

Kajian Pengendalian Banjir Di Sungai Bailang Kecamatan Bunaken Kota Manado

Josse A. Limpong^{#1}, Tiny Mananoma^{#2}, Jeffry S. F. Sumarauw^{#3}

[#]Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi

Jl. Kampus UNSRAT Kelurahan Bahu, Manado, Indonesia, 95115

¹josselimpong10@gmail.com; ²tmananoma@yahoo.com; ³jeffrysumarauw@unsrat.ac.id

Abstrak

Sungai Bailang adalah salah satu sungai yang berada di Kecamatan Bunaken, Kota Manado. Setiap terjadi hujan lebat di Kota Manado, Sungai Bailang menjadi salah satu sungai yang meluap sehingga mengakibatkan banjir. Kejadian banjir ini sangat merugikan kawasan yang terdampak, warga sekitar maupun pengguna jalan raya. Oleh karena itu untuk mengantisipasi banjir yang kemungkinan akan terjadi kelak, dibutuhkan kajian pengendalian banjir untuk penampang Sungai Bailang. Analisis dimulai dengan mencari frekuensi hujan menggunakan metode Log Pearson III. Adapun data hujan yang digunakan berasal dari pos hujan Bailang. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan harian maksimum tahun 2009 s/d 2020. Setelah didapat besaran hujan, 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 dengan mengkalibrasi debit puncak. Dalam kalibrasi ini, parameter yang dikalibrasi adalah lag time, curve number, recession constant, baseflow dan ratio to peak. Untuk batasan setiap parameter disesuaikan dengan nilai standar pada program komputer HEC-HMS. 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 yang telah diukur. Hasil simulasi menunjukkan untuk penampang STA 0+25 masih mampu menampung debit banjir untuk kala ulang 5 tahun, 10 tahun, dan 25 tahun, 50 tahun, sedangkan 100 tahun sudah tidak mampu ditampung. Untuk STA 0+50 mampu menampung debit banjir kala ulang 5 tahun dan 10 tahun selain itu sudah meluap melebihi penampang sungai. Untuk STA 0+75, STA 0+100, STA 0+125, STA 0+150 hanya mampu menampung debit banjir kala ulang 5 tahun, sedangkan 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, 100 tahun sudah tidak mampu ditampung. Untuk STA

0+175 tidak mampu untuk menampung semua debit banjir kala ulang.

Kata kunci - sungai Bailang, pengendalian banjir, HEC-HMS, HEC-RAS

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sungai Bailang adalah salah satu sungai yang berada di Kecamatan Bunaken, Kota Manado. Setiap terjadi hujan lebat di Kota Manado, Sungai Bailang menjadi salah satu sungai yang meluap sehingga mengakibatkan banjir. Kejadian banjir ini sangat merugikan kawasan yang terdampak, warga sekitar maupun pengguna jalan raya.

B. Rumusan Masalah

Sungai Bailang sering meluap dan membanjiri wilayah setempat maka dari itu perlu untuk melakukan kajian pengendalian banjir agar dapat diperoleh informasi terkait penyebab banjir serta solusi untuk pengendalian banjir di Sungai Bailang.

C. Batasan Penelitian

Dalam penyusunan skripsi ini, penelitian dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

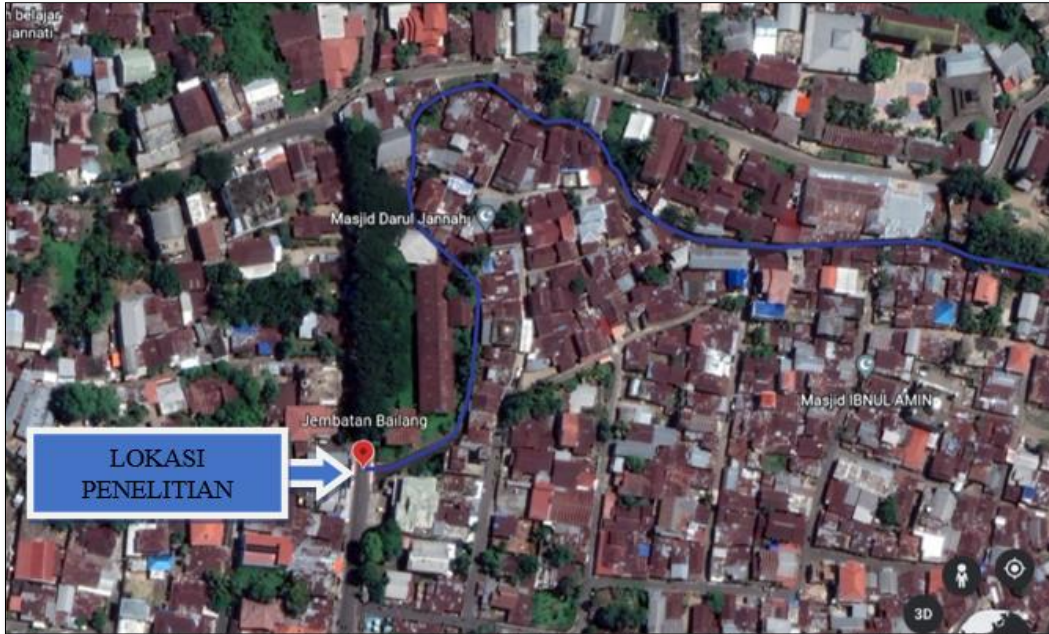
- Lokasi Penelitian 175 m ke arah hulu dari titik tinjauan (Jembatan Bailang).
- Analisis hidrologi menggunakan data hujan harian maksimum.
- Menggunakan program komputer HEC-HMS untuk analisis hidrologi dan HEC-RAS untuk analisis hidraulika.

D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui debit banjir dan elevasi tinggi muka air Sungai Bailang di titik tinjauan dari Jembatan Bailang sampai 175 m menuju ke hulu.

E. Manfaat Penelitian

- Penelitian ini diharapkan bisa menjadi informasi bagi pihak terkait untuk mengendalikan masalah banjir di Sungai Bailang atau setidaknya mereduksi banjir yang terjadi di Sungai Bailang.
- Menambah wawasan bagi mahasiswa Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi



Gambar 1. Lokasi Penelitian

II. METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi penelitian berada di Jembatan Bailang Kecamatan Bunaken Kota Manado. Lokasi penelitian akan ditunjukkan pada Gambar 1. Prosedur penelitian yang dilakukan akan digambarkan pada Gambar 2.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Daerah Aliran Sungai

Analisis daerah aliran sungai (DAS) dilakukan untuk mengetahui luas DAS Bailang di titik Jembatan Bailang. Perhitungan luas DAS dilakukan dengan bantuan program Global Mapper dengan menggunakan data SIG yang bersumber dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi-1. Sehingga diperoleh luas DAS Bailang di titik Jembatan Bailang sebesar 11,34 Km². Hasil perhitungan luas DAS akan ditampilkan pada Gambar 3.

B. Analisis Curah Hujan

Analisis curah hujan DAS Bailang di titik Jembatan Bailang dilakukan dengan menggunakan data curah hujan harian maksimum yang bersumber dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi I dengan periode pencatatan tahun 2009 sampai dengan tahun 2020. Pos hujan yang digunakan sebanyak 1 Pos Hujan MRG Bailang Berikut merupakan data hujan harian maksimum dari

tahun 2009 sampai 2020. Data Curah Hujan Harian Maksimum akan ditampilkan pada Tabel 1.

C. Uji Data Outlier

Data *outlier* adalah data yang menyimpang terlalu tinggi ataupun terlalu rendah dari sekumpulan data sehingga baik untuk digunakan pada analisis selanjutnya.

Hasil *outlier* mendapatkan bahwa data-data curah hujan tidak ada yang menyimpang.

D. Penentuan Tipe Distribusi Hujan

Jenis sebaran hujan bergantung pada nilai parameter statistik yaitu rata – rata hitung atau *mean* (\bar{X}), simpangan baku (S) koefisien kemencengan (Cs), koefisien variasi (Cv) dan koefisien kurtosis (Ck). Penentuan Jenis Tipe Sebaran Data akan ditampilkan pada Tabel 2.

E. Analisis Curah Hujan Rencana

Analisis curah hujan rencana dengan tipe sebaran Log Pearson III. Hasil perhitungan curah hujan rencana akan ditampilkan pada Tabel 3.

Perhitungan dilakukan dengan terlebih dahulu.

Rata – rata hitung:

$$\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log X_i = \frac{1}{12} \times 24,019 = 2,002$$

Simpangan Baku:

$$S_{\log X} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,371}{12-1}}$$

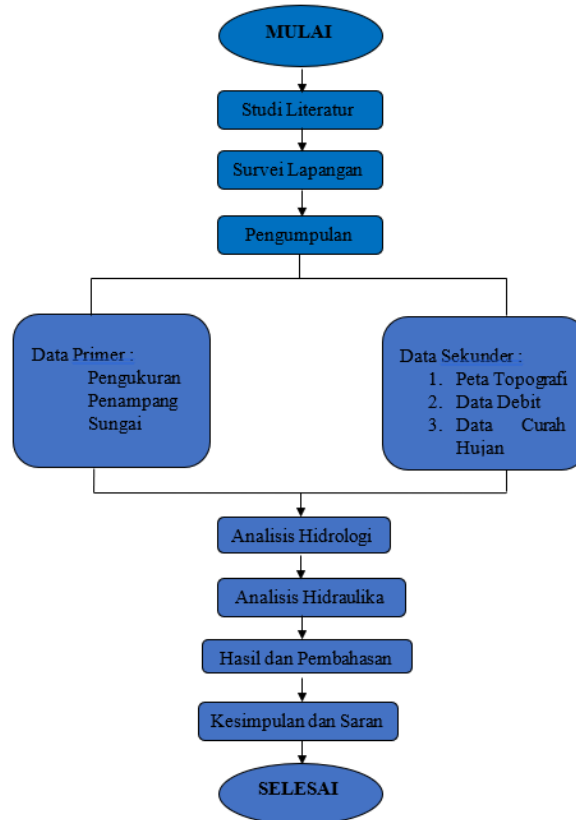
$$= 0,184$$

Koefisien *Skewness* (Kemencengan):

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

$$= \frac{10}{(12-1)(10-2) \cdot 0,184^3} \times 0,004$$

$$= 0,07 \text{ (Kemencengan Positif)}$$



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

F. 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 Kota Manado dan sekitarnya. Hasil Distribusi Hujan Rencana Tiap kala ulang akan ditampilkan pada Tabel 4.

G. Perhitungan Nilai SCS Curve Number

Nilai *CN* rata – rata untuk DAS Bailang di titik Jembatan Bailang adalah 79,169. Perhitungan akan ditampilkan pada Tabel 5.

H. 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*.

I. Kalibrasi Parameter HSS SCS

Kalibrasi merupakan suatu proses dimana nilai hasil perhitungan dibandingkan dengan nilai hasil observasi lapangan. Kalibrasi Parameter HSS SCS perlu dilakukan untuk mencari nilai parameter HSS SCS teroptimasi dengan membandingkan hasil simulasi HEC – HMS dengan data debit terukur.

Kalibrasi dilakukan pada DAS Lokasi penelitian dengan data debit terukur hasil perhitungan. Kalibrasi dilakukan hanya pada debit puncak.

Dikarenakan Ruas Terpilih di Sungai Bailang tidak memiliki data debit terukur, maka perlu dilakukan perhitungan dengan metode analisis regional sehingga data debit Ruas Terpilih di Sungai Bailang dapat diketahui. Hasil simulasi debit hitungan Sungai Bailang akan ditampilkan pada Gambar 4.

Karena hasil kalibrasi debit puncak sama dengan 7,2 m3/s melebihi debit terukur 1,679 m3/s maka parameter-parameter yang ada di coba-coba hingga debit hasil simulasi dianggap memenuhi ketentuan. Parameter hasil kalibrasi akan ditampilkan pada Tabel

6. Sedangkan Grafik Debit Hasil Perhitungan dan Debit Terukur akan ditampilkan pada Gambar 5.

J. 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. Hasil simulasi untuk tiap kala ulang akan ditampilkan pada Gambar 6, 7, 8, 9,10.

K. Analisis Tinggi Muka Air

Analisis tinggi muka air menggunakan program komputer HEC-RAS membutuhkan data masukan yaitu penampang saluran, karakteristik saluran untuk nilai koefisien *n Manning*, dan data debit banjir untuk perhitungan aliran langgeng (*Steady Flow*). Data penampang Sungai Bailang di Jembatan Bailang diambil sejauh 175 m tepat di daerah sungai yang pernah meluap. Data Penampang Melintang untuk STA 0+25m akan ditampilkan pada Gambar 11, Untuk pengisian data debit akan ditampilkan pada Gambar 12.

L. Simulasi Tinggi Muka Air Dengan Program Komputer HEC-RAS

Hasil simulasi menunjukkan untuk penampang STA 0+25 masih mampu menampung debit banjir untuk kala ulang 5 tahun, 10 tahun, dan 25 tahun, sedangkan 50 tahun dan 100 tahun sudah tidak mampu ditampung. Untuk STA 0+50 mampu menampung debit banjir kala ulang 5 tahun dan 10 tahun selain itu sudah meluap melebihi penampang sungai. Untuk STA 0+75, STA 0+100, STA 0+125, STA 0+150 hanya mampu menampung debit banjir kala ulang 5 tahun, sedangkan 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, 100 tahun sudah tidak mampu ditampung. Untuk STA 0+175 tidak mampu untuk menampung semua debit banjir kala ulang. Rangkuman debit kala ulang yang meluap pada tiap STA akan ditampilkan pada Tabel 7.

Hasil simulasi tinggi muka air STA 0+25 dan STA 0+175 akan ditampilkan pada Gambar 13 dan Gambar 14, sedangkan rangkuman tinggi muka air potongan memanjang Sungai Bailang akan ditampilkan pada Gambar 15.

TABEL 1
Data Curah Hujan Harian Maksimum

Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)
	MRG Bailang
2009	100,3
2010	123
2011	111,0
2012	75,90
2013	194,30
2014	201,0
2015	124,50
2016	65,10
2017	99,30
2018	78,90
2019	46,0
2020	88,20

Sumber: Balai Wilayah Sungai Sulawesi I

TABEL 2
Penentuan Jenis Sebaran Data

Tipe Sebaran	Syarat Parameter Statistik	Parameter Statistik Data Pengamatan	Keterangan
Normal	Cs = 0	1,027	Tidak Memenuhi
	Ck = 3	4,234	Tidak Memenuhi
Log Normal	Cs = Cv ² + 3 x Cv = 1,3864	1,027	Tidak Memenuhi
	Ck = Cv ³ + 6Cv ² + 15Cv + 16Cv ² + 3 = 6,6014	4,234	Tidak Memenuhi
Gumbel	Cs = 1,14	1,027	Tidak Memenuhi
	Ck = 5,40	4,234	Tidak Memenuhi
Log Pearson III	Bila tidak ada parameter statistik yang sesuai dengan ketentuan distribusi sebelumnya	-	Memenuhi

TABEL 3
Curah Hujan Rencana

Kala Ulang (TR)	Log X _{TR}	X _{TR}
5 Tahun	2,155	143,029
10 Tahun	2,238	173,080
25 Tahun	2,327	212,529
50 Tahun	2,385	242,926
100 Tahun	2,438	274,217

TABEL 4
Distribusi Hujan Rencana Kala Ulang

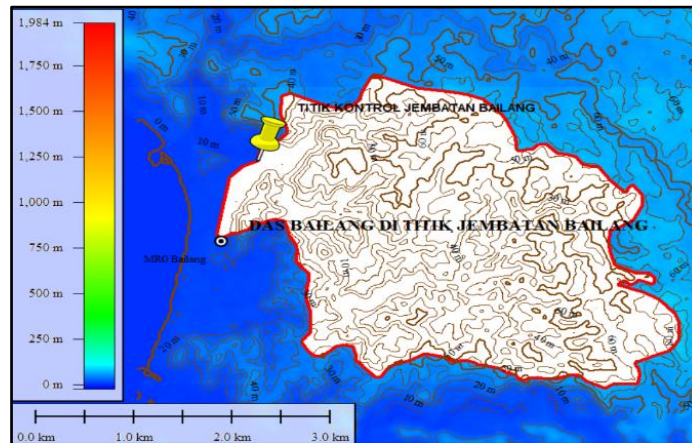
Jam Ke-	P (mm)				
	Kala Ulang (Tahun)				
	5	10	25	50	100
1	77,24	93,46	114,77	131,18	148,08
2	31,47	38,08	46,76	53,44	60,33
3	11,44	13,85	17,00	19,43	21,94
4	8,58	10,38	12,75	14,58	16,45
5	4,29	5,19	6,38	7,29	8,23
6	1,43	1,73	2,13	2,43	2,74
7	4,29	5,19	6,38	7,29	8,23
8	4,29	5,19	6,38	7,29	8,23
P (mm)	143,029	173,08	212,528	242,925	274,217

TABEL 5
Perhitungan Nilai CN DAS Bailang di Titik Jembatan Bailang

Jenis Tutup Lahan	Luas (Km ²)	Persentase (%)	CN Tiap Lahan	CN
Pemukiman (38% kedap air)	4,1	36,15	83	30,008
Hutan (Tanaman jarang, penutupan jelek)	7,24	63,85	77	49,160
Total	11,34	100	-	79,169

TABEL 6
Parameter Hasil Kalibrasi

CN	69,81
Recesion Constant	0,1
Ratio to Peak	0,3
Initial discharge	0,3737 m ³ /s
Lag Time	110 menit



Gambar 3. DAS Bailang di Titik Jembatan Bailang
Sumber: Global Mapper, Data GIS BWSS-I

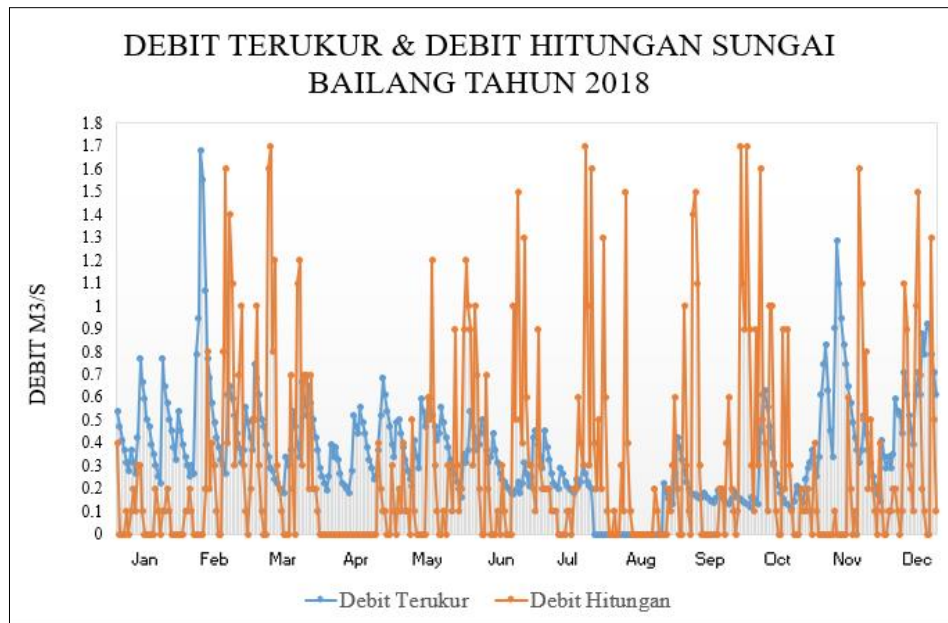
Time-Series Results for Subbasin "JEMBATAN BAILANG"

Project: Kalibrasi HEC HMS Simulation Run: Run Boy
 Subbasin: JEMBATAN BAILANG

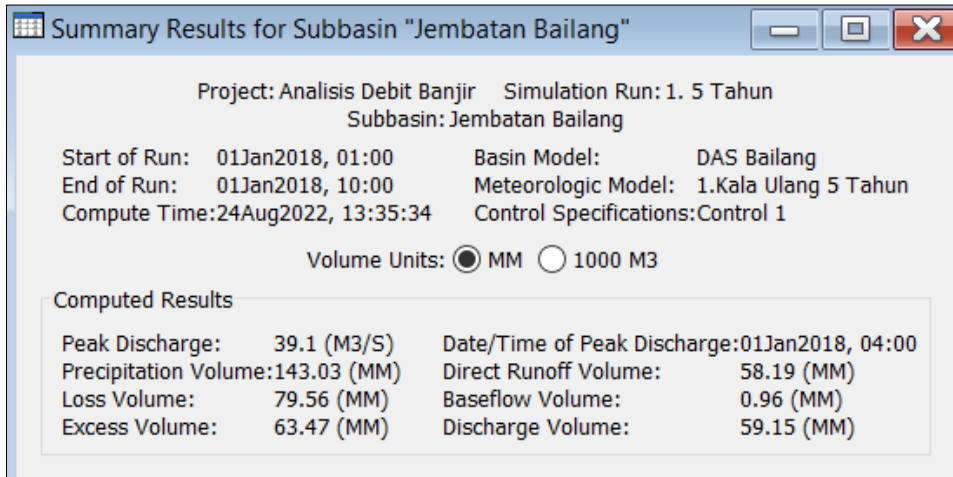
Start of Run: 01Jan2018, 00:00 Basin Model: DAS BAILANG
 End of Run: 31Dec2018, 00:00 Meteorologic Model: Kalibrasi
 Compute Time: 24Sep2022, 13:19:26 Control Specifications: Control 1

Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
01Jan2018	00:00				0.0	0.4	0.4
02Jan2018	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
03Jan2018	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
04Jan2018	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
05Jan2018	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
06Jan2018	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
07Jan2018	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
08Jan2018	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
09Jan2018	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
10Jan2018	00:00	6.40	6.40	0.00	0.0	0.0	0.0
11Jan2018	00:00	4.10	4.10	0.00	0.0	0.0	0.0
12Jan2018	00:00	0.80	0.80	0.00	0.0	0.0	0.0
13Jan2018	00:00	7.20	6.84	0.36	0.0	0.0	0.0
14Jan2018	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
15Jan2018	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
16Jan2018	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
17Jan2018	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
18Jan2018	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
19Jan2018	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
20Jan2018	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
21Jan2018	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
22Jan2018	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
23Jan2018	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
24Jan2018	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
25Jan2018	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
26Jan2018	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
27Jan2018	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
28Jan2018	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
29Jan2018	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
30Jan2018	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0

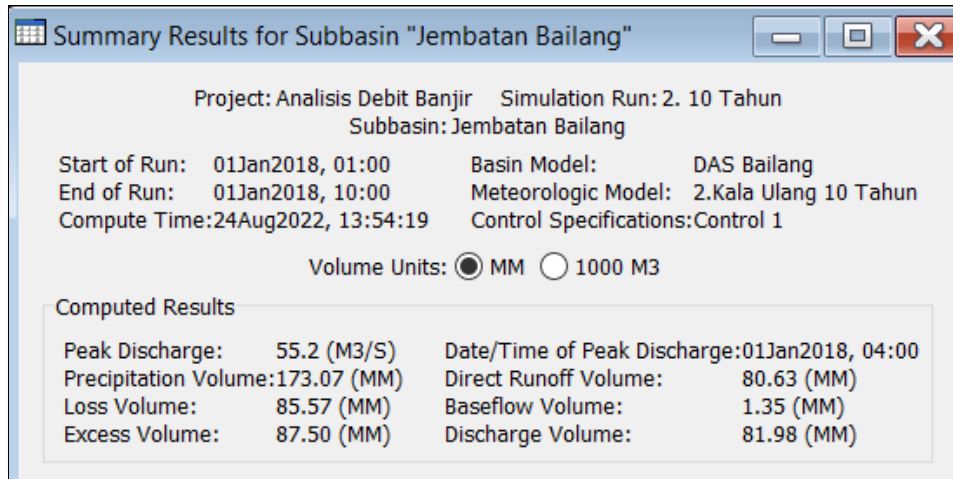
Gambar 4. Debit Hitungan Sungai Bailang



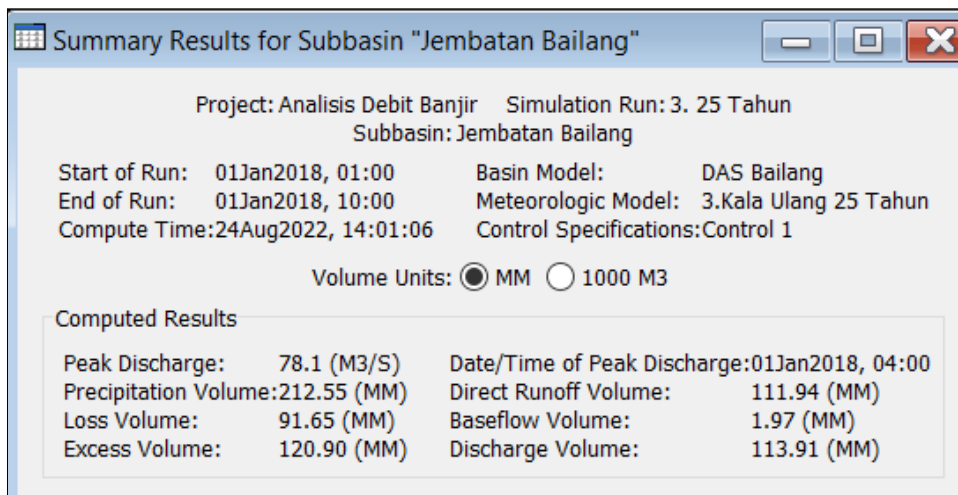
Gambar 5. Grafik Debit Hasil Perhitungan dan Debit Terukur



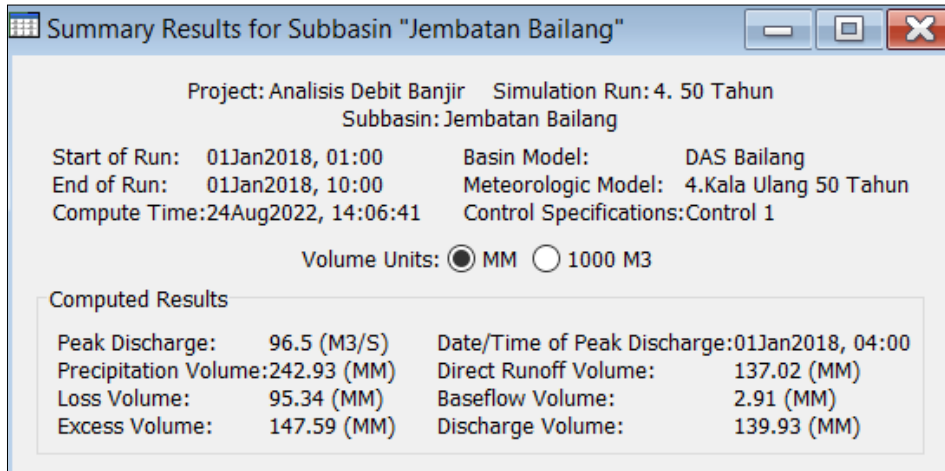
Gambar 6. Summary Result Kala Ulang 5 Tahun



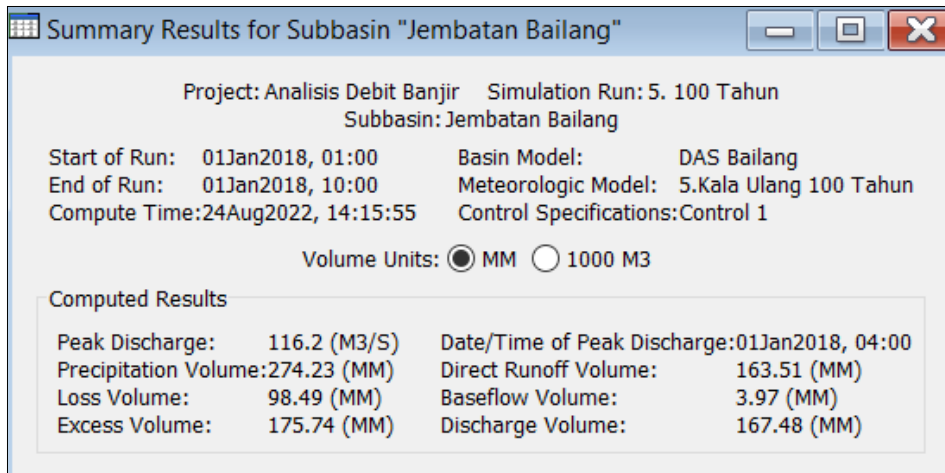
Gambar 7. Summary Result Kala Ulang 10 Tahun



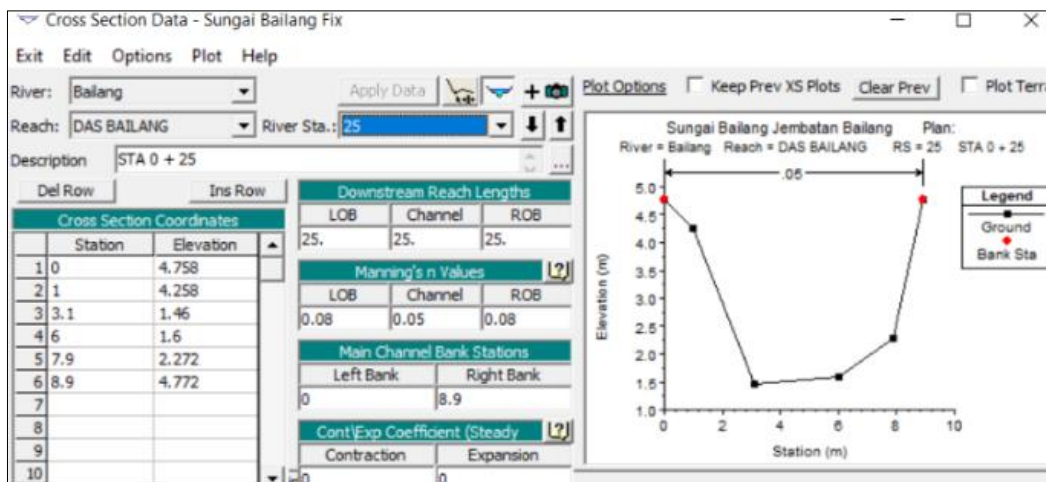
Gambar 8. Summary Result Kala Ulang 25 Tahun



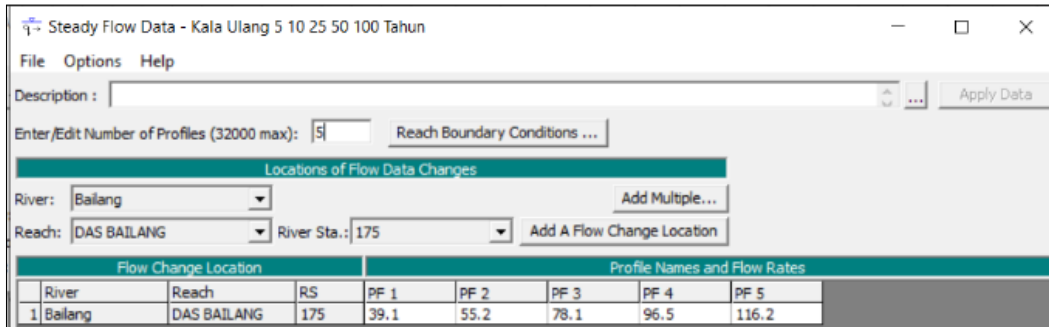
Gambar 9. Summary Result Kala Ulang 50 Tahun



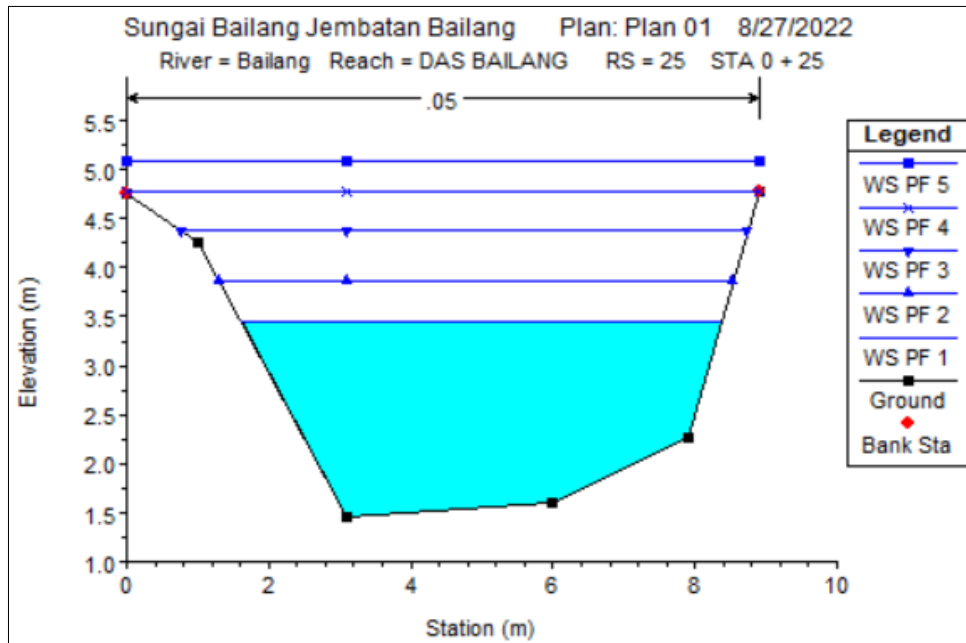
Gambar 10. Summary Result Kala Ulang 100 Tahun



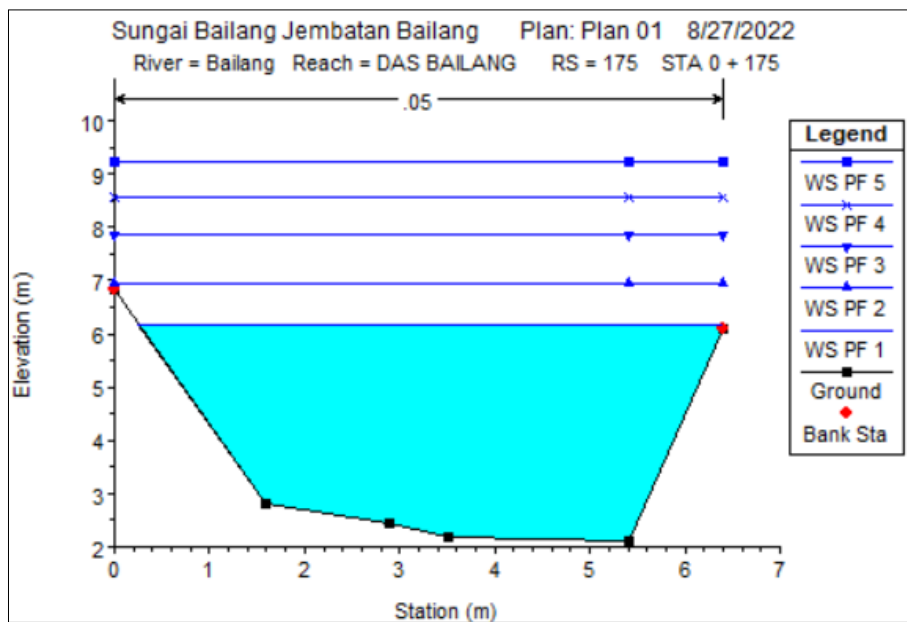
Gambar 11. Data Penampang Melintang Sta 0 + 25 m (Hilir)



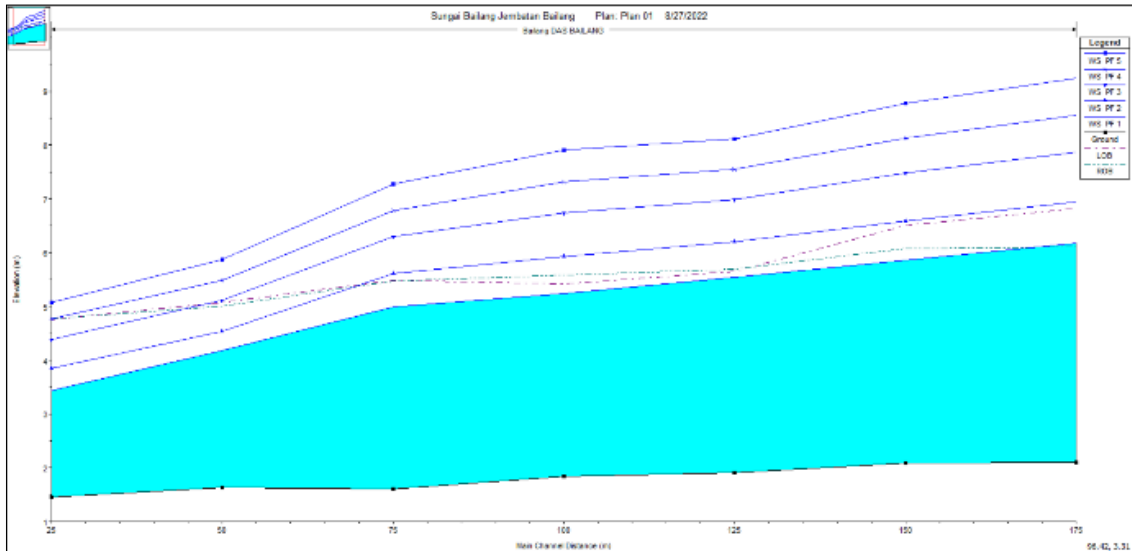
Gambar 12. Pengisian Data Debit



Gambar 13. Rangkuman Tinggi Muka Air Sta 0 + 25m (Hilir)



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



Gambar 15. Rangkuman Tinggi Muka Air Potongan Memanjang Sungai Bailang

TABEL 7
Rangkuman Debit Kala Ulang Yang Meluap Pada Tiap STA

NO	STA	KALA ULANG				
		Q5	Q10	Q25	Q50	Q100
1	0+25				✓	✓
2	0+50			✓	✓	✓
3	0+75		✓	✓	✓	✓
4	0+100		✓	✓	✓	✓
5	0+125		✓	✓	✓	✓
6	0+150		✓	✓	✓	✓
7	0+175	✓	✓	✓	✓	✓

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil kajian yang telah dibahas sebelumnya, maka berikut ini adalah rekomendasi yang perlu dilaksanakan:

1. Hujan rencana kala ulang 5 tahun sebesar 143,029 mm/jam, 10 tahun sebesar 173,080 mm/jam, 25 tahun sebesar 212,529 mm/jam, 50 tahun sebesar 242,926 mm/jam, 100 tahun sebesar 274,217 mm/jam.
2. Debit banjir yang terjadi untuk kala ulang 5 tahun = 39,1 m³/det, kala ulang 10 tahun = 55,2 m³/det, kala ulang 25 tahun = 78,1 m³/det, kala ulang 50 tahun = 96,5 m³/det, kala ulang 100 tahun = 116,2 m³/det.
3. Hasil simulasi menunjukkan untuk penampang STA 0+25 masih mampu menampung debit banjir untuk kala ulang 5 tahun, 10 tahun, dan 25 tahun, sedangkan 50 tahun dan 100 tahun sudah tidak mampu ditampung. Untuk STA 0+50 mampu menampung debit banjir kala ulang 5 tahun dan 10 tahun selain itu sudah meluap melebihi penampang sungai. Untuk STA 0+75, STA 0+100, STA 0+125, STA 0+150 hanya mampu menampung debit banjir kala ulang 5 tahun, sedangkan 10 tahun, 25 tahun,

50 tahun, 100 tahun sudah tidak mampu ditampung. Untuk STA 0+175 tidak mampu untuk menampung semua debit banjir kala ulang.

B. Saran

Perlu dilakukan pengerukan di dasar sungai karena sudah terjadi pendangkalan yang disebabkan oleh sedimen.

KUTIPAN

- [1] _____ *Data Hujan Harian Pos Hujan Bailang*. Balai Wilayah Sungai Sulawesi 1, Manado.
- [2] _____ *Data Debit Harian Sungai Bailang*. Balai Wilayah Sungai Sulawesi 1, Manado.
- [3] _____ *HEC-HMS Technical Reference Manual*. Hydrologic Engineering Center, U.S Army Corps of Engineers, USA. 2000.
- [4] _____ *HEC-RAS 5.0 Reference Manual*. Hydrologic Engineering Center, U.S Army Corps of Engineers, USA. 2016.
- [5] _____ *HEC-RAS 5.0 Users Manual*. Hydrologic Engineering Center, U.S Army Corps of Engineers, USA. 2016.

- [6] Bambang, Triatmodjo, Hidrologi Terapan. Beta Offset, Yogyakarta. 2008.
- [7] Chow, V.T., Maidment, D.R., Mays, 1988. Applied Hydrology. Singapore: McGraw-Hill.
- [8] Nadia, Kivani., Tiny Mananoma, Hanny Tangkudung. Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Tembran Di Kabupaten MInahasa Utara. Jurnal Sipil Statik Vol.7 No.6 Juni 2019 (703-710) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado. 2019.
- [9] Mamuaya, Frana L., Jeffry S. F. Sumarauw, Hanny Tangkudung. Analisis Kapasitas Penampang Sungai Roong Tondano Terhadap Berbagai Kala Ulang Banjir. Jurnal Sipil Statik Vol. 7 No.2 Februari 2019 (179-188) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado. 2019.
- [10] Salem, Haniedo P., Jeffry S. F. Sumarauw, E. M. Wuisan. Pola Distribusi Hujan Jam – Jaman Di Kota Manado Dan Sekitarnya. Jurnal Sipil Statik Vol.4 No.3 Maret 2016 (203-210) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado. 2016.
- [11] Seyhan, Ersin. Dasar-dasar Hidrologi. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. 1990.
- [12] Sumarauw, Jeffry. Hujan. Bahan Ajar Mahasiswa, Universitas Sam Ratulangi, Manado. 2013.
- [13] Sumarauw, Jeffry. Analisis Frekwensi Hujan. Bahan Ajar Mahasiswa, Universitas Sam Ratulangi, Manado. 2017.
- [14] Sumarauw, Jeffry. Hidrograf Satuan Sintetis. Bahan Ajar Mahasiswa, Universitas Sam Ratulangi, Manado. 2017.
- [15] Sumarauw, Jeffry. HEC-HMS. Bahan Ajar Mahasiswa, Universitas Sam Ratulangi, Manado. 2018.
- [16] Supit, Cindy J. 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. 2013.
- [17] Talumepa, Marcio Yosua., Lambertus Tanudjaja, Jeffry S. F. Sumarauw. 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, Universitas Sam Ratulangi, Manado. 2018.