



ANALISIA KAPASITAS KANAL PASSO KOTA AMBON MENGUNAKAN HEC-RAS 5.03

Cindy Piazenza*, Christy Gery Buyang*, A Kalalimbong*

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura, Ambon, Indonesia

*Corresponding author, email: Cindypiazenza.cp@gmail.com, cg.buyang@fatek.unpatti.ac.id,
akalalimbong@fatek.unpatti.ac.id

ABSTRACTS

Passo Village is a lowland area, where the Passo area has quite dense residential areas. The increase in population growth and changes in land use that occur in the Passo Village area have resulted in many changes that will have negative impacts in the form of flooding or inundation. This is what happens in the Passo Village area, where during the high intensity rainy season there are often floods or puddles around the area. The existing canal system is not functioning properly. This is due to the narrowing of the Passo Canal channel due to the presence of buildings on the canal border such as residences and shops. The Passo Canal was used as a rubbish dump. The dimensions of the canal have changed and cannot accommodate the existing hydrological discharge. In overcoming this problem, the aim of this research is to determine the water level in the Passo Canal with the help of HEC-RAS 5.03 Software and to find out preventive methods for overcoming flooding problems in the Passo Canal. The initial stage is hydrological and hydraulic analysis. The results of the hydrological analysis are rainfall distribution using the Log Pearson III distribution, to calculate the planned discharge using the Der Weduwen method, it is obtained with a 10 year return period of 0.398 m³/sec. The results of hydraulic analysis using HEC-RAS 5.03 software showed that the highest water level at the S15 canal section was 0.52 meter. From this research it can be concluded that the Passo Canal requires flood management efforts, especially by normalizing the canal cross-section.

ARTICLE INFO

Article history:

Submitted/Received: 15 Desember 2023

First Revised: 27 Desember 2023

Accepted: 30 Desember 2023

First Available online: 31 Desember 2023

Publication Date: 01 Januari 2024

Keywords:

Canals, Floods, HEC-RAS, Hydrologi, Hydraulic analysis, Passo, Residential.

1. PENDAHULUAN

Desa Passo adalah sebuah kawasan dataran rendah, dimana kawasan passo ini terdapat pemukiman penduduk yang cukup padat. Disamping pemukiman penduduk terdapat juga fasilitas-fasilitas penting, seperti Sekolah Polisi Negara, Pusat Perbelanjaan ACC, dan lain-lain. Peningkatan pertumbuhan penduduk dan perubahan tata guna lahan yang terjadi dikawasan Desa Passo ini mengakibatkan banyak terjadinya perubahan yang akan membawa dampak negatif berupa banjir atau genangan. Hal inilah yang terjadi di kawasan Desa Passo, yang mana pada saat musim hujan dengan intensitas yang tinggi sering terjadi banjir atau genangan di sekitar kawasan tersebut. Banjir adalah dimana suatu debit aliran air yang terjadisaat aliran air hujan yang turun dihulu atau disuatu tempat dengan durasi yang lama dan berlebihan, sehingga tidak dapat ditampung oleh alur sungai yang ada, maka air melimpah keluar dan merendam daratan atau menggenangi daerah disekitar. Banjir diakibatkan oleh suatu badan air seperti sungai atau danau yang mengalami meluap sehingga air keluar dari badan air dengan debit dan volume yang besar. (Sukiyoto, S., et al. 2022).

Kanal banjir adalah terusan saluran air yang dibuat oleh manusia untuk mengendalikan bencana banjir akibat meluapnya aliran air atau sungai. Pada umumnya kanal banjir merupakan bagian dari aliran sungai dengan pelebaran atau pendalaman pada bagian tertentu. (Sikumbang, H., et al. 2021). Kanal banjir merupakan salah satu alternatif untuk mengurangi beban banjir di pusat kota. Konsep dasar banjir kanal tidak jauh berbeda dengan "jalan tol" dalam sistem transportasi jalan raya, yaitu mengurangi beban lalu lintas dalam kota, dan meningkatkan dimensi kapasitasnya. (Gultom, S., 2017; Subhy, Y., 2021). Sistem kanal yang ada tidak berfungsi dengan baik. Dikarenakan terjadinya penyempitan alur Kanal Passo yang disebabkan adanya bangunan di sempadan kanal seperti pemukiman dan toko. Kanal Passo dijadikan tempat pembuangan sampah. Dimensi kanal menjadi berubah dan tidak dapat menampung debit hidrologi yang ada. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis tinggi muka air banjir pada Kanal Passo dan menentukan pencegahan banjir pada daerah sekitar Kanal Passo.

Daerah yang memiliki kerawanan tinggi yaitu daerah yang berada pada elevasi dan kemiringan lereng yang datar dan landau, kemiringan lereng yang datar, ketinggian lahan >20 mdpl, jarak yang dekat dengan sungai, memiliki jenis tanah alluvial, serta intensitas curah hujan yang tinggi (Rossana, Yanti., 2020). Daerah dengan tingkat kerawanan yang tinggi serta permukiman penduduk yang yang diperdiksikan terdampak tersebar merata di daerah pesisir yang bertopografi datar dan landai, sebaliknya dengan tingkat kerawanan sedang dan rendah dimana semakin jauh dari sungai dan berada pada topografi yang berbukit maka sangat tidak mungkin untuk terendam banjir (Rakuasa, 2023).

Pada penelitian ini dilakukan simulasi profil muka air menggunakan HEC-RAS. Hasil simulasi menggunakan HEC-RAS sangat diperlukan guna memberikan informasi titik rawan banjir agar mampu memberikan gambaran untuk dilakukan penanganan banjir pada Kanal (Putra, 2019). Berdasarkan permasalahan tersebut, maka judul yang diangkat dalam penulisan ini ialah “Analisa Kapasitas Kanal Passo Kota Ambon dengan menggunakan HEC-RAS 5.03”

2. METODE

2.1. Metode penelitian

Pada perhitungan debit banjir rencana menggunakan Metode Der Weduwen. Metode ini dipakai untuk luas DAS maksimum 100 Km² dengan mencari waktu konsentrasi, koefisien reduksi, koefisien *run off* dan hujan maksimum (Saidah, H., 2020; Krisnayanti, D.S., 2021) Metode ini digunakan bila luas daerah pengaliran sungai < 100 km². 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.

2.2. Metode Pengumpulan Data

a. Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh dengan cara mengadakan peninjauan atau survei langsung di lapangan. Data yang berhubungan dengan data primer meliputi :

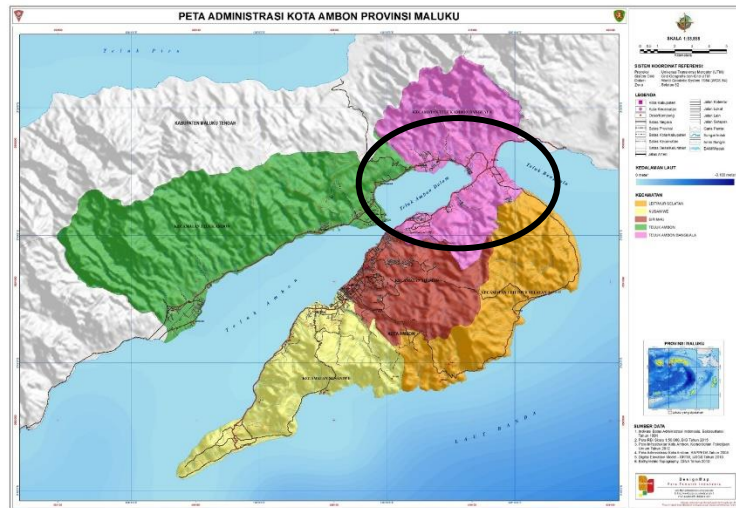
- 1) Kondisi Eksisting Kanal
- 2) Hasil Wawancara

b. Data Sekunder

- 1) Studi Pustaka
- 2) Peta Topografi
- 3) Data Curah Hujan

2.3. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada di Desa Passo Kota Ambon. Berikut adalah denah lokasi penelitian yang akan dilakukan sebagai daerah penelitian



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian
Sumber: Google Earth (2023)

2.4. Analisa Data

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini sebagai berikut:

a. Analisa Hidrologi

Dalam analisis hidrologi langkah awal yang harus dilakukan (Soemarto, 1999; Rudiawan, I., et al. 2020; Priscannanda, F., et al. 2022):

- 1) Mengolah data curah hujan.
- 2) Setelah itu menentukan parameter statistik (Sd, Cs, Ck, dan Cv) untuk memilih metode distribusi frekuensi curah hujan yang sesuai. Distribusi frekuensi curah hujan yang dimaksud dalam hal ini adalah metode normal, gumbel, log normal dan log pearson III.

a) Simpangan Baku/Standar Deviasi

Umumnya ukuran dispersi yang paling banyak digunakan adalah deviasi standar. Apabila penyebaran data sangat besar terhadap nilai rata-rata maka nilai deviasi standar akan besar pula, akan tetapi apabila penyebaran data sangat kecil terhadap nilai rata-rata maka (Sd) akan kecil.

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

b) Koefisien Skewness (Cs)

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

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

c) Koefisien Kurtosis (Ck)

Pengukuran kurtosis dimaksudkan untuk mengukur keruncingan dari bentuk kurva distribusi, yang umumnya dibandingkan dengan distribusi normal.

$$Ck = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (Xi - Xr)^4}{(n-1)(n-2)Sd^4} \quad (3)$$

d) Koefisien variasi (Cv)

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

$$Cv = \frac{Sd}{Xr} \quad (4)$$

- 3) Menguji keakuratan hasil dari metode tersebut dengan menggunakan metode Chi Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorof.
- 4) Menghitung Debit rencana menggunakan Metode der weduwen.

b. Analisa Hidrolika

Mengetahui tinggi muka air banjir dengan menggunakan data debit dari perhitungan *metode der weduwen* untuk mendapatkan tinggi muka air banjir, serta menganalisa kapasitas sungai eksisting untuk mengetahui kemampuan sungai dalam menerima debit banjir (Ka'u, D. S., 2016; Nuzul, M., et al. 2023). Pada tahap analisis hidrolika ini akan menggunakan program bantu HEC-RAS 5.03. (Fredrik, J. A., et al., 2021; Asyifa, A., et al. 2022). Adapun tahapan analisis sebagai berikut :

- 1) Menggambar skema alur kanal, skema digambar dari hulu ke hilir.
- 2) Input data cross section. Data cross section terdiri dari koordinat cross section (tinggi dan lebar kanal), jarak tempuh aliran, koefisien kekasaran saluran, dan batas tanggul saluran.
- 3) Input data debit banjir rencana yang sudah dihitung dengan metode der weduwen. Pada mengisian debit banjir rencana juga dibutuhkan data kondisi batas (boundary condition) dengan tipe normal depth.
- 4) Melakukan run program, dan setelah melakukan run program akan ditampilkan hasil output berupa tabel dan profil melintang saluran

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

Data Curah Hujan

Curah hujan adalah jumlah air yang jatuh di tanah datar selama periode tertentu yang diukur dengan satuan tinggi (mm) di atas permukaan horizontal bila tidak terjadi evaporasi, runoff dan infiltrasi. Jumlah curah hujan diukur sebagai volume air yang jatuh di atas permukaan bidang datar dalam periode waktu tertentu, yaitu harian, mingguan, bulanan, atau tahunan. Intensitas curah hujan yang tinggi yang sering disebut hujan ekstrem dapat mengakibatkan terjadinya banjir. (Laia, M. L., et al. 2020). Berikut adalah

DOI:

data Curah Hujan yang diperoleh dari data BMKG stasiun Meteorologi Pattimura Ambon dengan koordinat S 03°42'24 E 128°05'20 Ketinggian 10 m.

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: Hasil Olah Data (2023)

Berdasarkan tabel diatas maka diperoleh curah hujan rata-rata di Ambon sebesar 320,2 mm.

Analisa Distribusi Frekuensi

Seuai dengan parameter nilai Cs dan Ck pada jenis distribusi normal, gumbel dan log normal tidak memenuhi, maka parameter statistik yang memnuhi yaitu distribusi log person Dimana nilai Cs = -1,053 sesuai dengan syarat Cs ≠ 0.

Tabel 2. Pemilihan Jenis Distribusi

Jenis Distribusi	Syarat	Hasil	Keterangan
Normal	Cs = 0	Cs = -0,287	Tidak
	Ck = 3	Ck = 2,413	Memenuhi
Gumbel	Cs = 1,139	Cs = -0,287	Tidak
	Ck = 5,402	Ck = 2,413	Memenuhi
Log Normal	Cs = 1,137	Cs = -1,053	Tidak
	Ck = 5,383		Memenuhi
Log Person III	Cs ≠ 0	Cs = -1,053	Memenuhi

Sumber : Harto (1993)

Langkah selanjutnya menghitung nilai hujan rencana (X_t). Dalam menghitung nilai hujan rencana (X_t) diperlukan nilai K , nilai K diperoleh dari $cs = -1,053$ (Tabel 2.4).

Contoh Perhitungan Untuk Kala Ulang 2 tahun:

$$\text{Log } X_t = X_i + K \cdot S_d = 2,483 + (0,164 \times 0,154) = 2,508$$

$$X_t = \text{antilog}(2,508) = 322,10 \text{ mm}$$

Dibawah ini merupakan hasil perhitungan hujan rencana kala ulang (X_t) yang disajikan dalam bentuk tabel, sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil Perhitungan Hujan Rencana kala ulang (X_t)

Periode Ulang	K	Log X_i	S	Log X_t	X_t
2	0,164	24,830	0,154	24,855	322,10
5	0,852			24,961	411,14
10	1,128			25,003	452,89
25	1,366			25,040	493,17
50	1,492			25,059	515,22

Sumber: Hasil Olah Data (2023)

Uji Kecocokan Data

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 yang akan disajikan (Alfianto, M. F., 2021). Pengujian parameter dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu uji Chi-Kuadrat dan uji Smirnov–Kolmogorov yang terdapat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. Hasil Uji Kecocokan data

Uji kecocokan	Nilai Tabel	Nilai Hitung
Chi- Kuadrat	5,991	8
Smirnov- Kolmogorov	0,20	0,41

Sumber: Hasil Olah Data (2023)

Pada pengujian Uji Chi-Kuadrat berdasarkan hasil perhitungan dengan distribusi Log-Person III, nilai kritis hitung (= 8) lebih besar dari nilai kritis tabel (=5,991). Maka dapat disimpulkan bahwa nilai distribusi Log-Pearson III dapat diterima. Pada Pengujian Smirnov-Kolmogorov nilai kritis tabel lebih kecil dari nilai kritis hitung maka dapat disimpulkan bahwa nilai distribusi Log-Pearson III dapat diterima.

Perhitungan Intensitas Curah Hujan

Perhitungan intensitas curah hujan ini menggunakan metode Dr. Monobe yang merupakan sebuah variasi dari persamaan-persamaan curah hujan jangka pendek (Soemarto, 1999; Purba, N. A.H., et al. 2021):

DOI:

Contoh Perhitungan Intensitas curah hujan Kala Ulang 2 tahun :

$$I = \frac{R24}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3} = \frac{322,10}{24} \times \left(\frac{24}{24}\right)^{2/3} = 13,421 \text{ mm}$$

Perhitungan Debit Banjir Rencana

Dibawah ini merupakan hasil perhitungan Debit Banjir rencana Metode Der Weduwen yang disajikan dalam bentuk tabel, sebagai berikut :

Tabel 5. Hasil Perhitungan Debit Banjir Rencana Metode Der Weduwen

Periode ulang	t	Rn	q	β	α	Q (m3/dtk)	t (hitung)
2 tahun	0,197	13,421	2,297	1,017	0,561	0,262	0,197
5 tahun	0,19	17,131	2,945	1,017	0,59	0,353	0,19
10 tahun	0,187	18,87	3,249	1,016	0,602	0,398	0,187
25 tahun	0,185	20,549	3,543	1,016	0,613	0,442	0,184

Sumber: Hasil Olah Data (2023)

Berdasarkan Tabel diatas debit rencana dengan Q rencana 2 tahun sebesar 0,262 m3/dtk, Q rencana 5 tahun sebesar 0,353 m3/dtk, Q rencana 10 tahun sebesar 0,398 m3/dtk, dan Q rencana 25 tahun sebesar 0,442 m3/dtk.

Analisis Hidrolika menggunakan HEC-RAS 5.03.

Dibawah ini merupakan hasil Analisis menggunakan HEC-RAS 5.03 didapat hasil tinggi muka air dengan debit kala ulang 10 tahun yang disajikan dalam bentuk tabel, sebagai berikut:

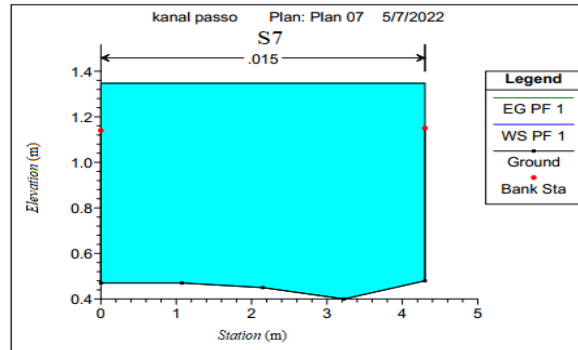
Tabel 6. Data tinggi banjir pada kanal passo untuk debit ulang 10 tahun.

Titik yang ditinjau	Lebar Saluran (m)	Tinggi Saluran (m)	Tinggi Muka Air (m)	Tinggi Banjir (m)
S1	3,5 m	1,89 m	1,28 m	-
S2	4,3 m	1,37 m	1,34 m	-
S3	4,3 m	1,61 m	1,34 m	-
S4	3,5 m	1,38 m	1,34 m	-
S5	3 m	1,20 m	1,35 m	0,15 m
S6	4,3 m	1,43 m	1,35 m	-
S7	4,3 m	1,14 m	1,35 m	0,21 m
S8	5 m	1,19 m	1,35 m	0,16 m
S9	5 m	1,28 m	1,35 m	0,07 m
S10	4,5 m	1,09 m	1,35 m	0,26 m
S11	4,5 m	1,67 m	1,35 m	-
S12	5 m	1,41 m	1,35 m	-
S13	5 m	0,85 m	1,35 m	0, 50 m
S14	5 m	0,90 m	1,35 m	0,45 m
S15	3,5 m	0,83 m	1,35 m	0,52 m
S16	5 m	0,96 m	1,35 m	0,39 m
S17	6,5 m	0,85 m	1,35 m	0,50 m

Sumber: Hasil Olah Data (2023)

DOI:

Tabel 6 merupakan hasil pemodelan Hec-Ras 5.03 dengan debit rencana 10 tahun sebesar 0,398 m³/dtk. Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan didapatkan bahwa 10 dari 17 titik pada kanal passo tidak mampu menampung debit hidrologi yang ada. Hal ini dapat dilihat dari tinggi muka air yang lebih besar dari tinggi penampang pada masing-masing titik. Tinggi Banjir yang terjadi besarnya bervariasi antara 0,07 meter hingga 0,52 meter di atas permukaan penampang Kanal.



Gambar 2. Penampang Melintang kanal titik S7 dengan debit kala ulang 10 tahun.

Sumber: Hasil Olah Data (2023)

Pada Gambar 2 merupakan penampang melintang kanal passo hasil pemodelan Hec-Ras 5.03 dengan debit rencana 10 tahun sebesar 0,398 m³/dtk. Gambar diatas merupakan penampang melintang kanal dari Segmen S7, dimana pada segmen tersebut terjadi luapan sebesar 0,21 meter yang mana pada debit rencana 5 tahun sebesar 0,19 meter. Tabel berikut merupakan hasil rekapitulasi tinggi banjir tertinggi dengan setiap debit rencana kala ulang.

Tabel 7. Rekapitulasi Data tinggi muka air

Debit Kala ulang	Ttitik yang Ditinjau	Tinggi Banjir
Q 2 tahun = 0,262 m ³ /dtk	S15	0,47 meter
Q 5 tahun = 0,353 m ³ /dtk	S15	0,50 meter
Q 10 tahun = 0,398 m ³ /dtk	S15	0,52 meter
Q 25 tahun = 0,442 m ³ /dtk	S15	0,53 meter

Sumber: Hasil Olah Data (2023)

3.2. Pembahasan

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

DOI:

Perbesaran penampang sungai yang baru akan mampu mengalirkan air sesuai dengan debit banjir rencana sebesar 0,398 m³/dtk, sehingga tidak terjadi luapan air dari penampang sungai. Perbesar dimensi penampang dilakukan mulai dari titik S2 50 m dari hulu kanal sampai sepanjang 850 meter dengan dimensi penampang yang di desain mengikuti kondisi di lapangan.

Dengan debit rencana 0,398 m³/dtk, kapasitas kanal Passo tidak mampu menampung debit tersebut. Oleh karena itu dibuat dimensi penampang terbaru yang bisa menampung debit rencana 0,398 m³/dtk.

Contoh perhitungan dimensi pada Penampang S15.

Diketahui :

1. Mencari Luas Penampang

$$Q = 0,398 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

$$V = 0,11 \text{ m/s (Tabel output Hecras Q10 pada lampiran 2)}$$

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{0,398}{0,11} = 3,618 \text{ m}^2$$

$$A = b \times h$$

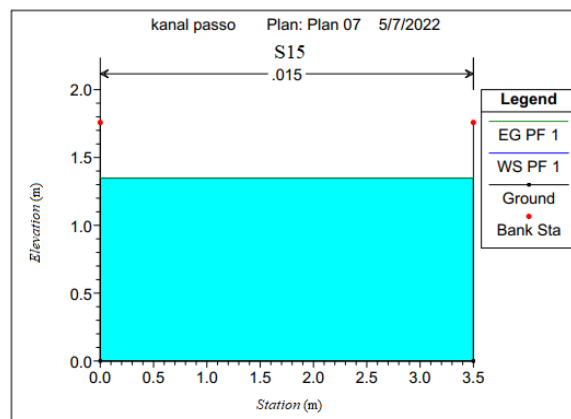
Nilai b yang digunakan sesuai dengan ukuran penampang yang lama yaitu 3,5 m

$$3,369 \text{ m}^2 = 3,5 \times h$$

$$h = 1,038$$

2. Menghitung tinggi jagaan

$$W = \sqrt{0,5 \times h} = \sqrt{0,5 \times 1,038} = 0,72 \text{ m}$$



Gambar 3. Hasil output HEC-RAS Perbaikan Penampang

Sumber: Hasil Olah Data (2023)

Pada contoh gambar 3 penampang Kanal Passo dengan penampang yang sudah diperbaiki tidak ditemukan lagi air yang meluap pada cross section tersebut. Kanal dengan b 3,5 meter dan H 1,758 meter mampu menampung debit sebesar 0,398 m³/dtk.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada penelitian ini sebagai berikut:

Hasil analisa kapasitas penampang Kanal Passo menggunakan HEC-RAS bahwa tinggi muka air tertinggi pada titik yang ditinjau yaitu 0,52 meter pada S15 dengan $b = 3,5$ meter dan $H = 0,83$ mter karena tidak mampu menampung debit kala ulang 10 tahun sebesar 0,398 m³/dtk. Dan hasil analisa kapasitas penampang Kanal Passo menggunakan HEC-RAS bahwa pada S15 dengan $b = 3,5$ meter dan $H = 1,758$ meter tidak ditemukan lagi air yang meluap karena mampu menampung debit kala ulang 10 tahun sebesar 0,398 m³/dtk.

REFERENSI

- Alfianto, M. F., & Efendi, M. (2021). Perbaikan Pada Alur Sungai Gunting Kabupaten Jombang Dengan Normalisasi Dan Turap Sebagai Pengendali Banjir. *Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi (JOS-MRK)*, 2(3), 131-137.
- Asyifa, A., & Mubarak, B. (2022). Banjir Rancangan Dan Pengaruhnya Terhadap Kenaikan Muka Air Banjir Dengan Menggunakan Software HEC-RAS 4.1. 0. *Jurnal Karkasa*, 8(2), 1-7.
- Fredrik, J. A., Sudinda, T. W., & Sejati, W. (2021, August). Analisis Tinggi Muka Air Pada Kawasan Sungai Ciliwung Mt. Haryono–Pintu Air Manggarai Dengan Program HEC-RAS 4.1. 0. In *Prosiding Seminar Intelektual Muda* (Vol. 3, No. 1)..
- Gultom, Sutrisno. (2017). Perencanaan Sungai Sringin sebagai Kanal Banjir, *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 6(4): 236-245.
- Ka'u, Dewi Sartika. (2016). Analisis Debit Banjir Sungai Molompar Kabupaten Minahasa Tenggara, *Jurnal Sipil Statik*, 4(2): 123-133.
- Krisnayanti, D. S., Ihut, K. V., & Sir, T. M. (2021). Analisis Debit Banjir Rancangan Dengan Metode HSS ITB-1, HSS ITB-2 dan HSS Gama-1 Pada Das Temef. *Jurnal Teknik Sipil*, 10(1), 21-34.
- Laia, M. L., & Setyawan, Y. (2020). Perbandingan hasil klasifikasi curah hujan menggunakan metode SVM dan NBC. *Jurnal Statistika Industri dan Komputasi*, 5(02), 51-61.
- Nuzul, M., & Achmad, M. (2023). Pengaruh Penggunaan Lahan Terhadap Debit Banjir Rancangan Di DAS Baubau. *Dampak*, 19(1), 22-29.
- Priscannanda, F., & Hindersah, H. (2022). Identifikasi Kemampuan Berbagai Jenis Green Infrastructure dalam Upaya Mengurangi Banjir pada Das Ciliwung Hilir DKI Jakarta. *Jurnal Riset Perencanaan Wilayah dan Kota*, 21-32.

DOI:

p- ISSN 1412-050X e- ISSN 2828-5778

- Putra, Rizki Rianda. Manyuk dan Sigit (2019), Model Hidrolika untuk Simulasi Profil Muka Air pada Sungai Sibinail Kabupaten Pasaman, *Jurnal Teknik*, 13(1): 87-94.
- Purba, N. A. H., Lukman, A., & Sarifah, J. (2021). Perbandingan Metode Mononobe dan Metode Van Breen Untuk Pengukuran Intensitas Curah Hujan Terhadap Penampang Saluran Drainase. *Buletin Utama Teknik*, 16(2), 119-125.
- Rakuasa, H. (2023). Analisis Spasial Derah Rawan Banjir di Desa Waeheru, Kota Ambon. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. Vol 10 No 1: 75-82
- Rossana, Yanti. (2020), Analisis Kapasitas Saluran Primer Daerah Aliran Sungai (DAS) Klandasan Kecil Kota Balikpapan, *Juitech*, 4(1): 48-57
- Rudiawan, I., & Anwar, S. (2020). Analisis hidrologi bendungan ciniru kabupaten kuningan. *Jurnal Konstruksi dan Infrastruktur*, 6(6).
- SAIDAH, H., Pracoyo, A., & KHAIRUDIN, K. (2020). Perbandingan Beberapa Metode Perhitungan Debit Puncak Banjir Rancangan. *Ganec Swara*, 14(1), 526-536.
- Sikumbang, H., Indrianto, I., & Siregar, G. S. (2021). Rancang Bangun Sistem Monitoring Pada Bendungan Dengan Menggunakan Metode Fuzzy Tahani Berbasis Mikrokontroler.
- Soemarto, CD (1999). *Hidrologi Teknik*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Subhy, Y. (2021). Kanal Alternatif Pengendali banjir Sub Das Sungai keledang" Studi Kasus Drainase jalan Cipto Mangun Kusumo-Jalan APT. Pranoto". *Kurva S: Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknik Sipil*, 6(1), 1-11.
- Sukiyoto, S., Manurung, E. H., & Situmorang, N. S. (2022). Perhitungan Kapasitas Pengaliran Kali Cipinang dari Kelurahan Kebon Pala sampai dengan Banjir Kanal Timur dalam Pengendalian Banjir. *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-ilmu Teknik Sipil*, 6(1), 1-8.