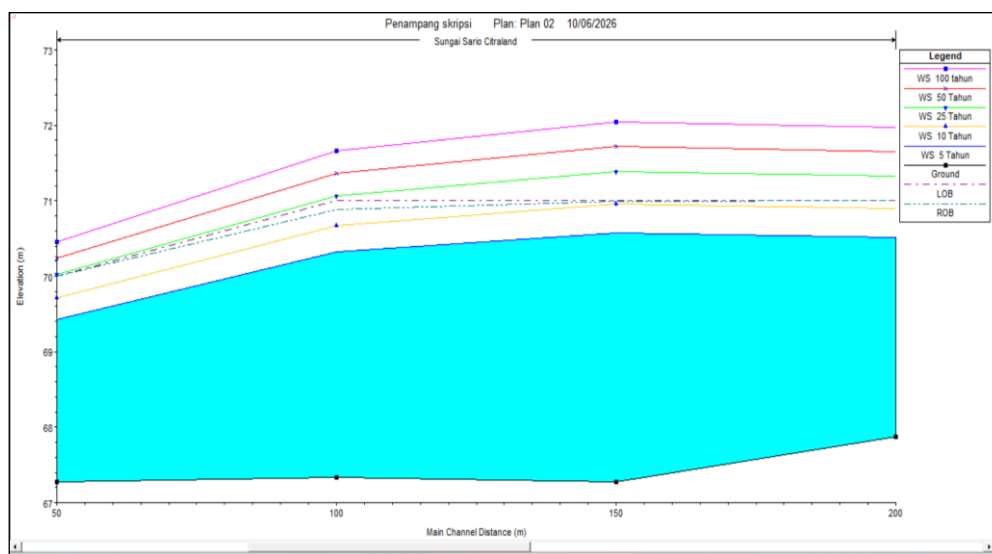
Berdasarkan dari hasil simulasi menunjukkan luapan air terjadi di seluruh STA 0+050 m sampai STA 0+200 m pada debit banjir pada kala ulang 25 tahun ( $Q_{25}$ ), 50 tahun ( $Q_{50}$ ) dan 100 tahun ( $Q_{100}$ ). Sementara itu, pada debit banjir kala ulang 5 tahun ( $Q_5$ ) dan kala ulang 10 tahun ( $Q_{10}$ ) tidak terjadi luapan pada seluruh STA.



**Gambar 5.** Rangkuman Tinggi Muka Air STA +50 m



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



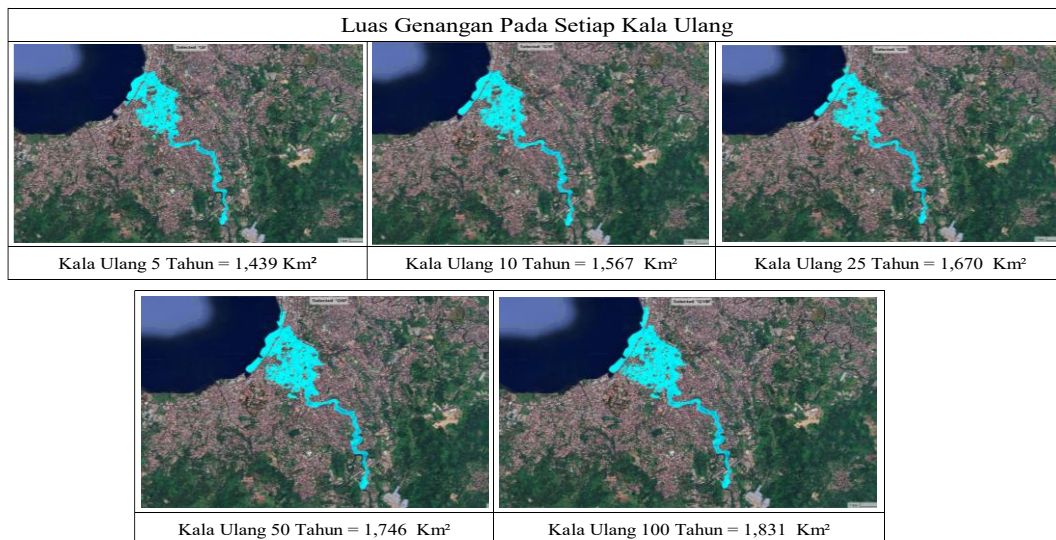
**Gambar 7.** Rangkuman Tinggi Muka Air Potongan Memanjang Sungai Sario Citraland

#### 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 berikut ini:

**Tabel 11.** Parameter-Parameter Hasil Kalibrasi

| Luas Genangan      |                 |
|--------------------|-----------------|
| Kala Ulang (Tahun) | km <sup>2</sup> |
| 5                  | 1,439           |
| 10                 | 1,567           |
| 25                 | 1,670           |
| 50                 | 1,746           |
| 100                | 1,831           |



**Gambar 8.** Perbandingan Luas Genangan Pada Setiap Kala Ulang

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis hidrologi, debit puncak banjir meningkat seiring bertambahnya kala ulang, yaitu 69,5 m<sup>3</sup>/detik (Q5), 85,9 m<sup>3</sup>/detik (Q10), 106,3 m<sup>3</sup>/detik (Q25), 123,0 m<sup>3</sup>/detik (Q50), dan 140,3 m<sup>3</sup>/detik (Q100). Hasil simulasi hidraulika menggunakan HEC-RAS menunjukkan terjadinya luapan pada STA 0+050, STA 0+100, STA 0+150, dan STA 0+200 untuk kala ulang 25, 50, dan 100 tahun. Luapan tersebut menyebabkan luas genangan meningkat dari 1,439 km<sup>2</sup> (Q5) menjadi 1,567 km<sup>2</sup> (Q10), 1,670 km<sup>2</sup> (Q25), 1,746 km<sup>2</sup> (Q50), dan 1,831 km<sup>2</sup> (Q100), sehingga menunjukkan bahwa semakin besar debit banjir, semakin luas genangan yang terjadi di daerah penelitian.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis hidrologi dan simulasi menggunakan HEC-HMS dan HEC-RAS, beberapa penampang Sungai Sario mengalami luapan yang berpotensi menyebabkan genangan. Oleh karena itu, diperlukan peningkatan kapasitas penampang sungai melalui peninggian atau perkuatan talud, terutama pada STA 0+050, STA 0+100, STA 0+150, dan STA 0+200.

## Referensi

- Adidarma, W. K., dan Tim. 2017. Review Hidrologi Bendungan Sutami dan Lahor. Malang: Perusahaan Umum Jasa Tirta I
- Balai Wilayah Sungai Sulawesi I. Data Debit Harian Sungai Sario, Manado.
- Nadia, K., Mananoma, T., & Tangkudung, H. (2019). Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Tembran di Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Sipil Statik*, 7(6), 703–710.
- Sri Harto. (1993). Analisis Hidrologi. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Suadnya, D. (2017). Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Sario Kawasan Citraland Menggunakan HEC-HMS dan HEC-RAS. *Jurnal Sipil Statik*, 5(3), 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., & 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.
- Triatmodjo, B. (2008). Hidrologi Terapan. Yogyakarta: Beta Offset.