



Kajian Pengendalian Banjir Sungai Bailang Di Titik Puskesmas Bengkol Kota Manado

Josephat D. Titirlolobi^{#a}, Cindy J. Supit^{#b}, Jeffry S. F. Sumarauw^{#c}

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

^atitirlolobi@gmail.com, ^bcindyjeanesupit@unsrat.ac.id, ^cjeffrysumarauw@unsrat.ac.id

Abstrak

Bailang merupakan sungai yang mengalir dari Minahasa Utara melewati Kelurahan Bengkol , pada saat intensitas hujan yang cukup tinggi, sungai ini meluap dan membanjiri beberapa rumah di Kelurahan Bengkol. Usaha warga telah dilakukan untuk mengatasi banjir tersebut namun usaha tersebut masih kurang berhasil dikarenakan tidak dilandasi ilmu yang tepat, oleh karena itu dibutuhkan data mengenai besar debit banjir dan tinggi muka air yang mungkin dapat terjadi sehingga bisa mengetahui apa yang bisa dibuat untuk menangani bencana tersebut. Analisis dimulai dengan mencari frekuensi hujan menggunakan metode Log Pearson III. Data hujan yang digunakan berasal dari pos hujan Bailang-Kayuwatu dan data hujan yang akan digunakan adalah data hujan harian maksimum dari tahun 2008 s/d 2021. Mengingat kemajuan teknologi yang semakin maju sehingga penelitian ini menggunakan program komputer HEC-HMS untuk analisis hidrologi dengan metode HSS *Soil Conservation Services* serta *baseflow* menggunakan metode *recession*. Kemudian pada program ini akan mengkalibrasi parameter – parameter seperti *Cuve Number, initial discharge, ratio to peak, lag time* dan *recession constant* untuk mendapatkan debit puncak yang sama atau mendekati dengan data debit puncak sungai kontrol sebesar $138 \text{ m}^3/\text{s}$. Debit puncak dari hasil simulasi HEC-HMS adalah $410,8 \text{ m}^3/\text{detik}$ kemudian dilakukan simulasi kala ulang untuk 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun dan 100 tahun yang akan dimasukkan pada program komputer HEC-RAS untuk analisis hidraulika. Lalu dilakukan simulasi tinggi muka air dengan penampang sungai yang telah diukur. Hasil simulasi menunjukkan adanya luapan air yang terjadi pada STA 0+25, STA 0+50, STA 0+100, STA 0+125, STA 0+150, STA 0+175 sedangkan pada STA 0+75 dan STA 0+200 dapat menampung semua debit kala ulang.

Kata kunci : Sungai Bailang, hujan rencana, debit banjir, HEC-HMS, HEC-RAS

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Sungai Bailang merupakan salah satu sungai besar yang berada di Kota Manado, Sulawesi Utara. Sungai Bailang merupakan sungai yang memberi dampak kerusakan cukup besar pada 27 Januari 2023. Penyebab utama terjadi banjir adalah curah hujan yang tinggi dalam kurun waktu yang cukup panjang sehingga mengakibatkan kerugian cukup besar bagi masyarakat. Berdasarkan masalah tersebut dalam hal ini diperlukan pengendalian banjir dengan menghitung nilai debit banjir dan tinggi muka air di Daerah aliran Sungai Bailang di titik Puskesmas Bengkol. dikarenakan adanya pemukiman warga khususnya di Kampung Islam desa Tambala tersebut. Menurut pengamatan, pada pemukiman warga di sekitaran pantai telah mengalami kerusakan dengan Kondisi Bangunan Pengaman Revetment(Buis beton) yang disebabkan oleh gelombang tinggi.

Sehubungan dengan kondisi tersebut maka pada kajian ini akan dilakukan perencanaan bangunan yang sesuai berdasarkan analisis yang dilakukan dengan memperhitungkan gaya alam yang terdapat di sekitar pantai untuk mengetahui bangunan Revetment yang baru lebih efektif

atau tidak terhadap pengaruh abrasi dan sedimentasi di desa Tambala.

1.2. Rumusan Masalah

1. Berapa debit banjir yang terjadi di sungai Bailang di titik Puskesmas Bengkol?
2. Bagaimana menanggulangi banjir yang terjadi di sungai Bailang di titik Puskesmas Bengkol?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui besaran debit banjir rencana dan tinggi muka air banjir Sungai Bailang dititik belakang Puskesmas Bengkol, Kecamatan Mapanget, Kota Manado.

1.4. Manfaat Penelitian

Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan agar menjadi bahan informasi kepada pihak yang membutuhkan dalam penanggulangan permasalahan banjir Sungai Bailang dan dapat bermanfaat sebagai bahan referensi untuk penelitian lebih lanjut.

1.5. Batasan Penelitian

1. Titik tinjau terletak di jalan setapak menuju sungai Bengkol dengan jarak masing-masing 100 meter kearah hulu dan hilir.
2. Data hujan yang digunakan adalah data hujan harian maksimum.
3. Kala ulang rencana dibatasi pada 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun.
4. Analisis dihitung dengan bantuan program computer yaitu *Hydrologic Engineering Center - Hydrologic Modeling System (HEC-HMS)* untuk analisis hidrologi dan *Hydrologic Engineering Center - River Analysis System (HEC - RAS)* untuk analisis hidraulika.

2. Metode Penelitian

2.1 Lokasi Penelitian

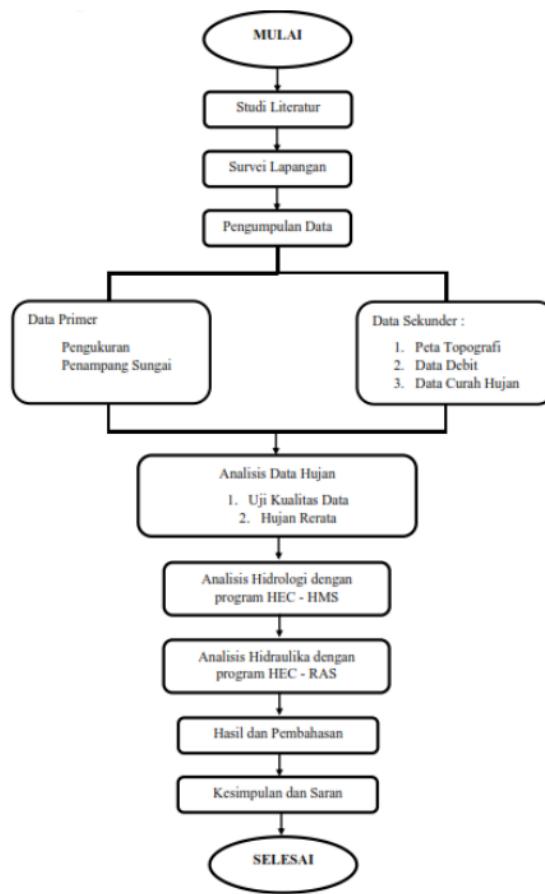
Lokasi Penelitian terletak di Hulu Sungai Bailang berasal dari Minahasa Utara mengalir melintasi Kelurahan Bengkol Titik kontrol lokasi penelitian terletak di belakang Puskesmas Bengkol dengan titik koordinat $1^{\circ} 32' 00''$ Lintang Utara $124^{\circ} 52' 38''$ Bujur Timur.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Google Earth)

2.2 Bagan Alir Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.

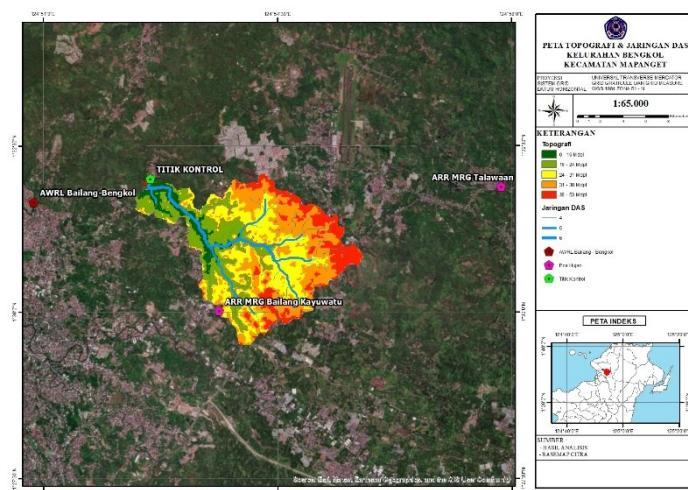


Gambar 2. Bagan Alir

3. Hasil dan Pembahasan

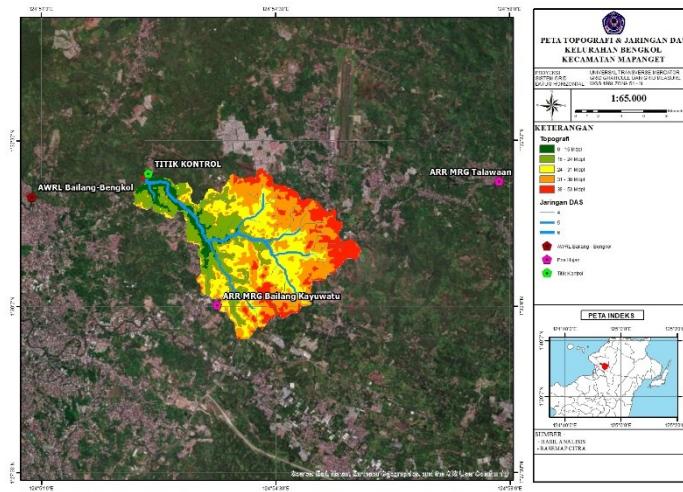
3.1 Analisis Daerah Aliran Sungai

Perhitungan luas DAS dilakukan dengan bantuan Software ArcMap10.8 dengan menggunakan data DEM dari website www.tanahair.com. Sehingga diperoleh luas DAS Bailang sebesar 14,82 km²



Gambar 3. DAS Bailang (ArcMap 10.8, Data DEM www.tanahair.com)

3.2 Analisis Curah Hujan Maksimum



Gambar 4. Polygon Thiessen pada DAS Bailang (Arcmap 10.0 dengan data DEM www.tanahair.com

3.3 Analisis Data Outlier

Berikut adalah outlier data hujan harian maksimum Pos Hujan Bailang Kayuwatu.

Tabel 1. Tabel Analisis Parameter Statistik (Analisa Data, 2024)

Tabel Analisis Parameter Statistik						
No.	Data (Seri X) X	Data (Seri Y) Y = log X	Data Setelah Diurutkan	(Y - \bar{Y})	(Y - \bar{Y}) ²	(Y - \bar{Y}) ³
1	110.00	2.0414	2.3032	0.3108	0.0966	0.0300
2	95.00	1.9777	2.1703	0.1779	0.0316	0.0056
3	110.00	2.0414	2.1644	0.1720	0.0296	0.0051
4	148.00	2.1703	2.0952	0.1028	0.0106	0.0011
5	75.90	1.8802	2.0414	0.0490	0.0024	0.0001
6	146.00	2.1644	2.0414	0.0490	0.0024	0.0001
7	201.00	2.3032	1.9969	0.0046	0.0000	0.0000
8	124.50	2.0952	1.9777	-0.0146	0.0002	0.0000
9	65.10	1.8136	1.9294	-0.0629	0.0040	-0.0002
10	99.30	1.9969	1.9201	-0.0722	0.0052	-0.0004
11	78.80	1.8965	1.8965	-0.0958	0.0092	-0.0009
12	46.00	1.6628	1.8802	-0.1121	0.0126	-0.0014
13	85.00	1.9294	1.8136	-0.1788	0.0320	-0.0057
14	83.20	1.9201	1.6628	-0.3296	0.1086	-0.0358
Jumlah	1467.80	27.89			0.34	0.00
Rata-rata	104.84	1.99				
S _{bg}		0.162905571			$-0,4 \leq Cs_{log} \leq 0,4$	
C _{S_{log}}		-0.049203915			$-0,4 \leq Cs_{log} \leq 0,4$	

Untuk Nilai Cs_{log} lebih dari -0,4 dan kurang dari 0,4 maka dilakukan uji *outlier* tinggi dan rendah. Hasil perhitungan batas tertinggi adalah 225,30 mm dan batas terendah adalah 48,25 mm ,maka tidak ada data yang perlu diganti karena tidak ada data yang menyimpang dari batas teratas maupun batas terendah.

Tabel 2.Data Curah Hujan Maksimum setelah Uji Outlier

No.	Tahun	Data Hujan Harian Maksimum (mm)
1	2008	110.00
2	2009	95.00
3	2010	110.00
4	2011	148.00
5	2012	75.90
6	2013	146.00
7	2014	201.00
8	2015	124.50
9	2016	65.10
10	2017	99.30
11	2018	78.80
12	2019	46.00
13	2020	85.00
14	2021	83.20

Setelah melakukan Pengujian data lalu dilakukan Kembali Analisis Parameter Statistik dengan data yang terkoreksi.

3.4 Penentuan Tipe Distribusi Hujan

Untuk membantu perhitungan parameter untuk penentuan tipe distribusi, dibuat pada tabel berikut.

Tabel 3. Perhitungan Parameter Penentuan Jenis Sebaran
(Analisa Data, 2024)

No.	Data (Seri X) X	Data Seri X Setelah Diurutkan	(X-Xbar)	(X-Xbar) ²	(X-Xbar) ³	(X-Xbar) ⁴
1	110.0	201.0	96.15714286	9246.196122	889087.8014	85492142.73
2	95.0	148.0	43.15714286	1862.53898	80381.86082	3469051.45
3	110.0	146.0	41.15714286	1693.910408	69716.51266	2869332.471
4	148.0	124.5	19.65714286	386.4032653	7595.584187	149307.4834
5	75.9	110.0	5.157142857	26.59612245	137.1600029	707.3537293
6	146.0	110.0	5.157142857	26.59612245	137.1600029	707.3537293
7	201.0	99.3	-5.542857143	30.72326531	-170.2946706	943.9190311
8	124.5	95.0	-9.842857143	96.88183673	-953.5940787	9386.090289
9	65.1	85.0	-19.84285714	393.7389796	-7812.906324	155030.3841
10	99.3	83.2	-21.64285714	468.4132653	-10137.80138	219410.9871
11	78.8	78.8	-26.04285714	678.2304082	-17663.05763	459996.4866
12	46.0	75.9	-28.94285714	837.6889796	-24245.11247	701722.8265
13	85.0	65.1	-39.74285714	1579.494694	-62773.63198	2494803.488
14	83.2	46.0	-58.84286	3462.48184	-203742.3241	11988780.47
jumlah		1467.8	0.0000E+00	20789.89429	719557.3565	108011323.5
rata - rata		104.8429				
jumlah data		n		14		
nilai rerata / mean		X bar		104.8428571		
standar deviasi		S		39.99028179		
koefisien skewness		Cs		1.00973047		
koefisien kurtosis		Ck		4.824		
koefisien variasi		Cv		0.381430675		

Penentuan tipe distribusi adalah dengan melihat kecocokan nilai dari parameter statistic Cs, Cv, dan Ck dengan syarat untuk tiap tipe distribusi.

Tabel 4. Perhitungan Parameter Penentuan Jenis Sebaran
(Analisa Data, 2024)

Tipe sebaran	Syarat Parameter Statistik	Parameter Statistik Data Pengamatan	Keterangan
Normal	$C_s=0$	0,195	Tidak memenuhi
	$C_k = 3$	2,881	
Log Normal	$C_s = Cv^3 + 3*Cv = 0,242$	0,195	Tidak memenuhi
	$C_k \approx Cv^8 + 6*Cv^6 + 15*Cv^4 + 16*Cv^2 + 3$	2,881	
Gumbell	$C_s=1,14$	0,195	Tidak memenuhi
	$C_k=5,40$	2,881	
Log Pearson-III	Bila tidak ada parameter statistik yang memenuhi syarat sebelumnya	-	Memenuhi

Hasil penentuan tipe sebaran menunjukkan tidak ada parameter statistic dari data pengamatan yang memenuhi syarat untuk distribusi normal, log normal, dan distribusi gumbel. Maka akan digunakan distribusi Log Pearson tipe III.

3.5 Analisis Curah Hujan Rencana

Analisis curah hujan rencana dengan tipe sebaran Log Pearson tipe III menggunakan rumus persamaan 2.13 yaitu:

$$\log X = \overline{\log X} + K \cdot S_{\log X}$$

Dari rumus tersebut diperlukan perhitungan parameter statistic yaitu nilai $S_{\log X}$, dan data dalam bentuk log. Nilai $S_{\log X}$ juga diperlukan untuk mencari nilai K. perhitungan dilakukan dengan terlebih dahulu menghitung parameter statistic sebagai berikut.

Tabel 5. Parameter Statistik Untuk Distribusi Log Pearson III
(Analisa Data, 2024)

Data Seri Y Setelah Diurutkan	$(Y-Y_{\bar{Y}})$	$(Y-Y_{\bar{Y}})^2$	$(Y-Y_{\bar{Y}})^3$	$(Y-Y_{\bar{Y}})^4$
2.303196057	0.310832681	0.096616956	0.030031707	0.009334836
2.170261715	0.177898339	0.031647819	0.005630094	0.001001584
2.164352856	0.171989479	0.029580381	0.005087514	0.000874999
2.095169351	0.102805975	0.010569068	0.001086563	0.000111705
2.041392685	0.049029309	0.002403873	0.00011786	5.77861E-06
2.041392685	0.049029309	0.002403873	0.00011786	5.77861E-06
1.996949248	0.004585872	2.10302E-05	9.64419E-08	4.4227E-10
1.977723605	-0.014639771	0.000214323	-3.13764E-06	4.59343E-08
1.929418926	-0.062944451	0.003962004	-0.000249386	1.56975E-05
1.920123326	-0.07224005	0.005218625	-0.000376994	2.7234E-05
1.896526217	-0.095837159	0.009184761	-0.000880241	8.43598E-05
1.880241776	-0.112121601	0.012571253	-0.001409509	0.000158036
1.813580989	-0.178782388	0.031963142	-0.005714447	0.001021642
1.662757832	-0.329605545	0.108639815	-0.035808285	0.011802609
27.89308727	0.0000000	0.344996924	-0.002370304	0.024444308
1.992363376				
n		14		
\bar{Y}		1.992363376		
S_{\log}		0.16290557		
Cs_{\log}		-0.049203915		

$$\begin{aligned}
 C_{Slog} &= \frac{n}{(n-1)(n-2) \cdot (Slogx)^3} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3 \\
 &= \frac{14}{(14-1)(14-2) \cdot (0.162)^3} \times (0,024) = -0,049 \text{ (Kemencengan negatif)}
 \end{aligned}$$

Faktor frekuensi K untuk tiap kala ulang terdapat pada tabel K_T untuk kemencengan negatif (Terlampir) yang ditentukan dengan menggunakan nilai C_{SlogX} dan kala ulang dalam tahun. Nilai K untuk tiap kala ulang adalah sebagai berikut :

Tabel 6. Nilai K untuk tiap Kala Ulang
(Analisa Data, 2024)

Kala Ulang	Nilai K
5 Tahun	0.75
10 Tahun	1.27
25 Tahun	1.206
50 Tahun	0.99
100 Tahun	0.81

Tabel 7. Curah Hujan Rencana
(Analisa Data, 2024)

Kala Ulang	log Xtr	Xtr
5 Tahun	2.115	130.508
10 Tahun	2	158.529
25 Tahun	2.188	154.474
50 Tahun	2.153	142.465
100 Tahun	2.125	133.362

3.6 Pola Distribusi Hujan Jam – Jaman

Dalam penelitian ini digunakan pola hujan Kota manado , Kabupaten Minahasa Utara dan Kabupaten Minahasa yang terjadi dalam waktu 7 – 10 jam (Pola Distribusi Hujan Jam-Jaman Daerah Manado,Minahasa Utara dan Minahasa . oleh : Jeffry S. F. Sumarauw,(2017).

Tabel 8. Curah Hujan Rencana
(Analisa Data, 2024)

Jam Ke	Kala Ulang (Tahun)				
	P (mm)				
	5	10	25	50	100
1	65.39	79.83	88.13	97.19	103.35
2	32.38	39.53	43.64	48.13	51.18
3	11.12	13.57	14.98	16.52	17.57
4	6.34	7.74	8.55	9.43	10.02
5	3.77	4.60	5.08	5.60	5.96
6	1.74	2.12	2.34	2.58	2.74
7-10	1.60	1.95	2.15	2.37	2.52
Total	122.33	149.34	164.87	181.83	193.35

3.7 Perhitungan Nilai SCS Curve Number (CN)

Nilai CN rata-rata untuk DAS Bailang bisa dilihat dengan cara menjumlahkan hasil kali antara tiap nilai CN untuk masing-masing tutup lahan dengan presentase luas lahan terhadap luas total. Untuk Nilai CN tiap tutup lahan diambil dari tabel dan jenis tanah pada DAS Bailang lempung berpasir.

Tabel 9. Jenis dan Luas Tutup Lahan DAS Bailang

Jenis Tutup Lahan	Luas(Km ²)	Presentase (%)
Hutan (Tanaman jarang, penutupan jelek)	1.36	9.21
Pemukiman (Kedap Air 65%)	13.46	90.79
Total	14.82	100.00

Tabel 10. Perhitungan Nilai CN Rata – Rata DAS Bailang
(Analisa Data, 2024)

Jenis Tutup Lahan	Luas(Km ²)	Presentase (%)	CN Tiap Lahan	CN
Hutan (Tanaman jarang, penutupan jelek)	1.36	9.21	77.00	7.09
Pemukiman (Kedap Air 65%)	13.46	90.79	90.00	81.71
Total	14.82	100.00	-	88.80

Nilai CN rata -rata DAS Bailang adalah 88,80.

3.8 Analisis Debit Banjir

Pertama-tama, akan dihitung asumsi untuk *lag time* awal dari DAS Bailang dengan data parameter DAS sebagai berikut:

$$L = 7,07 \text{ Km}$$

$$S = \frac{\text{Titik elevasi tertinggi} - \text{Titik elevasi terendah}}{\text{Panjang Sungai}} = \frac{108 \text{ m} - 35 \text{ m}}{7073 \text{ m}} = 0,010$$

Perhitungan dilakukan dengan persamaan 2.20 karena luas DAS Bailang kurang dari 16 Kilometer Persegi, perhitungan sebagai berikut :

$$T_l = \frac{L^{0.8}(2540 - 22,86 CN)^{0.7}}{14,104 CN \times S^{0.5}} = \frac{7,07^{0.8}(2540 - 22,86 \cdot 88,8)^{0.7}}{14,104 \cdot 88,8 \times 0,010^{0.5}} = 11,35 \text{ Jam} = 680,866 \text{ Menit}$$

Selanjutnya adalah melakukan kalibrasi parameter HSS SCS dengan cara uji korelasi.

3.9 Metode Analisis Regional

Dengan menggunakan rumus analisis regional, maka akan didapat besaran debit untuk sungai Bailang (titik kontrol) dari besaran debit sungai Bailang, Luas daerah aliran sungai Bailang sebesar Km².

$$Q_2 = \frac{A_2}{A_1} \times Q_1$$

Dengan :

A₁ = Luas Daerah Aliran Sungai Bailang (Km²)

A₂ = Luas Daerah Aliran Sungai Bailang (titik kontrol) (Km²)

Q₁ = Debit Sungai Bailang (m³/det)

Q₂ = Debit Sungai Bailang (titik kontrol) (m³/det)

Sehingga:

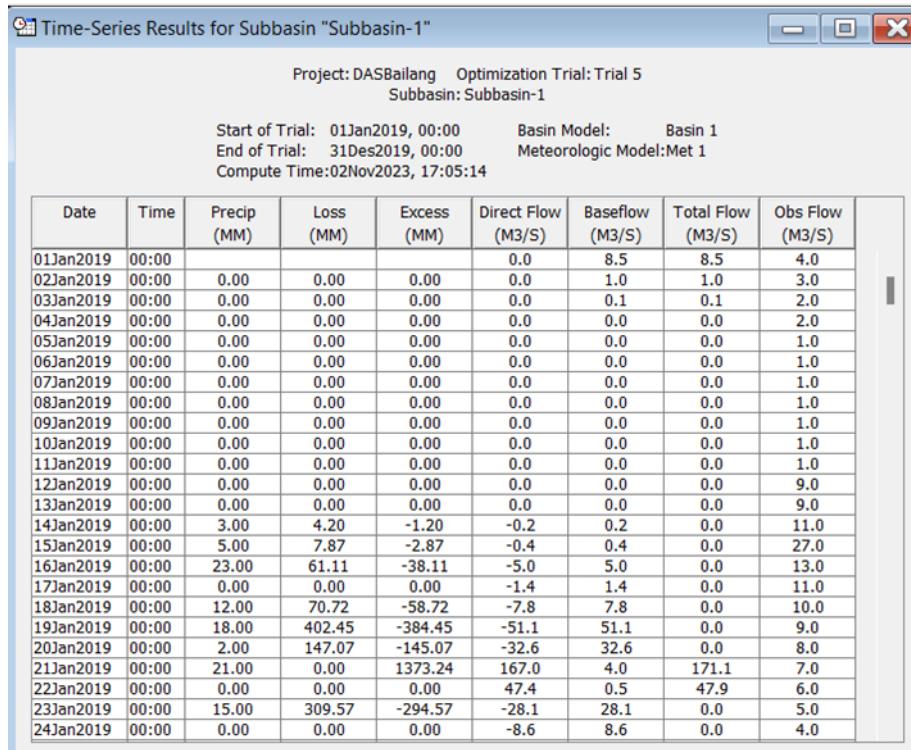
$$Q_2 = \frac{14,82}{39,35} \times 4,50 = 1,70 \text{ m}^3/\text{det}$$

Tabel 11. Data Debit Sungai Bailang 2019(m³/det)
(Analisa Data, 2024)

Hari/Bulan	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Jun	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	1.70	52.20	0.59	0.45	3.99	1.98	0.54	0.90	0.43	0.56	1.20	0.69
2	1.38	6.94	0.54	0.43	3.48	1.75	0.51	0.83	0.43	0.48	1.34	1.07
3	1.07	4.45	0.51	0.38	3.00	1.54	0.48	0.79	0.40	1.20	0.98	1.15
4	0.87	3.56	0.48	0.36	2.64	1.34	0.45	0.76	0.40	0.59	0.87	1.02
5	0.69	3.16	0.45	0.33	2.36	1.15	0.43	0.72	0.40	0.51	0.76	1.20
6	0.56	2.78	0.59	2.04	2.04	0.98	0.40	0.69	0.38	0.45	0.66	1.07
7	0.45	2.36	1.34	1.81	2.78	0.94	0.38	0.63	0.36	0.40	0.56	0.94
8	0.66	1.98	1.15	1.54	2.50	1.07	0.54	0.63	0.36	0.38	0.54	0.83
9	0.69	2.17	0.98	1.29	2.23	1.15	0.87	0.59	0.33	0.38	0.48	0.76
10	0.66	2.43	1.34	1.11	1.98	0.98	0.76	0.56	0.31	0.36	0.79	0.63
11	0.72	2.11	1.11	0.90	1.75	0.83	0.76	0.59	0.31	0.54	0.54	0.54
12	3.39	1.87	0.94	0.76	1.43	0.76	0.87	0.56	0.33	0.90	0.51	0.48
13	3.56	1.59	0.79	0.63	1.24	0.72	0.90	0.54	0.31	0.63	0.56	0.45
14	4.45	1.38	0.68	3.48	1.07	0.66	1.02	0.54	0.29	0.90	0.51	0.76
15	10.37	1.20	1.59	3.16	0.90	2.43	0.90	0.56	0.29	0.76	0.56	1.38
16	5.14	1.02	1.38	2.78	0.79	2.11	0.79	0.54	0.27	0.79	1.02	2.11
17	4.17	0.83	1.20	2.50	0.66	1.81	0.76	0.51	0.27	0.56	0.72	1.59
18	3.81	0.72	1.11	2.17	0.56	1.59	0.69	0.48	0.27	0.54	0.54	2.57
19	3.39	0.59	1.11	2.93	0.48	1.38	0.72	0.48	0.27	0.54	0.54	2.17
20	3.08	0.51	0.94	3.08	0.45	1.20	0.76	0.51	0.25	0.79	0.51	1.87
21	2.64	0.45	0.87	3.08	0.43	1.02	0.76	0.48	0.27	0.66	0.79	1.54
22	2.30	1.48	0.83	2.50	0.40	0.90	0.76	0.48	0.25	0.63	0.79	1.34
23	1.98	1.29	0.83	2.57	0.51	0.83	0.69	0.51	0.23	0.66	0.72	1.15
24	1.70	1.11	0.79	2.30	0.79	0.76	0.69	0.51	0.23	0.63	0.66	1.07
25	1.48	0.98	0.76	2.71	0.79	0.72	0.76	0.51	0.23	0.87	0.56	1.02
26	2.17	0.87	0.69	2.85	0.87	0.69	0.79	0.48	0.23	0.98	0.54	0.94
27	1.92	0.72	0.63	2.57	0.98	0.66	0.83	0.48	0.22	1.38	0.51	0.87
28	2.64	0.66	0.59	6.94	1.43	0.63	0.83	0.45	0.38	0.90	0.54	0.98
29	2.30	0.00	0.54	5.46	1.38	0.59	0.87	0.45	0.76	0.87	0.90	0.98
30	1.11	0.00	0.51	4.64	2.57	0.54	0.87	0.43	0.69	3.08	0.79	0.79
31	3.00	0.00	0.48	0.00	2.30	0.00	0.90	0.43	0.00	1.59	0.00	0.72

Debit rata – rata sungai Bailang pada tahun 2019 adalah 1,2908 m³/det. Debit ini akan digunakan sebagai *initial discharge* pada program Komputer HEC-HMS.

3.10 Memasukkan Parameter DAS Pada Program Komputer HEC-HMS



Gambar 5. Hasil Data Debit Hitungan Sungai

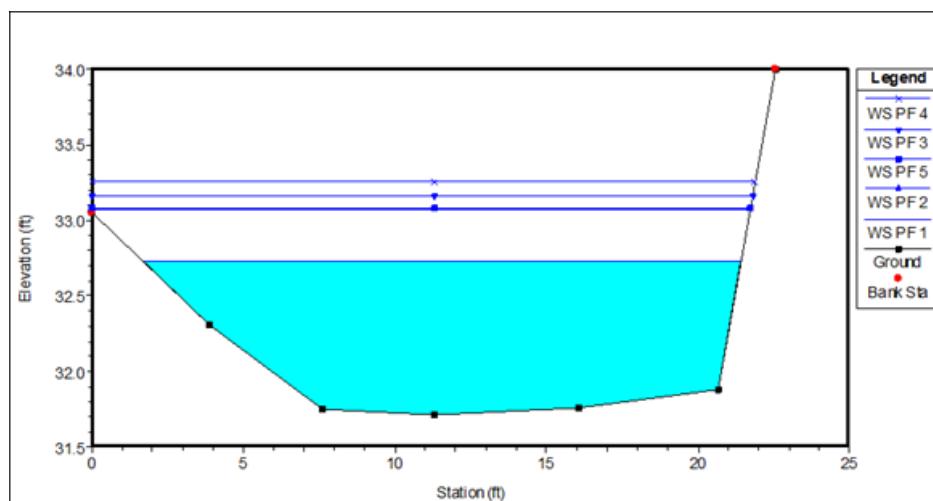
Karena hasil kalibrasi debit puncak sama dengan $410,80 \text{ m}^3/\text{s}$ melebihi nilai debit terukur $138,6 \text{ m}^3/\text{s}$ maka akan dilakukan metode *Trial and Error* pada parameter – parameter yang ada sehingga debit hasil akan memenuhi ketentuan. Lalu dilakukan analisis debit banjir dengan parameter yang sudah di kalibrasi dari program HEC-HMS. Hasil debit puncak (*Peak Discharge*) untuk Q_5 , Q_{10} , Q_{25} , Q_{50} , dan Q_{100} adalah sebagai berikut:

Tabel 12. Rangkuman Hasil Perhitungan Debit Puncak Tiap Kala Ulang
(Analisa Data, 2024)

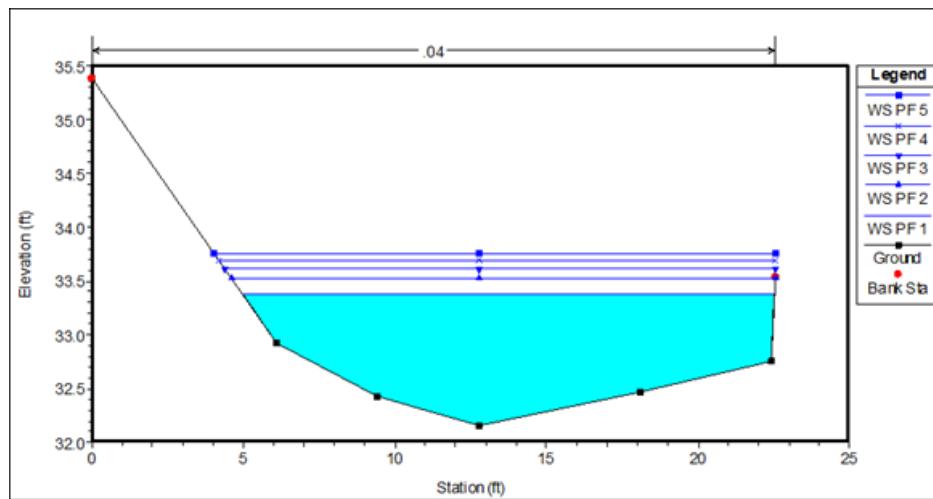
Kala Ulang	Debit m ³ /s
5 Tahun	80,4
10 Tahun	101,7
25 Tahun	114
50 Tahun	127,6
100 Tahun	136,9

3.11 Simulasi Tinggi Muka Air Dengan Program Komputer HEC-RAS

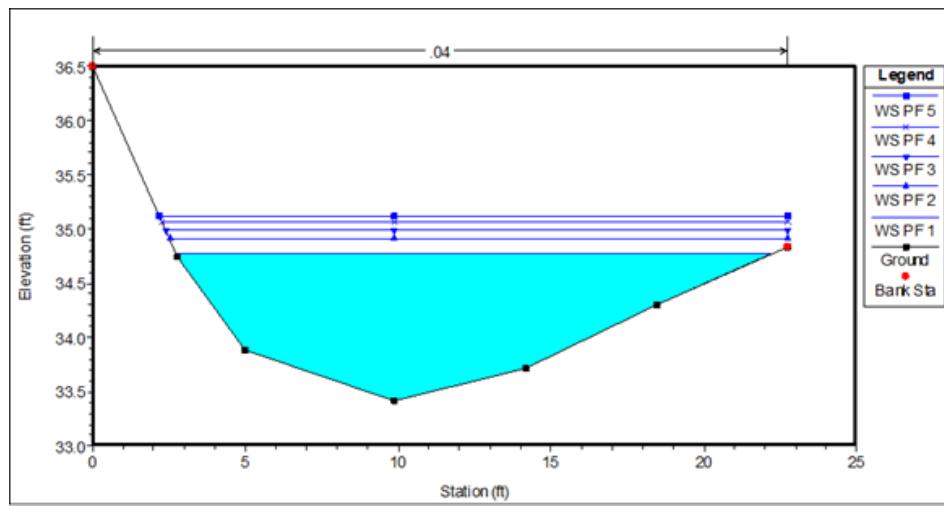
Setelah melakukan simulasi, berikut adalah tampilan tinggi muka air tiap penampang untuk debit kala ulang 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun.



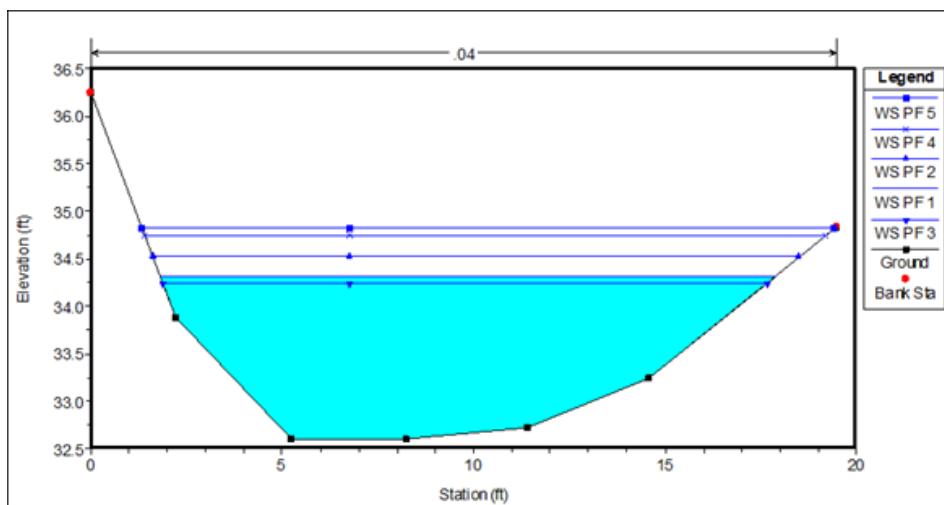
Gambar 6. Rangkuman Tinggi Muka Air Sta 0 + 25 m



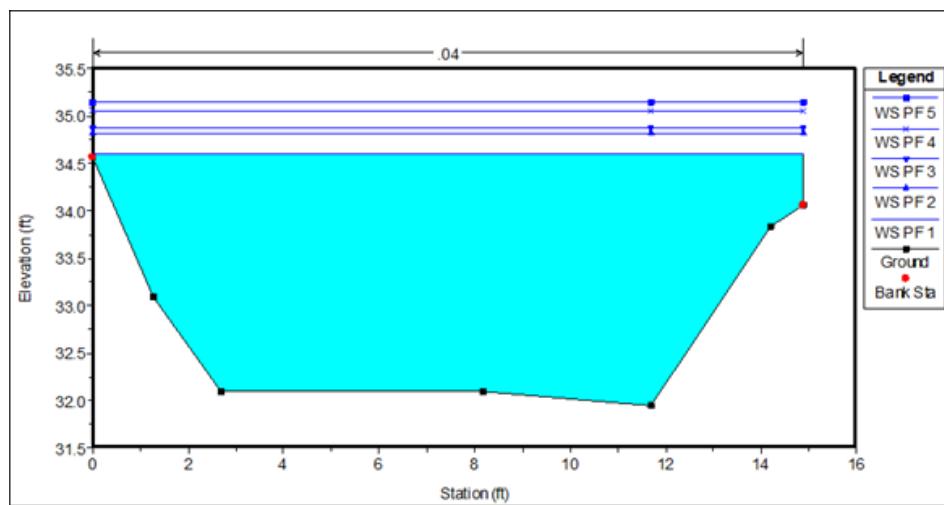
Gambar 7. Rangkuman Tinggi Muka Air Sta 0 + 50 m



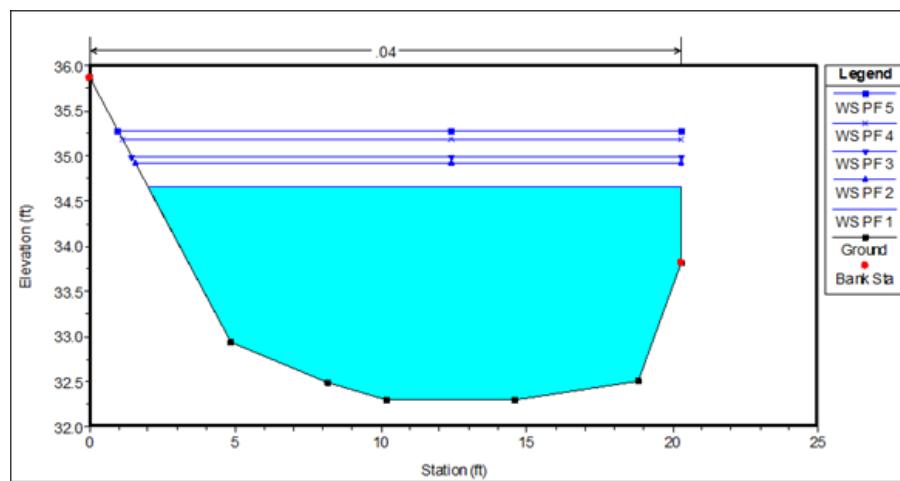
Gambar 8. Rangkuman Tinggi Muka Air Sta 0 + 75 m



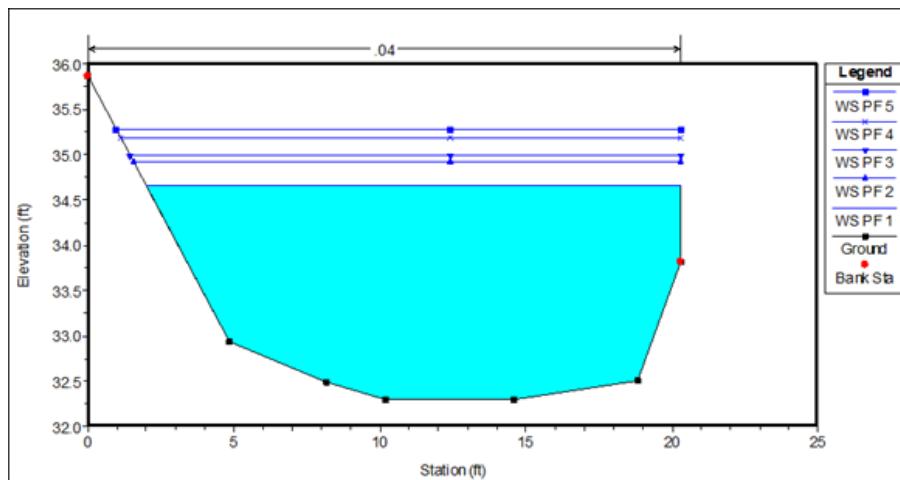
Gambar 9. Rangkuman Tinggi Muka Air Sta 0 + 100 m



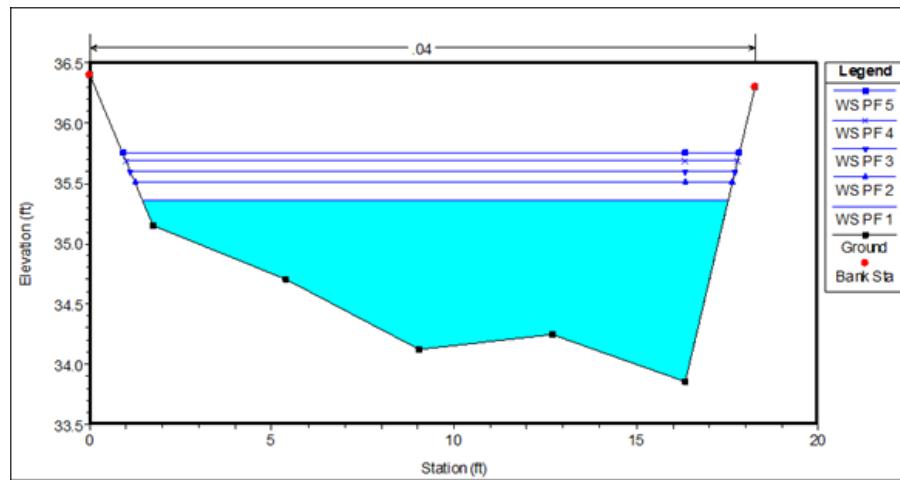
Gambar 10. Rangkuman Tinggi Muka Air Sta 0 + 125 m



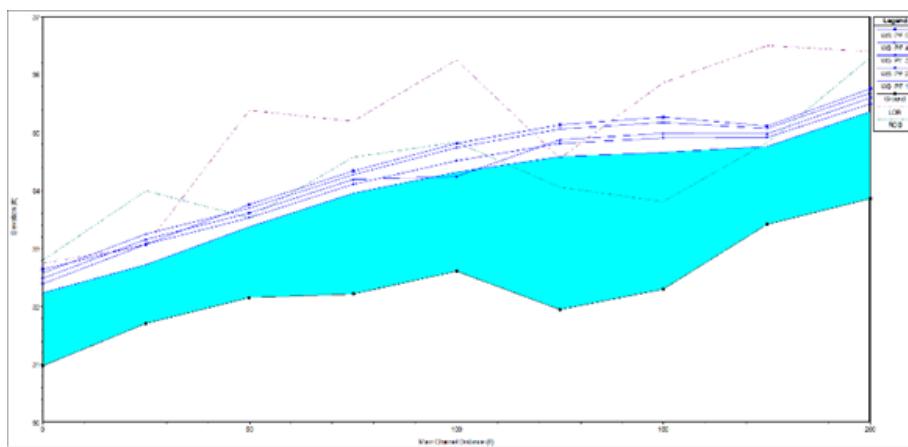
Gambar 11. Rangkuman Tinggi Muka Air Sta 0 + 150 m



Gambar 12. Rangkuman Tinggi Muka Air Sta 0 + 175 m



Gambar 13. Rangkuman Tinggi Muka Air Sta 0 + 200 m



Gambar 14. Rangkuman Tinggi Muka Air Potongan Memanjang Sungai Bailang

4. Kesimpulan

Debit banjir yang terjadi untuk kala ulang 5 tahun (Q_5) = 80,4 m³/det, kala ulang 10 tahun (Q_{10}) = 101,7 m³/det, kala ulang 25 tahun (Q_{25}) = 114,0 m³/det, kala ulang 50 tahun (Q_{50}) = 127,6 m³/det, dan kala ulang 100 tahun (Q_{100}) = 136,9 m³/det. Hasil simulasi menunjukkan adanya luapan air yang terjadi pada STA 0+25, STA 0+50, STA 0+100, STA 0+125, STA 0+150, STA 0+175 sedangkan pada STA 0+75 dan STA 0+200 dapat menampung semua debit kala ulang.

Referensi

- Data Hujan Harian Bailang-Kayuwatu.* Balai Wilayah Sungai Sulawesi 1, Manado
- Data Debit Harian Sungai Bailang.* Balai Wilayah Sungai Sulawesi 1, Manado.
- Hydrologic Engineering Center – Hydrograph Modeling System Technical 6.0 Reference Manual.* Hydrologic Engineering Center, U.S Army Corps of Engineers, USA. 2000.
- Hydrologic Engineering Center – River Analyst System 6.0 Reference Manual.* Hydrologic Engineering Center. U.S Army Corps of Engineers, USA. 2016.
- Hydrologic Engineering Center – River Analyst System 6.0 Users Manual.* Hydrologic Engineering Center, USA. 206.
- Isa, Mohammad/. Jeffry S. F. Sumarauw, Liany A. Hendratta, 2020. *Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka air Sungai Marisa Kecamatan Limboto Barat Kabupaten Gorontalo.* Jurnal Sipil Statik Vol.8 No.4 Juli 2929 (591-600) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Kairupan, Reynaldo C., Tiny Mananoma, Jeffry S.F Sumarauw. 207. *Pola Distribusi Hujan Jam – Jaman Wilayah Bolaang Mongodow.* Jurnal Sipil Tekno Vol.15 No.68 Desember 2017, ISSN: 0215-9617, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Lengkey, Anggielina Priska., Tiny Mananoma, Jeffry S. F. Sumarauw. 2019. *Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Molinow di Desa Radey Kabupaten Minahasa Selatan.* Jurnal Sipil Statik Vol.7 No.8 Agustus 2019 (965-974) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Makahinsade, Immanuel., Tiny Mananoma, Jeffry S. F. Sumarauw. 2019. *Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Maen Kecil di Desa Maen Kabupaten Minahasa Utara.* Jurnal Sipil Statik Vol.8 No.3 Mei 2020 (337-344) ISSN: 2337-6723, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Mambu, Venezia Syaloom., Jeffry S. F. Sumarauw, Liany A. Hendratta. 2020. *Analisis Debit Banjir Dan Tinggi Muka Air Sungai Taler di Kelurahan Papakelan Kecamatan Tondano Timur Kabupaten Minahasa.* Jurnal Sipil Statik Vol.8 No.4 Juli 2929 (539-544) ISSN : 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Sumarauw, Jeffry Swingly Frans. 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, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Sumarauw, Jeffry, 2017. Analisis Frekuensi Hujan. Bahan Ajar Mahasiswa, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Sumarauw, Jeffry, 2017. Hidrograf Satuan Sintetis. Bahan Ajar Mahasiswa, Universitas Sam Ratulangi, Manado.