

Analisis Kapasitas Penampang Terhadap Debit Sungai Tondano di Daerah Kampung Tubir Kelurahan Paal 2

Tesalonika Catharina Lalamentik^{#1}, Jeffry S. F. Sumarauw^{#2}, Liany A. Hendratta^{#3}

[#]Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi

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

¹tesalonikalalamentik16@gmail.com; ²jeffrysumarauw@unsrat.ac.id; ³lianyhendratta@unsrat.ac.id

Abstrak

Sungai Tondano merupakan salah satu sungai terbesar yang ada di Kota Manado serta memiliki banyak anak sungai yang bertujuan sebagai penyumbang debit. Salah satu Daerah Aliran Sungai (DAS) yang dilewati dari Sungai Tondano, yaitu Kampung Tubir, Kelurahan Paal 2. Sungai Tondano yang ada di Kampung Tubir, Kelurahan Paal 2 pernah meluap dan menyebabkan kerugian bagi warga yang tinggal di sekitar bantaran sungai serta mengganggu lalu lintas kendaraan. Oleh karena itu, dibutuhkan perhitungan debit banjir dan elevasi tinggi muka air dari Sungai Tondano yang ada di Kampung Tubir, Kelurahan Paal 2. Analisis debit banjir dan elevasi tinggi muka air dilakukan dengan mencari debit banjir rencana melalui analisis frekuensi menggunakan metode Log Pearson III. Data debit berasal dari pos debit, yaitu pos debit Kairagi. Data debit ini adalah data debit maksimum sesaat selama 12 tahun, yaitu dari tahun 2008 s/d 2019. Data debit yang digunakan ini sudah melalui perhitungan perbandingan luas DAS antara data debit terukur dan data debit sungai pada lokasi penelitian. Debit puncak setiap kala ulang dimasukkan dalam program komputer HEC-RAS untuk simulasi tinggi muka air pada penampang yang telah diukur. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pada semua penampang Sungai Tondano yang ada di Kampung Tubir, Kelurahan Paal 2 yang ditinjau tidak mampu menampung debit banjir yang terjadi untuk kala ulang 5 tahun, 10 tahun, 50 tahun dan 100 tahun.

Kata kunci – sungai Tondano, debit banjir rencana, elevasi tinggi muka air, HEC-RAS

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sungai Tondano merupakan salah satu sungai yang berada di Provinsi Sulawesi Utara. Peran sungai Tondano memiliki dampak bagi kehidupan masyarakat yang ada di sekitar aliran sungai Tondano. Fungsi alur sungai Tondano, yaitu sebagai salah satu sumber air. Selain itu, sungai Tondano juga berfungsi sebagai penerima limpasan air hujan yang jatuh di daerah aliran sungai (DAS) Tondano menuju muara laut. Daerah

Kampung Tubir, Kelurahan Paal 2 adalah salah satu kawasan yang dilewati DAS Tondano.

Permasalahan yang sering terjadi di sungai tersebut, yaitu pada saat musim hujan dengan curah hujan yang tinggi memiliki potensi terjadi banjir. Banjir yang terjadi di sungai tersebut sangat merugikan masyarakat yang ada di sekitar bantaran DAS Tondano yang ada di daerah Kampung Tubir, Kelurahan Paal 2 yang dapat mengakibatkan rusaknya rumah warga dan rusaknya lahan peternakan warga. Dalam permasalahan ini diperlukan analisis hidraulika yang berguna untuk menganalisis tinggi muka air saat terjadi banjir DAS Tondano di daerah Kampung Tubir, Kelurahan Paal 2 dengan menggunakan kala ulang tertentu.

B. Perumusan Masalah

Tidak adanya analisis debit banjir dan tinggi muka air dari Sungai Tondano, sehingga perlu diketahui seberapa besarnya debit dan tinggi muka air yang ada untuk nantinya dapat dipakai sebagai perencanaan penanggulangan banjir.

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Mengetahui puncak debit banjir yang terjadi di DAS Tondano yang ada di daerah Kampung Tubir, Kelurahan Paal 2.
2. Menganalisis kapasitas penampang DAS Tondano yang ada di daerah Kampung Tubir, Kelurahan Paal 2 yang dilakukan dengan menggunakan program aplikasi HEC-RAS.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari dilakukan penelitian ini, yaitu : sebagai contoh bahan referensi bagi para peneliti berikutnya dan juga diharapkan menjadi salah satu informasi bagi instansi terkait yang berwenang untuk melakukan penanggulangan masalah banjir di DAS Tondano yang ada di daerah Kampung Tubir, Kelurahan Paal 2.

E. Batasan Masalah

Dalam melakukan penelitian tugas akhir ini, pembahasan masalah yang akan diteliti dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

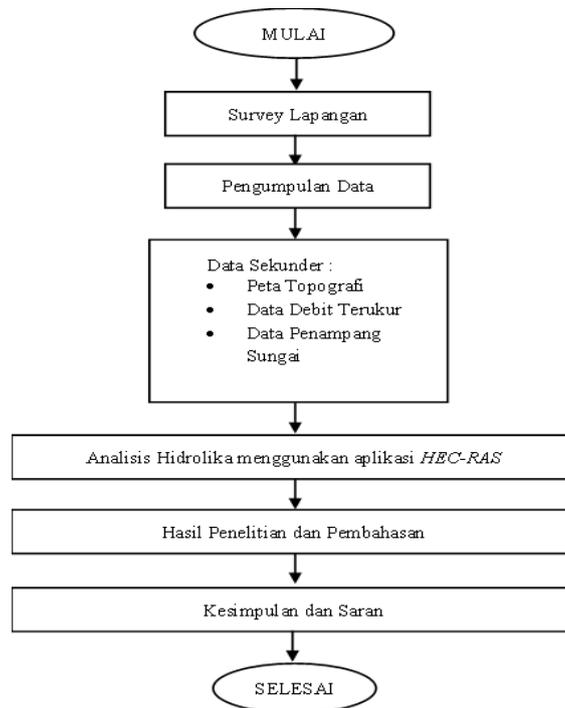
1. Lokasi penelitian yang diteliti yaitu DAS Tondano dengan titik tinjau sepanjang 250 m yang berjarak 50 m antar potongan yang berada di daerah

- Kampung Tubir, Kelurahan Paal 2.
2. Data debit yang digunakan adalah data debit maksimum sesaat tahunan.
 3. Kala ulang rencana dibatasi pada 5, 25, 50, dan 100 tahun.
 4. Analisis dalam menghitung penampang sungai dilakukan dengan menggunakan program aplikasi komputer, yaitu: HEC-RAS untuk menghitung analisis hidraulika. menggunakan
 5. Potongan penampang memanjang dan penampang melintang sungai ditinjau hanya sepanjang lokasi daerah Kampung Tubir, Kelurahan Paal 2.
 6. Dalam penelitian ini tidak melakukan perhitungan factor sedimentasi atau pendangkalan sungai, tidak

melakukan perhitungan struktur serta tidak melakukan perhitungan penyelidikan tanah.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi penelitian terletak di daerah Kampung Tubir, Kelurahan Paal 2, Kota Manado, Provinsi Sulawesi Utara. ($1^{\circ}29'18''N$ $124^{\circ}51'40''E$). Alur kegiatan mengikuti Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian



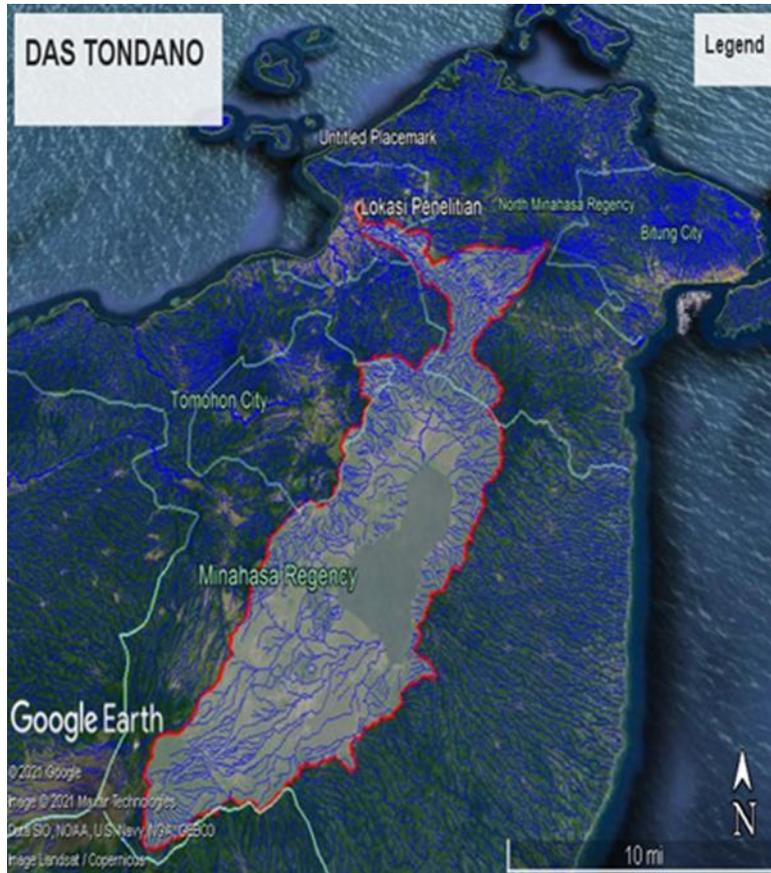
Gambar 2. Lokasi Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Daerah Aliran Sungai

Analisis daerah aliran sungai (DAS) dilakukan untuk mengetahui luas DAS Tondano. Perhitungan luas DAS dilakukan dengan bantuan program

komputer Google Earth dengan menggunakan data yang bersumber dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi-I (BWSS-I). Sehingga diperoleh luas DAS Tondano sebesar 435,00 Km².



Gambar 3. Gambar DAS Tondano

Sumber: Global Earth, Data SIG Balai Wilayah Sungai Sulawesi I

B. Analisis Debit Banjir

Untuk mendapatkan debit banjir maka diperlukan adanya perhitungan curah hujan, yaitu analisis frekuensi hujan yang bertujuan untuk mendapatkan debit banjir rencana. Kemudian, melalui program HEC-HMS untuk mendapatkan data debit, perhitungan juga dapat dilakukan melalui analisis frekuensi debit maksimum sesaat. Dikarenakan lokasi dari penelitian ini sudah tersedia data debit terukur sepanjang 12 tahun dengan periode pencatatan dari tahun 2008 sampai dengan tahun 2019 yang bersumber dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi I (BWSS-I) serta pos debit yang digunakan ialah pos debit Kairagi.

C. Perhitungan Perbandingan Luas DAS

Untuk mendapatkan debit banjir maka diperlukan adanya perhitungan curah hujan, yaitu analisis frekuensi hujan yang bertujuan untuk mendapatkan debit banjir rencana. Kemudian, melalui program HEC-HMS untuk mendapatkan data debit, perhitungan

juga dapat dilakukan melalui analisis frekuensi debit maksimum sesaat. Dikarenakan lokasi dari penelitian ini sudah tersedia data debit terukur sepanjang 12 tahun dengan periode pencatatan dari tahun 2008 sampai dengan tahun 2019 yang bersumber dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi I (BWSS-I) serta pos debit yang digunakan ialah pos debit Kairagi.

Rumus analisis regional:

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

Dengan :

A₁ = Luas DAS pada titik pos debit (Km²)

A₂ = Luas DAS di titik kontrol (Km²)

Q₁ = Debit Sungai Kairagi pada titik pos debit (m³/det)

Q₂ = Debit Sungai Tondano di titik kontrol (m³/det)

Sehingga :

$$Q_2 = \frac{435}{447,086} \times 81,22 = 79,02 \text{ m}^3/\text{det}$$

TABEL 1
Data Debit Terukur di Titik Pos Debit Tahun 2008 – 2019

No	Tahun	m ³ /det	Tanggal
1	2008	81,22	16/01/2008
2	2009	235,16	17/05/2009
3	2010	328,84	10/12/2010
4	2011	312,82	10/12/2011
5	2012	307,90	17/02/2012
6	2013	293,35	17/02/2013
7	2014	560,38	15/01/2014
8	2015	85,37	10/01/2015
9	2016	44,51	21/01/2016
10	2017	39,32	17/08/2017
11	2018	115,41	08/02/2018
12	2019	87,48	02/02/2019

Sumber: Hasil Analisis

TABEL 2
Data Debit Sungai Tondano Hasil Perbandingan Luas DAS

No	Tahun	Debit m ³ /s
1	2008	79,02
2	2009	228,80
3	2010	319,95
4	2011	304,37
5	2012	299,58
6	2013	285,42
7	2014	545,23
8	2015	83,06
9	2016	43,31
10	2017	38,25
11	2018	112,29
12	2019	85,12

Sumber: Hasil Analisis

D. Analisis Frekuensi Debit

Analisis frekuensi debit dilakukan untuk menentukan besarnya debit yang akan terjadi pada periode ulang tertentu. Analisis frekuensi ini meliputi penentuan tipe distribusi debit, kemudian perhitungan besarnya debit berdasarkan kala ulang menggunakan persamaan yang sesuai dengan tipe distribusi.

E. Penentuan Tipe Distribusi Debit

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 tipe distribusi adalah dengan melihat kecocokan nilai dari parameter statistik Cs, Cv dan Ck dengan syarat untuk tiap tipe distribusi. Penentuan jenis sebaran disajikan dalam Tabel 3.

F. Analisis Debit Banjir Rencana

Analisis debit rencana dengan tipe sebaran Log Pearson tipe III menggunakan rumus :

$$\log X = \overline{\log X} + K_{TR,CS} \cdot S_{\log X}$$

Dari rumus tersebut diperlukan 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 statistik.

Rata – rata hitung:

$$\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log X_i = \frac{1}{12} \times 26,0010 = 2,1668$$

Simpangan Baku:

$$S_{\log X} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \bar{\log X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{7,951582}{12-1}} = 0,381092$$

Koefisien *Skewness* (Kemencengan):

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

$$= \frac{10}{(12-1)(12-2) \cdot 0,381092^3} \times (-0,087458292)$$

$$= -0,172386$$

Faktor frekuensi K untuk tiap kala ulang terdapat pada tabel nilai K_T untuk Koefisien *Skewness* yang ditentukan dengan menggunakan nilai C_S dan kala ulang dalam tahun. Nilai K untuk tiap kala ulang adalah sebagai berikut:

- 5 Tahun : 0,758
- 25 Tahun : 2,043
- 50 Tahun : 2,5418
- 100 Tahun : 3,0217

Selanjutnya adalah perhitungan debit kala ulang 5 tahun

$$\log Q_{TR} = \bar{Y} + K \cdot S_{\log X}$$

$$= 2,1668 + (0,758) \times 0,381092$$

$$= 2,45564$$

$$Q_{TR} = 10^{2,45564} = 285,52 \text{ m}^3/\text{det}$$

TABEL 3
Penentuan Jenis Sebaran Data

Tipe Sebaran	Syarat Parameter Statistik	Parameter Statistik Data Pengamatan	Keterangan
Normal	$C_s = 0$	0,835259	Tidak Memenuhi
	$C_k = 3$	3,951613	Tidak Memenuhi
Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3 \cdot C_v$ $= 2,658458$	0,835259	Tidak Memenuhi
	$C_k = C_v^6 + 6C_v^4 + 15C_v^2 + 3$ $= 17,746004$	0,835259	Tidak Memenuhi
Gumbel	$C_s = 1,14$	0,835259	Tidak Memenuhi
	$C_k = 5,40$	3,951613	Tidak Memenuhi
Log Pearson III	Bila tidak ada parameter statistik yang sesuai dengan ketentuan	-	Memenuhi

TABEL 4
Parameter Statistik Untuk Distribusi Log Pearson III

No	Q = X	Log X (Y)	$(Y - \bar{Y})$	$(Y - \bar{Y})^2$	$(Y - \bar{Y})^3$
1	79,02	1,8978	-0,2689928	0,072357	-0,0194636
2	228,80	1,8978	-0,2689928	0,072357	-0,0194636
3	319,95	2,3595	0,1927039	0,037135	0,00715602
4	304,37	2,5051	0,3383235	0,114463	0,03872546
5	299,58	2,4834	0,3166428	0,100263	0,03174746
6	285,42	2,4765	0,3097524	0,095947	0,02971969
7	545,23	2,4555	0,2887362	0,083369	0,02407153
8	83,06	2,7366	0,5698268	0,324703	0,18502423
9	43,31	1,9194	-0,2473455	0,06118	-0,0151325
10	38,25	1,6366	-0,5301592	0,281069	-0,1490112
11	112,29	1,5827	1,5826786	2,504871	3,96440629
12	85,12	2,0503	2,0503341	4,20387	8,61933787
Σ	2424,40	26,0010	4,3335080	7,951582	12,6971177

Sumber: Hasil Analisis

TABEL 5
Debit Banjir

Kala Ulang (TR)	Log Q _{TR}	Q _{TR}
5 Tahun	2,45564	285,52 m ³ /det
25 Tahun	2,94529	881,63 m ³ /det
50 Tahun	3,13542	1365,92 m ³ /det
100 Tahun	3,31832	2081,21 m ³ /det

Sumber: Hasil Analisis

G. 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 Tondano diambil sepanjang 267 m ke arah hulu.

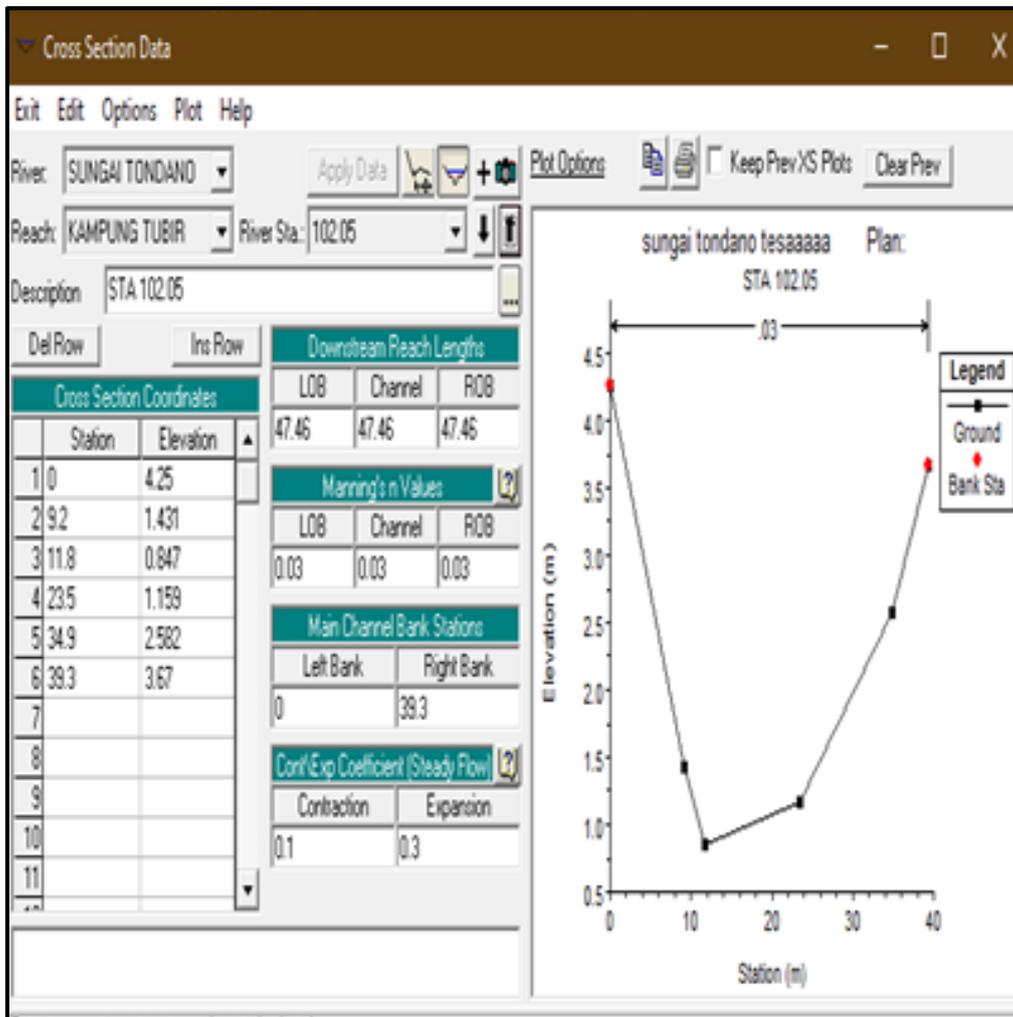
H. Simulasi Tinggi Muka Air Dengan Program Komputer HEC-RAS

Hasil simulasi menunjukkan bahwa semua penampang Sungai Tondano yang ditinjau tidak dapat menampung debit banjir yang terjadi untuk kala ulang 5 tahun, 25 tahun, 50 tahun dan 100 tahun.

I. Pembahasan

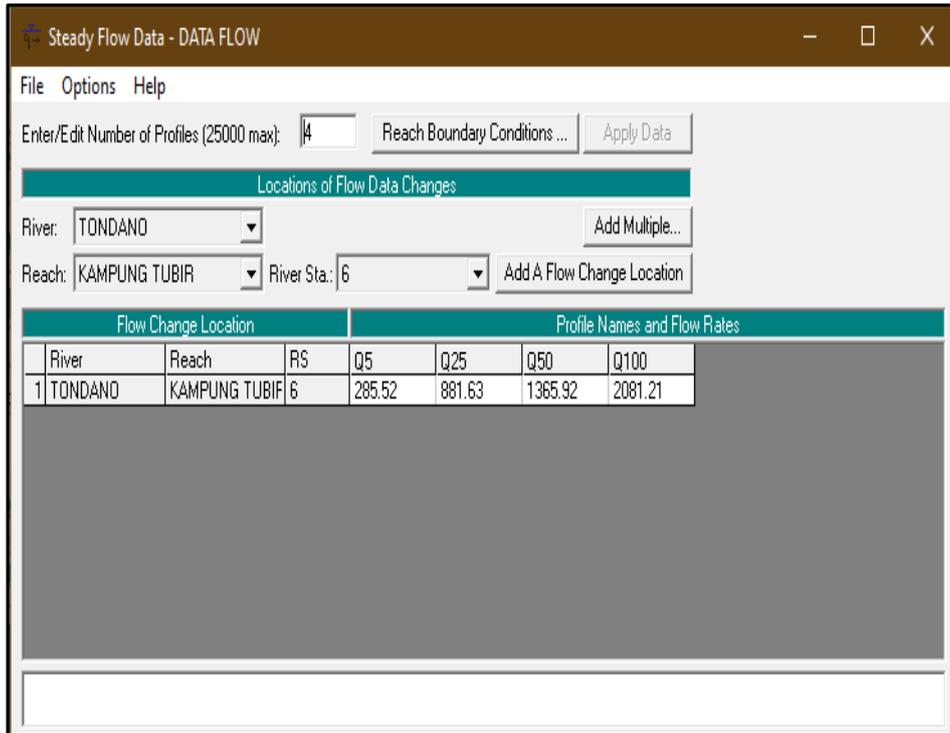
Perhitungan debit banjir rencana dengan menggunakan data debit harian maksimum sesaat menghasilkan data debit yang mengikuti sebaran Log Pearson III. Hasil debit banjir rencana untuk kala ulang 5 tahun, 25 tahun, 50 tahun dan 100 tahun adalah ditunjukkan pada Gambar 7.

Analisis hidraulika menggunakan program komputer HEC-RAS dilakukan dengan data masukan, yaitu data debit banjir dari perhitungan analisis frekuensi dan data penampang sungai serta koefisien kekasaran saluran (nilai n Manning). Hasil simulasi menunjukkan bahwa semua penampang Sungai Tondano yang ditinjau tidak dapat menampung debit banjir yang terjadi untuk kala ulang 5 tahun, 25 tahun, 50 tahun dan 100 tahun.

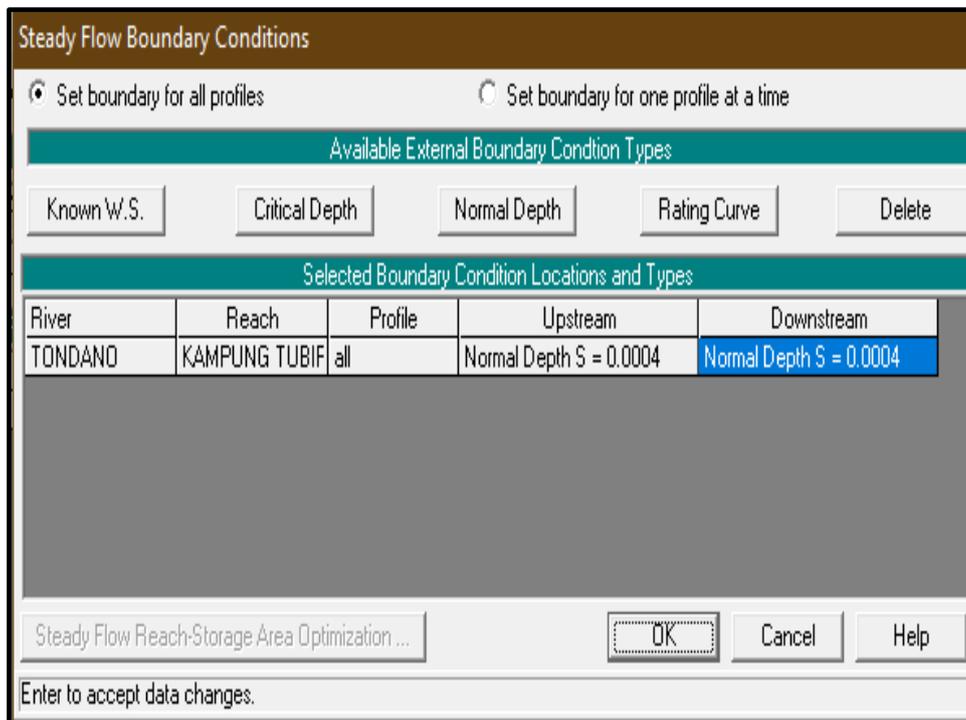


Gambar 4. Data Penampang Melintang STA 0+54.59 m

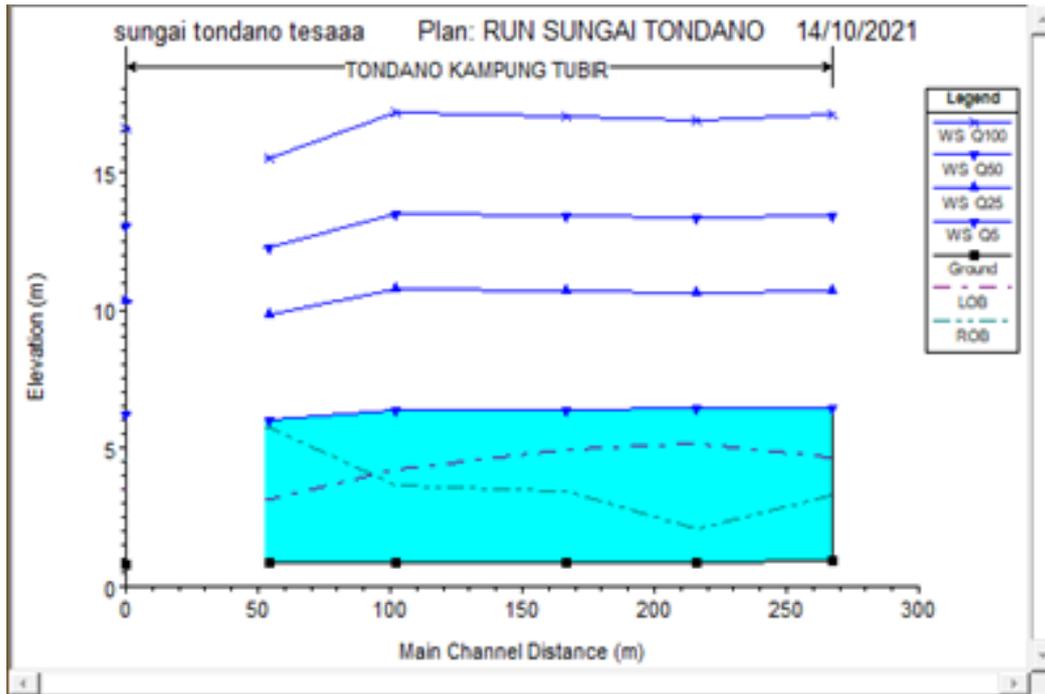
Sumber: Hasil Analisis



Gambar 5. Pengisian Data Debit
 Sumber: Hasil Analisis



Gambar 6. Pengisian Reach Boundary Conditions
 Sumber: Hasil Analisis



Gambar 7. Rangkuman Tinggi Muka Air Potongan Memanjang Sungai Tondano

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan debit banjir untuk kala ulang 5 tahun sebesar 285,52 m³/det, 25 tahun sebesar 881,63 m³/det, 50 tahun sebesar 1365,92 m³/det dan 100 tahun sebesar 2081,21 m³/det. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pada semua penampang Sungai Tondano yang ditinjau, sudah tidak mampu menampung debit banjir yang terjadi untuk kala ulang 5 tahun, 25 tahun, 50 tahun dan 100 tahun.

B. Saran

Perlu adanya pembuatan tanggul dengan tinggi yang sesuai pada lokasi yang ditinjau untuk menanggulangi banjir agar tidak terjadi luapan pada pemukiman warga yang ada di sekitar bantaran sungai dan perlu adanya kesadaran dari masyarakat untuk menjaga kebersihan lingkungan sekitar dengan tidak membuang sampah sembarangan agar tidak terjadi banjir.

KUTIPAN

A. Buku

- [1] Bambang, Triatmodjo. 2008. Hidrologi Terapan. Beta Offset, Yogyakarta.
- [2] Sumarauw, Jeffry. 2013. Hujan. Bahan Ajar Mahasiswa, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- [3] Sumarauw, Jeffry. 2017. Analisis Frekwensi Hujan. Bahan Ajar Mahasiswa, Universitas Sam Ratulangi, Manado.

- [4] Sumarauw, Jeffry. 2017. Hidrograf Satuan Sintetis. Bahan Ajar Mahasiswa, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- [5] Tanudjaja, Lambertus. 1991. Analisis Aliran Di Saluran Terbuka Dengan Metode Elemen Hingga. Tesis S2 Teknik Sumberdaya Air, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [6] Suyono Sosrodarsono, Ir, Kensaku Takeda, 2003. Hidrologi Untuk Pengairan. Jakarta, PT. Pradnya Paramita.
- [7] Suyono Sosrodarsono, Ir, Kensaku Takeda, 2003. Hidrologi Untuk Pengairan. Jakarta, PT. Pradnya Paramita.
- [8] Tanudjaja, Lambertus. 1991. Analisis Aliran Di Saluran Terbuka Dengan Metode Elemen Hingga. Tesis S2 Teknik Sumberdaya Air, Institut Teknologi Bandung, Bandung.

B. Buku

- [15] Oroh, Ficky. Tiny Mananoma, Hanny Tangkudung. 2019. Evaluasi Kapasitas Penampang Terhadap Debit Banjir Sungai Tondano Di Jembatan Ringroad. Jurnal Sipil Statik Vol.7 No.9 September 2019 (1159-1168) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- [16] Moningga, Kevin Elberd. Jeffry S. F. Sumarauw, Tiny Mananoma. 2020. Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Kokoleh Kabupaten Minahasa Utara. Jurnal Sipil Statik Vol. 8 No. 3 Mei 2020 (409-416) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- [17] Kamase, Malinda., Liany A. Hendratta, Jeffry S. F. Sumarauw. 2017. Analisis Debit dan Tinggi Muka Air Sungai Tondano di Jembatan Desa Kuwil Kecamatan Kalawat. Jurnal Sipil Statik Vol. 5 Juni 2017 (175-185) ISSN:2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.

- [18] 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.
- [19] Mambu, Venezia S. Jeffry S. F, Sumarauw, Liany A. Hendratta. 2020. Analisis Debit Banjir Dan Tinggi Muka Air Sungai Taler Di Kelurahan Papakelan Kecamatan Tondano Timur Kabupaten. *Jurnal Sipil Statik* Vol.8 No.4 Juli 2020 (539-544) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- [20] Kusuma, Agung Tejo. Nanang, Saiful Rizal. Abadi, Taufan. 2016. Analisis Dan Evaluasi Kapasitas Penampang Sungai Sampean Bondowoso Dengan Menggunakan Program HEC-RAS 4.1. *Jurnal Rekayasa Struktur Hexagon* Vol.2 No.2 2016 ISSN: 1126-2655, Universitas Muhammadiyah, Jember.
- [21] Sumarauw, Jeffry Singly Frans. 2016. Pola Distribusi Hujan Jam – Jaman Daerah Minahasa Selatan dan Tenggara. *Jurnal Sipil Statik* Vol.4 No.11 November 2016 (675-686) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- [22] 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.