



Analisis Debit Banjir Dan Tinggi Muka Air Anak Sungai Bailang Di Keluarahan Sumompo Kecamatan Tuminting Kota Manado

Surya P. A. Toding^{#a}, Jeffry S. F. Sumarauw^{#b}, Liany A. Hendratta^{#c}

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

^asuryatoding021@student.unsrat.ac.id, ^bjeffrysumarauw@unsrat.ac.id, ^clianyhendratta@unsrat.ac.id

Abstrak

Sungai Bailang merupakan salah satu sungai terbesar yang ada di Kota Manado yang memiliki banyak anak sungai sebagai penyumbang debit pada sungai utamanya. Salah satu Anak Sungai Bailang yang berada di depan SMP Negeri 11 Manado meluap pada tahun 2023 diakibatkan tanggul yang jebol sehingga membanjiri pemukiman sekitar bantaran sungai tersebut. Maka dari itu berdasarkan masalah yang ada, diperlukan analisis hidrologi yang berguna untuk menganalisis terhadap besarnya debit banjir dan analisis hidraulika untuk menganalisis elevasi tinggi muka air Anak Sungai Bailang dengan menggunakan kala ulang tertentu. Analisis dimulai dengan analisis frekuensi hujan menggunakan metode *Log Pearson III*. Data hujan yang digunakan yaitu data hujan harian maksimum yang didapat dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi I dengan memperhatikan pos hujan yang berpengaruh terhadap DAS. Dengan metode Poligon-Thiessen didapati pos hujan yang berpengaruh terhadap DAS Anak Sungai Bailang ialah pos hujan Bailang. Selanjutnya dilakukan analisis debit banjir rencana menggunakan metode Rasional karena memiliki DAS yang relatif kecil. Kemudian, debit rencana untuk berbagai kala ulang dimasukkan dalam program komputer HEC-RAS untuk simulasi elevasi tinggi muka air pada penampang yang telah diukur. Hasil simulasi program HEC-RAS menunjukkan bahwa penampang Anak Sungai Bailang dari STA 0 + 025 sampai STA 0 + 200 mampu memampung debit banjir untuk kala ulang 2 tahun dan 5 tahun. Untuk kala ulang 10 tahun, hanya STA 0 + 050 yang tidak mampu memampung debit banjir pada kala ulang tersebut. Untuk kala ulang 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun STA 0 + 025 sampai STA 0 + 200 tidak mampu untuk menampung debit banjir kala ulang.

Kata kunci: Anak Sungai Bailang, debit banjir, metode rasional, HEC-RAS

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Kota Manado merupakan salah satu daerah di Indonesia yang sering menghadapi masalah banjir akibat curah hujan yang tinggi. Seiring dengan perkembangan kota, peningkatan jumlah penduduk dan perubahan penggunaan lahan turut memperbesar potensi terjadinya banjir. Salah satu wilayah yang terdampak adalah Kelurahan Sumompo di Kecamatan Tuminting, yang dialiri oleh Anak Sungai Bailang. Sungai ini berperan penting dalam menyalurkan air hujan ke aliran sungai yang lebih besar. Namun, peningkatan aliran permukaan (*surface runoff*) akibat perubahan fungsi lahan sering kali menyebabkan debit banjir meningkat dan tinggi muka air naik, sehingga berisiko menimbulkan genangan serta banjir di kawasan pemukiman.

Tanggul yang jebol di Kelurahan Sumompo pada tahun 2023 memberikan dampak negatif dalam berbagai aspek. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi besarnya debit banjir serta tinggi muka air pada kala ulang tertentu, sehingga dapat digunakan sebagai referensi dalam pengelolaan serta pencegahan banjir di wilayah ini. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi strategi pengendalian banjir yang dapat diterapkan oleh pemerintah daerah dan masyarakat guna mengurangi risiko banjir di masa mendatang.

1.2. Rumusan Masalah

Anak Sungai Bailang meluap pada tahun 2023 yang menyebabkan rumah warga sekitar, jalan serta jembatan terendam banjir. Oleh karena itu maka perlu menganalisis debit banjir dan tinggi muka air dalam upaya pengendalian banjir..

1.3. Batasan Penelitian

1. Titik kontrol terletak pada Jembatan di Kelurahan Sumompo, Kecamatan Tuminting, dengan jarak 200 meter ke arah hilir.
2. Kala ulang dibatasi pada 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun.
3. Data Hujan yang digunakan adalah data hujan harian maksimum.
4. Analisis dihitung menggunakan Metode Rasional untuk mendapat besaran debit banjir rencana dan HEC-RAS untuk mendapat tinggi muka air banjir.

1.4. Tujuan Penelitian

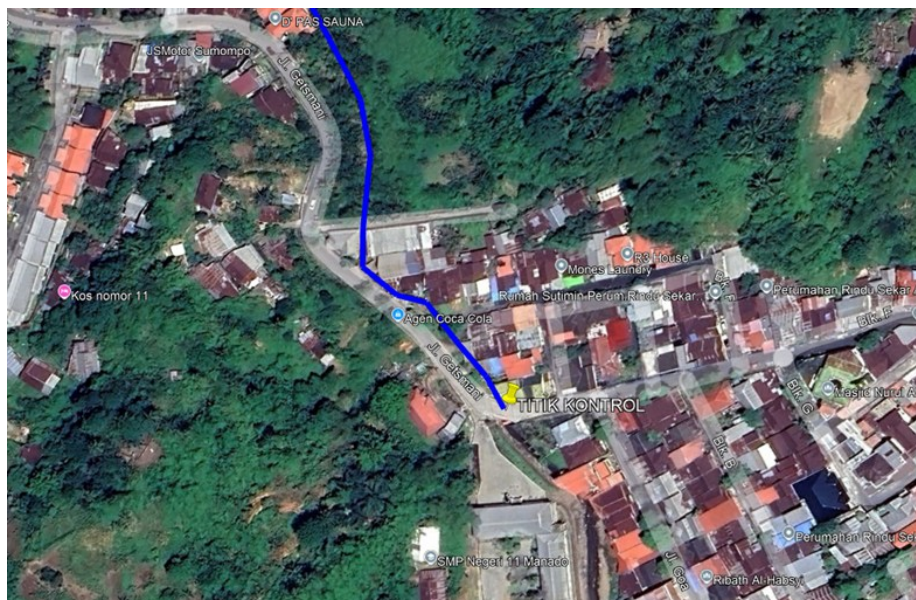
Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui besaran debit banjir dengan kala ulang tertentu dan tinggi muka air banjir di salah satu Anak Sungai Bailang yang terletak di Kelurahan Sumompo.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini yaitu dapat memberikan informasi kepada instansi terkait untuk mengendalikan masalah banjir dan menjadi referensi bagi para Peneliti-peneliti berikutnya.

1.6. Lokasi Penelitian

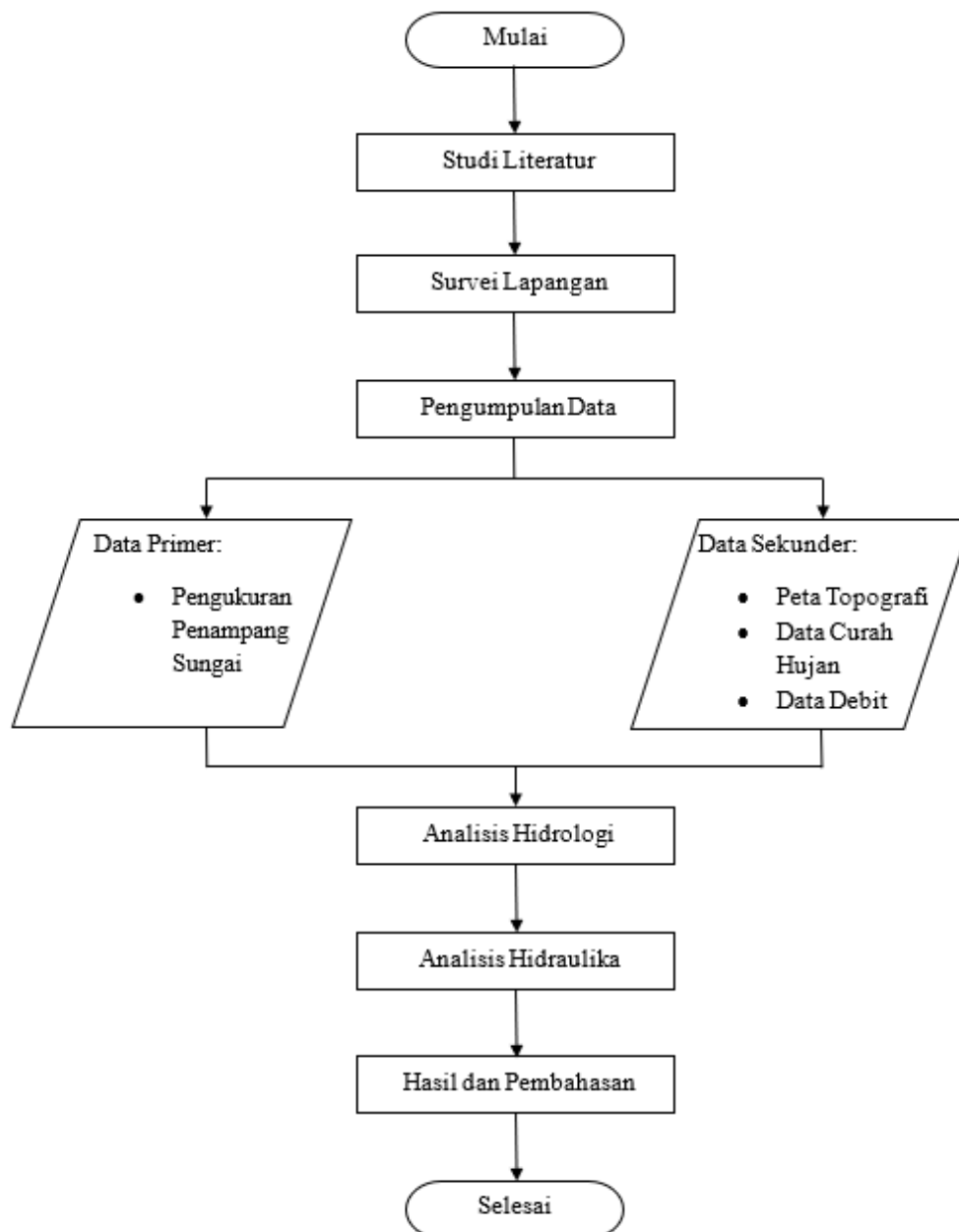
Anak Sungai Bailang yang menjadi lokasi penelitian ini berada di Kelurahan Sumompo, Kecamatan Tuminting, Kota Manado. Titik kontrol dari penelitian ini terletak pada jembatan di depan SMP Negeri 11 Manado yang secara geografis terletak pada $1^{\circ}30'56.07''\text{N}$ $124^{\circ}51'40.85''\text{E}$.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (*Google Earth*)

2. Tahap Penelitian

Tahap penelitian digambarkan dalam alur yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

3. Kajian Literatur

3.1. Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi adalah proses yang berkelanjutan dimana air bergerak dari bumi ke atmosfer kemudian kembali ke bumi lagi. Air yang berada di permukaan tanah, sungai, danau, dan laut menguap ke udara. Uap air tersebut bergerak dan naik ke atmosfer, yang kemudian mengalami kondensasi dan berubah menjadi titik-titik air yang berbentuk awan. Selanjutnya titik-titik air tersebut jatuh sebagai hujan ke permukaan laut dan daratan. Hujan yang jatuh sebagian tertahan oleh tumbuh-tumbuhan (intersepsi) dan selebihnya sampai ke permukaan tanah. Sebagian air hujan yang sampai ke permukaan tanah akan meresap ke dalam tanah (infiltrasi) dan sebagian lainnya mengalir di atas permukaan tanah (aliran permukaan atau *Surface runoff*) mengisi cekungan tanah, danau, dan masuk ke sungai dan akhirnya mengalir ke laut. Air yang meresap ke dalam tanah sebagian mengalir ke dalam tanah (perkolasi) mengisi air tanah yang kemudian keluar sebagai mata air atau mengalir ke sungai. Akhirnya aliran air di sungai akan sampai ke laut.

3.2. Daerah Aliran Sungai

DAS yaitu suatu daerah tertentu yang bentuk dan sifat alamnya sedemikian rupa, sehingga merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya yang melalui daerah tersebut dalam fungsinya untuk menampung air yang berasal dari air hujan dan sumber-sumber air lainnya yang penyimpanannya dan pengalirannya dihimpun dan ditata berdasarkan hukum-hukum alam sekelilingnya demi keseimbangan daerah tersebut.

3.3. Analisis Data Outlier

Data *outlier* adalah data yang menyimpang terlalu tinggi ataupun terlalu rendah dari sekumpulan data. Pengujian data *outlier* dilakukan untuk menentukan berapa banyak data yang menyimpang terlalu tinggi dan terlalu rendah dari sekumpulan data sehingga baik untuk digunakan pada analisis selanjutnya. Hasil *outlier* mendapatkan bahwa data-data curah hujan tidak ada yang menyimpang. Jika ada data yang menyimpang bisa dikarenakan kesalahan saat pencatatan data atau adanya kejadian ekstrim.

Uji data *outlier* mempunyai 3 syarat, yaitu:

1. Jika $C_{slog} \geq 0,4$ maka: uji *outlier* tinggi, koreksi data, uji *outlier* rendah, koreksi data.
2. Jika $C_{slog} \leq -0,4$ maka: uji *outlier* rendah, koreksi data, uji *outlier* tinggi, koreksi data.
3. Jika $-0,4 < C_{slog} < 0,4$ maka : uji *outlier* tinggi atau rendah, koreksi data. Rumus yang digunakan:

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

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

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

$$\bullet \quad \text{Outlier tinggi: } \log X_h = \overline{\log x} + Kn \cdot S_{log} \quad (4)$$

$$\bullet \quad \text{Outlier rendah : } \log X_l = \overline{\log x} - Kn \cdot S_{log} \quad (5)$$

Dengan :

C_{slog}	=	Koefisien kemencengan dalam log.
S_{log}	=	Simpangan baku.
$\overline{\log x}$	=	Nilai rata – rata.
Kn	=	Nilai K (diambil dari <i>outlier test K value</i>) tergantung dari jumlah data yang dianalisis.
$\log X_h$	=	<i>Outlier</i> tinggi.
$\log X_l$	=	<i>Outlier</i> rendah.

Nilai Kn dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

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

3.4. Parameter Statistik

Parameter statistik yang digunakan dalam analisis data hidrologi yaitu: rata – rata hitung (*mean*), simpangan baku (standar deviasi), kemencengan (koefisien *skewness*), koefisien variasi, dan koefisien kurtosis.

3.5. 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: Metode Analisis Probabilitas Frekuensi Banjir, Metode Rasional,

Metode Analisis Regional, Metode Puncak Banjir di Atas Ambang, Metode Empiris, dan Metode Analisis Regresi.

3.6. Metode Rasional

Metode ini digunakan apabila daerah pengaliran memiliki luasan yang kecil. Metode Rasional digunakan dengan anggapan bahwa DAS memiliki :

- Luas DAS < 200 – 300 hektar.
- Memiliki waktu konsentrasi (t_c) < 1 jam.

Adapun rumus dari metode rasional adalah sebagai berikut:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \quad (7)$$

dimana :

- Q = Debit Rencana (m^3/det)
 C = Koefisien Limpasan
 I = Intensitas Curah Hujan (mm/jam)
 A = Luas Daerah Aliran Sungai (km^2)

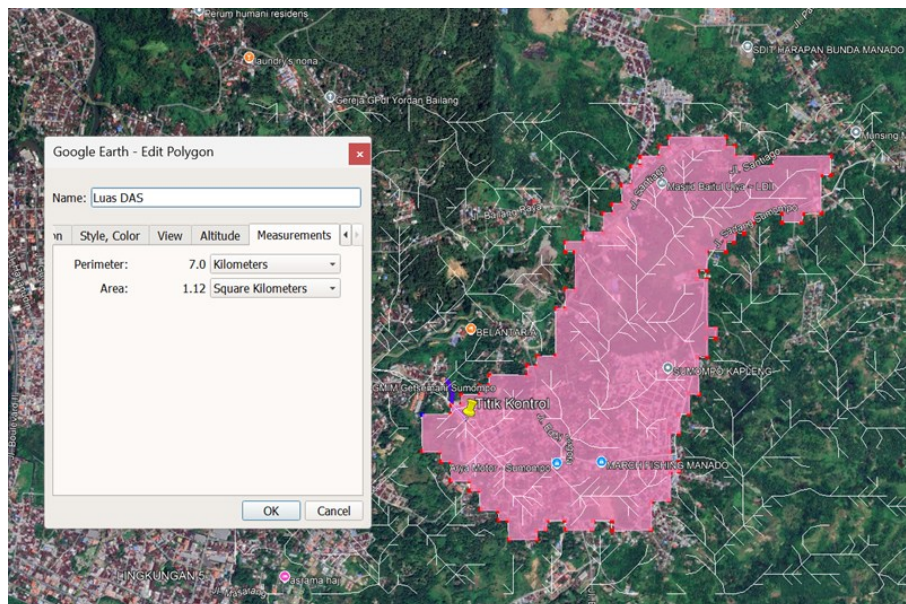
3.7. Analisis Tinggi Muka Air

Analisis tinggi muka air akan menggunakan program komputer HEC-RAS, pada program komputer ini membutuhkan data masukan yaitu penampang saluran, karakteristik saluran untuk nilai koefisien n manning, dan data debit banjir untuk perhitungan aliran langgeng (*steady flow*).

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Analisis Daerah Aliran Sungai

Perhitungan DAS dilakukan dengan bantuan program komputer *Global Mapper* dengan menggunakan data DEM yang bersumber dari Indonesia Geospasial dan dimasukkan ke *Google Earth*. Sehingga diperoleh luas DAS Anak Sungai Bailang sebesar $1,12 \text{ km}^2$.



Gambar 3. DAS Anak Sungai Bailang (*Global Mapper, Google Earth, Data DEM www.indonesia-geospasial.com*)

4.2 Data Curah Hujan

Analisis curah hujan DAS Anak Sungai Bailang di depan SMP Negeri 11 Manado dilakukan dengan menggunakan data curah hujan harian maksimum yang bersumber dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi I dengan periode pencatatan tahun 2011 sampai dengan tahun 2023. Di

bawah ini merupakan pos-pos hujan disekitar DAS Anak Sungai Bailang. Pos hujan yang berpengaruh terhadap DAS Anak Sungai Bailang ialah pos hujan Bailang-Mahawu.

Tabel 1. Data Curah Hujan Harian Maksimum

No	Tahun	Pos Hujan Bailang (mm)
1	2011	190
2	2012	75,9
3	2013	194,3
4	2014	201
5	2015	124,5
6	2016	65,1
7	2017	99,3
8	2018	78,8
9	2019	46
10	2020	88,2
11	2021	83,2
12	2022	45
13	2023	255,2

(Sumber: Balai Wilayah Sungai Sulawesi-1; 2025)

4.3 Uji Data Outlier

Pengujian data outlier dilakukan untuk menentukan data yang menyimpang terlalu tinggi dan terlalu rendah. Data yang menyimpang bisa dikarenakan kesalahan saat pencatatan data atau adanya kejadian ekstrim. Hasil uji outlier data hujan harian maksimum Pos Hujan Bailang mendapatkan bahwa tidak ada data curah hujan yang menyimpang.

4.4 Penentuan Tipe Distribusi Hujan

Jenis sebaran hujan bergantung pada nilai parameter statistic yaitu rata – rata hitung atau mean (\bar{x}), simpangan baku (S), koefisien kemencengan (C_s), koefisien variasi (C_v) dan koefisien kurtosis (C_k). Penentuan tipe distribusi adalah dengan melihat kecocokan nilai dari parameter statistik C_s , C_v dan C_k dengan syarat untuk tiap tipe distribusi. Penentuan jenis sebaran disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Penentuan Jenis Sebaran Data

Tipe Sebaran	Syarat Parameter Statistik	Parameter Statistik Data Pengamatan	Keterangan
Normal	$C_s = 0$	0,08	Tidak Memenuhi
	$C_k = 3$	30,94	Tidak Memenuhi
Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3 C_v = 1,9$	0,08	Tidak Memenuhi
	$C_k = C_v^8 + 6 C_v^6 + 15 C_v^4 + 16 C_v^2 + 3 = 9,99$	30,94	Tidak Memenuhi
Gumbel	$C_s = 1,14$	0,08	Tidak Memenuhi
	$C_k = 5,40$	30,94	Tidak Memenuhi
Log Pearson III	Bila tidak ada parameter statistik yang sesuai dengan ketentuan distribusi	-	Memenuhi

4.5 Curah Hujan Rencana

Analisis curah hujan rencana dengan tipe sebaran Log Pearson tipe III. Perhitungan dilakukan dengan terlebih dahulu menghitung parameter statistik.

Rata-rata hitung:

$$\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i = \frac{1}{13} \times 26,14 = 2,01$$

Simpangan Baku:

$$S = \sqrt{\frac{\sum(Y-\bar{Y})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,729}{13-1}} = 0,25$$

Koefisien *Skewness* (Kemencangan):

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2)s^3} \sum(Y - \bar{Y})^3 = \frac{13}{(13-1)(13-2)0,25^3} 0,028 = 0,176 \text{ (Kemencangan Positif)}$$

Tabel 3. Curah Hujan Rencana

Kala Ulang (TR)	LogX _{TR}	X _{TR}
2 Tahun	2,018	104,232
5 Tahun	2,234	171,396
10 Tahun	2,359	228,56
25 Tahun	2,497	314,051
50 Tahun	2,588	387,258
100 Tahun	2,67	467,735

4.6 Analisis Debit Banjir Rencana

Titik terjauh di DAS ke titik kontrol yaitu 2,819 km. Dengan elevasi hulu = 63,854 m, sedangkan elevasi hilir = 13,175 m. Besar kemiringan yang didapati, yaitu :

$$S = \frac{(63,854-13,175)}{2819} = 0,018$$

Berdasarkan Daerah Aliran Sungai, koefisien kekasaran lahan $n = 0,2$, maka :

$$T_c = \frac{0,606(2,819 \times 0,2)^{0,467}}{S^{0,234}}$$

$$T_c = \frac{0,606(2,819 \times 0,2)^{0,467}}{0,018^{0,234}}$$

$$T_c = 1,187 \text{ jam}$$

Dengan waktu konsentrasi, $T_c = 1,187$ jam, selanjutnya bisa dihitung intensitas curah hujan. Dibawah ini merupakan perhitungan intensitas curah hujan yang dibuat dalam bentuk tabel.

Tabel 4. Besar Intensitas Hujan

Kala Ulang	T _c	R ₂₄	I
tahun	jam	mm	mm/jam
2	1,187	104,232	32,23
5	1,187	171,396	53,00
10	1,187	228,56	70,67
25	1,187	314,051	97,12
50	1,187	387,258	119,76
100	1,187	467,735	144,64

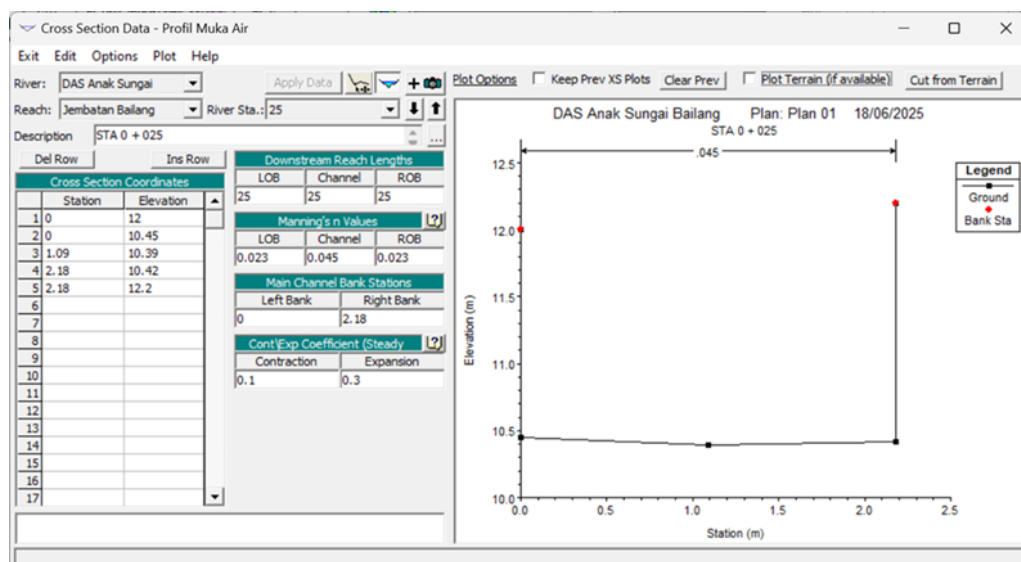
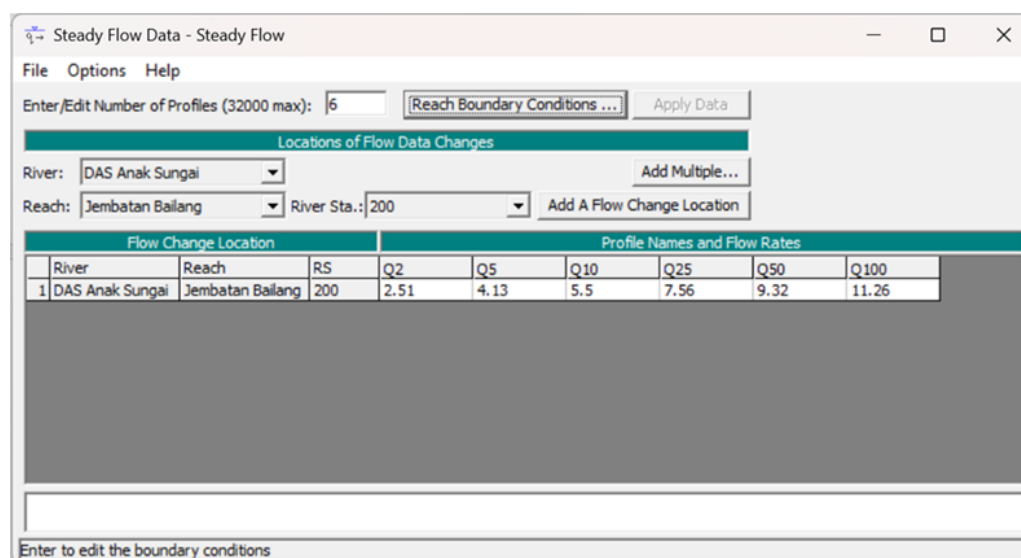
Koefisien Limpasan yang dipilih untuk daerah perkampungan adalah sebesar 0,25. Di bawah ini adalah besar debit rencana untuk setiap kala ulang.

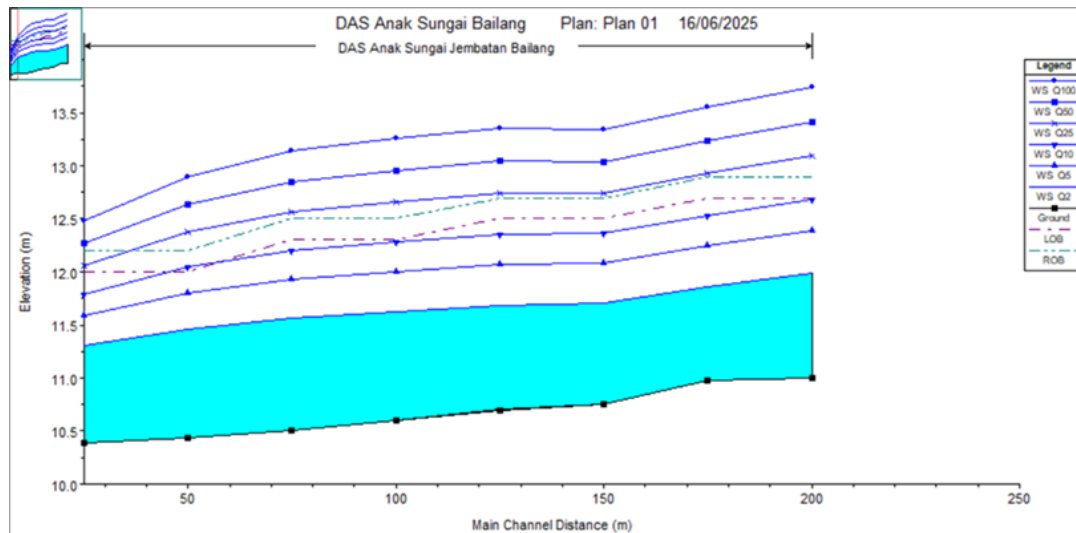
Tabel 5. Besar Debit Rencana

Kala Ulang	C	I	A	Q
Tahun		mm/jam	km ²	m ³ /detik
2	0,25	32,23	1,12	2,51
5	0,25	53,00	1,12	4,13
10	0,25	70,67	1,12	5,50
25	0,25	97,12	1,12	7,56
50	0,25	119,76	1,12	9,32
100	0,25	144,64	1,12	11,26

4.7 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* *mannings*, dan data debit banjir untuk perhitungan aliran langgeng (*Steady Flow*).

**Gambar 4.** Data Penampang Melintang STA 0 + 025**Gambar 5.** Pengisian Data Debit



Gambar 6. Rangkuman Tinggi Muka Air Potongan Memanjang Anak Sungai Bailang

5. Kesimpulan

Hasil simulasi program HEC-RAS menunjukkan bahwa penampang Anak Sungai Bailang dari STA 0 + 025 sampai STA 0 + 200 mampu memampung debit banjir untuk kala ulang 2 tahun dan 5 tahun. Untuk kala ulang 10 tahun, hanya STA 0 + 050 yang tidak mampu memampung debit banjir pada kala ulang tersebut. Untuk kala ulang 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun STA 0 + 025 sampai STA 0 + 200 tidak mampu untuk menampung debit banjir kala ulang.

Referensi

- _____. 2016. HEC-RAS 5.0 Reference Manual. Hidrologic Engineering Center, U.S Army Corps of Engineers, USA.
- _____. 2019. Data Debit Harian Sungai Bailang. Balai Wilayah Sungai Sulawesi 1, Manado.
- _____. 2019. Data Hujan Harian Pos Bailang. Balai Wilayah Sungai Sulawesi 1, Manado.
- Manampiring, A. A. A., Sumarauw, J. S. F., & Supit, C. J. (2024). Analisis Kapasitas Penampang Terhadap Debit Banjir Anak Sungai Tondano Di Kompleks Rumah Sakit Manado Medical Center Manado. *TEKNO*, 22(89), 0215-9617.
- Asdak, C. 2007. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Bambang, Triatmodjo. 2008. Hidrologi Terapan. Beta Offset, Yogyakarta.
- Seyhan, Ersin. 1990. Dasar-dasar Hidrologi. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Welliang, A. H., Sumarauw, J. S. F., & Mananoma, T. (2019). Analisis Debit Banjir Dan Tinggi Muka Air Sungai Lombagin Kabupaten Bolaang Mongondow. *Jurnal Tekno* Vol. 17 no. 71 ISSN 0215-9617.
- Hartini, Eko. 2017. Modul Hidrologi dan Hidrolika Terapan. Universitas Dian Nuswantoro. Semarang.
- Chow, V.T., Maidment, D.R., Mays, 1988. *Applied Hydrology*. Singapore: McGraw-Hill.
- Bras, R.L., 1990, *Hydrology: An Introduction to Hydrology Science*, Adison-Wesley Publishing Co., Canada
- Lumantobing, J. V., Sumarauw, J. S. F., & Supit, C. J. (2024). Analisis Debit Banjir Dan Tinggi Muka Air Anak Sungai Tikala Di Kelurahan Tikala Ares Kecamatan Tikala Kota Manado. *TEKNO*, 22(88), 0215-9617.
- Mawikere, N. C., Sumarauw, J. S., & Supit, C. J. (2022). Analisis Tinggi Muka Air Banjir Sungai Bailang Di Lorong Symphony Kelurahan Sumompo Kota Manado. *Jurnal Tekno* Vol. 20 no. 82 ISSN: 0215-9617.
- Patiro, G. A., Supit, C. J. & Sumarauw, J. S. F., (2024). Evaluasi Kapasitas Penampang Terhadap Debit Banjir Sungai Kilu Kelurahan Paniki Satu Kecamatan Mapanget Kota Manado. *TEKNO*, 22(87), 0215-9617.
- Muntu, A. D., Sumarauw, J. S. F. & Mananoma, T., (2019). Analisis Kapasitas Penampang Terhadap Berbagai Kala Ulang Banjir Di Sungai Sesayap Kalimantan Utara. *Jurnal Sipil Statik*, 7(12).