



ANALISIS DEBIT DAN TINGGI MUKA AIR BANJIR SUNGAI WAY RUHU KOTA AMBON

Teddy Jackson Laipeny¹⁾, Warniyati²⁾, Tri Octaviani Sihombing*³⁾, Monica R. Tutkey⁴⁾

^{1,2,3,4)} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura

^{1,2,3,4)} teddyjack122@gmail.com, warniyaties@gmail.com, tri.sihombing@lecturer.unpatti.ac.id,

monicatutkey@gmail.com

ARTICLE HISTORY

Received:

May 17, 2024

Revised

July 1, 2024

Accepted:

July 11, 2024

Online available:

June 03, 2025

Keywords: River, Discharge,
Flood, HEC-RAS

*Correspondence:

Name: Tri Octaviani Sihombing

E-mail:

tri.sihombing@lecturer.unpatti.ac.id

Kantor Editorial

Politeknik Negeri Ambon

Pusat Penelitian dan Pengabdian

Masyarakat

Jalan Ir. M. Putuhena, Wailela-

Rumahtiga, Ambon Maluku,

Indonesia

Kode Pos: 97234

ABSTRACT

The Way Ruhu River is one of the rivers in Ambon City, Maluku, empties into Ambon Bay, has a length of 8.37 km, and is one of the rivers that is prone to flooding. There have been several floods on this river and the most severe occurred in early August 2012 where flash floods occurred and caused considerable losses to the people living around the Way Ruhu River. The research location was carried out on the Wai Ruhu River in Ambon City - Maluku Province. Geographically, the Wai Ruhu River is located between 3°39'44.18" - 3°41'39" South Latitude and 128°11'49.06" - 128°13'46.47" East Longitude. The stages of this research are processing rainfall data, choosing the appropriate rainfall frequency distribution method. The distribution of rainfall frequency referred to in this case is the normal method, Gumbel, Normal Log and Pearson III Log. Testing the accuracy of the results of this method using the Chi Square method. Calculating the planned discharge using the HSS Nakayasu Method. Conclusions from the results of the analysis of the cross-sectional capacity of the Way Ruhu River using HEC-RAS, the highest water level considered is at point S14. At the 10 year discharge period, the flood height was 0.16 m with a discharge of 237.04 m³/sec, 25 years was 0.64 m with a discharge of 282.43 m³/sec, 50 years was 0.89 m with a discharge of 316.69, 100 years with a discharge of 351.16 m³/s, and for 200 years of 1 m with a discharge of 385.10 m³/s. The solution to the capacity of the Way Ruhu River is to improve the river cross-section. It is necessary to carry out routine maintenance on the canal such as cleaning grass and rubbish because this can affect the storage capacity. There is a need to provide outreach to the community about the impacts caused by the overflow of the Way Ruhu River so that the community and the Regional Government can work together in maintaining and maintaining the infrastructure that has been built.

Keywords: River, Discharge, Flood, HEC-RAS



1. PENDAHULUAN

Banjir merupakan bencana alam yang seringkali terjadi di musim penghujan yang merebak di berbagai Daerah Aliran Sungai (DAS) di sebagian besar wilayah Indonesia. Banjir adalah suatu kondisi dimana terjadi peningkatan debit air sungai sehingga meluap dan menggenangi daerah sekitarnya. Adapun jumlah kejadian banjir dalam musim hujan selama beberapa tahun terakhir ini terus meningkat, dan menyebabkan berbagai kerugian bagi masyarakat yang terkena bencana ini.

Sungai merupakan salah satu sumber daya air yang banyak dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air setiap makhluk hidup. Salah satu sumber air dari sungai adalah air hujan. Indonesia tercatat memiliki lebih dari 500 sungai besar dan kecil, 30% diantaranya melewati kawasan padat penduduk, yang berpotensi menimbulkan banjir pada wilayah tersebut (Depkes RI, 2006). Apabila sudah memasuki musim penghujan, beberapa daerah di Indonesia mengalami musibah banjir. Salah satu faktor penyebab terjadinya musibah banjir adalah volume air yang sangat besar dan tidak dapat ditampung oleh penyimpanan air yang ada di daerah tersebut.

Sungai Way Ruhu adalah salah satu sungai di Kota Ambon, Maluku yang bermuara di Teluk Ambon dan memiliki panjang 8,37 km, merupakan salah satu sungai yang rawan banjir. Beberapa kali terjadi banjir di sungai ini dan yang paling parah terjadi pada awal Agustus tahun 2012, dimana terjadi banjir bandang dan telah menyebabkan kerugian yang cukup besar bagi masyarakat yang tinggal di sekitar sungai Way Ruhu. Kawasan Desa Galala dan Hative Kecil merupakan daerah yang dilewati sungai Way Ruhu yang juga pada saat itu tidak luput dari luapan air sungai Way Ruhu, sehingga menyebabkan kawasan perumahan ini terendam banjir. Sebelumnya juga sudah beberapa kali terjadi banjir di kawasan ini. Kejadian banjir yang sering terjadi di kawasan Desa Galala dan Hative Kecil pada saat musim penghujan tentunya telah meresahkan masyarakat khususnya yang tinggal di kawasan tersebut.

Berdasarkan pada permasalahan yang terjadi, untuk mengurangi resiko terjadinya kerusakan akibat banjir dibutuhkan upaya pengendalian banjir. Perencanaan pengendalian banjir di suatu DAS dapat dilakukan dengan baik apabila debit banjir rencana diketahui. Oleh karena itu, diperlukan analisis hidrologi untuk kajian terhadap debit banjir rencana di wilayah DAS tersebut serta perlu analisis kapasitas sungai Way Ruhu di titik kawasan Desa Galala dan Hative Kecil dimana analisis hidrolika sungai ini dimaksudkan untuk menganalisis profil muka air banjir di sungai dengan berbagai kala ulang dari debit banjir rencana.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Daerah aliran sungai

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah yang dibatasi oleh punggung-punggungan gunung/pegunungan dimana air hujan yang jatuh di daerah tersebut akan mengalir menuju sungai utama pada suatu titik/stasiun yang ditinjau. DAS ditentukan dengan menggunakan peta topografi yang dilengkapi dengan garis-garis kontur, garis kontur digunakan sebagai penentuan suatu DAS untuk menentukan arah dari limpasan permukaan yang berasal dari titik-titik tertinggi dan bergerak menuju titik-titik yang lebih rendah dalam arah tegak lurus dengan garis-garis kontur. Air hujan yang jatuh di dalam DAS akan mengalir menuju sungai utama yang ditinjau, sedangkan yang jatuh diluar DAS akan mengalir ke sungai lain di sebelahnya (Triadmojo, 2008).

2.2. Analisa Frekuensi

Pada kenyataannya bahwa tidak semua varian dari suatu variabel hidrologi terletak atau sama dengan nilai rata-ratanya. Variasi atau dispersi adalah besarnya derajat atau besaran varian di sekitar nilai rata-ratanya. Cara mengukur besarnya dispersi disebut pengukuran dispersi (Soewarno, 1995). Adapun cara pengukuran dispersi antara lain standar deviasi, koefisien *skewness*, koefisien kurtosis, koefisien variasi.

a. Standar Deviasi

Standar deviasi adalah suatu nilai pengukuran dispersi terhadap data yang dikumpulkan

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (Xi - Xr)^2}{n-1}} \dots\dots\dots (1)$$

dengan

Sd: Standar deviasi curah hujan

Xr: Nilai curah hujan rata-rata

Xi: Nilai pengukuran dari suatu curah hujan ke-i

N : Jumlah data curah hujan

b. Koefisien Skewness

Kemencengan (*skewness*) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidaksimetrisan (*assymetry*) dari suatu bentuk distribusi

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (Xi - Xr)^3}{(n-1)(n-2)Sd^3} \dots\dots\dots (2)$$

dengan

Cs: Koefisien Skewness

Sd: Standar deviasi curah hujan



Xr: Nilai curah hujan rata-rata

Xi: Nilai pengukuran dari suatu curah hujan ke-i

N : Jumlah data curah hujan

c. Koefisien Kurtosis

Pengukuran kurtosis dimaksudkan untuk mengukur keruncingan dari bentuk kurva distribusi

$$Ck = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (X_i - X_r)^4}{(n-1)(n-2)(10-3)Sd^4} \dots\dots\dots (3)$$

dengan :

Ck: Koefisien Kurtosis

Sd: Standar deviasi curah hujan

Xr: Nilai curah hujan rata-rata

Xi: Nilai pengukuran dari suatu curah hujan ke-i

N: Jumlah data curah hujan

d. Koefisien Variasi (Cv)

Koefisien variasi (*variation coefficient*) adalah nilai perbandingan antara deviasi standar dengan nilai rata-rata hitung dari suatu distribusi.

$$Cv = \frac{Sd}{X_r} \dots\dots\dots (4)$$

dengan:

Cv: Koefisien Variasi

Sd: Standar deviasi curah hujan

Xr: Nilai curah hujan rata-rata

2.3 Pemilihan Jenis Distribusi

Untuk menganalisis probabilitas curah hujan biasanya dipakai beberapa macam distribusi yaitu: Distribusi Normal, Log Normal, Gumbel, dan Log Pearson Type III.

a. Distribusi Normal

Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan metode Distribusi Normal, dengan persamaan sebagai berikut:

$$XT = X_r + k.Sd \dots\dots\dots (5)$$

dengan:

XT: Curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun.

Xr: Curah hujan maksimum rata-rata

k: Variabel Reduksi

Sd: Standar deviasi

b. Distribusi Log Normal

Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan metode Distribusi Log Normal, dengan persamaan sebagai berikut

$$\text{Log } XT = \text{Log } X_r + k.Sd \text{ Log } X \dots\dots\dots (6)$$

dengan:

Log XT: Nilai logaritmik curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun.

Log Xr: Nilai logaritmik curah hujan maksimum rata-rata

k : Reduksi Variabel

Sd: Standar deviasi

c. Distribusi Gumbel

Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan metode E.J. Gumbel, dengan persamaan sebagai berikut

$$XT = X_r + k.Sd \dots\dots\dots (7)$$

dengan:

XT: Curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun.

Xr: Curah hujan maksimum rata-rata

k : Variabel Reduksi

Sd: Standar deviasi

d. Distribusi Log Pearson III

Untuk analisa frekuensi curah hujan dengan menggunakan metode Log Pearson III, dengan persamaan sebagai berikut

$$\text{Log } XT = \text{Log } X_r + k.Sd \dots\dots\dots (8)$$

dengan:

XT: Curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun.

Xr: Hujan rata-rata

k : Variabel Reduksi dari nilai Cs

Sd: Standar deviasi

2.4 Pengujian Kecocokan Distribusi

Untuk menentukan kecocokan (*the goodness of fit test*) distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan/mewakili distribusi frekuensi disebut diperlukan pengujian parameter. Pengujian parameter yang akan disajikan dengan metode uji Chi-kuadrat sebagai berikut:



Langkah selanjutnya adalah memasukkan data geometri yang diperlukan, yang terdiri dari skema sistem saluran, data *cross section*. Data geometri dimasukkan dengan memilih Geometric Data pada menu Edit pada jendela utama.

3. Menggambar skema alur saluran

Langkah pertama dalam memasukkan data geometri adalah menggambar skema sistem saluran/sungai. Ini dilakukan garis demi garis, dengan menekan tombol *River Reach* dan kemudian menggambar alur dari hulu ke hilir. Setelah alur digambar, masukkan nama saluran/sungai dan ruas (*reach*). Jika terdapat pertemuan antara ruas saluran, masukkan pula nama titik pertemuan (*junction*) tersebut.

4. Memasukkan data cross section

Setelah skema sistem saluran tergambar, selanjutnya memasukkan data cross-section. Tekan tombol Cross Section akan memunculkan editor cross section. Pada tampilan ini, setiap cross section memiliki nama sungai (*River*), ruas (*Reach*), *River Station* dan *Description*, yang berfungsi untuk menggambarkan letak cross section tersebut pada sistem saluran. "*River Station*" tidak secara aktual menunjukkan letak *cross section* pada sistem saluran (miles atau kilometer seberapa), tetapi hanya berupa angka (1, 2, 3, dst). *Cross section* diurutkan dari nomor river station terbesar ke nomor river station terkecil. Pada sistem saluran/sungai, *cross section* dengan nomor river station terbesar akan terletak di hulu saluran/sungai. Data masukan yang dibutuhkan untuk setiap *cross section* ditunjukkan pada editor data cross-section. Langkah langkah dalam memasukkan data cross section adalah sebagai berikut:

- Pilih saluran /sungai dan ruas saluran yang akan di entry data cross sectionnya, dengan cara menekan panah pada kotak River dan Reach.
- Pada menu Options pilih Add a New Cross Section. Kotak input muncul, masukkan nomor river station untuk cross section yang baru kemudian tekan OK.
- Masukkan semua data yang diperlukan. Data data yang diperlukan data yang terdapat pada layar editor cross section.
- Tekan tombol Apply Data. Setelah semua data geometri dimasukkan, simpanlah melalui Save Geometric Data As pada menu File yang terletak pada tampilan utama

5. Input data debit

Pada menu Edit pilih *Unsteady Flow Data*. Tampilan yang keluar adalah seperti pada gambar 2.8. Data debit yang digunakan adalah debit rencana yang didapat dari hasil analisis hidrologi dengan menggunakan metode Nakayasu. Dan selanjutnya

pada reach boundary condition pilih Flow Hydrograph pada bagian hulu sungai dan Normal Depth pada bagian hilir Sungai.

Setelah semua data dimasukkan, pilih *Steady Flow Analysis* pada menu Run lalu klik *Compute*.

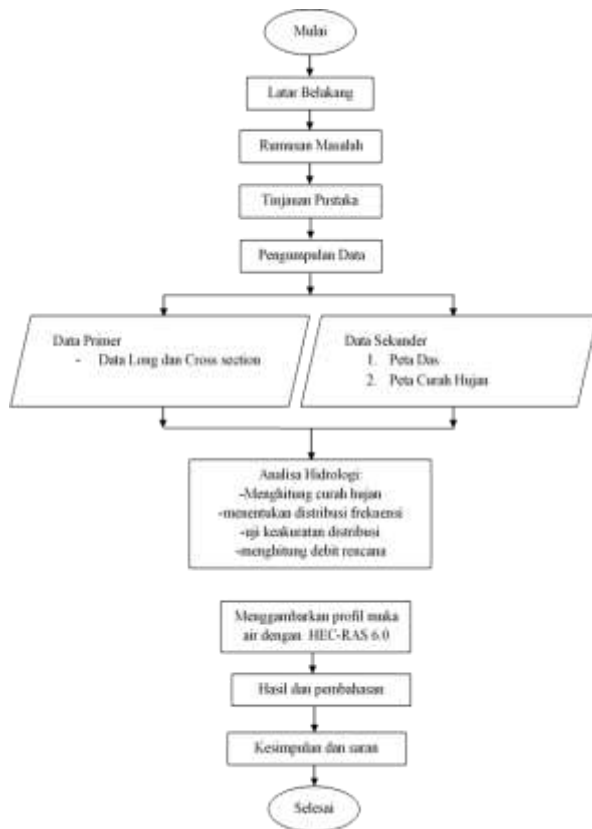
3. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian dilakukan di Sungai Wai Ruhu di Kota Ambon – Provinsi Maluku. Secara geografis, Sungai Wai Ruhu terletak antara 3°39'44,18" - 3°41'39" LS dan 128°11'49,06" - 128°13'46,47" BT. Gambar 3 menunjukkan cakupan Daerah Aliran Sungai (DAS) dari Sungai Way Ruhu.



Gambar 3. Peta DAS Way Ruhu.

Langkah-langkah penelitian ditunjukkan dalam diagram alir sebagai berikut:

**Gambar 4.** Diagram alur penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Hidrologi

Data curah hujan yang diperoleh dari data BMKG stasiun Meteorologi Pattimura Ambon dapat dilihat pada Tabel berikut

Tabel 1. Data Curah Hujan Maksimum BMKG Stasiun Meteorologi Pattimura Ambon

No	Tahun	Curah hujan maksimum Rata-rata (mm)
1	2011	384,3
2	2012	420,7
3	2013	399,9
4	2014	219,4
5	2015	175,7
6	2016	252,9
7	2017	452,8
8	2018	328,6
9	2019	191,4
10	2020	376,3
Rata-rata (Xr)		320,2

Sumber: BMKG Stasiun Meteorologi Pattimura Ambon

4.1.1 Analisa Distribusi Frekuensi

Distribusi ini bertujuan untuk memperkirakan besarnya debit banjir dengan kala ulang tertentu. Dengan data-data hujan didekatkan dengan sebaran distribusi, agar besarnya debit banjir tidak sampai jauh melenceng dari kenyataan banjir yang terjadi.

Tabel 2. Hasil perhitungan untuk penentuan jenis distribusi

Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Perhitungan
Normal	$C_s \approx 0$	$C_s = -0,287$
	$C_k \approx 3$	$C_k = 2,413$
Gumbel	$C_s \approx 1,139$	$C_s = -0,287$
	$C_k \approx 5,402$	$C_k = 2,413$
Log Normal	$C_s \approx 1,137$	$C_s = -1,053$
	$C_k \approx 5,383$	$C_k = 3,129$
Log Pearson III	$C_s \neq 0$	$C_s = -0,533$

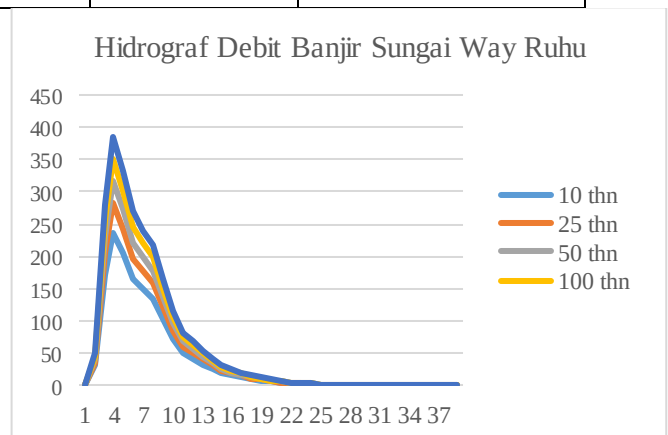
Berdasarkan syarat statistik pada Tabel 2. menunjukkan bahwa sifat distribusi Log Person III yang sesuai, sehingga untuk analisis selanjutnya digunakan analisis metode Log Person III.

4.1.2 Perhitungan Debit Banjir Rencana

Perhitungan debit banjir Rencana untuk penelitian ini menggunakan Metode Nakayasu. Hasil dari perhitungan dapat dilihat pada tabel 3 berikut dengan hidrograf debit banjir sungai Way Ruhu seperti pada Gambar 5 dibawah ini.

Tabel 3. Debit Rencana

No.	Q Rencana	Debit (m^3/det)
1	10 Tahun	237,043
2	25 Tahun	282,434
3	50 Tahun	316,694
4	100 Tahun	351,158
5	200 Tahun	385,103

**Gambar 5.** Grafik Hidrograf satuan Nakayasu

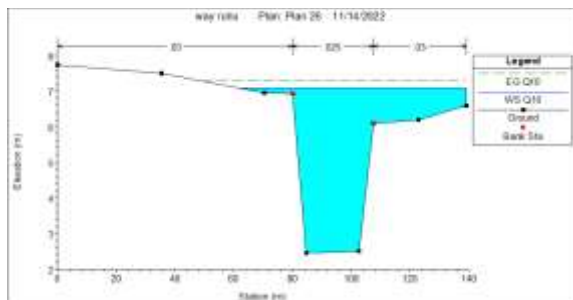


4.1.3 Analisis hidrolika menggunakan HEC-RAS 6.00

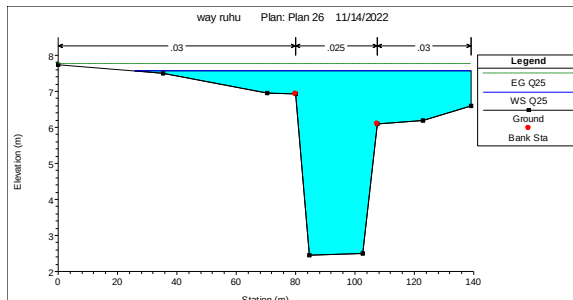
Penampang eksisting dimodelkan dalam HEC-RAS sesuai dengan kondisi lapangan. Setelah penampang dimodelkan, diinputkan debit hidrologi (Q) yang telah dihitung kedalam HEC-RAS sehingga aplikasi dapat menjalankan sistem yang ada hingga didapatkan output berupa elevasi muka air yang menandakan kapasitas sungai. Dalam tahapan pemodelan menggunakan software HEC-RAS.

4.1.4 Hasil output HEC-RAS

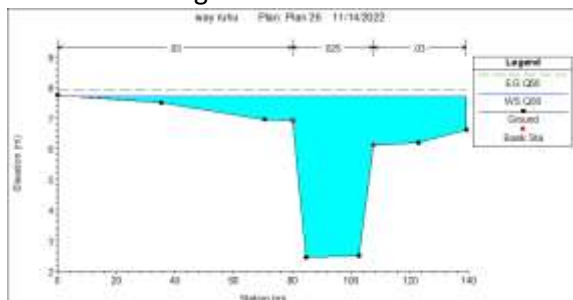
Dibawah ini merupakan hasil Analisis menggunakan HEC-RAS 6.0 didapat hasil tinggi muka air dengan debit kala ulang 10,25,50,100 dan 200 tahun



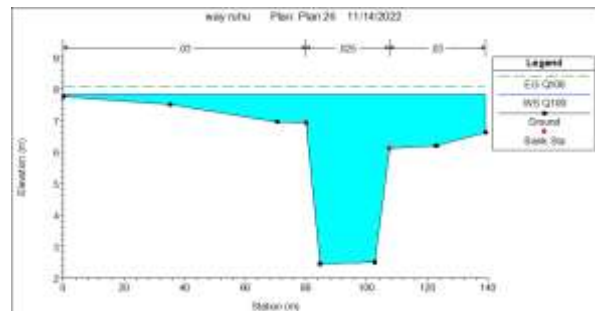
Gambar 6. Penampang Melintang debit kala ulang 10 tahun



Gambar 7. Penampang Melintang debit kala ulang 25 tahun



Gambar 8. Penampang Melintang dengan debit kala ulang 50 tahun



Gambar 9. Penampang Melintang dengan debit kala ulang 100 tahun

4.2 Solusi penampang banjir sungai Way Ruhu

Berdasarkan hasil tinggi muka air pada analisis diatas perlu adanya solusi untuk mengatasi banjir yang sering terjadi yaitu normalisasi sungai. Normalisasi dilakukan dengan cara memperbesar dimensi penampang sungai pada semua bagian kanal yang besarnya penampang dibuat sedemikian rupa sehingga tidak terjadi banjir.

Perbesaran penampang sungai yang baru akan mampu mengalirkan air sesuai dengan debit banjir rencana sebesar 385,10 m³/dtk, sehingga tidak terjadi luapan air dari penampang sungai. Perbesar dimensi penampang dilakukan mulai dari titik S1, S4 sampai S7, dan S12 sampai S16 dengan dimensi penampang yang di desain mengikuti kondisi di lapangan.

Dengan debit rencana 385,10 m³/dtk, kapasitas sungai Way Ruhu tidak mampu menampung debit tersebut. Oleh karena itu dibuat dimensi penampang terbaru yang bisa menampung debit rencana 385,10 m³/dtk.

Perhitungan dimensi dilakukan seperti pada Penampang S17.

4.2.1 Mencari Luas Penampang

$$Q = 385,10 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

$$V = 2,37 \text{ m/s}$$

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{385,10}{2,37} = 162,49 \text{ m}^2$$

$$A = b \times h$$

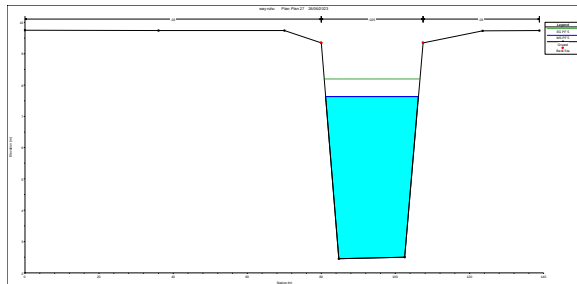
$$162,49 \text{ m}^2 = 27,48$$

(mengikuti lebar saluran yang lama) $\times h$

$$h = 5,91$$

4.2.2 Menghitung tinggi jagaan

$$W = \sqrt{0,5 \times h} = \sqrt{0,5 \times 5,91} = 1,72$$



Gambar 10. Hasil output HEC-RAS Perbaikan Penampang

Pada contoh gambar 10 penampang sungai Way Ruhu dengan penampang yang sudah diperbaiki tidak ditemukan lagi air yang meluap pada cross section tersebut. Sungai dengan b 27,48 meter dan H 7,63 meter mampu menampung debit sebesar $385,10 \text{ m}^3/\text{dtk}$.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada penulisan ini maka kesimpulan yang dapat diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Dari hasil analisa kapasitas penampang Sungai Way Ruhu menggunakan HEC-RAS muka air tertinggi yang ditinjau yaitu pada titik S14. Pada debit kala ulang 10 tahun diperoleh tinggi banjir sebesar 0,16 m dengan debit $237,04 \text{ m}^3/\text{dtk}$, 25 tahun sebesar 0,64 m dengan debit $282,43 \text{ m}^3/\text{dtk}$, 50 tahun sebesar 0,89 m dengan debit $316,69 \text{ m}^3/\text{dtk}$, 100 tahun dengan debit $351,16 \text{ m}^3/\text{dtk}$, dan untuk 200 tahun sebesar 1 m dengan debit $385,10 \text{ m}^3/\text{dtk}$.
2. Solusi untuk kapasitas Sungai Way Ruhu yaitu dengan memperbaiki penampang sungai dengan titik tinjau S14. Dimana dengan lebar saluran 27,48 m dan tinggi 7,63 m dapat menampung debit sebesar $385,10 \text{ m}^3/\text{dtk}$.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan perawatan rutin pada sungai seperti pengangkatan sendimen dan sampah karena hal tersebut dapat mempengaruhi kapasitas tampungan.
2. Diperlukan sosialisasi kepada masyarakat tentang dampak yang diakibatkan oleh luapan Sungai Way Ruhu sehingga masyarakat dan Pemda dapat bersinergi dalam menjaga dan memelihara infrastruktur yang telah dibangun.

DAFTAR PUSTAKA

- Gultom, S. D. (2017). Perencanaan Sungai Sringin Sebagai Kanal Banjir. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 6(4), 236-245.
- K, R. H., Terrano, P., & Santosa, B. (2020). Analisis Tinggi Muka Air Daerah Genangan Banjir Rob

Sungai Banjir Kanal Barat Bagian Hilir Menggunakan Software HEC-RAS. *Jurnal Teknik Sipil Unika Soegijapranata Semarang*, 4(1), 39-46.

- Ka'u, D. S., Soekarno, & Istri, R. (2016). Analisa Debit Banjir Sungai Molompur Kabupaten Minahasa Tenggara. *Jurnal Sipil Statik*, 4(2), 123-133.
- Kodoatie, R. J. (2013). *Rekayasa dan Manajemen Banjir Kota*. Yogyakarta: Andi.
- Nugroho, H. (2011). *Aplikasi Hidrologi*. Malang: Jogja Media Utama.
- Putra, R. R., Manyuk, & Sigit. (2019). Model Hidrolika untuk Simulasi Profil Muka Air pada Sungai Sibinail Kabupaten Pasaman. *Jurnal Teknik*, 13(1), 87-94.
- Queen, S. S., Mananoma, T., & Sumarauw, J. S. (2020). Analisa Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Pinatungan di Desa Tatelu Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Sipil Statik*, 8(3), 403-408.
- Rolobessy, V. E., Warniyati, W., Sihombing, T. O., & Tutkey, M. R. (2024). Analysis of the Floodwater Profile of the Way Sikula River in Ambon City Using HEC-RAS. *Jurnal Teknik Sipil*, 20, 12-29.
- Rosana, M., Kadar, Y., Indra, S., & Dyah, W. A. (2020). Analisis Kapasitas Saluran Primer Daerah Aliran Sungai (DAS) Kladasan Kecil Kota Balikpapan. *Juitech*, 4(1), 48-57.
- Sihombing, T. O., & Pattipawaej, O. C. (2024). Pemanfaatan Turbin Kaplan dengan Variasi Debit Air Sungai Ciparay di Kampung Stamplat Girang Desa Indragiri. *Jurnal Teknik Sipil*, 20(2), 241-254.
- Soemarto, C. (1999). *Hidrologi Teknik*. Jakarta: Erlangga.
- Soewarno. (1995). *Hidrologi Aplikasi Metode statistik Untuk Analisa Data*. Bandung: Nova.
- Sri Harto, B. (1993). *Analisis Hidrologi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Suadnya, D. P., Jeffry, & Tiny. (2017). Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Banjir Sungai Sario di Titi Kawasam CitraLand. *Jurnal Sipil Statik*, 5(3), 143-150.
- Suripin. (2003). *Sistem Drainase Kota Yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi.
- Toisuta, J. G., Sihombing, T. O., & Tutkey, M. R. (2024). Analisa Kapasitas Saluran Drainase Ruas Jl. Rijali Kota Ambon dan Alternatif Penanganannya. *JURNAL SIMETRIK*, 14(1), 829-836.
- U.S Army Corps of Engineering. (2016). *Hydraulic Reference Manual HEC RAS 5.0*. California: U.S Army Corps of Engineers.