



Analisis Debit Banjir Dan Luas Genangan Sungai Malalayang Di Titik Jembatan Parigi Kuala Batukota, Kota Manado

Priscillia G. Mamonto^{#a}, Jeffry S. F. Sumarauw^{#b}, Liany A. Hendratta^{#c}

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

^apriscilliamamonto021@student.unsrat.ac.id, ^bjeffrysumarauw@unsrat.ac.id, ^clianyhendratta@unsrat.ac.id

Abstrak

Sungai Malalayang merupakan salah satu sungai utama di kota Manado yang melintasi kawasan penduduk. Perubahan tata guna lahan dan intensitas curah hujan yang tinggi sering mengakibatkan Sungai Malalayang yang terletak di Kelurahan Bahu, khususnya di titik Jembatan Parigi Kuala Batukota meluap sehingga menimbulkan genangan di area jalan dan pemukiman warga. Analisis hidrologi dilakukan menggunakan data curah hujan harian maksimum dari pos MRG Tinoor, MRG Malalayang-Kakaskasen, MRG Ranowangko-TaraTara, MRG Tikala-Sawangan dengan distribusi Log Pearson Tipe III. Debit banjir rencana dihitung menggunakan program HEC-HMS dengan metode Hidrograf Satuan Sintesis Soil Conservation Services (HSS-SCS) dengan nilai Curve Number (CN) rata-rata sebesar 60 setelah di kalibrasi untuk DAS Malalayang seluas 50 km². Analisis hidraulika dilakukan menggunakan program HEC-RAS untuk mendapatkan tinggi muka air dan simulasi 2D untuk memperoleh pola genangan. Hasil simulasi debit banjir puncak menunjukkan nilai sebesar 89 m³/det (kala ulang 5 tahun), 113 m³/det (10 tahun), 142.1 m³/det (25 tahun), 162,7 m³/det (50 tahun), dan 182.4 m³/det (100 tahun). Analisis kapasitas penampang pada titik tinjau mampu menampung debit banjir dengan kala ulang 5 Tahun tetapi tidak dengan kala ulang 10 Tahun sampai 100 Tahun. Sementara itu titik tinjau STA 0+100 hingga STA 0+200 menunjukkan bahwa penampang Sungai Malalayang tidak mampu menampung debit banjir rencana pada semua kala ulang yang dianalisis. Luas genangan hasil simulasi 2D HEC-RAS meningkat seiring bertambahnya kala ulang, yaitu 0,178 km² (5 tahun), 0,190 km² (10 tahun), 0,203 km² (25 tahun), 0,209 km² (50 tahun), dan 0,215 km² (100 tahun).

Kata kunci: Jembatan Parigi Kuala Batukota, Sungai Malalayang, Debit Banjir, Tinggi Muka Air, HEC-HMS, HEC-RAS, luas genangan

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Sungai Malalayang merupakan salah satu sungai di wilayah Kelurahan Bahu, Kecamatan Malalayang, Kota Manado. Sungai Malalayang yang terletak di Kelurahan Bahu, khususnya di titik Jembatan Parigi Kuala Batukota, beberapa kali mengalami luapan dan menyebabkan banjir yang disebabkan oleh perubahan tata guna lahan dan seringkali dipicu oleh intensitas curah hujan yang tinggi.

Fenomena luapan yang terjadi di Sungai Malalayang tentunya berdampak pada aktivitas masyarakat, seperti di area jalan serta pemukiman yang tergenang sehingga menimbulkan kerugian dan berpotensi pada kesehatan masyarakat akibat genangan yang berlangsung lama.

Melihat masalah yang terjadi, maka diperlukan analisis debit banjir dan identifikasi area genangan pada sungai malalayang menggunakan metode hidrologi untuk perhitungan debit banjir rencana dan program HEC-HMS, serta pemodelan hidraulika dengan software HEC-RAS.

1.2. Rumusan Masalah

Banjir dan luapan yang terjadi berdampak pada aktivitas masyarakat maka diperlukan upaya penanganan banjir dengan menganalisis debit banjir, elevasi tinggi muka air dan luas genangan yang dapat terjadi.

1.3. Batasan Penelitian

1. Titik kontrol yang diambil di titik jembatan Parigi Kuala Batukota, Kota Manado sejauh 100 meter ke arah hulu dan 100 meter ke arah hilir.
2. Analisis hidrologi menggunakan data hujan harian maksimum
3. Kala ulang rencana di batasi pada 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun.
4. Metode yang digunakan: Untuk analisis hidrologi menggunakan program komputer *HEC-HMS* untuk mendapatkan besaran debit banjir rencana dan untuk analisis hidraulika menggunakan program komputer *HEC-RAS* untuk mendapatkan tinggi muka air dan luas genangan.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besaran debit banjir dengan berbagai kala ulang dan genangan yang berpotensi terjadi pada penampang Sungai Malalayang

1.5. Manfaat Penelitian

- Hasil penelitian ini dapat memberikan data dan informasi mengenai area banjir serta area genangan di Sungai Malalayang yang dapat dimanfaatkan oleh instansi terkait yang berwenang dalam pengendalian banjir.
- Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi kepada masyarakat mengenai potensi banjir.

1.6. Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian terletak di Jemabatan Parigi Kuala Batukota, Kecamatan Malalayang, Kelurahan Bahu, Kota Manado. Dengan Titik Kontrol yang diambil $1^{\circ}27'07.5''\text{N}$ Lintang Utara dan $124^{\circ}49'26.7''\text{E}$ Bujur Timur.



Gambar 1. Lokasi Penelitian Titik Kontrol (Google Earth)

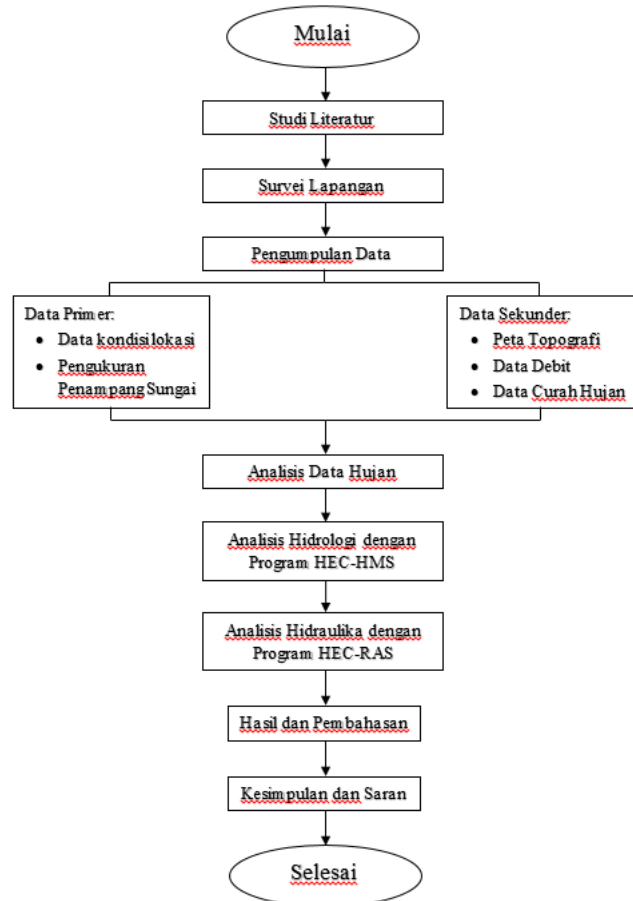
2. Tahap Penelitian

Tahap penelitian digambarkan dalam alur yang ditunjukkan pada Gambar 2.

3. Kajian Literatur

3.1. Siklus Hidrologi

Siklus Hidrologi adalah proses yang berkaitan dan saling mempengaruhi satu sama lain, dimana air menguap karena sinar matahari ke udara dan jatuh ke darat dan kembali ke laut, begitu seterusnya.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

3.2. Daerah Aliran Sungai

Daerah Aliran Sungai atau DAS merupakan daerah yang dibatasi oleh pemisah air topografik (topographic water divide), apabila terjadi hujan maka air akan mengalir menuju pada saluran air yang dapat saling bersambungan (sistem sungai), sehingga aliran air terkumpul pada satu sungai dan akan keluar melalui satu saluran (outlet) pada wilayah sungai tersebut. (Amin et al., 2018).

3.3. Analisis Curah Hujan

Sesuai dengan konsep siklus hidrologi, air yang terdapat di permukaan bumi bersumber dari hujan, baik secara langsung maupun melalui proses lanjutan. Hujan merupakan komponen yang penting dalam proses hidrologi karena besarnya curah hujan akan ditransformasikan menjadi aliran sungai, baik dalam bentuk limpasan permukaan, aliran bawah permukaan, maupun aliran air tanah.

Untuk memperkirakan besarnya debit banjir yang terjadi pada suatu penampang sungai tertentu, harus diketahui mengenai kedalaman hujan yang terjadi. Data yang dibutuhkan tidak hanya berasal dari satu stasiun pengukuran hujan, tetapi harus mewakili seluruh wilayah DAS, sehingga diperlukan data curah hujan dari beberapa stasiun yang tersebar di dalam DAS tersebut.

3.4. Analisis Data Outlier

Data *Outlier* merupakan data yang memiliki nilai terlalu rendah atau terlalu tinggi dibandingkan dengan kumpulan data lainnya. Pengujian *Outlier* dilakukan untuk mengidentifikasi dan mengoreksi data tersebut agar layak digunakan dalam 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 atau rendah, koreksi data

Untuk menghitung *outlier* tinggi maupun rendah digunakan rumus pada persamaan berikut:

- *Outlier* tinggi :

$$\text{Log } x_h = \overline{\text{log } x} + Kn \cdot S_{\log} \quad (1)$$

- *Outlier* rendah :

$$\text{Log } x_l = \overline{\text{log } x} - Kn \cdot S_{\log} \quad (2)$$

- $\text{Log } x = \frac{\sum \log x}{n} \quad (3)$

- $S_{\log} = \sqrt{\frac{\sum (\log x - \overline{\log x})^2}{n-1}} \quad (4)$

- $Cs_{\log} = \frac{n}{(n-1)(n-2)S_{\log}^3} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3 \quad (5)$

Dengan :

$Cs_{\log}$ = Koefisien kemenangan

$S_{\log}$ = Simpangan baku

$\overline{\text{Log } x}$ = Nilai rata-rata

Kn = Nilai K (diambil dari *outlier test K Value*) tergantung dari jumlah data yang di analisis

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

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

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 (*Mean*)

Rata-rata hitung merupakan nilai rata-rata dari sekumpulan data

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i = X_1 \quad (6)$$

Dengan:

$\bar{X}$ = Nilai rata-rata

X_i = Nilai varian

n = Jumlah data

b) Simpangan baku (Standar deviasi)

Jika penyebaran data sangat besar dibandingkan dengan nilai rata-rata, maka nilai deviasi standar (S) akan menjadi besar. Sebaliknya, jika penyebaran data relatif kecil terhadap nilai rata-rata, maka nilai S akan menjadi kecil.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (7)$$

Dengan :

S = Standar deviasi

$\bar{X}$ = Nilai rata-rata

X_i = Nilai varian

n = Jumlah data

c) Koefisien *skewness* (Kemencengan)

Kemencengan (*Skewness*) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidaksimetrisan dari suatu bentuk distribusi. Pengukuran kemencengan adalah mengukur seberapa besar suatu kurva frekuensi dari suatu distribusi tidak simetris atau menceng.

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2)S^3} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 \quad (8)$$

Dengan :

Cs = Koefisien Kemencengan

S = Standar deviasi

$\bar{X}$ = Nilai rata-rata

n = Jumlah data.

X_i = Nilai variasi

d) Koefisien Variasi

Koefisien variasi adalah nilai perbandingan antara deviasi standar dengan nilai rata-rata hitung dari suatu distribusi.

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} \quad (9)$$

Dengan :

Cv = Koefisien variasi,

S = Standar deviasi

$\bar{X}$ = Nilai rata-rata

e) Koefisien Kurtosis

Pengukuran Kurtosis adalah ukuran statistik yang digunakan untuk mengukur keruncingan bentuk kurva distribusi, yang umumnya dibandingkan dengan distribusi normal.

$$Ck = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3) \cdot S^4} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4 \quad (10)$$

Dengan :

Ck = Koefisien Kurtosis

S = Standar deviasi

$\bar{X}$ = Nilai rata-rata

N = Jumlah data

X_i = Nilai variasi

3.6. Distribusi Probabilitas

Distribusi probabilitas atau distribusi peluang merupakan suatu bentuk distribusi yang menggambarkan peluang terjadinya sekumpulan variabel sebagai pengganti penyajian dalam bentuk frekuensi. Salah satu tujuan utama dari analisis distribusi peluang adalah untuk menentukan periode ulang (*return period*).

a) Distribusi normal

Distribusi normal banyak digunakan dalam analisis hidrologi, missal dalam analisis frekuensi hujan, analisis statistic dari distribusi rata-rata curah hujan tahunan, debit rata-rata tahunan dan sebagainya. Distribusi normal atau kurva normal disebut juga distribusi Gauss.

$$X = \bar{X} + k \cdot S \quad (11)$$

b) Distribusi Log Normal Dua Parameter

Distribusi log normal merupakan hasil transformasi dari distribusi normal, yaitu yang mengubah nilai varian X menjadi nilai logaritmik varian X.

$$\log X = \log \bar{X} + k \cdot S_{\log} \quad (12)$$

c) Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel, yang juga dikenal sebagai distribusi ekstrem tipe I (*extreme type I distribution*), sering digunakan untuk menganalisis kejadian ekstrem seperti banjir. Persamaan matematisnya adalah:

$$X = \bar{X} + \frac{S}{S_n} (Y - Y_n) \quad (13)$$

d) Distribusi Log-Pearson Tipe III

Bentuk distribusi log pearson tipe III merupakan hasil transformasi dari distribusi pearson tipe III dengan menggantikan varian menjadi nilai logaritmik.

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

3.7. Pemilihan Tipe Distribusi

Setiap tipe distribusi memiliki karakteristik tersendiri, sehingga data hidrologi perlu diuji tingkat kesesuaiannya terhadap sifat masing-masing distribusi tersebut. Parameter-parameter yang digunakan sebagai langkah awal penentuan tipe distribusi adalah Cs, Cv, Ck. Kriteria pemilihan untuk tiap tipe distribusi berdasarkan parameter statistik adalah sebagai berikut:

1. Distribusi Normal:
 $C_s \approx 0$; $C_k \approx 3$
2. Distribusi Log-Normal:
 $C_s \approx C_v^3$; $3 C_v$
 $C_k \approx C_v^8 + 6 C_v^6 + 15 C_v^4 + 16 C_v^2 + 3$
3. Distribusi Gumbel:
 $C_s = 1,14$; $C_k = 5,4$
4. Bila kriteria 3 (tiga) sebaran di atas tidak memenuhi, kemungkinan tipe sebaran yang cocok adalah Tipe Distribusi Log-Pearson III.

3.8 Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana merupakan debit puncak yang terjadi pada suatu sungai untuk periode ulang tertentu. Dalam penentuan debit banjir rencana diperlukan beberapa jenis data, antara lain data curah hujan, luas daerah tangkapan air (catchment area), serta data penutup lahan..

3.9 Metode Hidrograf Satuan Sintesis soil conservation (SCS)

Hidrograf tidak berdimensi SCS (Soil Conservation Services) merupakan salah satu bentuk hidrograf satuan sintesis, di mana besaran debit dinyatakan dalam bentuk perbandingan antara debit q terhadap debit puncak q_p , sedangkan waktu dinyatakan sebagai perbandingan antara waktu kejadian terhadap waktu naik hidrograf satuan T_p .

$$T_1 = 0,6 T_c \quad \text{Untuk luas DAS} \geq 16 \text{ km}^2 \quad (15)$$

Menghitung *Time Of Concentration* (T_c) :

$$T_c = \frac{0.606 (L.n)^2}{s^{0.234}} \quad (16)$$

3.10 Aliran Langgeng (steady flow)

Aliran permanen (*steady flow*), yaitu aliran yang memiliki kedalaman tetap atau tidak berubah dalam selang waktu tertentu.

3.11 Aliran Tak Langgeng (unsteady flow) (intensitas Curah Hujan)

Aliran tidak permanen (*unsteady flow*), yaitu aliran yang kedalamannya berubah terhadap waktu.

3.12 Genangan Banjir

Genangan banjir merupakan kondisi tergenangnya suatu wilayah oleh air dalam periode waktu tertentu akibat meluapnya sungai, limpasan permukaan, curah hujan tinggi, atau ketidakmampuan sistem drainase dalam menyalurkan air. Genangan banjir umumnya terjadi ketika volume air yang masuk ke suatu kawasan melebihi kapasitas tampung saluran, sungai, maupun daerah resapan, sehingga air melimpas dan menutupi permukaan lahan (Kodoatie dan Sjarief, 2010).

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Data Curah Hujan

Analisis curah hujan DAS Malalayang di titik Jembatan Parigi dilakukan dengan menggunakan data curah hujan harian maksimum yang bersumber dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi I dengan periode pencatatan tahun 2008 sampai dengan tahun 2024. Analisis pos hujan yang berpengaruh di DAS dilakukan dengan menggunakan Poligon *Thiessen*. Hasil analisis Poligon *Thiessen* didapatkan bahwa pos hujan yang berpengaruh di DAS ada 4 pos hujan, yaitu pos MRG Tinoor, MRG Malalayang-Kakaskasen, MRG Tikala-Sawangan, dan MRG Ranowangko- TaraTara, yang ditunjukkan pada Tabel 1.

4.2 Penentuan Tipe Distribusi Hujan

Dari penentuan tipe sebaran data, tidak ada parameter statistik yang memenuhi syarat untuk distribusi normal, log normal dan distribusi gumbel, sehingga tipe sebaran log-pearson III yang akan digunakan.

4.3 Curah Hujan Rencana

Faktor frekuensi K setiap kala ulang terdapat pada tabel nilai K_T untuk kemencengan positif (terlampir) yang ditentukan menggunakan nilai $C_{s \log x} = 0,07347$ dan kala ulang dalam tahun.

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

No	Tahun	Poa Hujan			
		MRG Tinoor (mm)	Malalayang-Kakaskasen (mm)	Ranowangko-Tara-tara	Tikala-Sawangan (mm)
1	2008	74.1	80	117	130.8
2	2009	65.4	38	98	100.3
3	2010	101.7	65	156	123
4	2011	102.4	92	158	120.3
5	2012	96.8	42	136.4	110
6	2013	110.5	157	80.8	180.4
7	2014	184	145	196.5	170.7
8	2015	108.2	204	112.4	90
9	2016	90.3	95	102	90.7
10	2017	156	96	95	180
11	2018	108.1	100	105.5	76
12	2019	120.3	104	68.5	130
13	2020	134.8	76	107	121
14	2021	156.4	165	135.5	175
15	2022	87.9	83	124	165
16	2023	126.2	76	124	150
17	2024	126.2	85	109	120

Tabel 2. Penentuan Jenis Sebaran Data

Tipe Sebaran	Syarat Parameter Statistik	Parameter Statistik Data Pengamatan	Keterangan
Normal	$C_s = 0$	0,43	Tidak Memenuhi
	$C_k = 3$	3,56	Tidak Memenuhi
Log Normal	$C_s = C_v^{-1} + 3 C_v = 0,82$	0,43	Tidak Memenuhi
	$C_k = C_v^{-6} + 6 C_v^{-6} + 15 C_v^{-4} + 16 C_v^{-2} + 3 = 4,2$	3,56	Tidak Memenuhi
Gumbel	$C_s = 1,14$	0,43	Tidak Memenuhi
	$C_k = 5,40$	3,56	Tidak Memenuhi
Log Pearson III	Bila Tidak ada parameter statistik yang sesuai dengan ketentuan distribusi sebelumnya	-	Memenuhi

Tabel 3. Nilai K untuk Setiap Kala Ulang

Return Period In Years /Kala Ulang (Tahun)					
Cslog	5	10	25	50	100
	Exceedence Probability				
-0.3	0.853	1.245	1.643	1.890	2.104
-0.305	0.853	1.244	1.641	1.887	2.100
-0.4	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029

Selanjutnya adalah perhitungan curah hujan kala ulang 5 tahun :

$$\log X_{TR} = \bar{Y} + K \cdot S_{\log x} = 2,03 + (0,853) \times 0,12 = 2,13$$

$$X_{TR} = 10^{2,13}$$

$$X_{TR} = 135,36 \text{ mm}$$

Tabel 4. Curah Hujan Rencana

Kala Ulang (TR)	Log X_{TR}	X_{TR}
5 Tahun	2.131	135.362
10 Tahun	2.178	150.581
25 Tahun	2.225	167.768
50 Tahun	2.254	179.394
100 Tahun	2.279	190.110

4.4 Pola Distribusi Hujan Jam-jaman

Tabel 5. Curah Hujan Rencana berdasarkan Pola Distribusi Hujan Kota Manado dan Sekitarnya
(Sumber: 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	3.72

Tabel 6. Distribusi Hujan Rencana Berbagai Kala Ulang

Jam	P (mm)				
	Kala Ulang				
	5	10	25	50	100
1	68.80	76.54	85.28	91.19	96.63
2	34.07	37.90	42.23	45.15	47.85
3	11.70	13.01	14.50	15.50	16.43
4	6.67	7.42	8.27	8.84	9.37
5	3.97	4.41	4.92	5.26	5.57
6	1.83	2.03	2.26	2.42	2.57
7	3.29	3.66	4.08	4.36	4.62
8-10	5.04	5.60	6.24	6.67	7.07
Total (mm)	135.36	150.58	167.77	179.39	190.11

4.5 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*.

L = Sungai terpanjang, hasilnya 18.65 km

Untuk mencari kemiringan sungai digunakan rumus berikut:

$$S = \left(\frac{\text{Titik elevasi tertinggi} - \text{Titik elevasi terendah}}{\text{panjang sungai}} \right) = \left(\frac{1342 - 17.4}{18.65 \text{ km}} \right) = 0.071$$

$$CN = 84.85$$

$$T_c = \frac{0.606 (18.65 \times 0.8)^{0.467}}{0.071^{0.234}}$$

$$T_l = 0.6 T_c$$

$$= 0.6 \times 3.975518$$

$$= 2.285311 \text{ Jam} \approx 143,1186 \text{ Menit}$$

Tabel 7. Perhitungan Nilai Tutupan Lahan

Jenis Tutupan Lahan	Luas(Km^2)	Persentase (%)	CN Tiap Lahan	CN
Hutan (Penutupan Baik)	6.91	13.78	70	9.65
Tanah yg diolah dan Ditanami dengan Konservasi	37.81	75.45	88	66.39
Pemukiman	5.18	10.33	81	8.37
Sungai	0.22	0.44	100	0.44
Total	50.11	100		84.85

4.6 Kalibrasi Model

Kalibrasi merupakan suatu proses di mana nilai hasil perhitungan dibandingkan dengan nilai hasil observasi lapangan. Dikarenakan titik tinjauan di Jembatan Parigi Kuala Batukota, Kota Manado (titik kontrol) tidak memiliki data debit terukur, maka perlu dilakukan perhitungan dengan metode analisis regional sehingga data debit Sungai Malalayang pada titik tinjauan di Jembatan Parigi Kuala Batukota, Kota Manado dapat diketahui.

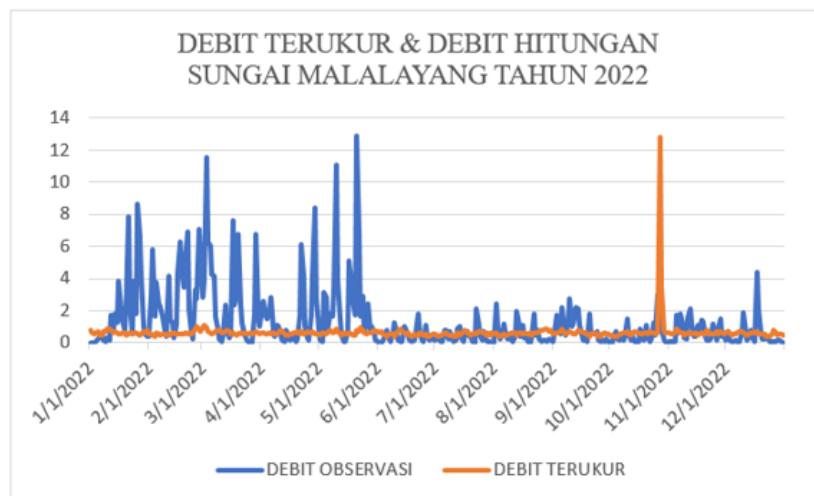
Karena hasil kalibrasi debit puncak sama dengan 28.4 m³/det melebihi debit terukur 12.8 m³/det maka akan dilakukan metode Trial and Error pada parameter-parameter yang ada sehingga debit hasil bisa dikatakan layak digunakan.

4.7 Simulasi Debit Banjir Dengan Program Komputer HEC-HMS

Setelah kalibrasi, semua parameter terkalibrasi akan digunakan sebagai parameter pada komponen sub-DAS untuk perhitungan debit banjir puncak.

Tabel 8. Parameter-Parameter Hasil Kalibrasi

<i>CN</i>	60
<i>Recession constant</i>	0.07
<i>Ratio to Peak</i>	0.27
<i>Initial Discharge</i>	0.627
<i>Lag Time</i>	143.119



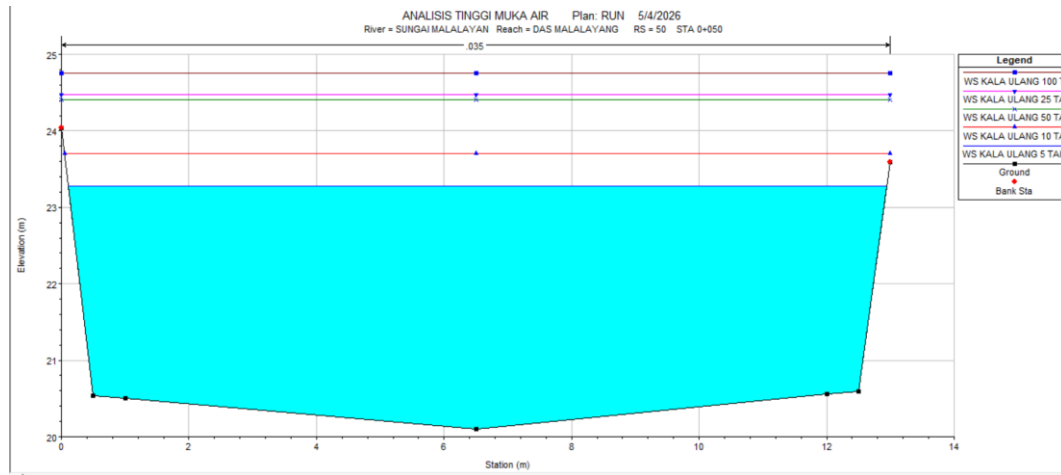
Gambar 3. Debit Puncak Hasil Perhitungan dan Debit Terukur

Tabel 9. Debit Puncak Setiap Kala Ulang

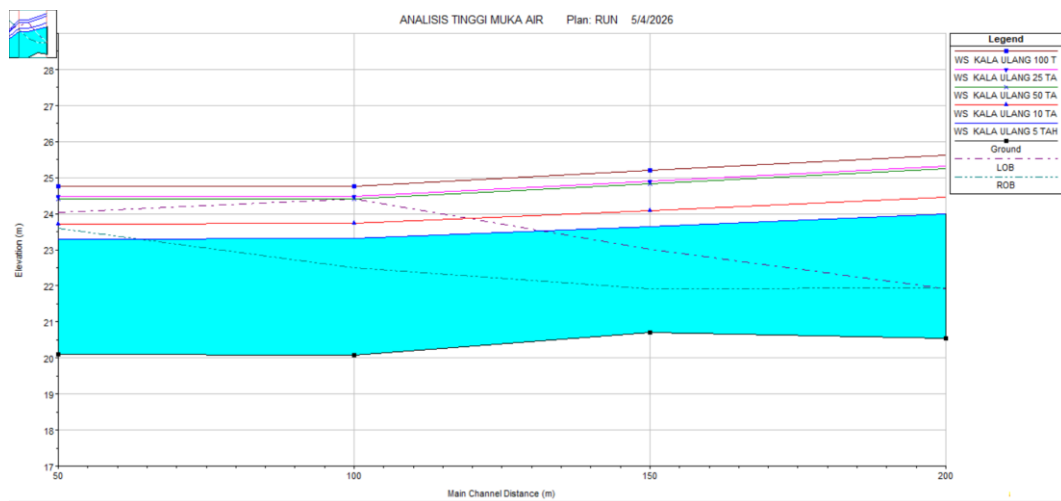
Kala Ulang	Debit (m ³ /det)
5 Tahun	89
10 Tahun	113
25 Tahun	142,1
50 Tahun	162,7
100 Tahun	182,4

4.8 Hasil Simulasi-Simulasi Tinggi Muka Air dengan Program Komputer HEC-RAS

Analisis Hidraulika menggunakan program komputer *HEC-RAS* untuk tinjau muka air dilakukan dengan memasukkan data sebit puncak dari perhitungan *HSS-SCS* yang diolah menggunakan program komputer *HEC-HMS* dan data penampang sungai serta koefisien kekasaran saluran (nilai *n Manning*).



Gambar 4. Rangkuman Tinggi Muka Air STA 0 + 50



Gambar 5. Rangkuman Tinggi Muka Air Profil Memanjang Sungai Malalayang

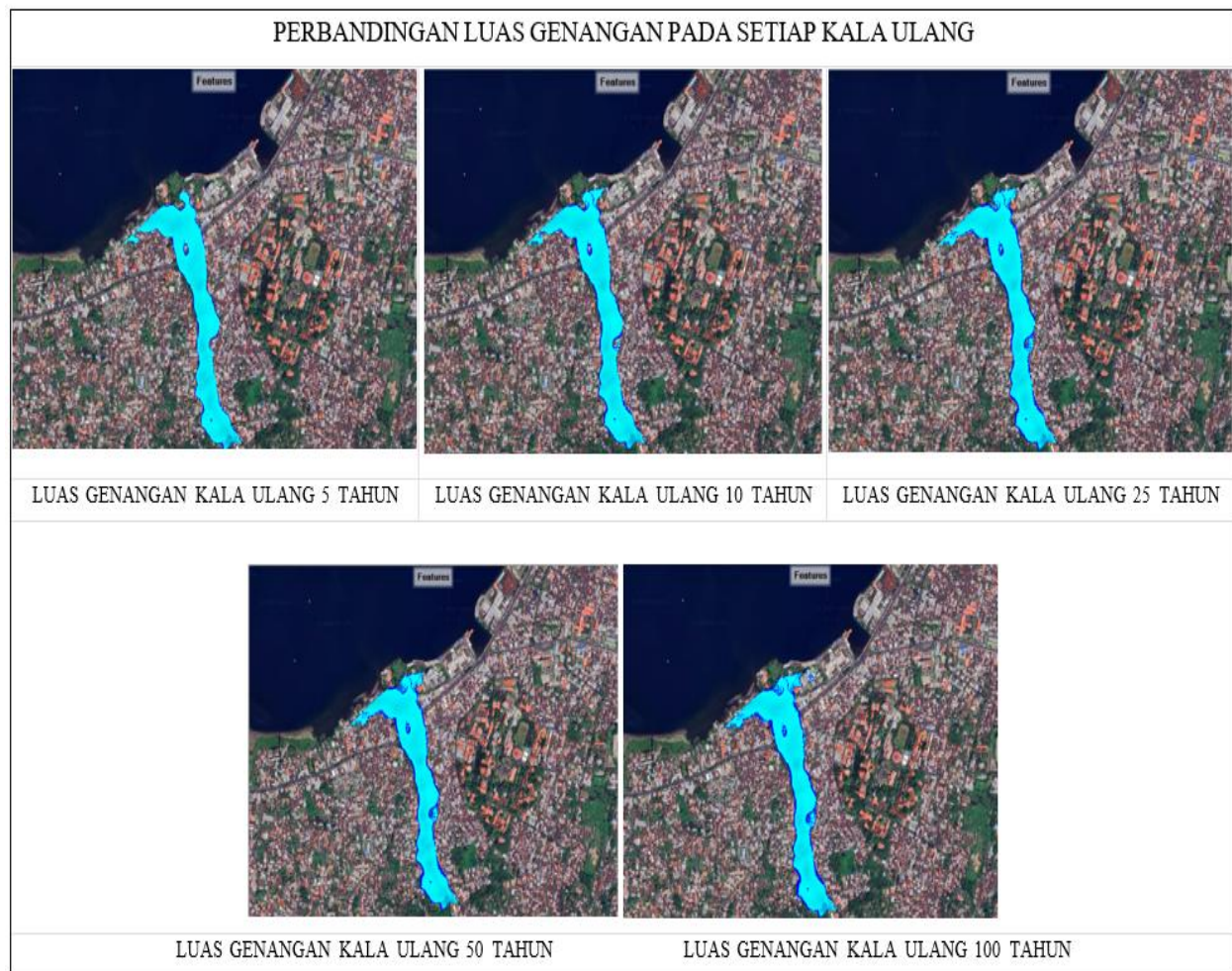
Tabel 10. Rangkuman Tinggi Muka Air yang Meluap Di Tiap STA

NO	STA	KALA ULANG				
		Q5	Q10	Q25	Q50	Q100
1	STA 0+050		✓	✓	✓	✓
2	STA 0+100	✓	✓	✓	✓	✓
3	STA 0+150	✓	✓	✓	✓	✓
4	STA 0+200	✓	✓	✓	✓	✓

4.9 Analisis Luas Genangan dengan Program komputer HEC-RAS

Analisis simulasi genangan 2D dilaksanakan bertujuan untuk mengidentifikasi luas wilayah yang berpotensi tergenang akibat meluapnya Sungai Malalayang dengan menggunakan data *DEM* wilayah Sulawesi Utara. Pemodelan diawali dengan pembuatan 2D Flow Area, penentuan breaklines, serta boundary condition lines pada bagian hulu dan hilir. Selanjutnya,

dilakukan pengaturan data aliran unsteady flow dengan memasukkan debit banjir pada batas hulu dan kondisi normal depth pada batas hilir. Simulasi dilakukan untuk kala ulang 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun guna mengevaluasi perkembangan luas genangan akibat peningkatan debit banjir.



Gambar 6. Perbandingan Luas Genangan Tiap Kala Ulang

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis menggunakan distribusi *Log Pearson* Tipe III menghasilkan nilai curah hujan rata-rata untuk berbagai kala ulang. Hasil simulasi debit banjir menggunakan program komputer *HEC-HMS* dengan metode *HSS SCS* sebagai berikut: kala ulang 5 tahun sebesar 89 m³/det, kala ulang 10 tahun sebesar 113 m³/det, kala ulang 25 tahun sebesar 142.1 m³/det, kala ulang 50 tahun sebesar 162,7 m³/det, dan kala ulang 100 tahun sebesar 182.4 m³/det. Nilai debit puncak menunjukkan peningkatan yang signifikan seiring bertambahnya kala ulang banjir.

Hasil simulasi tinggi muka air menggunakan program komputer *HEC-RAS* dengan analisis aliran langgeng (*Steady Flow*) menunjukkan bahwa terjadi luapan air pada seluruh penampang yang ditinjau, yaitu STA 0+100, STA 0+150, dan STA 0+200, untuk semua kala ulang banjir mulai dari kala ulang 5 Tahun (Q5) hingga kala ulang 100 Tahun (Q100) dan pada STA 0+050 dapat menampung debit banjir pada kala ulang 5 Tahun (Q5), kemudian luapan terjadi pada kala ulang 10 Tahun (Q10), 25 Tahun (Q25), 50 Tahun (Q50) dan 100 Tahun (Q100). Luas genangan pada kala ulang 5 tahun adalah 0,178 km², kala ulang 10 tahun sebesar 0,190 km², kala ulang 25 tahun sebesar 0,203 km², kala ulang 50 tahun sebesar 0,209 km², dan kala ulang 100 tahun sebesar 0,215 km². Peningkatan luas genangan ini berbanding lurus dengan meningkatnya debit banjir rencana pada setiap kala ulang yang disimulasikan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, diketahui bahwa pada setiap penampang sungai mengalami luapan yang berpotensi terjadinya genangan disekitar sungai. Untuk itu dari penelitian ini disarankan untuk memperbaiki dan menambah tinggi tanggul yang sudah ada di sepanjang STA 0+050 sampai STA 0+200.

Referensi

- Amin, M., Si, M., Pertanian, J. T. & Lampung, U. (2018). *Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*.
 Asdak, C. (2010). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
 Asdak, C. (2014). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai* (Edisi Revisi). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
 Brunner, G. W. (2016). *HEC-RAS River Analysis System: Hydraulic Reference Manual, Version 5.0*. US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center (HEC). Davis, California.
 Chow, V. T., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1988). *Applied Hydrology*. McGraw-Hill. New York.
 Delarue, N. W. N., Sumarauw, J. S. F., & Mananoma, T. (2025). *Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Malalayang di Titik Jembatan Parigi 7, Kelurahan Bahu, Kota Manado*. 22(90).
 Kodoatie, R. J. dan Sjarief, R. (2010). *Tata Ruang Air*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
 Seyhan, E. (1990). *Dasar-dasar Hidrologi*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
 Sumarauw, J. F. (2013). *Karakteristik Hidrograf Satuan Sintesis SCS dan Penerapannya pada Beberapa DAS di Sulawesi Utara*. Jurnal Ilmiah Media Engineering, Vol. 3, No. 1. Universitas Sam Ratulangi. Manado.
 Sumarauw, J. (2017). POLA DISTRIBUSI HUJAN JAM-JAMAN DAERAH MANADO, MINAHASA UTARA DAN MINAHASA. *Jurnal Sipil Statik*, 5(10), 669–678.
 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.
 Supit, C. J. (2013). *Analisis Debit Banjir Sungai Ranoyapo Menggunakan Metode HSS SCS dan HSS Limantara*. Jurnal Sipil Statik, Vol. 1, No. 6. Universitas Sam Ratulangi. Manado.
 Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*. Beta Offset. Yogyakarta.
 USDA Soil Conservation Service. (1972). *National Engineering Handbook, Section 4: Hydrology*. United States Department of Agriculture. Washington, D.C.