

ANALISA KAPASITAS SUNGAI WARIDIN UNTUK PENANGGULANGAN BANJIR DI KABUPATEN KENDAL TERHADAP DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) WARIDIN

Diah Setyati Budiningrum¹, Kukuh Wisnuaji Widiatmoko², Mahal Andhika Wibisono³,
Dio Adwin Pramana⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Semarang, Semarang Indonesia.

Email : kukuhwisnuajiwidiatmoko@usm.ac.id², mahalandhika29@gmail.com³,
dioadwin320@gmail.com⁴

Abstrak

Sungai Waridin, sebagai sungai utama pada DAS Waridin seluas 28,88 km² dengan panjang 8,21 km, sering mengalami banjir akibat kapasitas tampungan yang tidak memadai, topografi curam, pendangkalan sungai, dan longsornya tanggul, terutama saat hujan lebat berdurasi panjang. Analisis debit banjir menggunakan metode Rasional menunjukkan debit rencana 25 tahunan (Q25) mencapai 98,51 m³/detik, yang tidak dapat ditampung dalam kondisi eksisting berdasarkan simulasi HEC-RAS, sehingga beberapa lokasi mengalami luapan air. Untuk mengatasi masalah ini, disarankan perkuatan tanggul menggunakan beronjong berukuran 2 m x 1 m x 0,5 m dan peninggian elevasi tanggul sebesar 0,8 m dari muka air banjir Q25, menghasilkan dimensi tanggul dengan tinggi 3,5 m dan lebar 5,5 m guna menahan debit banjir secara efektif.

Kata Kunci: Curah Hujan, Debit, Perkuatan Tanggul, Sungai Waridin

Abstract

The Waridin River, as the main river in the Waridin watershed covering an area of 28.88 km² with a length of 8.21 km, often experiences flooding due to inadequate storage capacity, steep topography, river siltation, and embankment landslides, especially during long-duration heavy rains. Flood discharge analysis using the Rational method shows that the 25-year plan discharge (Q25) reaches 98.51 m³/sec, which cannot be accommodated under existing conditions based on HEC-RAS simulations, so that several locations experience overflows. To overcome this problem, it is recommended to reinforce the embankment using 2m x 1 m x 0.5 m gabions and raise the embankment elevation by 0.8 m from the Q25 flood level, resulting in an embankment dimension of 3.5 m high and 5.5 m wide to effectively withstand flood discharg

Keywords: Rainfall, Discharge, Embankment Reinforcement, Waridin River.

PENDAHULUAN

Wilayah daratan yang dibatasi oleh fitur fisik yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengarahkan curah hujan menuju danau, sungai, atau laut dikenal sebagai Daerah Aliran Sungai (Silalahi, B., & Harahap, M. E. 2021).

Dalam konteks hidrologi, DAS berfungsi sebagai satu kesatuan ekosistem yang mempengaruhi pergerakan air, sedimen, dan material lain yang terangkut oleh aliran air di wilayah tersebut. Wilayah DAS biasanya dibagi menjadi tiga komponen utama: hulu, tengah, dan hilir, yang masing-masing memiliki karakteristik geomorfologis, hidrologis, dan biologis yang berbeda-beda. Pengelolaan DAS yang efektif sangat penting untuk menjaga keseimbangan ekosistem dan meminimalkan risiko bencana seperti banjir dan longsor. (Asdak, C. 2004).

Desa Sukomulyo, Kecamatan Kaliwungu, Kabupaten Kendal merupakan daerah aliran Sungai Waridin. Permasalahan banjir di hulu Sungai Waridin muncul akibat lahan terbuka hijau yang sebelumnya merupakan daerah resapan air berubah fungsi menjadi kawasan permukiman. Perubahan fungsi lahan ini menyebabkan daya serap tanah terhadap curah hujan berkurang, sehingga aliran air ke sungai menjadi lebih cepat dan meningkatkan risiko terjadinya erosi serta banjir di sepanjang aliran sungai, terutama pada musim hujan. Akibatnya alur sungai menjadi lebih pendek dan sempit, sehingga air meluap dan mengakibatkan banjir besar pada musim hujan.

Mengingat berbagai permasalahan yang ada, diperlukan kajian dengan menggunakan metodologi hidrologi dan geomorfologi untuk mengkaji kapasitas tampung Sungai Waridin dan variabel-variabel yang memengaruhi banjir. Tujuan kajian ini adalah untuk mengetahui kekuatan dan kelemahan pengelolaan DAS dan memberikan saran-saran untuk pengendalian banjir yang lebih baik, termasuk inisiatif-inisiatif untuk menormalkan aliran sungai dan memulihkan daerah tangkapan air.

METODE

Hulu Sungai Waridin menjadi titik fokus lokasi penelitian. Dengan panjang aliran utama 8,21 km dan luas 28,88 km², Sungai Waridin bermuara di Laut Jawa di hulu Desa Sukomulyo, Kecamatan Kaliwungu Selatan, Kabupaten Kendal. Karena sering terjadi banjir, terutama saat musim hujan, maka dipilihlah lokasi ini, akibat ruang terbuka hijau yang dulunya digunakan untuk penyerapan udara berubah menjadi ruang terbuka hijau. Alih fungsi lahan ini terutama pada musim hujan meningkatkan risiko terjadinya erosi dan banjir di sepanjang sungai karena daya tampung tanah dalam menyerap air hujan berkurang sehingga air lebih cepat mengalir ke sungai. Akibat pendangkalan dan penyempitan alur sungai, air meluap dan menyebabkan banjir pada musim hujan sehingga daya tampung sungai berkurang.

Berikut gambar peta lokasi DAS Sungai Waridin, Kecamatan Kaliwungu Selatan, Kabupaten Kendal



Gambar 1 Denah lokasi penelitian

(Sumber : *Google Earth dan CV. Atrium Arsitek Konsultan Perancang, 2022*)

Pengumpulan data primer dan sekunder, data lebar dan panjang sungai, peta topografi dan permukaan lahan Kabupaten Kendal, statistik curah hujan tahunan, dan peta tata guna lahan wilayah tersebut (C. Asdak, 2004). Data hidrologi yang telah dikumpulkan sangat penting untuk analisis hidrologi. Rencana pembuangan air dengan periode berulang selanjutnya akan direncanakan dengan menggunakan data hidrologi. Di antara studi hidrologi tersebut adalah:

1. Rata-rata curah hujan dihitung dengan menggunakan metode:
 - a. Metode RAPS (Rescaled Adjusted Partial Sums) adalah salah satu cara untuk menguji konsistensi data tanpa data acuan, akan tetapi menggunakan data pos itu sendiri (Triatmodjo, B. 2008).
2. Penentuan metode perhitungan hujan rencana menggunakan metode :
 - a. Metode Log Person III dapat direpresentasikan secara matematis sebagai persamaan berikut karena akan muncul sebagai persamaan garis lurus pada kertas probabilitas logaritma (Soewarno, S. 1995).
 - b. Salah satu teknik yang paling banyak digunakan dalam analisis perencanaan curah hujan untuk memperkirakan kemungkinan curah hujan yang berlebihan selama jangka waktu tertentu adalah pendekatan. Distribusi Gumbel, salah satu distribusi ekstrem yang digunakan untuk menggambarkan data ekstrem, termasuk curah hujan berfrekuensi rendah tetapi berintensitas tinggi, menjadi dasar pendekatan ini (Gumbel, E.J. 1958).
 - c. Metode Normal adalah salah satu pendekatan dalam analisis curah hujan rencana yang menggunakan distribusi normal (atau Gaussian) untuk memperkirakan curah hujan maksimum (Soewarno, S. 1995).
 - d. Metode Log Normal adalah hasil transformasi dari distribusi normal, yaitu dengan mengubah nilai variat X menjadi nilai logaritmik varian (Chow, V.T. 1988).
3. Perhitungan debit banjir rencana.
 - a. Metode Nakayasu adalah teknik yang digunakan dalam analisis hidrologi untuk menghasilkan Hidrograf Satuan Sintetik (HSS), yang berguna untuk memperkirakan debit banjir dalam Daerah Aliran Sungai (Harto, S. 1993).

- b. Metode Rasional adalah rumus yang paling tua dan paling populer diantara beberapa rumus empiris. Metode ini dapat digunakan dengan daerah pengaliran yang terbatas (Basiroh et al., 2020) (Suripin, 2004).

Analisis hidrolika adalah studi tentang perilaku aliran air melalui berbagai media dan struktur, dengan tujuan untuk memahami, memprediksi, dan mengendalikan aliran tersebut dalam konteks pengelolaan sumber daya air. Analisis ini berfokus pada penggunaan prinsip-prinsip mekanika fluida untuk memodelkan aliran air, baik dalam sistem alami seperti sungai dan danau maupun dalam sistem buatan seperti pipa, kanal, dan saluran drainase Menurut (Gupta, R. S. 2001).

Tujuan perbandingan ini adalah untuk memastikan strategi mana yang akan diterapkan untuk mengidentifikasi rencana Q secara rasional dengan rencana Q yang lebih berhasil. Desain akan menggunakan aplikasi Hec-Ras versi 6.6 untuk mereplikasi program Hec-Ras, khususnya analisis hidraulik untuk menunjukkan tampilan rencana penampang sungai. Rincian berikut diperlukan untuk analisis penampang sungai: Penampang sungai, data debit yang melewati sungai, dan estimasi laju aliran puncak berdasarkan angka Manning penampang sungai merupakan dasar untuk analisis Sistem Drainase Daerah Aliran Sungai Waridin (Suripin, 2004).

HASIL DAN PEMBAHASAN

- a. Hasil penelitian lembaga penelitian tersebut harus digunakan untuk melakukan uji keseragaman distribusi, yaitu uji chi-square dan uji keselarasan Smirnov Kolmogorov, yang menjamin bahwa kurva teoritis secara akurat menangkap pendekatan empiris. Data dari hasil uji kesesuaian didistribusikan dalam **Tabel 1**.

Tabel 1 Penentuan jenis sebaran data

Type Sebaran	Syarat Parameter Statistik	Parameter Statistik Data Pengamatan	Keterangan
Normal	$Cs = 0$	-0.418	Tidak Diterima
	$Ck = 3$	1.879	
Log Normal	$Cs = Cv^3 + 3 \times Cv = 0,162$	-0.948	Tidak Diterima
	$Ck = Cv^8 + 6 \times Cv^6 + 15 \times Cv^4 + 16 \times Cv^2 + 3 = 3,047$	2.457	
Gumbel	$Cs \leq 1,14$	-0.418	Diterima
	$Ck \leq 5,40$	1.879	
Log Person III	"Tidak mempunyai sifat khas yang dapat dipergunakan untuk memperkirakan jenis distribusi ini"	-0.948	Diterima
		2.457	

(Sumber : Hasil Penelitian Tahun 2024)

Tabel 1 menunjukkan bahwa uji kesejajaran data hujan memenuhi persyaratan kedua distribusi, dengan nilai Koefisien Skewness (Cs) minimum yang diperlukan untuk distribusi Gumbel dan Log Pearson III masing-masing sebesar -0,418 dan -0,948. Uji Smirnov-Kolmogorof dan Chi-Square memvalidasi distribusi data Gumbel dan Log Pearson III, yang dianggap dapat diterima. Meneliti **Tabel 2**

Tabel 2 Dikala Ulang Hujan DAS Waridin

Kala Ulang	Log Person III
2	89.27
5	105.66
10	113.69
20	117.94
25	120.13
50	124.07
100	126.04

(Sumber : Hasil Penelitian Tahun 2024)

b. Intensitas Hujan

Distribusi Log Pearson III merupakan hasil distribusi terdekat berdasarkan metode Data Plotting, Uji Kecocokan dengan Chi-Square, dan Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorof. Selain itu, rumus Mononobe digunakan untuk mencari nilai intensitas curah hujan:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left[\frac{24}{t} \right]^{\frac{2}{3}}$$

I = Tingkat Curah Hujan (mm/jam)

t = Durasi Pengembalian (tahun)

R₂₄ = Curah Hujan per jam (mm)

Tabel 3 Rasio Sebaran Hujan

No	Waktu Konsentrasi	Rasio Sebaran Hujan (%)					
		1	2	3	4	5	6
1	6	0,55	0,14	0,10	0,08	0,07	0,06

(Sumber : Hasil Penelitian Tahun 2024)

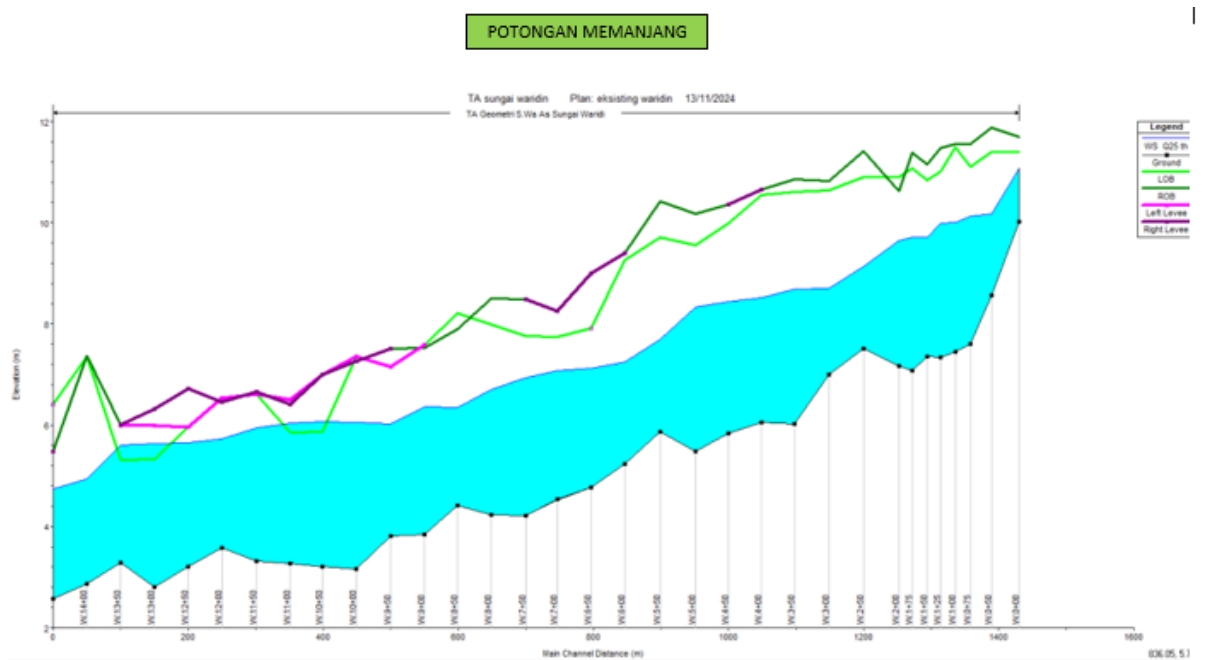
Tabel 4 Hasil Perhitungan Metode Rasional

Kala Ulang	Debit (m3/detik)
2 Tahun	73.20
5 Tahun	86.64
10 Tahun	93.23
20 Tahun	96.71
25 Tahun	98.51
50 Tahun	101.74

(Sumber : Hasil Penelitian Tahun 2024)

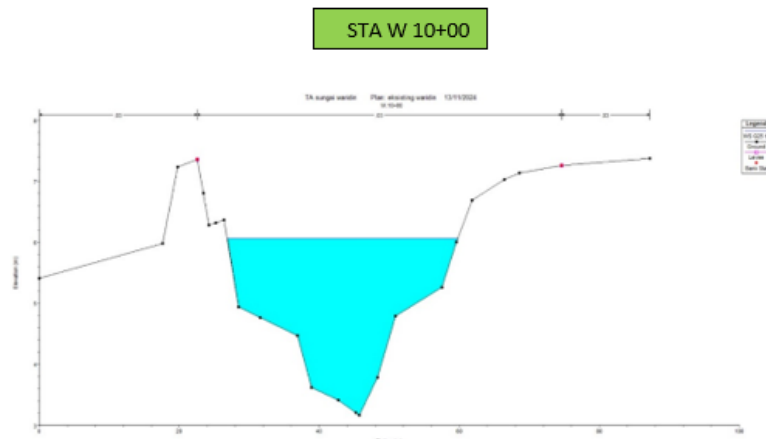
Dari penjelasan tabel di atas, hasil perhitungan metode rasional yang digunakan untuk perhitungan tersebut adalah n (25 tahun), intensitas hujan selama waktu konsentrasi I adalah 23,959 mm/jam, dan debit puncak banjir Q_p adalah 98,51 m³/dtk

Analisis hidrolika dalam penelitian ini bertujuan untuk menunjukkan luas penampang saluran yang diamati dan memastikan apakah penampang tersebut mampu menampung debit yang diinginkan. Dalam hal ini, Analisis hidrolika melibatkan penggunaan aplikasi Hec-Ras untuk menghasilkan penampang saluran. Hasil dari aplikasi Hec-Ras Pilih opsi *Subcritical Flow Regime* pada layar utama *Steady Flow Analysis*. Klik Compute setelah itu, dan Hec-Ras akan segera meluncurkan programnya. Perhitungan selesai dalam beberapa detik, seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini:

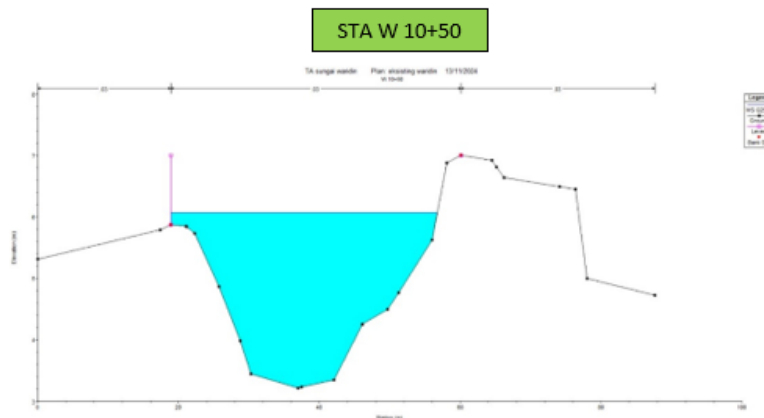


Gambar 2 Potongan Memanjang / Q 25 th

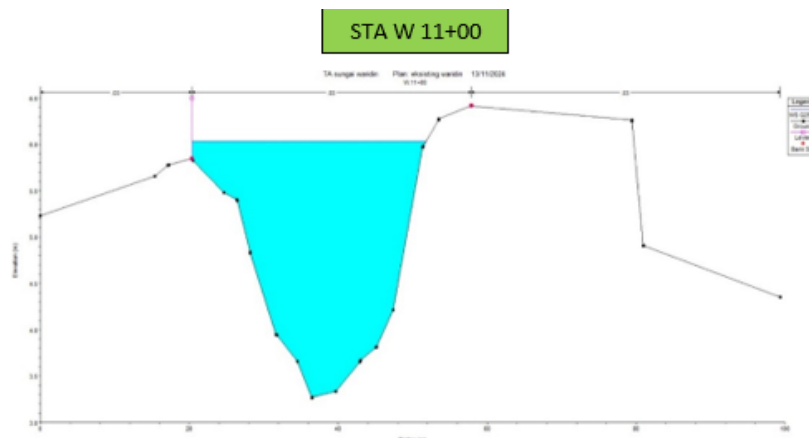
(Sumber : Hasil Penelitian Tahun 2024)



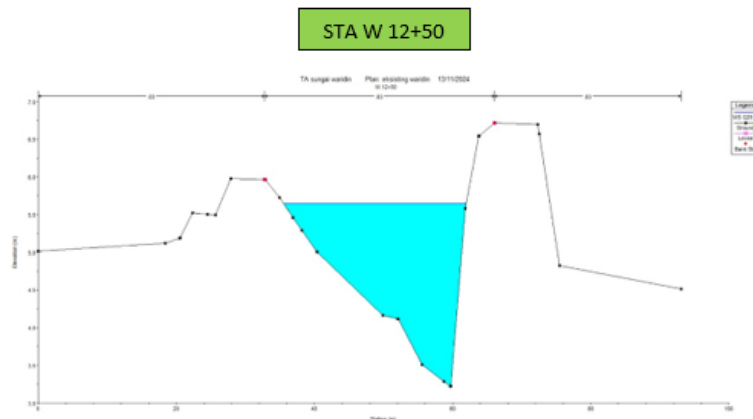
Gambar 3 Penampang Melintang Hulu STA W 10+00 /Q 25 th
(Sumber : Hasil Penelitian Tahun 2024)



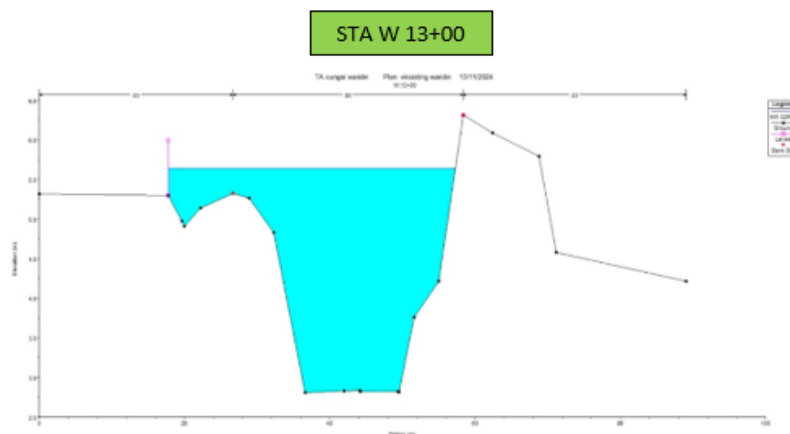
Gambar 4 Penampang Melintang Tengah STA W 10+50 /Q 25 th
(Sumber : Hasil Penelitian Tahun 2024)



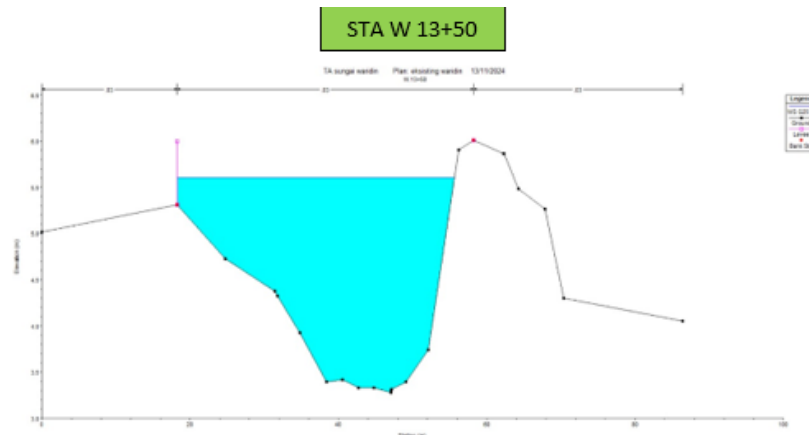
Gambar 5 Penampang Melintang Tengah STA W 11+00 /Q 25 th
(Sumber : Hasil Penelitian Tahun 2024)



Gambar 6 Penampang Melintang Tengah STA W 12+50 / Q 25 th
(Sumber : Hasil Penelitian Tahun 2024)



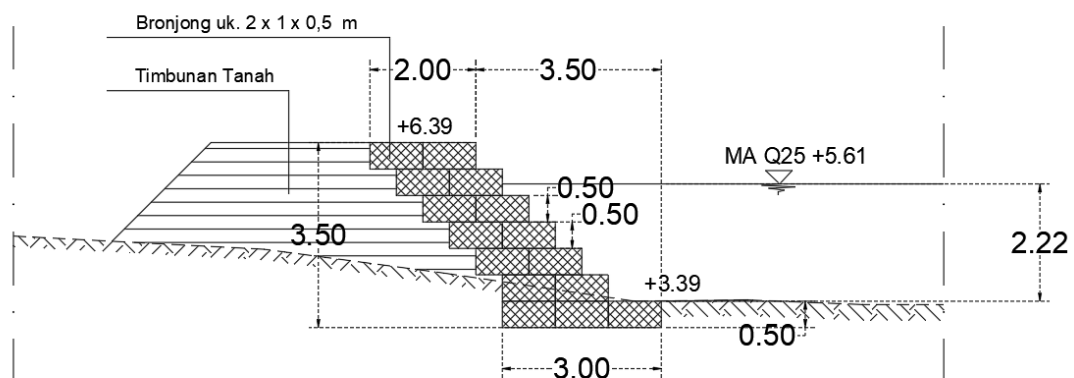
Gambar 7 Penampang Melintang Tengah STA W 13+00 / Q 25 th
(Sumber : Hasil Penelitian Tahun 2024)



Gambar 8 Penampang Melintang Hilir STA W 13+50 / Q 25 th
 (Sumber : Hasil Penelitian Tahun 2024)

Dari hasil analisa menggunakan aplikasi HEC-RAS dengan permodelan pada gambar diatas dengan menambahkan tanggul pada sisi kiri sungai untuk mengatasi limpas/banjir. Penelitian ini merekomendasikan penguatan struktural di titik-titik kritis tersebut, termasuk penggunaan material yang tahan terhadap erosi seperti Bronjong, serta peninggian tanggul di beberapa bagian sungai yang rawan luapan air. Selain itu, penambahan vegetasi di sepanjang bantaran sungai disarankan sebagai upaya alami untuk memperlambat aliran air dan membantu mengurangi erosi.

Hasil analisis ini menjadi dasar bagi perencanaan pembangunan tanggul yang lebih efektif dan diharapkan mampu mengurangi risiko banjir, melindungi persawahan, pemukiman, dan menjaga stabilitas lingkungan di sekitar sungai Waridin. Dibawah ini merupakan gambar desain beronjong pada sungai Waridin :



Gambar 9 Desain Beronjong Sungai Waridin

(Sumber : Hasil Penelitian Tahun 2024)

Keterangan Gambar Desain =

- H = 3,5 m
- H air = 2,22 m
- H Pondasi = 0,5 m
- L = 5,5 m

Lebar trap bj = 2,0 m
Tinggi Trap bj = 0,5 m
L Dasar = 3,00 m

KESIMPULAN

Setelah mengolah data secara keseluruhan pada Laporan Tugas Akhir ini, hasil dari penelitian ini dapat dijelaskan Analisa Kapasitas Sungai Waridin Untuk Penanggulangan Banjir Di Kabupaten Kendal Terhadap Daerah Aliran Sungai (DAS) Waridin adalah:

1. Perhitungan hujan rencana untuk penelitian ini menggunakan data curah hujan dari stasiun hujan Podowaras dan stasiun hujan Gambilangu periode 10 tahun.
2. Berdasarkan hasil perhitungan, $Q_2 = 73,20$ m³/detik, $Q_5 = 86,64$ m³/detik, $Q_{10} = 93,23$ m³/detik, $Q_{20} = 96,71$ m³/detik, dan $Q_{25} = 98,51$ m³/detik, maka dapat diketahui kapasitas Sungai Waridin dalam menampung debit aliran sungai sebesar 98,51 m³/detik selama Q_{25} tahun. Berdasarkan hasil kajian, perencanaan dapat dilakukan dengan menambah tinggi tanggul di tepi kiri dan kanan sungai atau memperluas lebar sungai.
3. Sungai utama (L) dalam kajian ini memiliki panjang 1,4 km, dan luas DAS Waridin adalah 28,88 km². Dengan menggunakan teknik rasional, debit banjir Sungai Waridin yang diantisipasi dengan waktu pengembalian 25 tahun/ Q_{25} adalah 98,51 m³/detik.
4. Pada penelitian ini di dapat rencana perkuatan tanggul sungai Waridin menggunakan beronjong ukuran 2m x 1m x 0,5 m dengan tinggi tanggul 3,5 m dan lebar 5,5 m dengan mempertimbangkan nilai SF dan kondisi eksisting sungai.

DAFTAR PUSTAKA

- Aliyansyah, A. M. 2017. Analisis Hidrolika Menggunakan *Software HEC-RAS*. Jurnal Teknik Sipil, 6(2), 123-130.
- Asdak, C. 2004. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Chow, V.T. 1988. *Handbook of Applied Hydrology*. New York: McGraw-Hill.
- Das, B.M. "Principles of Geotechnical Engineering." Cengage Learning, 2019.
- Freeman dan Fichenich. 2000. Bronjongs for Streambank Erosion Control. Army Engineer Waterways Experiment Station Vicksburg Ms Engineer Research and Development Center. United States.
- Gupta, R. S. (2001). *Hydrology and Hydraulic Systems*. Waveland Press.
- Harto, S. 1993. Analisis Hidrograf Satuan Sintetik. Yogyakarta: Penerbit Universitas Gadjah Mada.
- Hogg, R. V., & Craig, A. T. (1978). *Introduction to Mathematical Statistics*. Macmillan Publishing.
- Gumbel, E. J. (1958). "Statistics of Extremes". Columbia University Press

- Kodoatie, R. J., & Sjarief, R. 2010. *Tata Ruang Air dan Pengelolaan Sungai*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia)
- Basiroh, B., Asmarajati, D., & Fatmafury, W. (2020). Pengaruh User Interface Toko Online Terhadap Kenyamanan Pengguna Studi Kasus Pada E – Commerce Wonosobo Mall. *Device*, 10(1), 33–37. <https://doi.org/10.32699/device.v10i1.1484>
- Natakusumah, A. 2014. Analisis Hidrograf Satuan Sintetik Metode Nakayasu. *Jurnal Hidrologi*, 5(1), 45-52. Bandung: Penerbit Universitas Pendidikan Indonesia.
- Silalahi, B., & Harahap, M. E. 2021. Penyebab Potensi Banjir di Daerah Aliran Sungai Deli Kota Medan. Penerbit Adab.
- Soewarno, S. 1995. *Modul Perhitungan Hidrogeologi*. Bandung: Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi.
- Soewarno, S. 1995. *Statistika Terapan untuk Penelitian*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- Sumpit, Donald Donny. 2019. *Analisis Perhitungan Kestabilan Dinding Penahan Tanah Studi Kasus Proyek Interchange Manado*. Manado: Universitas Katolik De La Salle.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Kota Berkelanjutan*. Yogyakarta: ANDI offset.
- Susilo, E., Setyati, D.B., & Nugroho, A.K. (2015). *Pengaruh Sumur Resapan Terhadap Penurunan Hidrograf Banjir*. Semarang: Universitas Semarang.
- Tallar, R. Y. 2023. *Dasar-Dasar Hidrologi Terapan*. Ideas Publishing.
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta.
- Yunianta, A., & Setiadji, B. H. 2022. Sistem drainase jalan raya yang berkelanjutan. Tohar Media.