



## Analisis Tinggi Muka Air Banjir Sungai Ponto Di Desa Ponto Kabupaten Minahasa Utara

Gloria A. Palit<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>gloriaangpalit@gmail.com, <sup>b</sup>jeffrysumarauw@unsrat.ac.id, <sup>c</sup>lianyhendratta@unsrat.ac.id

### Abstrak

Sungai Ponto adalah salah satu sungai yang berada di Kecamatan Wori, Kabupaten Minahasa Utara, Provinsi Sulawesi Utara. Sungai Ponto pernah meluap dan membanjiri kawasan pemukiman warga yang di lewati oleh sungai tersebut dan menyebabkan kerugian bagi warga yang tinggal di sekitar sungai. Oleh karena itu, dibutuhkan perhitungan debit banjir dan elevasi tinggi muka air dari Sungai Ponto. Analisis dimulai dengan mencari frekuensi hujan menggunakan metode Log Pearson III. Data hujan yang digunakan berasal dari dua pos hujan, yaitu pos hujan MRG Araren-Pinenek dan pos hujan MRG Talawaan. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan harian maksimum tahun 2008 s/d 2021. Pemodelan hujan aliran pada program komputer HEC-HMS menggunakan metode HSS Soil Conservation Services, dan untuk kehilangan air dengan SCS Curve Number (CN). Untuk aliran dasar (baseflow) menggunakan metode recession. Dilakukan kalibrasi parameter HSS SCS sebelum melakukan simulasi debit banjir dengan menggunakan uji debit puncak. Parameter yang dikalibrasi adalah lag time, curve number, recession constant, initial discharge dan ratio to peak. Untuk batasan setiap parameter disesuaikan dengan nilai standar pada program komputer HEC-HMS. Hasil uji debit puncak menunjukkan 5,9 m<sup>3</sup>/detik. Kemudian dilakukan analisis debit banjir dengan parameter terkalibrasi menggunakan program komputer HEC-HMS. Debit puncak hasil simulasi setiap kala ulang dimasukkan dalam program komputer HEC-RAS untuk simulasi elevasi tinggi muka air pada penampang. Hasil simulasi menunjukkan bahwa STA 0+025, STA 0+075, STA 0+100, STA 0+125, STA 0+150, STA 0+175, STA 0+200 tidak dapat menampung debit banjir untuk kala ulang 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun. Hanya STA 0+050 yang dapat menampung debit banjir untuk semua kala ulang rencana.

*Kata kunci: sungai Ponto, tinggi muka air, HEC-HMS, HEC-RAS*

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Sungai Ponto merupakan sungai yang berada di Desa Ponto Kecamatan Wori, Kabupaten Minahasa Utara. Di bantaran sungai Ponto merupakan wilayah yang rawan terjadi banjir yang diakibatkan karena aliran air berlebihan ketika terjadi hujan dengan intensitas yang tinggi dan melebihi kapasitas debit air pada penampang sungai yang tersedia sehingga air meluap dan mengakibatkan banjir di area pemukiman warga.

Melihat permasalahan banjir yang terjadi di sungai Ponto, maka perlu dilakukan pengendalian debit banjir di sungai tersebut. Dengan begitu hal tersebut dapat digunakan sebagai acuan untuk penanggulangan banjir di sungai Ponto.

### 1.2 Rumusan Masalah

Tingginya intensitas air hujan sehingga mengakibatkan meluapnya air yang menggenangi pemukiman warga serta rumah ibadah di daerah bantaran sungai desa Ponto sehingga perlu dilakukannya kajian dalam upaya pengendalian banjir.

### 1.3 Manfaat Penelitian

Adanya penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan informasi bagi pihak yang berwenang dalam melaksanakan pengendalian permasalahan banjir di sungai Ponto dan dapat menjadi referensi bagi penelitian yang lebih lanjut.

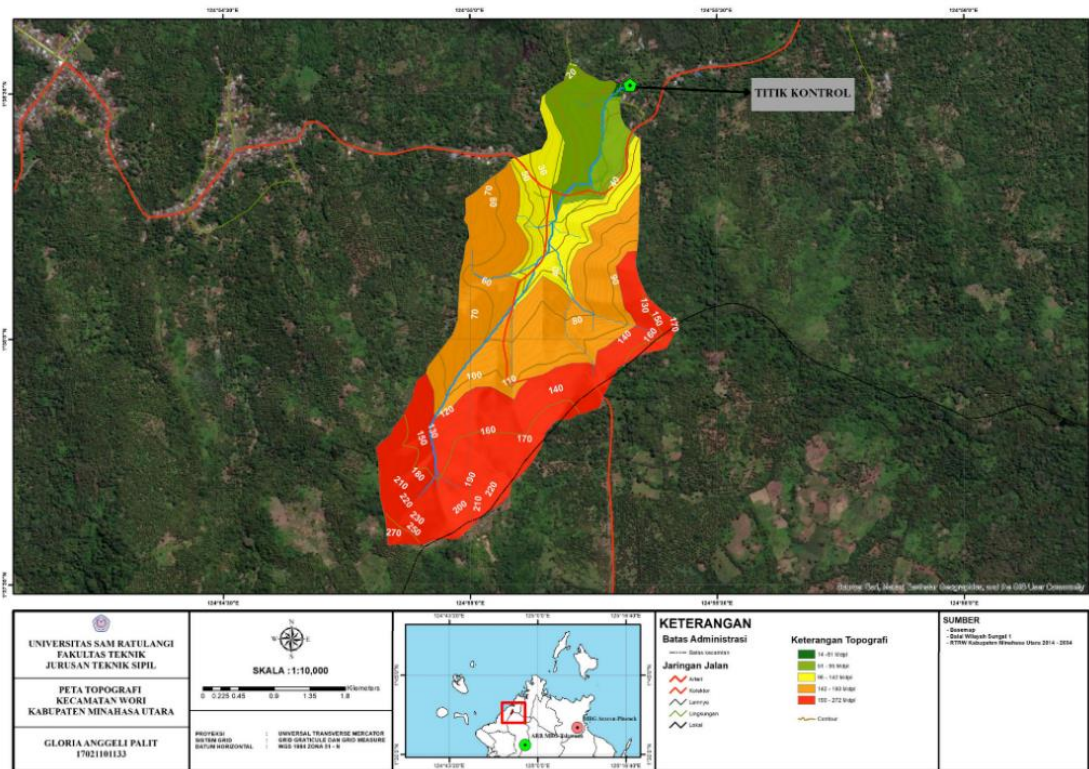
### 1.4 Batasan Penelitian

- Titik tinjau terletak pada jembatan dengan jarak 200 meter masing – masing 100 meter ke arah hulu dan 100 meter ke arah hilir.
- Analisis hidrologi menggunakan data curah hujan harian maksimum.
- Analisis menggunakan komputer HEC – HMS untuk analisis hidrologi dan HEC – RAS untuk analisis hidraulika.
- Kala ulang rencana dibatasi 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Lokasi Penelitian

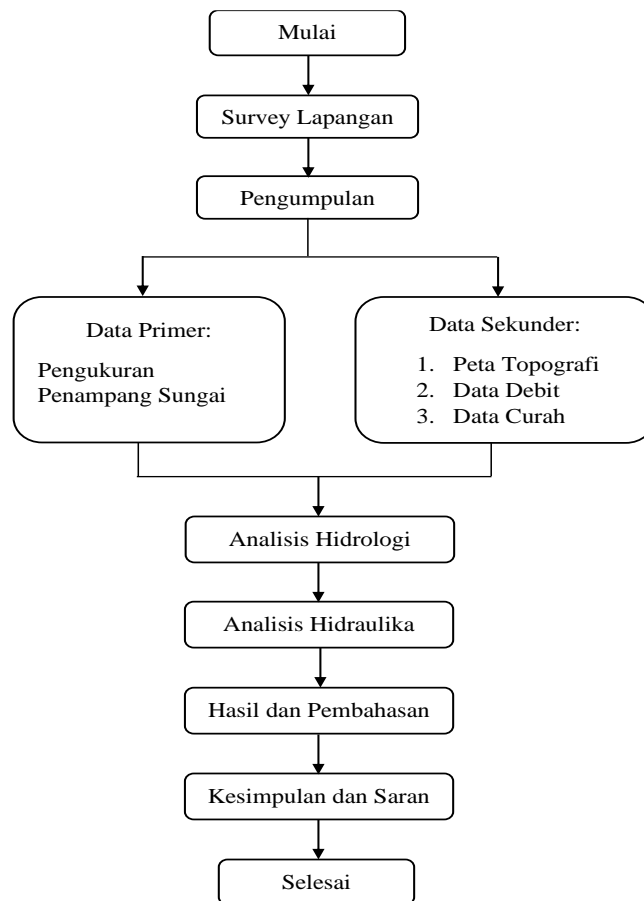
Sungai Ponto terletak di kecamatan wori kabupaten Minahasa utara, Provinsi Sulawesi Utara. Titik tinjau yang di ambil terletak di jembatan di samping gereja El – Shaday Ponto. Secara geografis terletak pada 1°38'29" Lintang Utara 124°55'14" Bujur Timur.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (ArcGIS 10.8 Data DEM [www.tanahair.com](http://www.tanahair.com))

### 2.2 Bagan Alir Penelitian

Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

### 3. Kajian Literatur

#### 3.1 Daur Hidrologi

Daur Hidrologi adalah sirkulasi air yang tidak pernah berhenti dari atmosfer ke bumi dan kembali lagi ke atmosfer melalui kondensasi, presipitasi, evaporasi, dan transpirasi.

#### 3.2 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah di mana semua airnya mengalir ke dalam suatu sungai yang dimaksudkan. Daerah ini umumnya dibatasi oleh batas topografi yang berarti ditetapkan berdasarkan pada aliran permukaan, dan bukan ditetapkan berdasar pada air bawah tanah karena permukaan air tanah selalu berubah sesuai dengan musim dan tingkat pemakaian.

#### 3.3 Analisis Data Outlier

Data *outlier* adalah data yang menyimpang terlalu tinggi ataupun terlalu rendah dari sekumpulan data. Uji *outlier* dilakukan untuk mengoreksi data sehingga baik untuk digunakan pada analisis selanjutnya. Uji data *outlier* mempunyai 3 syarat, yaitu :

1. Jika  $C_{slog} \geq 0,4$  maka : uji outlier tinggi, koreksi data, uji outlier rendah, koreksi data.
2. Jika  $C_{slog} \leq -0,4$  maka : uji outlier rendah, koreksi data, uji outlier tinggi, koreksi data.
3. Jika  $-0,4 < C_{slog} < 0,4$  maka : uji *outlier* tinggi atau rendah, koreksi data.

Rumus yang digunakan:

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

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

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

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

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

Dengan :

$Cs_{\text{log}}$  = Koefisien kemencengan

$S_{\text{log}}$  = Simpangan baku

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

$\text{Kn}$  = Nilai K (diambil dari *outlier test K value*) tergantung dari jumlah data yang dianalisis

$\text{Log } x_h$  = *Outlier* tinggi

$\text{Log } x_l$  = *Outlier* rendah

Nilai  $\text{Kn}$  dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

Untuk nilai  $Cs_{\text{log}} \geq 0,4$  :

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

Untuk nilai  $Cs_{\text{log}} \leq -0,4$  :

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

### 3.4 Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana adalah debit maksimum pada suatu sungai dengan periode ulang tertentu. Data yang dibutuhkan untuk menentukan debit banjir rencana antara lain data curah hujan, luas catchment area dan data penutup lahan. Debit banjir rencana biasa didapatkan dengan beberapa metode antara lain :

1. Metode Analisis Probabilitas Frekuensi Banjir.
2. Metode Rasional  $Q = C. I. A$
3. Metode Analisis Regional.
4. Metode Puncak Banjir di Atas Ambang.
5. Metode Empiris.
6. Metode Analisis Regresi.

Dalam tugas akhir ini akan digunakan metode empiris yaitu hidrograf satuan untuk menghitung besarnya debit banjir dengan bantuan program computer HEC-HMS.

### 3.5 Hidrograf Satuan Sintesis Soil Conservation Service (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  $T_p$ .

Untuk luas DAS  $\leq 16 \text{ km}^2$

$$T_1 = \frac{L^{0,8} (2540 - 22,86 \text{ CN})^{0,7}}{14,104 \text{ CN} \times s^{0,5}} \quad (8)$$

Untuk luas DAS  $\geq 16 \text{ km}^2$

$$T_1 = 0,6 T_c \quad (9)$$

$$T_p = \frac{T_r}{2} + T_1 \quad (10)$$

$$Q_p = \frac{2,08 \times A}{T_p} \quad (11)$$

Menghitung *Time of Concentration* ( $T_c$ ) :

$$T_c = \frac{0,606 (L.n)^{0,467}}{s^{0,234}} \quad (12)$$

Dimana:

$T_c$  = Waktu konsentrasi (jam)

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

$s$  = Kemiringan lahan antara elevasi maksimum dan minimum (m/m)

$n$  = Koefisien kekasaran lahan

#### 4. Hasil Dan Pembahasan

##### 4.1 Analisis Curah Hujan

Analisis curah hujan di DAS Ponto Wori dilakukan dengan menggunakan data curah hujan maksimum yang bersumber dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi I dengan periode pencatatan tahun 2008 sampai dengan tahun 2021. Pos hujan yang digunakan sebanyak 2 Pos Hujan MRG Araren Pinenek dan MRG Talawaan. Berikut merupakan data hujan harian maksimum dari tahun 2008 sampai 2021.

**Tabel 1.** Data Curah Hujan Harian Maksimum (Balai Wilayah Sungai Sulawesi I; 2023)

Tahun	MRG Araren -Pinenek (mm)	MRG Talawaan (mm)
2008	71,80	161,00
2009	78,10	106,00
2010	83,00	110,00
2011	75,80	141,50
2012	71,80	118,00
2013	121,20	94,00
2014	76,50	94,00
2015	151,50	131,00
2016	68,10	151,00
2017	265,50	183,00
2018	80,10	102,00
2019	120,10	109,00
2020	135,20	148,00
2021	107,50	122,50

##### 4.2 Uji Data Outlier

Berikut adalah hasil uji outlier data hujan harian maksimum pos hujan MRG Araren – Pinenek.

**Tabel 2.** Parameter Uji Outlier MRG Talawaan (Analisis Data, 2023)

Tabel Analisis Parameter Statistik MRG Araren - Pinenek						
No.	Data (Seri X) X	Data (Seri Y) Y = log X	Data Setelah Diurutkan	(Y - $\bar{Y}$ )	(Y - $\bar{Y}$ ) <sup>2</sup>	(Y - $\bar{Y}$ ) <sup>3</sup>
1	71,80	1,8561	2,4241	0,4274	0,1826	0,0780
2	78,10	1,8927	2,1804	0,1837	0,0337	0,0062
3	83,00	1,9191	2,1310	0,1343	0,0180	0,0024
4	75,80	1,8797	2,0835	0,0868	0,0075	0,0007
5	71,80	1,8561	2,0795	0,0828	0,0069	0,0006
6	121,20	2,0835	2,0314	0,0347	0,0012	0,0000
7	76,50	1,8837	1,9191	-0,0776	0,0060	-0,0005
8	151,50	2,1804	1,9036	-0,0931	0,0087	-0,0008
9	68,10	1,8331	1,8927	-0,1041	0,0108	-0,0011
10	265,50	2,4241	1,8837	-0,1131	0,0128	-0,0014
11	80,10	1,9036	1,8797	-0,1170	0,0137	-0,0016
12	120,10	2,0795	1,8561	-0,1406	0,0198	-0,0028
13	135,20	2,1310	1,8561	-0,1406	0,0198	-0,0028
14	107,50	2,0314	1,8331	-0,1636	0,0268	-0,0044
Jumlah	1506,20	27,95			0,37	0,07
Rata-rata	107,59	2,00				

$$\overline{\log x} = \frac{\sum \log x}{n} = \frac{1506,20}{14} = 107,59$$

$$S_{\log} = \sqrt{\frac{\sum (\log x - \overline{\log x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,4175}{17-1}} = 0,168$$

$$CS_{\log} = \frac{n}{(n-1)(n-2)S_{\log}^3} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 = \frac{14}{(14-1)(14-2)0,168^3} 0,07 = 1,365$$

Setelah dilakukan uji outlier, maka didapat nilai  $CS_{\log} \geq 0,4$ . Sehingga dilakukan uji outlier

tinggi terlebih dahulu kemudian uji *outlier* rendah.

Sebelum menghitung batas terendah dan tertinggi, dihitung terlebih dahulu nilai  $Kn$  sesuai persamaan 6 untuk  $CS_{log} \geq 0,4$ .

$$Kn = (-0,62201) + (6,28446 \times 14^{1/4}) - (2,49835 \times 14^{1/2}) + (0,491436 \times 14^{3/4}) - (0,037911 \times 14) = 2,212$$

Uji *outlier* tinggi

$$\log x_h = \overline{\log x} + Kn \cdot S_{log} = 107,59 + 2,212 \times 0,168$$

$$\log x_h = 2,37$$

$$x_h = 233,93$$

Hasil perhitungan batas tertinggi adalah 233,93 lebih rendah dari nilai hujan tertinggi yaitu 265,50 maka dilakukan koreksi data dan disesuaikan dengan batas tertingginya dan dilanjutkan dengan melakukan uji *Outlier* rendah.

$$\log x_h = \overline{\log x} + Kn \cdot S_{log} = 107,59 + 2,212 \times 0,168$$

$$\log x_1 = 1,64$$

$$x_1 = 43,99$$

Dari hasil uji *outlier* rendah didapat nilai 43,99 masih lebih rendah dari batas terendah yaitu 68,10 maka tidak dilakukan koreksi data.

**Tabel 3.** Parameter Uji *Outlier* MRG Talawaan  
(Analisis Data; 2023)

Tabel Analisis Parameter Statistik Pos Talawaan						
No.	Data (Seri X) X	Data (Seri Y) Y = log X	Data Setelah Diurutkan	(Y - $\bar{Y}$ )	(Y - $\bar{Y}$ ) <sup>2</sup>	(Y - $\bar{Y}$ ) <sup>3</sup>
1	161,00	2,2068	2,2625	0,1692	0,0286	0,0048
2	106,00	2,0253	2,2068	0,1136	0,0129	0,0015
3	110,00	2,0414	2,1790	0,0857	0,0073	0,0006
4	141,50	2,1508	2,1703	0,0770	0,0059	0,0005
5	118,00	2,0719	2,1508	0,0575	0,0033	0,0002
6	94,00	1,9731	2,1173	0,0240	0,0006	0,0000
7	94,00	1,9731	2,0881	-0,0051	0,0000	0,0000
8	131,00	2,1173	2,0719	-0,0214	0,0005	0,0000
9	151,00	2,1790	2,0414	-0,0519	0,0027	-0,0001
10	183,00	2,2625	2,0374	-0,0558	0,0031	-0,0002
11	102,00	2,0086	2,0253	-0,0679	0,0046	-0,0003
12	109,00	2,0374	2,0086	-0,0847	0,0072	-0,0006
13	148,00	2,1703	1,9731	-0,1201	0,0144	-0,0017
14	122,50	2,0881	1,9731	-0,1201	0,0144	-0,0017
Jumlah	1771,00	29,306			0,106	0,003
Rata-rata	126,50	2,093				

$$\overline{\log x} = \frac{\sum \log x}{n} = \frac{1771}{14} = 126,50$$

$$S_{log} = \sqrt{\frac{\sum (\log x - \overline{\log x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,106}{14-1}} = 0,090$$

$$CS_{log} = \frac{n}{(n-1)(n-2)S_{log}^3} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 = \frac{11}{(11-1)(11-2)0,090^3} 0,003 = 0,354$$

Nilai  $CS_{log}$  lebih dari -0,4 dan kurang dari 0,4 sehingga dapat dilakukan uji *outlier* tinggi atau uji *outlier* rendah terlebih dahulu. Sebelum dilakukan uji *outlier*, dihitung terlebih dahulu nilai  $Kn$  sesuai persamaan 7 karena nilai  $CS_{log}$  kurang dari 0,4.

$$Kn = (-3,62201) + (6,28446 \times 14^{1/4}) - (2,49835 \times 14^{1/2}) + (0,491436 \times 14^{3/4}) - (0,037911 \times 14) = 2,212$$

Uji *outlier* rendah

$$\log x_h = \overline{\log x} + Kn \cdot S_{log} = 126,50 + 2,212 \times (0,090)$$

$$\log x_h = 2,293$$

$$x_h = 196,19$$

Hasil perhitungan *outlier* tinggi 196,19 masih lebih tinggi dari nilai hujan tertinggi yaitu 183 maka tidak dilakukan koreksi data dan dilanjutkan dengan uji *outlier* rendah.

$$\log x_1 = \overline{\log x} - Kn \cdot S_{log} = 126,50 - 2,212 \times (0,090)$$

$$\log x_1 = 1,89$$

$$x_1 = 78,31$$

Hasil perhitungan *outlier* rendah 78,31 masih lebih rendah dari nilai hujan terendah yaitu 94 maka tidak dilakukan koreksi data.

4.3 Analisis Frekuensi Hujan

Analisis frekuensi hujan dilakukan untuk menentukan besarnya hujan yang terjadi pada periode ulang tertentu. Jenis sebaran hujan bergantung pada nilai parameter statistik yaitu rata – rata hitung atau *mean* ( $\bar{X}$ ), simpangan baku (S), koefisien kemencengan (Cs), koefisien variasi (Cv), dan koefisien kurtosis (Ck). Untuk membantu perhitungan parameter dan penentuan tipe distribusi, dibuat tabel 4.

**Tabel 4.** Perhitungan Parameter Penentuan Jenis Sebaran (Analisis Data; 2023)

No.	Data R=X	Setelah Diurutkan	(X-Xbar)	(X-Xbar) <sup>2</sup>	(X-Xbar) <sup>3</sup>	(X-Xbar) <sup>4</sup>
1	161	183	56,50	3192,25	180362,13	10190460,06
2	106	161	34,50	1190,25	41063,63	1416695,06
3	110	151	24,50	600,25	14706,13	360300,06
4	142	148	21,50	462,25	9938,38	213675,06
5	118	141,5	15,00	225,00	3375,00	50625,00
6	94	131	4,50	20,25	91,13	410,06
7	94	122,5	-4,00	16,00	-64,00	256,00
8	131	118	-8,50	72,25	-614,13	5220,06
9	151	110	-16,50	272,25	-4492,13	74120,06
10	183	109	-17,50	306,25	-5359,38	93789,06
11	102	106	-20,50	420,25	-8615,13	176610,06
12	109	102	-24,50	600,25	-14706,13	360300,06
13	148	94	-32,50	1056,25	-34328,13	1115664,06
14	123	94	-32,50	1056,25	-34328,13	1115664,06
jumlah		1771		9490	147029,25	15173788,75

Rata – rata hitung :

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i = \frac{1}{14} \times 1771 = 126,5$$

Simpangan Baku :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{9490}{14-1}} = 27,018$$

Koefisien *Skewness* (Kemencengan) :

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2) \cdot S^3} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 = \frac{14}{(14-1)(14-2) \cdot 27,018^3} \times 147029,25 = 0,668$$

Koefisien Variasi :

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{27,018}{126,5} = 0,213$$

Koefisien Kurtosis :

$$Ck = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3) \cdot S^4} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4$$

$$= \frac{14^2}{(14-1)(14-2)(14-3) \cdot 27,018^4} \times 15173788,23 = 3,252$$

**Tabel 5.** Penentuan Jenis Sebaran Data

Tipe Sebaran	Syarat Parameter Statistik	Nilai Parameter Statistik	Keterangan
Normal	Cs ≈ 0	Cs = 0,669	Tidak Memenuhi
	Ck ≈ 3	Ck = 3,252	
Log - Normal	Cs ≈ Cv <sup>3</sup> + 3Cv	Cs = 0,650	Tidak Memenuhi
	Ck ≈ Cv <sup>6</sup> + 6Cv <sup>4</sup> + 15Cv <sup>2</sup> + 3	Ck = 3,762	
Gumbel	Cs ≈ 1,14	Cs = 0,669	Tidak Memenuhi
	Ck ≈ 5,40	Ck = 3,252	
Log-Pearson III	Jika ketiga distribusi di atas tidak memenuhi	-	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 tipe III.

#### 4.4 Analisis Curah Hujan Rencana

Analisis curah hujan rencana dengan tipe sebaran Log-Pearson III menggunakan rumus yang memerlukan perhitungan parameter statistik yaitu nilai  $S_{\log X}$ , dan data dalam bentuk log. Nilai  $C_{S_{\log x}}$  juga diperlukan untuk mencari nilai K. Perhitungan dilakukan dengan terlebih dahulu menghitung parameter statistik.

**Tabel 6.** Parameter Statistik untuk Distribusi Log-Pearson III  
(Analisis Data; 2023)

No.	Data R=X	Log X (Y)	(Y-Ybar)	(Y-Ybar) <sup>2</sup>	(Y-Ybar) <sup>3</sup>	(Y-Ybar) <sup>4</sup>
1	161	2,21	0,17	0,03	0,00	0,00
2	106	2,03	0,11	0,01	0,00	0,00
3	110	2,04	0,09	0,01	0,00	0,00
4	142	2,15	0,08	0,01	0,00	0,00
5	118	2,07	0,06	0,00	0,00	0,00
6	94	1,97	0,02	0,00	0,00	0,00
7	94	1,97	-0,01	0,00	0,00	0,00
8	131	2,12	-0,02	0,00	0,00	0,00
9	151	2,18	-0,05	0,00	0,00	0,00
10	183	2,26	-0,06	0,00	0,00	0,00
11	102	2,01	-0,07	0,00	0,00	0,00
12	109	2,04	-0,08	0,01	0,00	0,00
13	148	2,17	-0,12	0,01	0,00	0,00
14	123	2,09	-0,12	0,01	0,00	0,00
jumlah		29,31		0,11	0,003	0,002

Rata – rata hitung :

$$\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log X_i = \frac{1}{14} \times 29,31$$

$$= 2,093$$

Simpangan Baku :

$$S_{\log x} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,11}{14-1}}$$

$$= 0,086$$

Koefisien *Skewness* (Kemencengan) :

$$C_{S_{\log x}} = \frac{n}{(n-1)(n-2) \cdot (S_{\log x})^3} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3$$

$$= \frac{14}{(14-1)(14-2) \cdot 0,086^3} \times (0,003)$$

$$= 0,395$$

Nilai K untuk tiap kala ulang adalah sebagai berikut :

5 Tahun	= 0,793
10 Tahun	= 1,331
25 Tahun	= 1,958
50 Tahun	= 1,392
100 Tahun	= 2,803

Hasil perhitungan untuk curah hujan rencana terdapat pada tabel 7.

**Tabel 7.** Curah Hujan Rencana  
(Analisis Data; 2023)



Kala Ulang (Tahun)	Log XTR	XTR Hujan Rencana (mm)
5	2,16	145,26
10	2,21	161,77
25	2,26	183,38
50	2,30	200,00
100	2,34	217,11

4.5 Pola Distribusi Hujan Jam – Jaman

Distribusi hujan jam – jaman merupakan pembagian intensitas hujan berdasarkan pola hujan suatu daerah. Dalam penelitian ini digunakan pola hujan Kabupaten Minahasa Utara. Perhitungan dilakukan dengan mengalikan besar hujan tiap kala ulang ke tiap % distribusi hujan. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 8.

**Tabel 8.** Distribusi Hujan Jam – Jaman (Analisis Data; 2023)

Kala Ulang (Tahun)	Hujan Rencana (mm)	Distribusi Hujan Jam - jaman							
		Jam Ke							
		1	2	3	4	5	6	7	8 - 10
5	145,26	73,83	36,56	12,55	7,16	4,26	1,96	3,53	1,80
10	161,77	82,23	40,72	13,98	7,98	4,74	2,18	3,93	2,01
25	183,38	93,21	46,16	15,84	9,04	5,37	2,48	4,46	2,27
50	200,00	101,66	50,34	17,28	9,86	5,86	2,70	4,86	2,48
100	217,11	110,36	54,65	18,76	10,70	6,36	2,93	5,28	2,69

4.6 Perhitungan Nilai SCS Curve

**Tabel 9.** Jenis dan Tutup Lahan DAS Ponto (Analisis Data; 2023)

Jenis Tutupan Lahan	Luas (Km)	Presentase (%)
Hujan (Penutupan Baik)	0,90262	90,28999
Pemukiman (65% Kedap Air)	0,09707	9,71001
Total	0,99969	100

Untuk nilai CN tiap tutup lahan dengan presentase diambil dari Tabel 9 dan jenis tanah pada DAS Ponto adalah lempung berpasir.

**Tabel 10.** Perhitungan Nilai CN Rata – Rata DAS Ponto (Analisis Data; 2023)

Jenis Tutupan Lahan	Luas (Km)	Presentase (%)	CN Tiap Lahan	CN
Hujan	0,90262	90,28999	70	63,20299
Pemukiman	0,09707	9,71001	90	8,739009
Total	0,99969	100	-	71,94

Nilai CN rata – rata untuk DAS Ponto adalah 71,94.

4.7 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*.

Pertama, akan dihitung asumsi *lag time* awal dari DAS Ponto dengan data parameter DAS sebagai berikut :

L = 1,938 km

s = 0,088

CN = 71,94

Perhitungan dilakukan dengan persamaan 2.20 sebagai berikut :

$$T_1 = \frac{L^{0,8} (2540 - 22,86 CN)^{0,7}}{14,104 CN \times s^{0,5}}$$

$$= \frac{1,938^{0,8}(2540-22,86 \times 71,94)^{0,7}}{14,104 \times 71,94 \times 0,088^{0,5}}$$

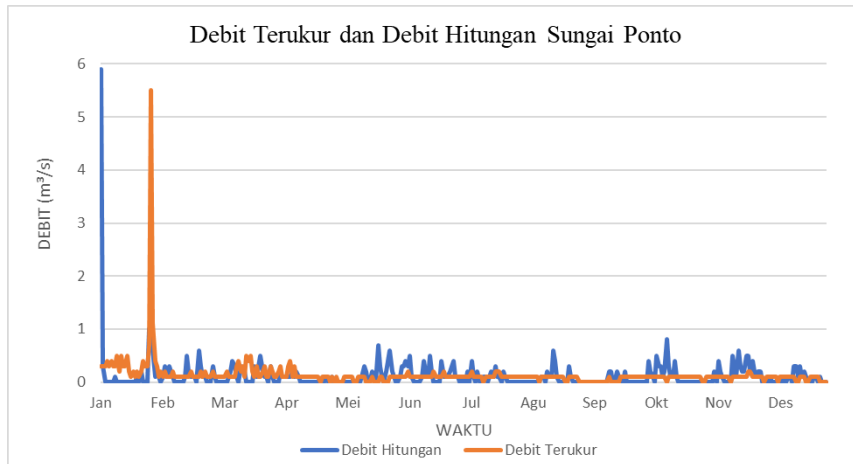
$$= 2,37 \text{ jam}$$

$$= 142,2 \text{ menit}$$

Debit rata – rata sungai Ponto pada tahun 2017 yang didapat adalah 0,123 m<sup>3</sup>/s dan akan digunakan sebagai *Initial Discharge* pada program komputer HEC-HMS.

#### 4.8 Kalibrasi Parameter HSS SCS

Untuk kalibrasi ini di titik beratkan pada keseragaman nilai debit puncak antara Debit Terukur dan Debit Hitungan. Dengan nilai debit terukur 5,5 m<sup>3</sup>/det dan nilai debit hitungan 5,9m<sup>3</sup>/det. Berikut adalah Grafik dari Debit Terukur dan Debit Hitungan di Sungai Ponto.

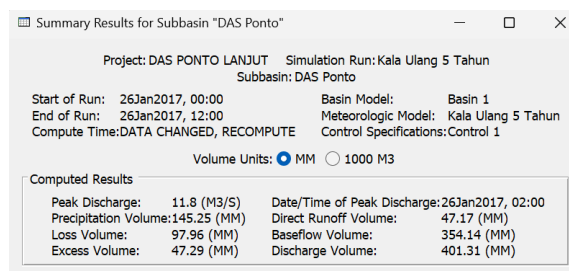


**Gambar 3.** Grafik Debit Hitungan Dan Debit Terukur Sungai Ponto (Analisis Data; 2023)

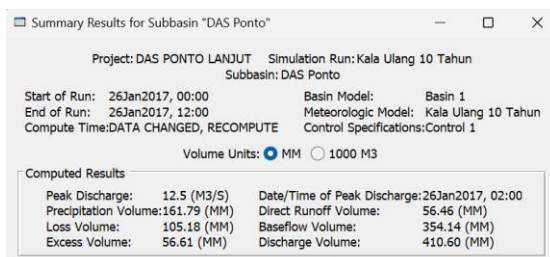
**Tabel 11.** Parameter – Parameter Hasil Kalibrasi

<i>Initial Discharge</i>	8,38 m <sup>3</sup> /detik
<i>Ratio To Peak</i>	0,2
<i>Recession Constant</i>	0,914
<i>Curve Number</i>	46
<i>Lag Time</i>	50 menit

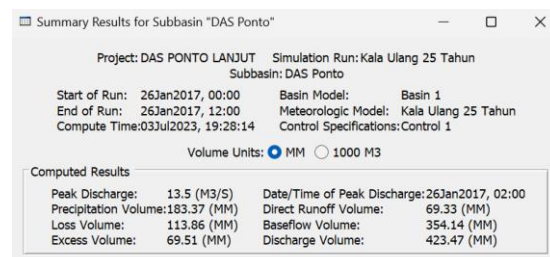
#### 4.9 Analisis Debit Banjir (HEC-HMS)



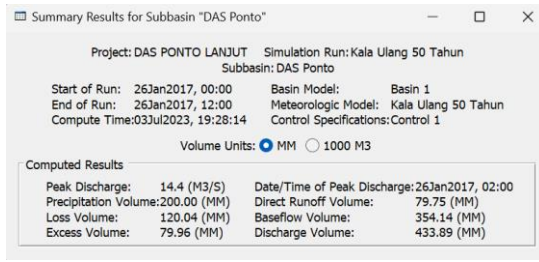
**Gambar 4.** Summary Results Kala Ulang 5 Tahun



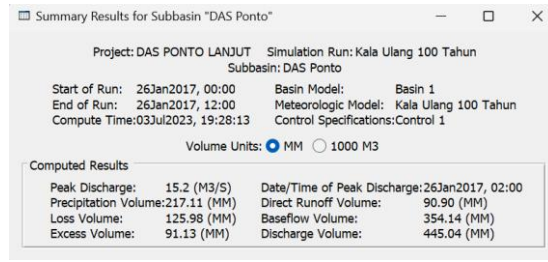
**Gambar 5.** Summary Results Kala Ulang 10 Tahun



**Gambar 6.** Summary Results Kala Ulang 25 Tahun



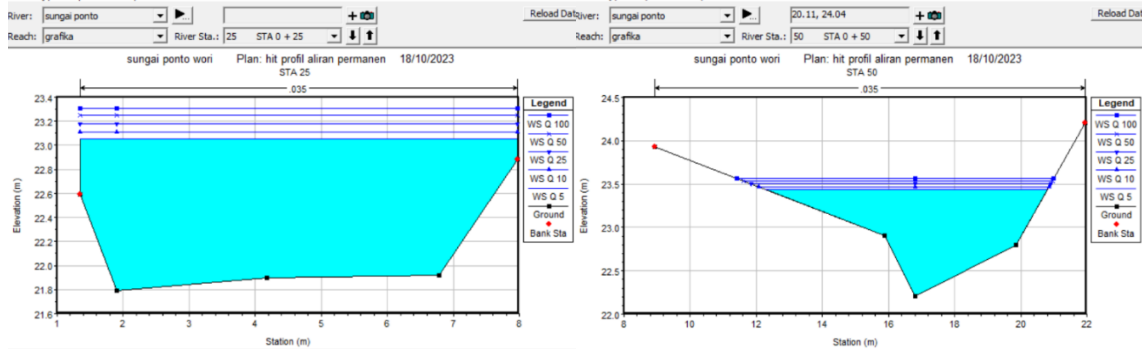
Gambar 7. Summary Results Kala Ulang 50 Tahun



Gambar 8. Summary Results Kala Ulang 100 Tahun

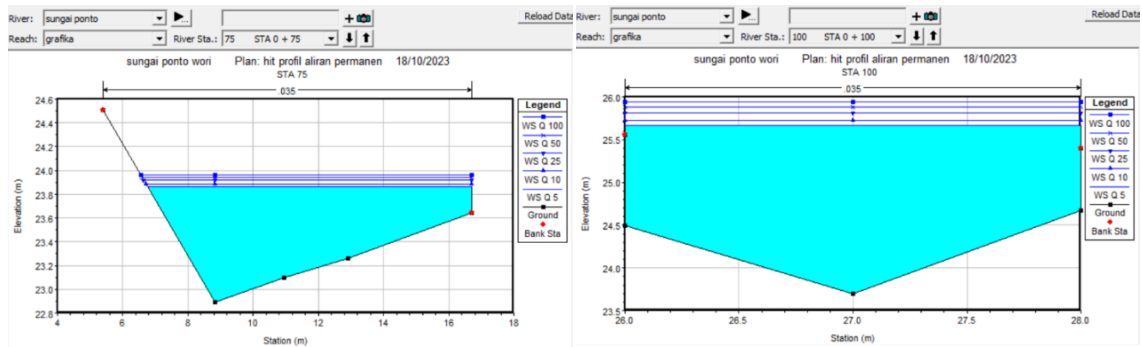
#### 4.10 Analisis Tinggi Muka Air (Simulasi HEC-RAS)

Hasil simulasi tinggi muka air untuk tiap penampang dengan menampilkan tinggi muka air semua debit kala ulang.



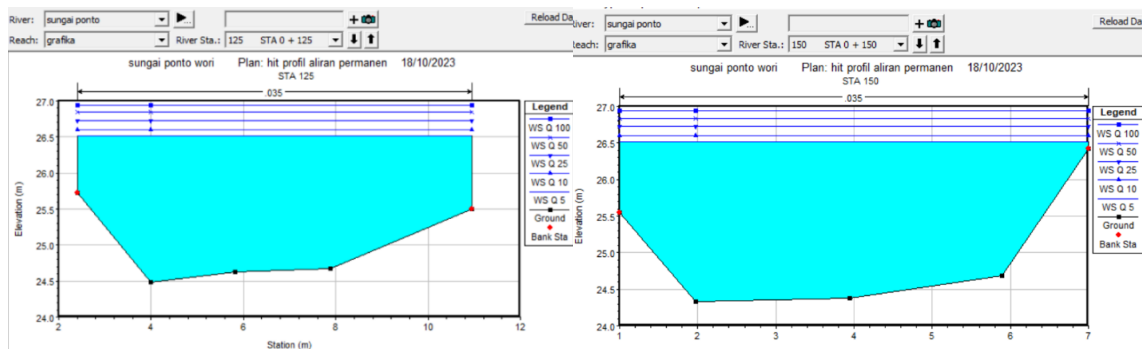
Gambar 9. Rangkuman Tinggi Muka Air STA 0+25

Gambar 10. Rangkuman Tinggi Muka Air STA 0+50



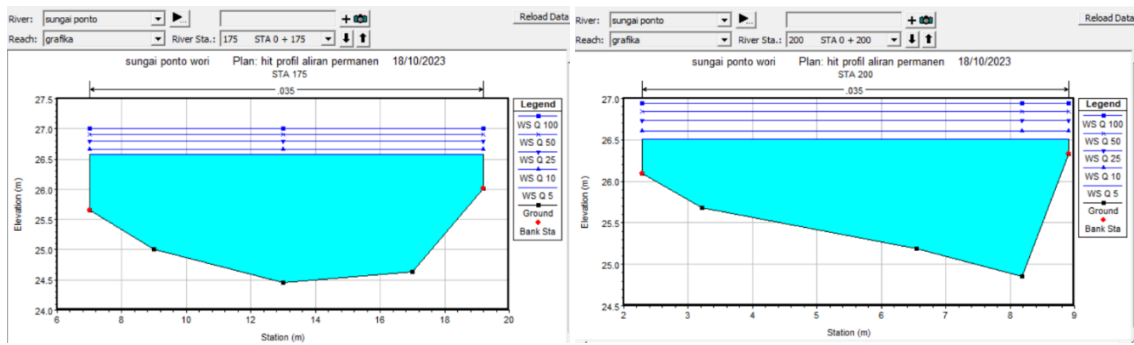
Gambar 11. Rangkuman Tinggi Muka Air STA 0+75

Gambar 12. Rangkuman Tinggi Muka Air STA 0+100



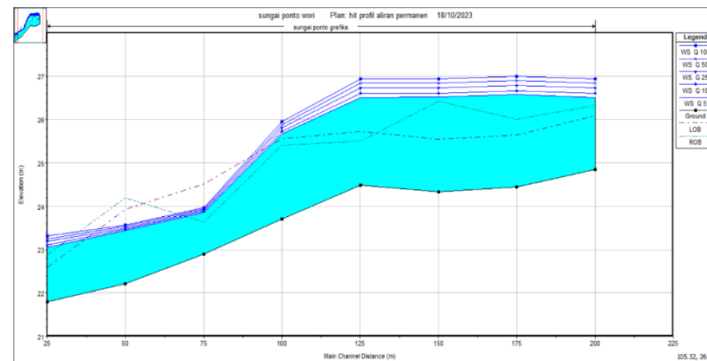
Gambar 13. Rangkuman Tinggi Muka Air STA 0+125

Gambar 14. Rangkuman Tinggi Muka Air STA 0+150



Gambar 15. Rangkuman Tinggi Muka Air STA 0+175

Gambar 15. Rangkuman Tinggi Muka Air STA 0+200



Gambar 16. Rangkuman Tinggi Muka Air Potongan Memanjang Sungai Ponto

## 5. Kesimpulan

Debit banjir yang terjadi untuk kala ulang 5 tahun = 11,8 m<sup>3</sup>/s, kala ulang 10 tahun = 12,5 m<sup>3</sup>/s, kala ulang 25 tahun = 13,5 m<sup>3</sup>/s, kala ulang 50 tahun = 14,4 m<sup>3</sup>/s, dan kala ulang 100 tahun = 15,2 m<sup>3</sup>/s. Analisis HEC-RAS menunjukkan bahwa hanya STA 0+050 yang dapat menampung debit banjir untuk setiap kala ulang rencana. Dan untuk STA lainnya tidak dapat menampung debit banjir di semua kala ulang rencana. Maka dari itu perlu adanya pembangunan talud di bantaran sebelah kanan dan kiri sungai pada STA 0+025, STA 0+075, STA 0+100, STA 0+125, STA 0+150, STA 0+175, STA 0+200 agar tidak terjadi luapan dari sungai tersebut.

## Referensi

- Balai Wilayah Sungai Sulawesi I (2023). Data Debit Harian Sungai Likupang, Manado.
- Balai Wilayah Sungai Sulawesi I (2023). Data Hujan Harian Sungai Pos Hujan Talawaan, Manado.
- Limpong, Josse. A., Tiny Mananoma, Jeffry S. F. Sumarauw. 2022. Kajian Pengendalian Banjir Di Sungai Bailang Kecamatan Bunaken Kota Manado. Tekno – Volume 20 Nomor 82 – Desember 2022 (719-729) ISSN: 0215-9617, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Manoppo, Marcellino. J., Tiny Mananoma, Jeffry S. F. Sumarauw. 2022. Kajian Pengendalian Banjir Sungai Londola Tilawat Di Desa Tombatu Kabupaten Minahasa Tenggara. Tekno – Volume 20 Nomor 82 – November 2022 ISSN: 0215-9617, Universitas Sam Ratulangi, Manado
- Mawikere, Nadia. C., Jeffry S. F. Sumarauw, Cindy J. Supit. 2022. Analisis Tinggi Muka Air Banjir Sungai Bailang di Lorong Symphony Kelurahan Sumompo Kota Manado. Tekno – Volume 20 Nomor 82 – Desember 2022 ISSN: 0215-9617, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Palit, Isabella. E. G., Jeffry S. F. Sumarauw, Hanny Tangkudung. 2022. Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Tikala di Titik Jembatan Gantung Kelurahan Tikala Ares Kecamatan Tikala. Tekno – Volume 20 Nomor 82 – Desember 2022 ISSN: 0215-9617, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Ramdan, Hikmat. 2004. Prinsip Dasar Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Universitas Winaya Mukti, Sumedang.
- Sosrodarsono, Suyono., Kensaku Takeda. 2003. Hidrologi Untuk Pengairan (Cetakan Kesembilan). Pradnya Paramita, Jakarta
- Sri Harto. 1993. Analisis Hidrologi. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Sumarauw, Jeffry. 2013., Hujan. Bahan Ajar Mahasiswa, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Sumarauw, Jeffry. 2017., Analisis Frekwensi Hujan. Bahan Ajar Mahasiswa, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Sumarauw, Jeffry. 2017., Hidrograf Satuan Sintesis. Bahan Ajar Mahasiswa, Universitas Sam Ratulangi,

Manado.

Sumarauw, Jeffry. 2017., Pola Distribusi Hujan Jam – Jaman Daerah Manado, Minahasa Utara dan Minahasa. Jurnal Sipil Statik Vol.5 No.10 Desember 2017 (669-678) ISSN: 2337-6732, Manado.

Supit, Cindy J. 2013., The Impact Of Water Projects On River Hydrology. Jurnal Tekno-Sipil Vol. 11 No. 59 Agustus 2013 (56-61) ISSN: 0215- 9617, Universitas Sam Ratulangi, Manado.

Talumepa, Marcia Yosua., Lambertus Tanudjaja, Jeffry S. F. Sumarauw. 2017. Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Sangkub Kabupaten Bolaang Mangondow Utara. Jurnal Sipil Statik, Vol. 5, No. 10, Desember 2017 (699-710), Hal. 700, ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.