



Analisis Tinggi Muka Air Dan Debit Banjir Sungai Tateli Di Desa Tateli Tiga Kecamatan Mandolang Kabupaten Minahasa

Febrianti R. Sibana^a, Jeffry S. F. Sumarauw^b, Cindy J. Supit^c

^aProgram Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^afebriantisiban25@gmail.com; ^bjeffrysumarauw@ymail.com; ^ccindyjsupit@yahoo.com

Abstrak

Sungai Tateli merupakan salah satu sungai di Kecamatan Mandolang, yang pernah meluap dan membanjiri daerah yang dilewati oleh sungai Tateli yang sebagian besar merupakan pemukiman masyarakat. Analisis debit banjir dan elevasi tinggi muka air dimulai dengan mencari frekuensi hujan menggunakan metode Log Pearson III. Adapun data hujan yang digunakan berasal dari pos hujan Tinoor. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan harian maksimum dari tahun 2008 s/d 2020. 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 3,0 m³/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. Hasil simulasi menunjukkan bahwa semua penampang sungai Tateli yang ditinjau tidak mampu menampung debit banjir rencana yang terjadi untuk tiap kala ulang.

Kata kunci: sungai Tateli, hidraulika, HEC-HMS, HEC-RAS

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Sungai Tateli merupakan sungai yang ada di Desa Tateli Tiga, Kecamatan Mandolang, Kabupaten Minahasa. Pada bulan Januari Tahun 2014 sungai tersebut meluap disebabkan volume air hujan yang besar, sehingga terjadi banjir bandang. Meluapnya air di Sungai Tateli menyebabkan kerugian yang besar terlebih bagi masyarakat sekitar bantaran sungai, dimana puluhan rumah terbawah oleh arus dan terdapat 3 korban jiwa.

Berdasarkan kondisi yang terjadi maka diperlukan suatu cara yang dapat mengatasi dan mengurangi masalah akibat banjir. Maka dianggap perlu melakukan penelitian berupa studi kasus mengenai analisis debit banjir untuk menghitung besarnya debit dan tinggi muka air saat banjir, sehingga dapat diketahui kapasitas yang memadai untuk besarnya debit dan tinggi muka air yang terjadi.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang dihadapi adalah belum adanya informasi mengenai debit banjir dan

tinggi muka air dari Sungai Tateli yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam perencanaan, pencegahan penanggulangan banjir.

1.3 Batasan Penelitian

- Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan harian maksimum.
- Kala ulang rencana dibatasi pada 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun.
- Analisis Hidrologi menggunakan program HEC-HMS untuk mendapatkan besaran debit banjir rencana, dan analisis hidrolika menggunakan program HEC-RAS untuk mendapatkan elevasi tinggi muka air banjir.
- Penampang melintang sungai yang ditinjau yaitu sepanjang 200 meter dari titik kontrol ke arah hilir sungai Tateli.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui besaran debit banjir dan elevasi tinggi muka air Sungai Tateli dengan berbagai kala ulang.

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dan menjadi bahan informasi dalam penanggulangan masalah banjir serta mencegah dampak negatif yang akan terjadi setelah diketahui debit maksimum berdasarkan kala ulang di Sungai Tateli.

1.6 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur
Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai landasan teori yang akan digunakan dalam penelitian ini.
2. Survei Lapangan
Survei lapangan dilakukan untuk melihat langsung kondisi lapangan dan mengidentifikasi permasalahan yang terjadi.
3. Pengumpulan data
Data yang dikumpulkan meliputi data primer dan sekunder yang ada di lapangan maupun dari instansi terkait seperti: Pemerintah Desa, Masyarakat sekitar, Balai Wilayah Sungai Sulawesi I (BWSSI)
4. Analisis dan pembahasan terhadap data yang diperoleh dan hasil analisa data.
5. Kesimpulan dan Saran

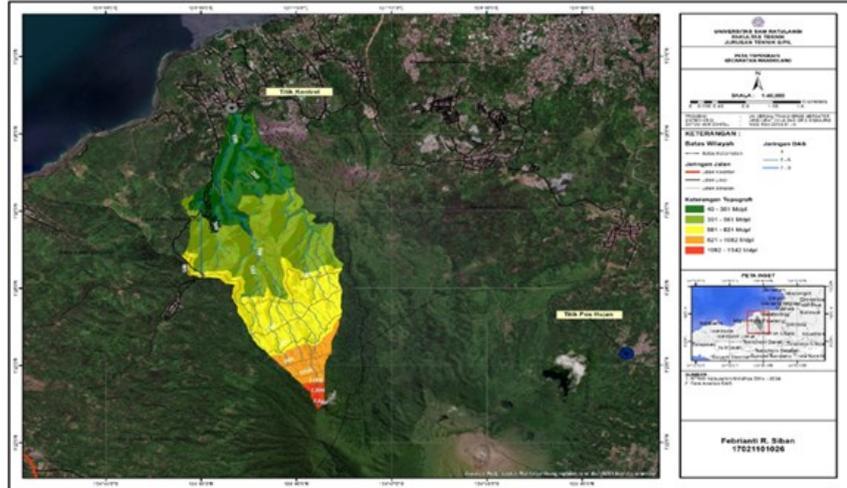
2. Metode

2.1 Lokasi Penelitian

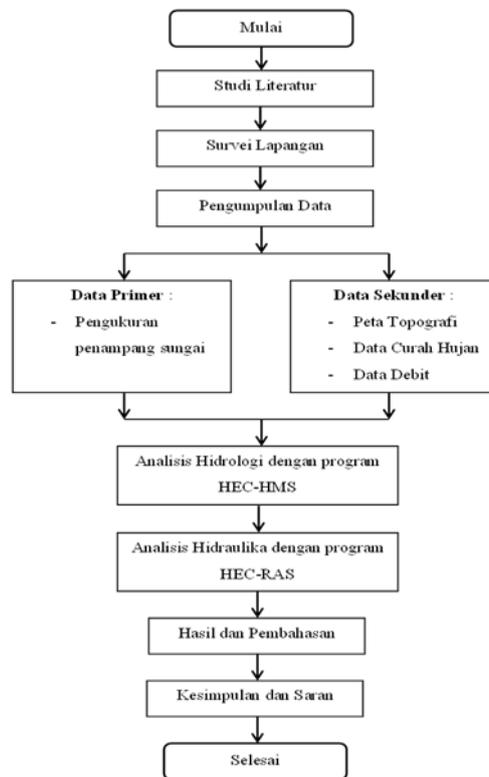
Sungai Tateli di Desa Tateli Tiga, Kecamatan Mandolang, Kabupaten Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara. Titik kontrol yang diambil untuk penelitian ini terletak di Jembatan Kelapa Gading 1. Lokasi penelitian berada di 1°26'19.79" LU dan 124°45'19.26" BT.

2.2 Bagan Alir Penelitian

Kegiatan penelitian dilakukan menurut alur yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 1. Gambar Das Tateli (Peta Rupa Bumi)



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 ke atmosfer melalui kondensasi, presipitasi, evaporasi dan transpirasi. Susunan secara siklis peristiwa tersebut tidaklah sederhana.

3.2 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah di mana semua airnya mengalir ke dalam suatu sungai yang dimaksudkan.

3.3 Karakteristik Sungai

Bagian hulu merupakan daerah sumber erosi karena pada umumnya alur sungai melalui daerah pegunungan, perbukitan atau lereng gunung api yang kadang – kadang mempunyai cukup ketinggian dari muka laut. Bagian tengah merupakan daerah peralihan dari bagian hulu dan hilir. Kemiringan dasar sungai lebih landai sehingga kecepatan aliran relatif lebih kecil dari pada bagian hulu. Bagian hilir biasanya melalui daerah pendataran yang terbentuk dari endapan pasir halus sampai kasar, lumpur, endapan organik dan jenis endapan lainnya yang sangat labil.

3.4 Analisis Curah Hujan

Curah hujan rata – rata dengan cara *Polygon Thiessen* dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

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

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.

3.5 Analisis Frekuensi

Tujuan Analisis frekuensi adalah untuk mengetahui besarnya suatu kejadian dan frekuensi atau periode ulang kejadian tersebut dengan menggunakan distribusi probabilitas.

- Analisis Data Outlier
- Parameter Statistik
- Distribusi Probabilitas
- Pemilihan Tipe Distribusi

3.6 Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana adalah debit maksimum pada suatu sungai dengan periode ulang tertentu.

3.7 Analisis Hidrolika

Berdasarkan fungsi waktu, aliran dapat dibedakan menjadi:

- a. Aliran permanen (*steady flow*) apabila kedalaman aliran tidak berubah atau konstan sepanjang waktu tertentu.
- b. Aliran tidak permanen (*unsteady flow*) apabila kedalaman aliran berubah sepanjang waktu tertentu.

Berdasarkan fungsi ruang, aliran dapat dibedakan menjadi:

- a. Aliran Seragam (*uniform flow*) apabila kedalaman aliran pada setiap penampang saluran adalah sama.
- b. Aliran tidak seragam (*varied flow*) apabila kedalaman aliran berubah sepanjang saluran. Aliran ini dapat berupa “*gradually varied flow*” atau “*rapidly varied flow*”. Aliran dapat dikatakan sebagai “*rapidly varied flow*” apabila kedalaman air berubah secara cepat pada jarak yang relatif pendek.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Analisis Daerah Aliran Sungai

Analisis daerah aliran sungai (DAS) dilakukan untuk mengetahui luas DAS Tateli. Perhitungan luas DAS dilakukan dengan bantuan ArcGis. Sehingga diperoleh luas DAS Tateli sebesar 11,69745 km.

4.2 Analisis Curah Hujan

Analisis curah hujan di DAS Tateli dilakukan dengan menggunakan data curah hujan harian maksimum yang bersumber dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi I dengan periode pencatatan tahun 2008 sampai dengan tahun 2020.

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

No.	Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)
		MRG Tinoor
1	2008	41.2
2	2009	37.1
3	2010	101.7
4	2011	96.4
5	2012	96.8
6	2013	110.5
7	2014	184
8	2015	108.2
9	2016	90.3
10	2017	156
11	2018	108.1
12	2019	120.3
13	2020	114.4

4.3 Analisis Data Outlier

Pengujian data *Outlier* dilakukan untuk menentukan berapa banyak data yang menyimpang terlalu tinggi dan terlalu rendah. Data yang menyimpang bisa dikarenakan kesalahan saat pencatatan data atau adanya kejadian ekstrim. Berikut adalah uji *Outlier* data hujan harian maksimum pos hujan Tinoor.

Tabel 2. Parameter Uji Outlier Pos Hujan Tinoor
(Hasil Analisis)

MRG Tinoor						
No.	Tahun	R=x	log x	log x - log \bar{x}	(log x - log \bar{x}) ²	(log x - log \bar{x}) ³
1	2008	41.2	1.6148972	-0.3716629	0.1381333	-0.0513390
2	2009	37.1	1.5693739	-0.4171862	0.1740443	-0.0726089
3	2010	101.7	2.0073210	0.0207608	0.0004310	0.0000089
4	2011	96.4	1.9840770	-0.0024831	0.0000062	0.0000000
5	2012	96.8	1.9858754	-0.0006848	0.0000005	0.0000000
6	2013	110.5	2.0433623	0.0568022	0.0032265	0.0001833
7	2014	184	2.2648178	0.2782577	0.0774274	0.0215448
8	2015	108.2	2.0342273	0.0476671	0.0022722	0.0001083
9	2016	90.3	1.9556878	-0.0308724	0.0009531	-0.0000294
10	2017	156	2.1931246	0.2065645	0.0426689	0.0088139
11	2018	108.1	2.0338257	0.0472656	0.0022340	0.0001056
12	2019	120.3	2.0802656	0.0937055	0.0087807	0.0008228
13	2020	114.4	2.0584260	0.0718659	0.0051647	0.0003712
		$\Sigma =$	19.6527642		0.4553427	-0.0920186

$$\overline{\log x} = \frac{\sum \log x}{n} = \frac{19,6527}{13} = 1,9865$$

$$S_{\log} = \sqrt{\frac{\sum (\log x - \overline{\log x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,4553427}{13-1}} = 0,1948$$

$$CS_{\log} = \frac{n}{(n-1)(n-2)S_{\log}^3} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 = \frac{13}{(13-1)(13-2)0,09809^3} (-0,0920186) = -1,226053681$$

Setelah dilakukan uji *Outlier*, maka didapat nilai CS_{\log} lebih kecil dari -0,4, sehingga dilakukan pemilihan uji *Outlier* rendah terlebih dahulu kemudian uji *Outlier* tinggi.

Sebelum dilakukan uji *outlier*, dihitung terlebih dahulu nilai Kn :

$$Kn = (-3,62201) + (6,28446 \times 13^{1/4}) - (2,49835 \times 13^{1/2}) + (0,491436 \times 13^{3/4}) - (0,037911 \times 13) = 2,174$$

Uji *Outlier* rendah dihitung dengan persamaan:

$$\text{Log } x_l = \overline{\log x} - Kn \cdot S_{\log} = 1,9865 - 2,174 \times 0,1948$$

$$\text{Log } x_l = 1,5630$$

$$x_l = 36,566$$

Hasil perhitungan *Outlier* rendah = 36,566 masih lebih rendah dari nilai hujan terendah yaitu 37,1 maka dilanjutkan dengan uji outlier tinggi.

Kemudian Uji *Outlier* tinggi dihitung dengan persamaa:

$$\text{Log } x_h = \overline{\log x} + Kn \cdot S_{\log} = 1,9865 + 2,174 \times 0,1948$$

$$\text{Log } x_h = 2,4100$$

$$x_h = 257,066$$

Hasil perhitungan *Outlier* tinggi = 257,066 masih lebih tinggi dari nilai hujan tertinggi yaitu 184.

Tabel 3. Perhitungan Parameter Penentuan Jenis Sebaran
(Hasil Analisis)

MRG Tinoor						
No.	Tahun	R=x	x - \bar{x}	(x - \bar{x}) ²	(x - \bar{x}) ³	(x - \bar{x}) ⁴
1	2008	41.2	-63.80	4070.4	-259694.07	16568481.79
2	2009	37.1	-67.90	4610.4	-313046.84	21255880.37
3	2010	101.7	-3.30	10.9	-35.94	118.59
4	2011	96.4	-8.60	74.0	-636.06	5470.08
5	2012	96.80	-8.20	67.24	-551.37	4521.22
6	2013	110.5	5.50	30.2500	166.37500	915.06
7	2014	184.0	79.00	6241.00	493039.00	38950081.00
8	2015	108.2	3.20	10.24	32.77	104.86
9	2016	90.3	-14.70	216.1	-3176.52	46694.89
10	2017	156.0	51.00	2601.00	132651.00	6765201.00
11	2018	108.1	3.10	9.6	29.79	92.35
12	2019	120.3	15.30	234.1	3581.58	54798.13
13	2020	114.4	9.40	88.4	830.58	7807.49
	$\Sigma =$	1365.0		18263.58	53190.30	83660166.83

Rata – rata hitung:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i = \frac{1}{13} \times 1365,0$$

$$= 105,0$$

Simpangan Baku:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{18263,58}{13-1}}$$

$$= 39,0123$$

Koefisien *Skewness* (Kemencengan):

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2) \cdot S^3} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 = \frac{13}{(13-1)(13-2) \cdot 29,0123^3} \times 53190,30$$

$$= 0,088225649$$

Koefisien Variasi:

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{39,0123}{105,0} = 0,371546379$$

Koefisien Kurtosis:

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

$$= \frac{13^2}{(13-1)(13-2)(13-3) \cdot 39,0123^4} \times 83660166,83 = 4,624046249$$

Tabel 4. Penentuan Jenis Sebaran Data
(Hasil Analisis)

Jenis Sebaran	Syarat Parameter Statistik	Parameter Statistik Data	Kesimpulan
Normal	Cs ≈ 0	Cs	Tidak Memenuhi
	Ck ≈ 3	Ck	
LogNormal	Cs ≈ Cv ³ + 3 Cv	Cs	Tidak Memenuhi
		Cv ³ + 3 Cv	
	Ck ≈ Cv ⁸ + 6Cv ⁶ + 15Cv ⁴ + 16Cv ² + 3	Ck	
Gumbell	Cs ≈ 1.14	Cs	Tidak Memenuhi
	Ck ≈ 5.4	Ck	
Log Pearson Tipe III	Jika tidak memenuhi ketiga syarat di atas	Tidak memenuhi syarat	OK

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.

Tabel 5. Parameter Statistik Untuk Distribusi Log Pearson III
(Hasil Analisis)

No	Tahun	Data (X)	log X (Y)	Y - Ybar	(Y - Ybar) ²	(Y - Ybar) ³
1	2008	41.2	1.61	-0.371663	0.138133	-0.0513390276
2	2009	37.1	1.57	-0.417186	0.174044	-0.0726088948
3	2010	101.7	2.01	0.020761	0.000431	0.0000089482
4	2011	96.4	1.98	-0.002483	0.000006	-0.0000000153
5	2012	96.8	1.99	-0.000685	0.000000	-0.0000000003
6	2013	110.5	2.04	0.056802	0.003226	0.0001832713
7	2014	184.0	2.26	0.278258	0.077427	0.0215447570
8	2015	108.2	2.03	0.047667	0.002272	0.0001083072
9	2016	90.3	1.96	-0.030872	0.000953	-0.0000294245
10	2017	156.0	2.19	0.206564	0.042669	0.0088138760
11	2018	108.1	2.03	0.047266	0.002234	0.0001055929
12	2019	120.3	2.08	0.093706	0.008781	0.0008228021
13	2020	114.4	2.06	0.071866	0.005165	0.0003711665
	Σ =	1365.0	25.83		0.455343	-0.0920186414

Rata – rata hitung:

$$\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log X_i = \frac{1}{13} \times 25,83$$

$$= 1,99$$

Simpangan Baku:

$$S_{\log X} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,455343}{13-1}}$$

$$= 0,1948$$

Koefisien Skewness (Kemencengan):

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

$$= \frac{13}{(13-1)(13-2) \cdot 0,1948^3} \times (-0,0920186414)$$

$$= -1,226053681$$

Nilai $K_{TR,CS}$ untuk tiap kala ulang adalah sebagai berikut:

5 Tahun	: 0,843
10 Tahun	: 1,081
25 Tahun	: 1,271
50 Tahun	: 1,364
100 Tahun	: 1,431

Tabel 6. Curah Hujan Rencana
(Hasil Analisis)

Kala Ulang TR (Tahun)	Log XTR (mm)	XTR (mm)
5	2,151	141,5
10	2,197	157,4
25	2,234	171,4
50	2,252	178,7
100	2,265	184,2

Tabel 7. Distribusi Hujan Rencana Tiap Kala Ulang
(Hasil Analisis)

Kala Ulang (Tahun)	Hujan Rencana (mm)	Distribusi Hujan Jam-Jaman (mm)							
		Jam Ke							
		1	2	3	4	5	6	7	8
5	138.0	71.9	35.6	12	7.0	4	2	3	2
10	153.5	80.0	39.6	13.6	8	4.6	2.1	3.8	2.0
25	167.2	87	43.2	14.8	8.5	5.0	2.3	4.2	2.1
50	174.3	90.9	45.0	15.4	8.8	5.2	2.4	4.3	2.2
100	179.6	93.6	46.4	15.9	9.1	5.4	2.5	4.5	2.3

Tabel 8. Perhitungan Nilai CN Gabungan DAS Tateli
(Hasil Analisis)

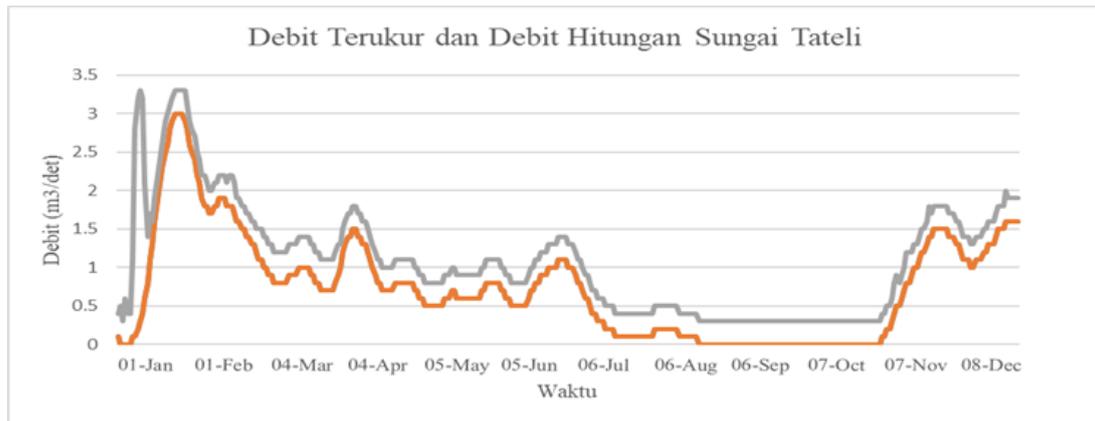
Jenis Tutup Lahan	Persentase (%)	CN Tiap Lahan	CN
Hutan	61,9	77	47,6
Tanah yang diolah dan ditanami (dengan konservasi)	27,9	91	25,4
Pemukiman (kedap air 25%)	10,3	85	8,7
Gabungan	100	-	81,7

4.4 Kalibrasi Parameter HSS SCS

Hasil kalibrasi parameter HSS SCS ditampilkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Data Debit Hitungan Sungai Tateli (*Total Flow*)

Time-Series Results for Subbasin "Jembatan Kelapa Gading I"								
Project: DAS TATELI Optimization Trial: Optimization 1 Subbasin: Jembatan Kelapa Gading I								
Start of Trial: 31Dec2014, 00:00			Basin Model: Das Tateli					
End of Trial: 31Dec2015, 00:00			Meteorologic Model:Kalbrasi					
Compute Time:23May2023, 17:56:55								
Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)	Obs Flow (M3/S)
31Dec2014	00:00				0.0	140.7	140.7	
01Jan2015	00:00	5.20	5.20	0.00	0.0	1.4	1.4	0.3
02Jan2015	00:00	3.40	3.40	0.00	0.0	0.0	0.0	0.5
03Jan2015	00:00	35.30	35.30	0.00	0.0	0.0	0.0	0.3
04Jan2015	00:00	5.20	5.20	0.00	0.0	0.0	0.0	0.6
05Jan2015	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.4
06Jan2015	00:00	3.00	3.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.4
07Jan2015	00:00	41.40	41.40	0.00	0.0	0.0	0.0	1.0
08Jan2015	00:00	59.70	52.99	6.71	0.7	0.0	0.7	2.7
09Jan2015	00:00	41.90	30.56	11.34	1.3	0.0	1.3	3.0
10Jan2015	00:00	108.20	61.45	46.75	5.1	0.0	5.1	3.0
11Jan2015	00:00	8.90	4.19	4.71	1.9	0.0	1.9	2.8
12Jan2015	00:00	0.50	0.23	0.27	0.4	0.0	0.4	1.5
13Jan2015	00:00	0.40	0.19	0.21	0.1	0.0	0.1	0.6
14Jan2015	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.6
15Jan2015	00:00	25.20	11.28	13.92	1.4	0.0	1.4	0.3
16Jan2015	00:00	75.50	29.47	46.03	5.0	0.0	5.0	0.3
17Jan2015	00:00	35.00	11.83	23.17	3.7	0.0	3.7	0.3
18Jan2015	00:00	35.30	10.95	24.35	3.4	0.0	3.4	0.3
19Jan2015	00:00	8.70	2.56	6.14	1.5	0.0	1.5	0.3
20Jan2015	00:00	3.00	0.87	2.13	0.5	0.0	0.5	0.4
21Jan2015	00:00	0.00	0.00	0.00	0.1	0.0	0.1	0.4
22Jan2015	00:00	35.80	9.96	25.84	2.6	0.0	2.6	0.3
23Jan2015	00:00	2.50	0.67	1.83	0.9	0.0	0.9	0.3
24Jan2015	00:00	0.00	0.00	0.00	0.2	0.0	0.2	0.3
25Jan2015	00:00	16.30	4.25	12.05	1.3	0.0	1.3	0.3
26Jan2015	00:00	0.00	0.00	0.00	0.3	0.0	0.3	0.3
27Jan2015	00:00	0.00	0.00	0.00	0.1	0.0	0.1	0.3
28Jan2015	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.4
29Jan2015	00:00	0.30	0.08	0.22	0.0	0.0	0.0	0.3
30Jan2015	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.3
31Jan2015	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.3
01Feb2015	00:00	12.10	3.06	9.04	0.9	0.0	0.9	0.3
02Feb2015	00:00	38.60	9.26	29.34	3.2	0.0	3.2	0.3
03Feb2015	00:00	65.90	14.22	51.68	6.1	0.0	6.1	0.3
04Feb2015	00:00	26.30	5.18	21.12	3.8	0.0	3.8	0.3
05Feb2015	00:00	12.90	2.45	10.45	2.0	0.0	2.0	0.4



Gambar 3. Grafik Debit Terukur dan Debit Hitungan di Sungai Tateli

Tabel 10. Parameter -Parameter Hasil Kalibrasi

<i>Initial Discharge</i>	0,35045
<i>Ratio to peak</i>	0,5
<i>Recession Constant</i>	1
<i>CN</i>	81,7
<i>Lag Time</i>	253,507745



Gambar 4. Summary Result Kala Ulang 5 Tahun



Gambar 5. Summary Result Kala Ulang 10 Tahun



Gambar 6. Summary Result Kala Ulang 25 Tahun



Gambar 7. Summary Result Kala Ulang 50 Tahun



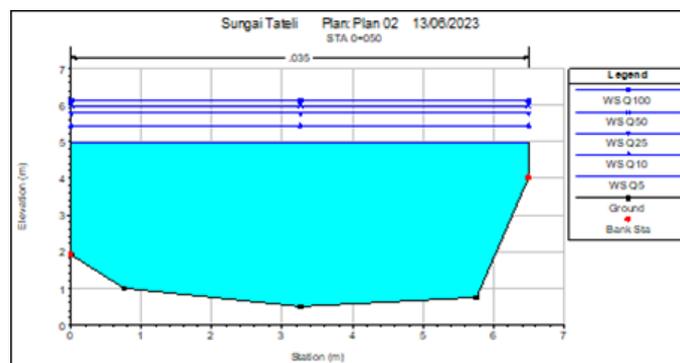
Gambar 8. Summary Result Kala Ulang 100 Tahun

4.5 Analisis Tinggi Muka Air

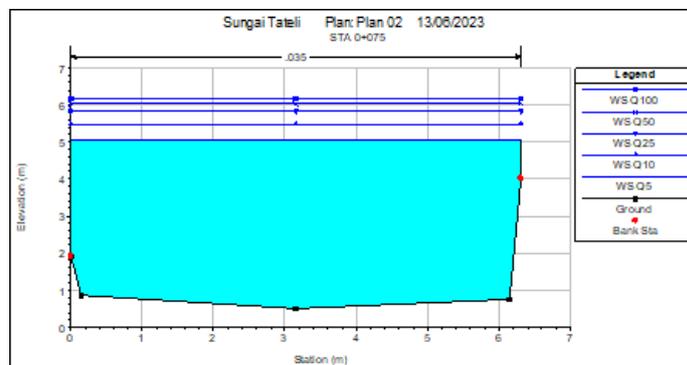
Analisis tinggi muka air menggunakan program komputer HEC-RAS membutuhkan data masukan yaitu penampang sungai, karakteristik saluran untuk nilai koefisien n Manning, dan data debit banjir untuk perhitungan aliran langgeng (*Steady Flow*).

Tabel 11. Rangkuman Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana

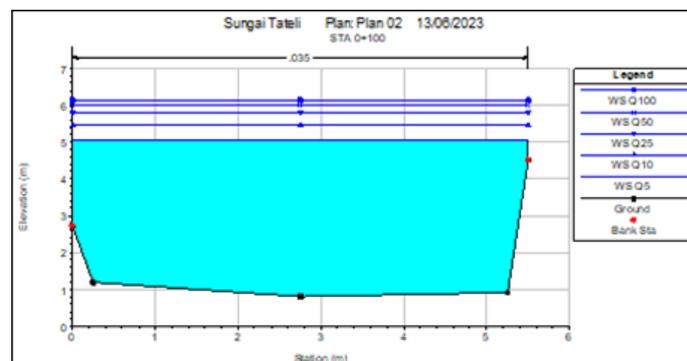
Kala Ulang (Tahun)	Curah Hujan (mm)
5	138.0
10	153.5
25	167.2
50	174.3
100	179.6



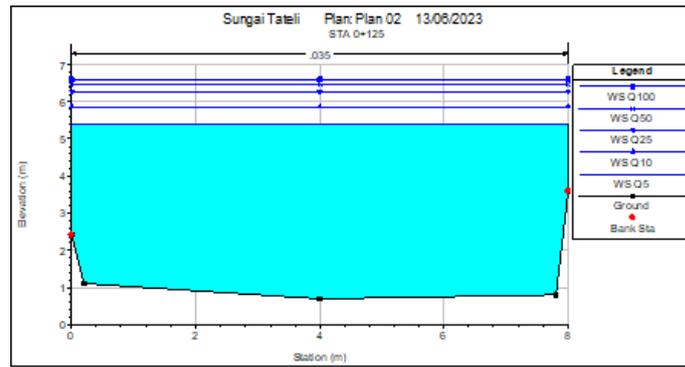
Gambar 9. Rangkuman Tinggi Muka Air Sta 0+50m



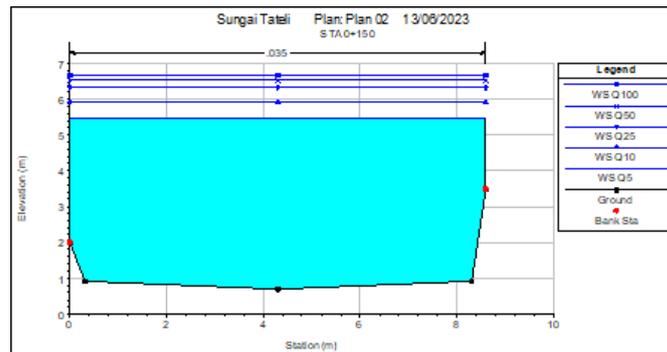
Gambar 10. Rangkuman Tinggi Muka Air Sta 0+75m



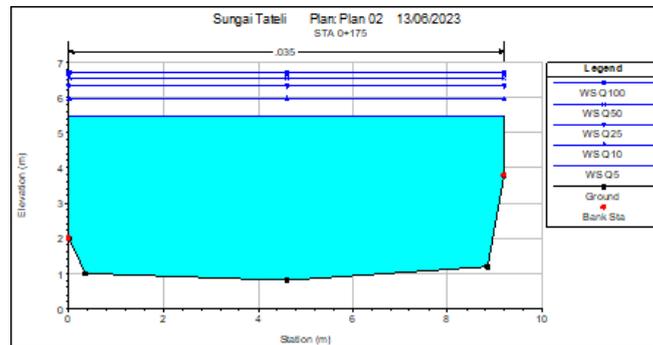
Gambar 11. Rangkuman Tinggi Muka Air Sta 0+100m



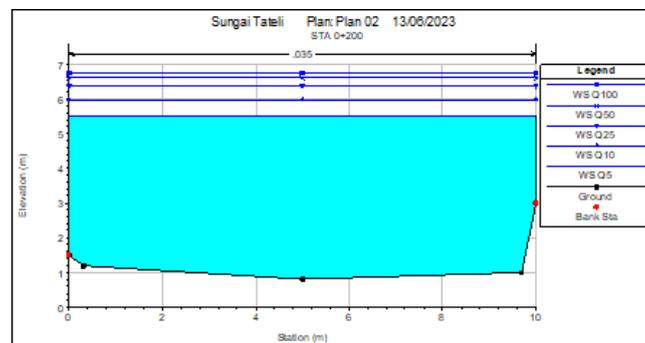
Gambar 12. Rangkuman Tinggi Muka Air Sta 0+125m



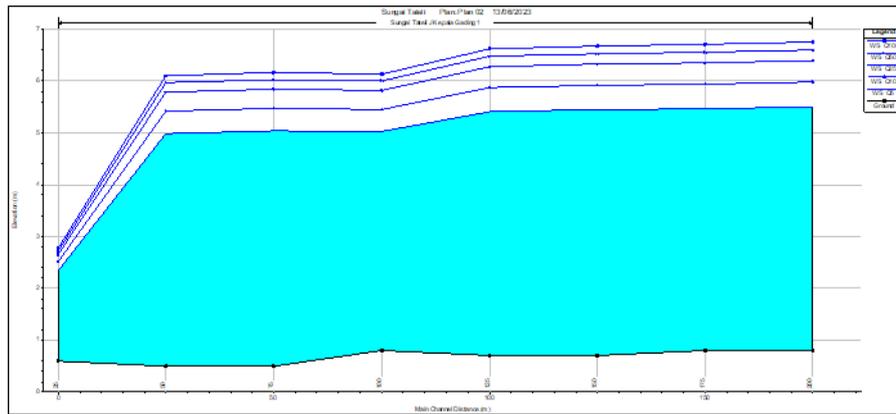
Gambar 13. Rangkuman Tinggi Muka Air Sta 0+150m



Gambar 14. Rangkuman Tinggi Muka Air Sta 0+175m



Gambar 15. Rangkuman Tinggi Muka Air Sta 0+200m



Gambar 16. Rangkuman Tinggi Muka Potongan Memanjang Air Sta 0+200m

5. Kesimpulan

Debit banjir yang di peroleh dari hasil simulasi untuk masing-masing kala ulang adalah sebagai berikut :

- Kala ulang 5 tahun adalah 36,5 m³/det.
- Kala ulang 10 tahun adalah 42,6 m³/det.
- Kala ulang 25 tahun adalah 48,1 m³/det.
- Kala ulang 50 tahun adalah 51,0 m³/det.
- Kala ulang 100 tahun adalah 53,1 m³/det.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa pada semua penampang Sungai Tateli yang ditinjau sudah tidak mampu menampung debit banjir yang terjadi untuk kala ulang 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun.

6. Saran

Perlu dibuatkan tanggul pada semua daerah penampang sungai yang ditinjau agar tidak terjadi luapan dari sungai tersebut.

Referensi

2016. *HEC-RAS 6.3.1 Reference Manual*, Hidrologic Engineering Center, U.S Army Corps of Engineers, USA

Kamase, Malinda., Liany A., Hendrata, Jeffry S. F. Sumarauw. 2017 . *Analisis Debit dan Tinggi Muka Air Sungai Tondano di Jembatan Desa Kuwil Kecamatan Kalawat*. Jurnal Sipil Statik Vol.5 No.4 Juni 2017 (175-185) ISSN: 2337-6432, Universitas Sam Ratulangi, Manado.

Mamuaya, Frana L., Jeffry S. F. Sumarauw, Hanny Tangkudung. 2019. *Analisis Kapasitas Penampang Sungai Roong Tondano Terhadap Bernagai Kala Ulang Banjir*. Jurnal Sipil Statik Vol.7 No.2 Februari 2019 (179-188) ISSN: 2337-6732, 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.

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 Sintetis*. Bahan Ajar Mahasiswa, Universitas Sam Ratulangi, Manado.

Sumarauw, Jeffry. 2018. *HEC-HMS*. Bahan Ajar Mahasiswa, Universitas Sam Ratulangi, Manado.

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

Talumepa, Marcio Yosua., Lambertus Tanudjaja, Jeffry S.F. Sumarauw. 2017. *ANALISIS DEBIT BANJIR DAN TINGGI MUKA AIR SUNGAI SANGKUB KABUPATEN BOLAANG MONGONDOW UTARA*.

Jurnal Sipil Statik Vol.5 No.10 Desember 2017 (699-710) ISSN: 2337-6732.