



Analisis Tinggi Muka Air Banjir Sungai Paniki Di Desa Borgo, Tanawangko Kabupaten Minahasa

Andre Ch. Tampi^{#a}, Jeffrey S. F. Sumarauw^{#b}, Cindy J. Supit^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^atampianandre23@gmail.com; ^bjeffreysumarauw@unsrat.ac.id; ^ccindyjeanesupit@unsrat.ac.id

Abstrak

Sungai Paniki adalah salah satu sungai yang berada di desa Borgo, Tanawangko, Kabupaten Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara. Sungai Paniki pernah meluap dan menyebabkan kerugian bagi warga yang tinggal di sekitar sungai, serta mengganggu lalu lintas kendaraan. Oleh karena itu, dibutuhkan perhitungan debit banjir dan elevasi tinggi muka air dari Sungai Paniki. Analisis dimulai dengan mencari frekuensi hujan menggunakan metode *Log Pearson III*. Data hujan yang digunakan berasal dari satu pos hujan, yaitu pos hujan MRG Ranowangko-Taratara. 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 38.5 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* untuk simulasi elevasi tinggi muka air pada penampang. Untuk STA 0+025, STA 0+050, STA 0+125 tidak mampu menampung debit banjir kala ulang. Untuk STA 0+075 hanya mampu menahan debit banjir pada kala ulang 5 tahun. Untuk STA 0+100 hanya meluap pada kala ulang 100 tahun. Untuk STA 0+150 hanya meluap pada kala ulang 50 tahun dan 100. Dan terakhir, untuk STA 0+175 dan STA 0+200 masih mampu menahan debit banjir di semua kala ulang.

Kata kunci: Sungai Paniki, banjir, hidraulika, HEC-HMS, HEC-RAS

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Sungai Paniki adalah sungai yang terletak di Desa Borgo, Kecamatan Tombariri, Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara. Aliran Sungai Paniki menjadi salah satu saluran irigasi warga dimana dari arah Hulu terdapat Embung Sarani Matani yang dimana embung ini berfungsi sebagai persediaan air disaat musim kering tiba dan juga digunakan untuk meningkatkan kualitas air yang ada disungai dan untuk akhir dari arah Hilir Sungai Paniki adalah ke arah laut lepas. Sungai Paniki merupakan salah satu sungai yang memberikan dampak kerusakan parah pada banjir 27 Januari 2013. Terjadinya banjir di Sungai Paniki disebabkan karena intensitas hujan yang berlebihan sehingga penampang sungai tidak mampu lagi menahan debit air yang ada, membuat air meluap keluar dan melahap daratan, lahan, peternakan, kendaraan, dan sekaligus rumah warga yang ada di sekitar sungai.

Melihat masalah yang terjadi, maka perlu adanya pengendalian banjir dengan melakukan analisis terhadap debit banjir dan melakukan peninjauan tinggi muka air banjir di Sungai Paniki.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dengan latar belakang di atas, maka dapat disimpulkan bahwa perlu dilakukan penelitian untuk menganalisis debit banjir dan tinggi muka air di Sungai Paniki.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan data debit banjir dan tinggi muka air di Sungai Paniki.

1.4 Manfaat Penelitian

- Dapat dijadikan bahan pertimbangan dari instansi terkait yang berwenang dalam penanggulangan banjir.
- Dapat menjadi bahan acuan untuk penelitian sejenis.

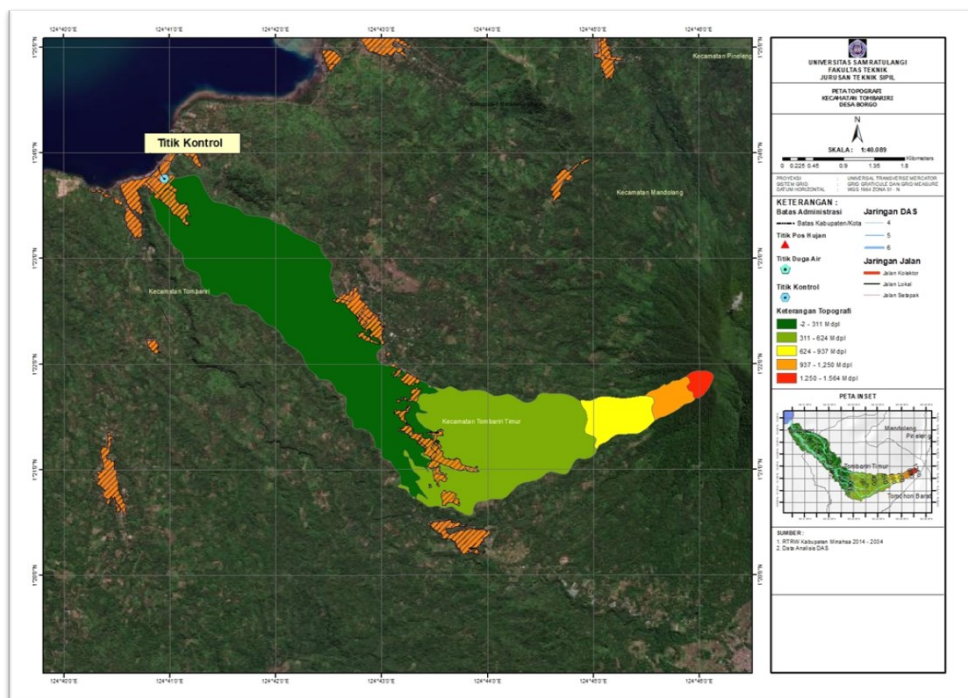
1.5 Batasan Penelitian

- Titik tinjau terletak pada jembatan Sungai Paniki dengan jarak 200 meter ke arah hulu.
- Data hujan yang digunakan adalah data hujan harian maksimum.
- Kala Ulang rencana dibatasi pada 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun.
- Untuk analisis dihitung dengan menggunakan bantuan program komputer. Analisis hidrologi menggunakan program HEC-HMS untuk mendapatkan besaran debit banjir rencana dan analisis hidraulika HEC-RAS untuk mendapatkan tinggi muka air.

2. Metode

2.1 Lokasi Penelitian

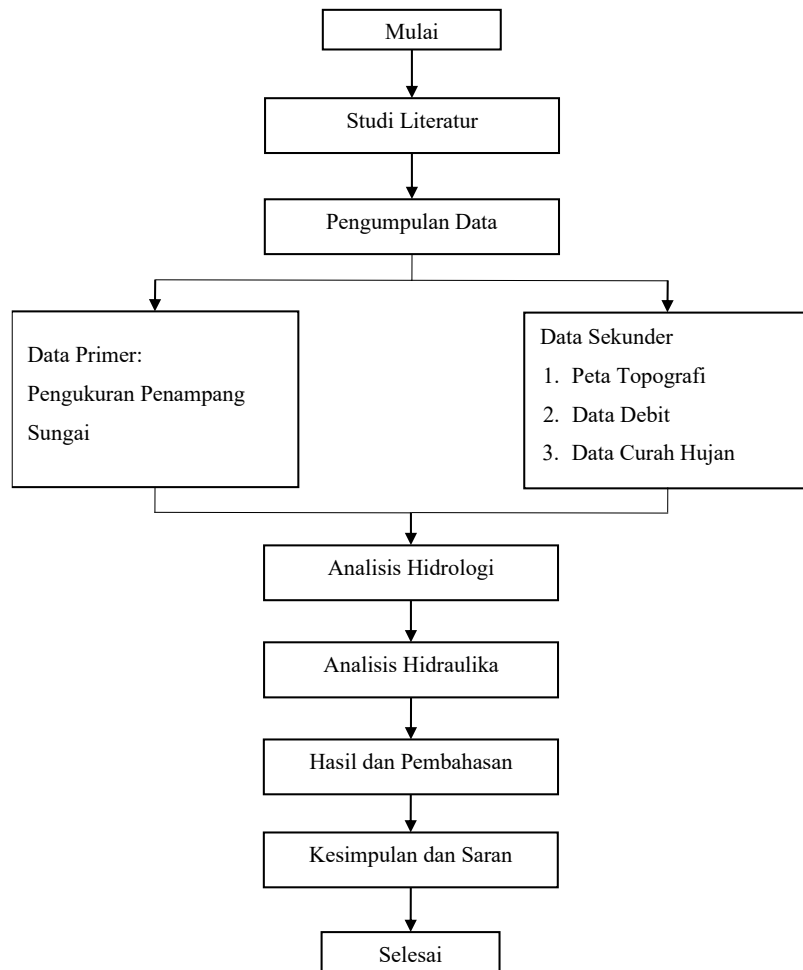
Sungai Paniki berada di Kecamatan Tombariri, Kabupaten Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara. Titik tinjau terletak di salah satu lokasi kejadian banjir di jembatan yang menghubungkan antara perumahan warga dengan letak koordinat $1^{\circ}23'45''$ Lintang Utara dan $124^{\circ}40'57''$ Bujur Timur.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (ArcGIS 10.8, Data DEM www.tanahair.com)

2.2 Bagan Alir Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

3. Kajian Literatur

3.1 Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi merupakan pergerakan air yang berada di permukaan tanah, laut, dan tumbuhan lalu menguap ke udara yang disebabkan oleh panasnya matahari, yang kemudian kembali lagi ke permukaan bumi.

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 jika $C_{Slog} \geq 0,4$ maka : uji *outlier* tinggi, koreksi data, uji *outlier* rendah, koreksi data.

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

Rumus yang digunakan :

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

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

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

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

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

Dengan:

C_{Slog} = Koefisien Kemenangan.

S_{log} = Simpangan Baku.

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

Kn = Nilai K (diambil dari *outlier* test K value) tergantung dari jumlah data yang dianalisis.

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

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

Nilai Kn dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

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

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

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

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

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 $Q = C \cdot I \cdot A$.
3. Metode Analisis Regional.
4. Metode Puncak Banjir di Atas Ambang.
5. Metode Empiris.
6. Metode Analisis Regresi.

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

3.5 Hidrograf Satuan Sintetis Soil Conservation Service (SCS)

Hidrograf tidak berdimensi SCS (*Soil Conservation Service*) adalah hidrograf satuan sintesis 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 $< 16 \text{ km}^2$

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

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)

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

Dimana:

T_c = Waktu konsentrasi (jam).

L = Panjang sungai utama terhadap titik control 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 Paniki dilakukan berdasarkan data curah hujan harian maksimum yang bersumber dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi I dengan periode pencatatan tahun 2008 hingga 2021. Pos hujan yang digunakan sebanyak 1 pos hujan MRG Ranowanko – Taratara. Berikut merupakan data hujan harian maksimum dari tahun 2008 – 2021.

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

No.	Tahun	Ranowanko - Taratara
		(mm)
1	2008	117.00
2	2009	98.00
3	2010	156.00
4	2011	158.00
5	2012	136.00
6	2013	80.80
7	2014	196.50
8	2015	112.40
9	2016	102.00
10	2017	92.00
11	2018	105.50
12	2019	68.50
13	2020	107.00
14	2021	135.00

4.2 Uji Data Outlier

Berikut adalah hasil uji *outlier* data hujan harian maksimum pos hujan MRG Ranowanko - Taratara.

Tabel 2. Parameter Uji *Outlier* Pos Hujan Ranowanko – Taratara
(Analisis Data, 2023)

MRG Ranowanko - Taratara						
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	117.0	2.068	0.009	0.000	0.000
2	2009	98.0	1.991	-0.068	0.005	0.000
3	2010	156.0	2.193	0.134	0.018	0.002
4	2011	158.0	2.199	0.140	0.019	0.003
5	2012	136.0	2.134	0.074	0.006	0.000
6	2013	80.8	1.907	-0.152	0.023	-0.003
7	2014	196.5	2.293	0.234	0.055	0.013
8	2015	112.4	2.051	-0.008	0.000	0.000
9	2016	102.0	2.009	-0.050	0.003	0.000
10	2017	92.0	1.964	-0.095	0.009	-0.001
11	2018	105.5	2.023	-0.036	0.001	0.000
12	2019	68.5	1.836	-0.223	0.050	-0.011
13	2020	107.0	2.029	-0.030	0.001	0.000
14	2021	135.0	2.130	0.071	0.005	0.000
Jumlah		1664.7	28.8		0.194	0.002738
Rata-rata		118.9	2.059			

$$\overline{\log x} = \frac{\Sigma \log x}{n} = \frac{28,8}{14} = 2,059$$

$$S_{\log} = \sqrt{\frac{\Sigma (\log x - \overline{\log x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,194}{14-1}} = 0,122290$$

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

$$= \frac{14}{(14-1)(14-2)0,194} 0,0022738 = 0,134368$$

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} lebih rendah dari 0,4.

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

Uji *outlier* tinggi

$$\log x_l = \overline{\log x} + Kn \cdot S_{\log} = 2,06 + 2,212 \times 0,122290$$

$$\log x_l = 2,330$$

$$X_l = 213,62 \text{ mm}$$

Hasil perhitungan batas tertinggi ialah 213,62 masih lebih tinggi dari nilai hujan tertinggi yaitu 197, maka tidak dilakukan koreksi data dan dilanjutkan dengan menghitung batas terendah.

$$\log x_h = \overline{\log x} - Kn \cdot S_{\log} = 2,06 - 2,212 \times 0,122290$$

$$\log x_h = 1,79$$

$$X_h = 61,45 \text{ mm}$$

Hasil perhitungan batas terendah ialah 61,45 masih lebih rendah dari nilai hujan terendah yaitu 69, maka tidak perlu dilakukan koreksi data.

4.3 Analisis Frekuensi Hujan

Jenis sebaran hujan bergantung pada nilai parameter statistic 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 penentuan tipe distribusi, dibuat Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan Parameter Penentuan Jenis Sebaran
(Analisis Data; 2023)

MRG Ranowangko-Taratara						
No	R=x	Data Setelah Diurutkan	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$	$(x - \bar{x})^3$	$(x - \bar{x})^4$
1	117	197	77.59286	6020.651	467159.550	36248244.239
2	98	158	39.09286	1528.251	59743.717	2335552.585
3	156	156	37.09286	1375.880	51035.322	1893045.915
4	158	136	17.09286	292.166	4993.948	85360.834
5	136	135	16.09286	258.980	4167.729	67070.667
6	81	117	-1.90714	3.637	-6.937	13.229
7	197	112	-6.50714	42.343	-275.531	1792.922
8	112	107	-11.90714	141.780	-1688.195	20101.583
9	102	106	-13.40714	179.751	-2409.954	32310.594
10	92	102	-16.90714	285.851	-4832.932	81711.068
11	106	98	-20.90714	437.109	-9138.692	191063.948
12	69	92	-26.90714	723.994	-19480.619	524167.800
13	107	81	-38.10714	1452.154	-55337.453	2108752.218
14	135	69	-50.40714	2540.880	-128078.504	6456071.434
Jumlah	1664.7		0	15283.429	365851.449	50045259.035
Rata-rata	118.9					

Rata – rata hitung:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i = \frac{1}{14} \times 1664,7$$

$$= 118,9$$

Simpangan Baku:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{15283,429}{14-1}}$$

$$= 34,287$$

Koefisien *Skewness* (Kemencengan)

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

$$= \frac{14}{(14-1)(14-2) \times 34,287^3} \times 365851,449$$

$$= 0,814$$

Koefisien Variasi:

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{34,287}{118,9} = 0,2883$$

Koefisien Kurtosis

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

$$= \frac{14^2}{(14-1)(14-2) \cdot 34,287^4} \times 50045259,035 = 4,1356$$

Tabel 4. Penentuan Jenis Sebaran Data

Tipe Sebaran	Syarat Parameter Statistik	Parameter Statistik Data Pengamatan	Keterangan
Normal	$Cs = 0$	0,8145	Tidak Memenuhi
	$Ck = 3$	4,1356	Tidak Memenuhi
Log Normal	$Cs = Cv^3 + 3 \cdot Cv = 0,8145$	0,8890	Memenuhi
	$Ck = Cv^8 + 6 \cdot Cv^6 + 15 \cdot Cv^4 + 16 \cdot Cv^2 + 3 = 4,1356$	4,4376	Tidak Memenuhi
Gumbel	$Cs = 1,14$	0,8145	Tidak Memenuhi
	$Ck = 5,40$	4,1356	Tidak Memenuhi
Log Pearson III	Bila tidak ada parameter statistik yang sesuai dengan ketentuan distribusi sebelumnya	-	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 tipe 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 statistic.

Tabel 5. Parameter Statistik Untuk Distribusi Log Pearson III (Analisis Data; 2023)

MRG Ranwangko-Taratara						
No	Data (X)	Data Setelah Dimutuskan	log X (Y)	Y - Ybar	Y - Ybar ²	Y - Ybar ³
1	117	197	2.29336	0.234	0.055	0.013
2	98	158	2.19866	0.140	0.019	0.003
3	156	156	2.19312	0.134	0.018	0.002
4	158	136	2.13354	0.074	0.006	0.000
5	136	135	2.13033	0.071	0.005	0.000
6	81	117	2.06819	0.009	0.000	0.000
7	197	112	2.05077	-0.008	0.000	0.000
8	112	107	2.02938	-0.030	0.001	0.000
9	102	106	2.02325	-0.036	0.001	0.000
10	92	102	2.00860	-0.050	0.003	0.000
11	106	98	1.99123	-0.068	0.005	0.000
12	69	92	1.96379	-0.095	0.009	-0.001
13	107	81	1.90741	-0.152	0.023	-0.003
14	135	69	1.83569	-0.223	0.050	-0.011
Jumlah	1664.7		28.82732	0.000000000000003553	0.1944	0.002738
Rata-rata	118.9		2.05909			

Rata – rata hitung:

$$\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log X_i = \frac{1}{14} \times 28,82732$$

$$= 2,05909$$

Simpangan Baku

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \bar{\log X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,1944}{14-1}}$$

$$= 0,1178$$

Koefisien *Skewness* (Kemencengan)

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

$$= \frac{14}{(14-1)(14-2) \times 0,1178^3} \times (0,002738)$$

$$= 0,1501 \text{ (Kemencengan Positif)}$$

Nilai K untuk tiap kala ulang adalah sebagai berikut:

5 Tahun = 0,833

10 Tahun = 1,297

25 Tahun = 1,802

50 Tahun = 2,133

100 Tahun = 2,436

Hasil perhitungan untuk curah hujan rencana terdapat pada Tabel 6.

Tabel 6. Curah Hujan Rencana
(Analisis Data; 2023)

Kala Ulang (TR)	Log X _{TR}	X _{TR} (mm)
5 Tahun	2.157256001	143.634
10 Tahun	2.211878943	162.884
25 Tahun	2.271394117	186.807
50 Tahun	2.310462636	204.391
100 Tahun	2.34617284	221.908

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 dari daerah sekitar yaitu pola hujan daerah yaitu pola hujan daerah Minahasa dan sekitarnya.

Perhitungan dilakukan dengan mengalikan besar hujan tiap kala ulang ke tiap % distribusi hujan. Hasil perhitungan untuk tiap kala ulang adalah sebagai berikut:

Tabel 7. Distribusi Hujan Rencana Tiap Kala Ulang
(Analisis Data; 2023)

Kala Ulang	Distribusi Hujan	Jam							
		1	2	3	4	5	6	7	(8-10)
5	140.06	73.01	36.15	12.4	7.08	4.21	1.94	3.49	1.78
10	158.83	82.79	41	14.06	8.03	4.77	2.22	3.96	2.02
25	182.16	94.95	47.02	16.12	9.21	5.47	2.52	4.45	2.32
50	199.3	103.89	51.45	17.64	10.08	5.99	2.76	4.97	2.53
100	216.38	112.8	55.85	19.15	10.94	6.5	3	5.93	2.75

4.6 Perhitungan Nilai SCS Curve

Tabel 8. Jenis dan Tutup Lahan DAS Paniki
(Analisis Data; 2023)

Jenis Tutup Lahan	Luas (Km ²)	Presentase (%)
Hutan (Penutupan Baik)	9.27	63.21026219
Pemukiman (65% Kedap Air)	1.4	9.544450209
Tanah (Tanpa Konservasi)	4.00	27.2452876
Total	14.67	100

Untuk nilai *CN* tiap tutup lahan dengan presentase diambil dari Tabel 8 dan jenis tanah pada DAS Paniki adalah lempung berpasir.

Tabel 9. Perhitungan Nilai *CN* Rata – Rata DAS Paniki
(Analisis Data; 2023)

Jenis Tutup Lahan	Luas(km)	Presentase (%)	<i>CN</i> Tiap Lahan	<i>CN</i>
Hutan (Penutupan Baik)	9.27	63.21026219	70	44.247
Pemukiman (65% Kedap Air)	1.4	9.544450209	90	8.590
Tanah (Tanpa Konservasi)	4.00	27.2452876	78	21.251
Total	14.67	100		74.089

Nilai *CN* rata – rata untuk DAS Paniki adalah 74,089.

4.7 Analisis Debit Banjir Rencana

Pemodelan hujan aliran pada program komputer HEC – HMS akan menggunakan metode HSS *Soil Conesevation Service*, dan untuk kehilangan air dengan SCS *Curve Number (CN)* . Untuk aliran dasar (*baseflow*) akan menggunakan metode *recession*.

Asumsi *Lag Time* awal DAS Paniki dengan data parameter DAS sebagai berikut:

$$L = 13,773 \text{ km}$$

$$s = 0,083$$

$$CN = 74,089$$

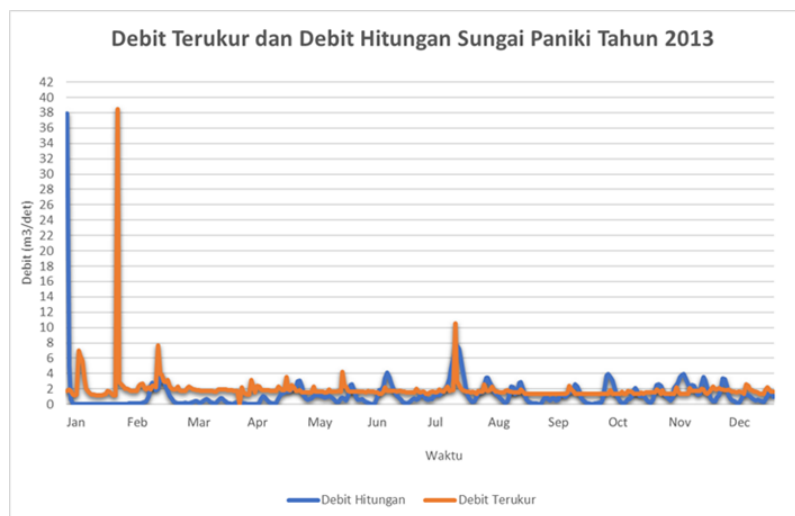
Perhitungan dilakukan dengan persamaan 8 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} T_1 &= \frac{L^{0,8}(2540-22,86 \text{ CN})^{0,7}}{14,104 \text{ CN} \times S^{0,5}} \\ &= \frac{13,773^{0,8}(2540-22,86 \times 74,089)^{0,7}}{14,104 \times 74,089 \times 0,083^{0,5}} \\ &= 11 \text{ jam} \\ &= 660,1638 \text{ menit} \end{aligned}$$

Menghitung debit normal yang akan digunakan sebagai *baseflow* pada program komputer HEC-HMS dengan menghitung rata-rata debit 2013. Didapatkan data debit rata-rata adalah 1,896m³/det.

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 37,9 m³/det dan nilai debit hitungan 38,5 m³/det. Berikut adalah grafik dari Debit Terukur dan Debit Hitungan di Sungai Paniki.

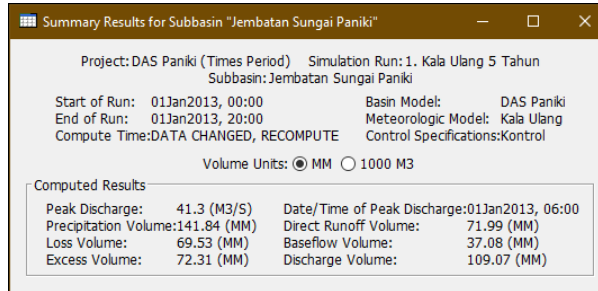


Gambar 2. Grafik Debit Terukur dan Debit Hitungan di Sungai Paniki
(Analisis Data; 2023)

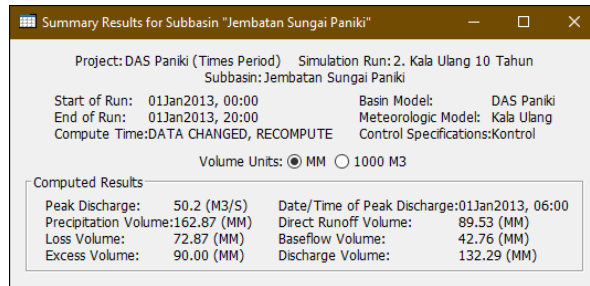
Tabel 10. Parameter – Parameter Hasil Kalibrasi (Analisis Data; 2023)

<i>CN</i>	74,089
<i>Recession Constant</i>	0,7
<i>Ratio To Peak</i>	0,5
<i>Initial Discharge</i>	1,896 m ³ /s
<i>Lag Time</i>	234,343 menit

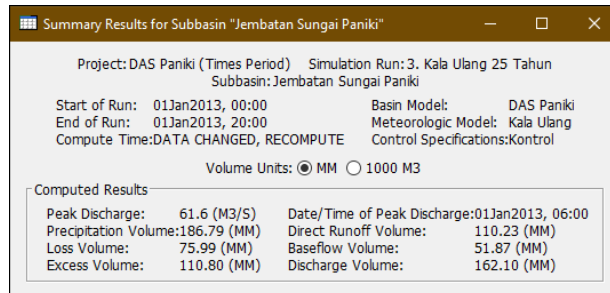
4.9 Analisis Debit Banjir (Simulasi HEC-HMS)



Gambar 3. Summary Result Kala Ulang 5 Tahun



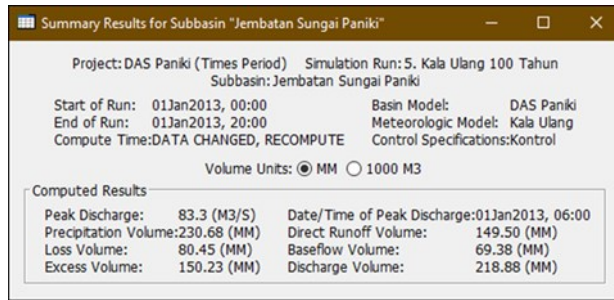
Gambar 4. Summary Result Kala Ulang 10 Tahun



Gambar 5. Summary Result Kala Ulang 25 Tahun



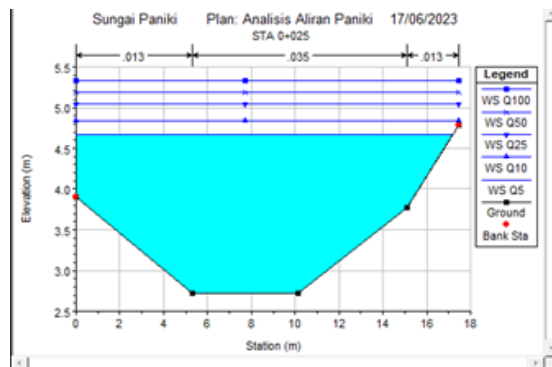
Gambar 6. Summary Result Kala Ulang 50 Tahun



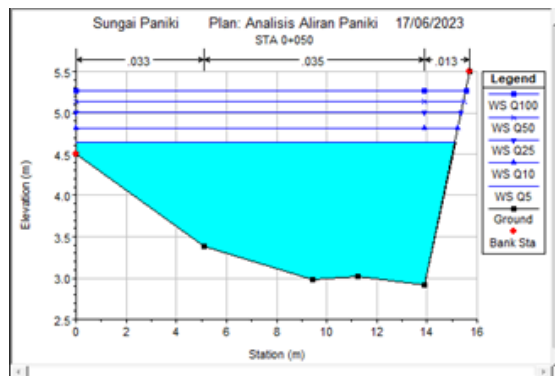
Gambar 7. Summary Result Kala Ulang 100 Tahun

4.10 Analisis Tinggi Muka Air (Simulasi HEC-RAS)

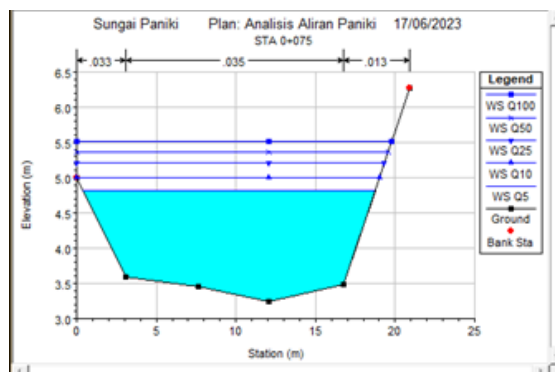
Hasil simulasi pada tiap penampang dengan menampilkan tinggi muka air semua debit kala ulang.



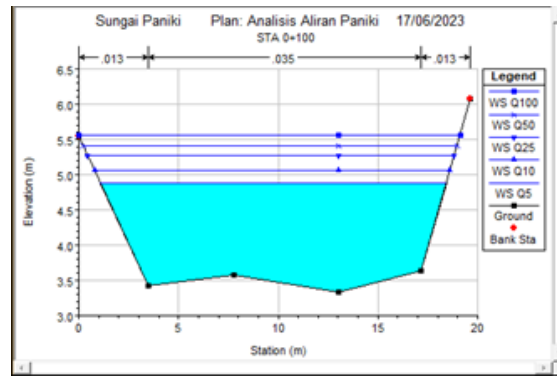
Gambar 8. Rangkuman Tinggi Muka Air STA 0+025



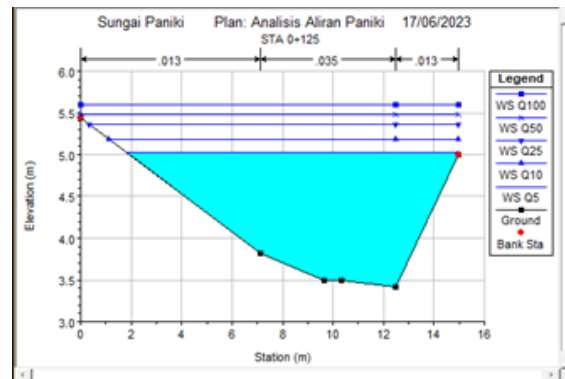
Gambar 9. Rangkuman Tinggi Muka Air STA 0+050



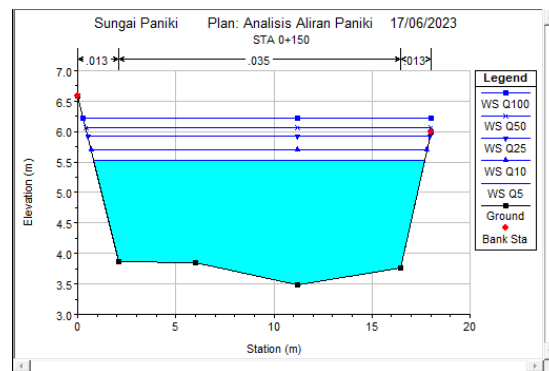
Gambar 10. Rangkuman Tinggi Muka Air STA 0+75



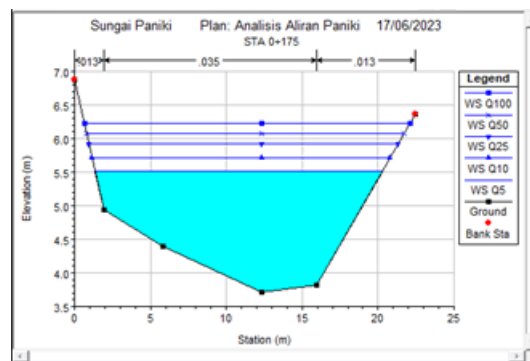
Gambar 11. Rangkuman Tinggi Muka Air STA 0+100



Gambar 12. Rangkuman Tinggi Muka Air STA 0+125



Gambar 13. Rangkuman Tinggi Muka Air STA 0+150



Gambar 14. Rangkuman Tinggi Muka Air STA 0+175

Referensi

- _____. *Data Hujan Harian Pos Hujan MRG Ranowangko-Taratara*. Balai Wilayah Sungai Sulawesi 1, Manado.
- _____. *Data Debit Harian Sungai Nimanga*. Balai Wilayah Sungai Sulawesi 1, Manado.
- _____. 2000. *HEC-HMS Technical Reference Manual*. Hydrologic Engineering Center, U.S Army Corps of Engineers, USA.
- _____. 2016. *HEC-RAS 6.0 Reference Manual*. Hydrologic Engineering Center, U.S Army Corps of Engineers, USA.
- _____. 2016. *HEC-RAS 6.0 Users Manual*. Hydrologic Engineering Center, U.S Army Corps of Engineers, USA.
- Chow, V.T., Maidment, D.R., Mays, 1988. *Applied Hydrology*. Singapore: McGraw-Hill.
- Fajar, Muhammad Mufli. Jeffry S. F. Sumarauw, Tiny Mananoma. 2022. *Analisis Potensi Dan Pengendalian Banjir Di Sungai Pulisan Dengan Konsep Eko Hidraulik*. Jurnal Tekno, Vol. 20, No 80, April 2022 (107-118), ISSN: 0215-9617, Manado.
- 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, 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, Manado.
- Mawikere, Nadia. C., Jeffry S. F. Sumarauw, Cindy J. Supit. 2022. *Analisis Tinggi Muka Air Banjir Sungai Bailang di Lorong Simphony 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.
- Seyhan, Ersin, 1990. *Dasar – dasar Hidrologi*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sherman, L.K, 1932. *Water Diversion Between Drainage Basins*. Journal (American Water Works Assocation), Vol. 24, No. 11, November, pp.1623-1683 (61 pages).
- Soewarno, 1991., *Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai (Hidrometri)*, Penerbit Nova, Bandung.
- Sumarauw, Jeffry. 2013., *Hujan*. Bahan Ajar Mahasiswa, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Sumarauw, Jeffry. 2016. *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. 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.
- Sumarauw, Jeffry. 2018., *HEC-HMS*. Bahan Ajar Mahasiswa, Universitas Sam Ratulangi, 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.
- Triadmodjo, Bambang, 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset, Yogyakarta.
- Tanudjaja, Lambertus. 1991, *Analisis Aliran Di Saluran Terbuka Dengan Metode Elemen Hingga*. Tesis S2 Teknik Sumberdaya Air, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- 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, Manado.