



## Analisis Kapasitas Maksimum Sungai Juana dalam Mengatasi Banjir saat Debit Air Bendung Wilalung Meningkatkan

Arkan Mufid Almauludiy<sup>a</sup>, Bintang Husni Haikal<sup>b</sup>, Fitria Maya Lestari<sup>c\*</sup>, Moch. Sediono<sup>d</sup>, Anik Kustirini<sup>e</sup>

<sup>a, b, c, d, e</sup> Program Studi Teknik Sipil, Universitas Semarang, Jl. Soekarno-Hatta, Tlogosari, Semarang

\*Corresponding author, email: [fitria@usm.ac.id](mailto:fitria@usm.ac.id)

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received January 12, 2026

Revised January 21, 2026

Accepted January 21, 2026

Available online January 22, 2026

#### Keywords:

Flood Control Dams

Hydrological Analysis

Overflow

River

Upstream

### ABSTRACT

Juana River has a watershed area of 1,374.61 km<sup>2</sup> stretching 67.26 km across Kudus Regency and Pati Regency, Juana River plays a vital role in Pati Regency and its surroundings. However, this river often faces flooding problems, especially when there is an increase in water discharge from the Wilalung Dam. This condition is exacerbated by sedimentation factors, narrowing, and changes in land use along the river flow. This study aims to analyze the maximum capacity of the Juana River in overcoming flooding when the Wilalung Dam water discharge increases. The research methods used include collecting secondary data in the form of rainfall data, topographic data and morphology of the Juana River, the data was obtained through BBWS Pemali Juana and other related agencies. These data are then processed and analyzed using HEC-RAS 6.1 to model river water flow and predict maximum capacity. The results of the hydrological analysis using the Nakayasu HSS method, the planned flood discharge with a 50-year return period of  $Q = 545 \text{ m}^3/\text{s}$  The river capacity was simulated by dividing the flow discharge to the Juana River by 50 % to 290 m<sup>3</sup>/s, Hydraulic analysis using HEC-RAS 6.1 software, the simulation results showed that there was still overflow on the existing and planned cross-sections, but the overflow on the planned cross-section was relatively reduced by 28.19 %. To overcome the overflow in the upstream section, a change in the cross-section design was planned with a base width of 30 m, a top width of 38 and a depth of 7 m. Land use arrangements to build flood control dams or carry out river diversion planning schemes used to slow down the flood arrival time and reduce the magnitude of the flood discharge.

© 2026 IJCES. Publishing Services by Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Semarang.

## 1. Pendahuluan

Suatu tempat yang berfungsi menampung air, bentuknya saluran terbuka, dan terbentuk secara alami yang terbentang dari hulu dan hilir serta terdapat muara disebut dengan sungai (Junaidi, 2014). Akan tetapi, kuantitas air yang terlalu berlebih ditambah lagi curah hujan yang tinggi sehingga saluran *drainase* atau sungai (badan air) tidak bisa menampung air disebut dengan banjir (Astuti, 2018).

Sungai Juana atau juga sering disebut sebagai Sungai Silugonggo adalah sungai yang membentang sepanjang 67,26 km dengan Daerah Aliran Sungai (DAS) 1,374.61 km<sup>2</sup> melintasi Kota Juana Kabupaten Pati, Hulu Sungai Juana berada di Bendung Wilalung dengan hilir mengarah ke timur laut menuju ke Laut Jawa, oleh karena itu pada penelitian ini penulis membuat analisa kapasitas maksimum dari sungai juana untuk mengetahui di daerah mana dan di debit puncak kala ulang banjir sungai juana terjadi.



Pada analisis banjir di sungai Juana penelitian ini merujuk pada kajian yang dilakukan (Asyifa & Saputra, 2022) penelitian tersebut membuat kajian tentang perhitungan debit banjir di sungai Banjarsari yang juga termasuk dalam DAS Juana. Sungai Juana yang mengalir melalui Kabupaten Pati dan Kabupaten Kudus, telah lama dikenal sebagai kawasan rawan banjir. Sejak zaman kolonial Belanda, Sungai Juana telah menjadi pemisah dari Sungai Serang di Pintu Wilalung yang berfungsi sebagai pengendali banjir dan mengarahkan aliran menuju Sungai Juana. Banjir di Juana sudah menjadi kejadian rutin pada setiap musim hujan. Pada Tahun 2016 periode bulan Januari – Mei, tercatat terjadi banjir di beberapa wilayah Kabupaten Kudus meliputi Kecamatan Kaliwungu, Kecamatan Undaan dan Kecamatan Mejobo, serta Kabupaten Pati yang meliputi wilayah Kecamatan Margorejo. Pada awal periode Tahun 2018 banjir akibat limpasan Sungai Juana di wilayah Kecamatan Jakenan, Kecamatan Gabus dan Kecamatan Juana. Pada bulan Januari awal periode Tahun 2019 banjir akibat limpasan Sungai Juana kembali berdampak pada wilayah Kec. Juana, Kec. Dukuhseti, Kec. Gabus dan Kec. Sukolilo. Pada Tahun 2021 periode bulan Januari – Maret tercatat 11 laporan banjir akibat luapan Sungai Juana yang menggenangi beberapa kecamatan di Kabupaten Kudus dan Kabupaten Pati (BBWS Pemali-Juana, 2021).

Berdasarkan analisis yang dilakukan oleh (Marhendi et al., 2017) yang secara spesifik membahas penyebab banjir Sungai Juana, hasil analisis menunjukkan bahwa kondisi Kali Juana dari pertemuan Kali Logung di pintu Wilalung sampai hilir telah mengalami pendangkalan akibat kemiringan dasar atau topografi yang landai, dan mengakibatkan mudah terjadi sedimentasi sehingga mengurangi kapasitas pengaliran. Hal ini menyebabkan luapan banjir sering menggenangi wilayah Kabupaten Kudus dan Pati. Guna menanggulangi banjir, diperlukan langkah-langkah komprehensif meliputi pembenahan kapasitas sungai (Arifin, 2023).

Berdasarkan informasi tentang masalah banjir yang pernah terjadi di DAS Juana maka peneliti bertujuan untuk melakukan analisis hidrologi guna memperoleh debit eksisting dan debit rencana DAS Sungai Juana serta analisis hidrolika untuk mengetahui kapasitas sungai dalam mengurangi limpasan. Hasil analisis hidrolika tersebut digunakan untuk pengendalian terhadap debit banjir pada Sungai Juana.

## 2. Metode Penelitian

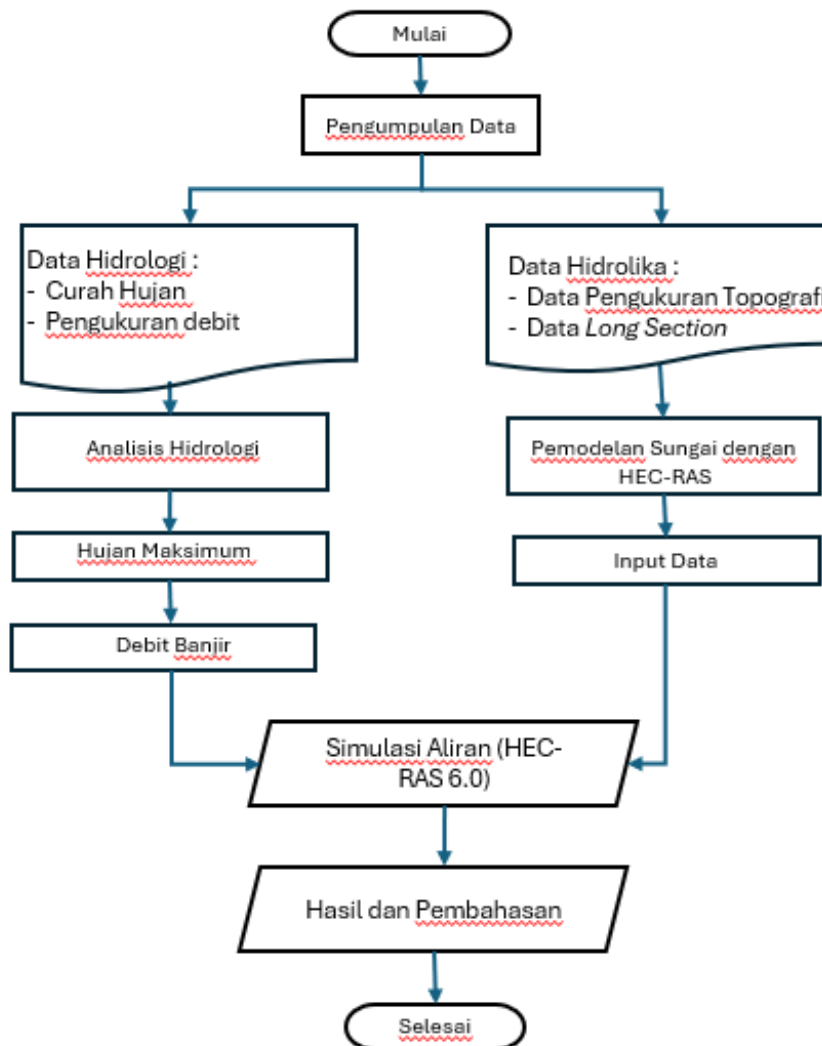
Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif, yaitu penelitian yang menggambarkan kondisi tertentu dengan menganalisis data yang sudah ada. Analisis data dilakukan dengan metode analitis dan deskriptif. Metode analitis berarti data yang ada diolah sedemikian rupa sehingga menghasilkan kesimpulan akhir. Sedangkan metode deskriptif berarti memaparkan masalah yang sudah ada atau tampak.

Lokasi penelitian dilakukan di Sungai Juana terbentang dari Bendung Wilalung di Kabupaten Kudus hingga muara yang berada di Kabupaten Pati, dan Derah Aliran Sungai (DAS) yang digunakan untuk analisa hidrologi yaitu DAS Seluna dan DAS Juana. Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Balai Besar Wilayah Sungai Pemali-Juana (BBWS Pemali-Juana) seperti data curah hujan dari tahun 2015-2024, peta DAS Juana dan Seluna, dan data *cross section* Sungai Juana.

Proses dimulai dengan pengumpulan data sekunder yang terdiri dari dua jenis data utama, yaitu data hidrologi (curah hujan dan pengukuran debit) dan data hidraulika (pengukuran topografi dan *long section*). Selanjutnya, dilakukan analisis hidrologi untuk menentukan hujan maksimum yang kemudian digunakan untuk menghitung debit banjir. Secara paralel, dilakukan pemodelan sungai menggunakan perangkat lunak HEC-RAS, di mana data topografi dan data pendukung lainnya diinput ke dalam sistem. Program HEC-RAS merupakan salah satu perangkat lunak untuk menganalisis dinamika aliran air pada sungai (Ismawati, 2017). Tahap berikutnya adalah simulasi aliran menggunakan HEC-RAS 6.0, yang memanfaatkan hasil debit banjir dari analisis hidrologi serta data pemodelan sungai. HEC-RAS memiliki empat komponen model satu dimensi (Wigati, 2016), yaitu

- a. Hitungan profil muka air aliran permanen,
- b. Simulasi aliran tak permanen,
- c. Hitungan transpor sedimen, dan
- d. Hitungan kualitas air.

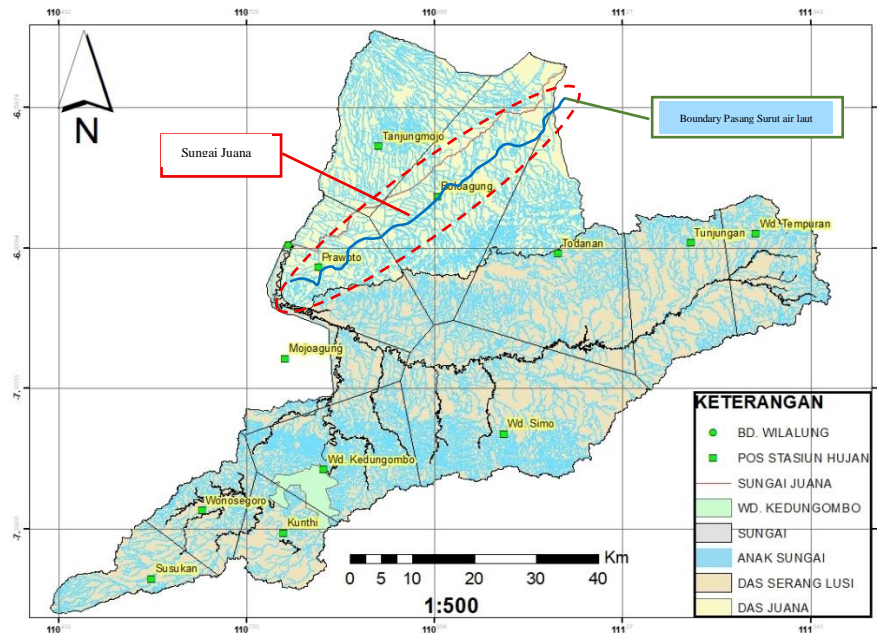
Hasil dari simulasi ini kemudian dianalisis dalam tahap hasil dan pembahasan. Data yang dianalisis meliputi analisis hidrologi dan analisis kapasitas penampang sungai. Tahapan terakhir setelah analisis adalah selesai. Bagan alir tersusun pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

### 3. Hasil dan Pembahasan

Konsistensi data hujan menggunakan metode Poligon Thiessen. Polygon Thiessen merupakan metode perhitungan hujan wilayah dengan basis interpolasi nilai curah hujan antar stasiun hujan, dengan luas poligon yang telah diukur dikali dengan kedalaman curah hujan di stasiun hujan yang ada di dalam poligon. Metode ini dipandang cukup baik karena memberikan koreksi terhadap kedalaman hujan sebagai fungsi luas daerah yang dianggap mewakili (Triatmodjo, 2008). Menurut Wulandari (2020), metode Thiessen mempunyai tingkat ketelitian yang akurat tinggi dalam mengalkulasi nilai curah hujan wilayah di tiap stasiun pemantau. Penelitian ini menggunakan Daerah Aliran Sungai (DAS) Serang Lusi dan Juana yang kemudian dibagi menjadi 12 Poligon Thiessen tergantung dari jumlah dan titik lokasi alat penakar hujan yang mewakili daerah tersebut, untuk lebih jelasnya terlihat pada peta Gambar 2.



**Gambar 2.** Poligon Thiessen DAS Serang Lusi dan Juana

Pengolahan data Poligon Thiessen kemudian menghasilkan nilai hujan maksimum tahunan di 2 bagian DAS yaitu DAS Seluna dan Juana. Dalam analisa hujan rata – rata, curah hujan pada pos penakar hujan diproses sesuai dengan *catchment area* sehingga diperoleh hujan rata-rata dalam setiap tahunnya (Sungai Juana et al., 2022). Hasil pengolahan hujan maksimum tahunan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Hujan Maksimum Tahunan

Tahun	Hujan Maksimum Rerata	
	DAS Serang Lusi	DAS Juana
2013	30.7	34.5
2014	31.5	38.4
2015	52.12	31.47
2016	53.37	34.2
2017	29.7	36.07
2018	33.32	29.76
2019	30.29	41.21
2020	30.23	33.7
2021	39.56	31.73
2022	43.04	45.27
2023	47.28	30.12

(Sumber: Hasil Olah Data, 2025)

Analisa frekuensi merupakan metode statistik untuk menghitung banjir rencana maupun hujan rencana dengan kala ulang tertentu (Pudyastuti & Musthofa, 2020). Perhitungan analisa frekuensi dimasukan menggunakan *software* Aprob 5.1. Aprob adalah perangkat lunak untuk memproses data hidrologi ekstrem maksimum, yaitu dengan mengolah data hujan untuk memperoleh hasil dari hujan rancangan (Istiarto, 2024), Hasil pengolahan data hujan maksimum rerata untuk memperoleh distribusi probabilitas kontinu menggunakan rumus/metode Normal, Log Normal, Log Pearson III, Gumbel. Terdapat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Uji Kecocokan Distribusi Data

Uji Data	Uji Kecocokan terhadap Sebaran Data Teoritis (Nilai $\alpha = 0,90$ )							
	DAS Serang Lusi				DAS Juana			
	Normal	Log Normal	Log Pearson III	Gumbel	Normal	Log Normal	Log Pearson III	Gumbel
Smirnov Kolomogrov	Lulus	Lulus	Lulus	Lulus	Lulus	Lulus	Lulus	Lulus
Delta Max	0,204	0,188	0,173	0,179	0,135	0,113	0,077	0,083
Chi-Kuadrat	Lulus	Lulus	Lulus	Lulus	Lulus	Lulus	Lulus	Lulus
Chi-Kuadrat Max	2,182	3,091	4	3,091	1,273	0,364	1,273	0,364

(Sumber: Hasil Olah Data, 2025)

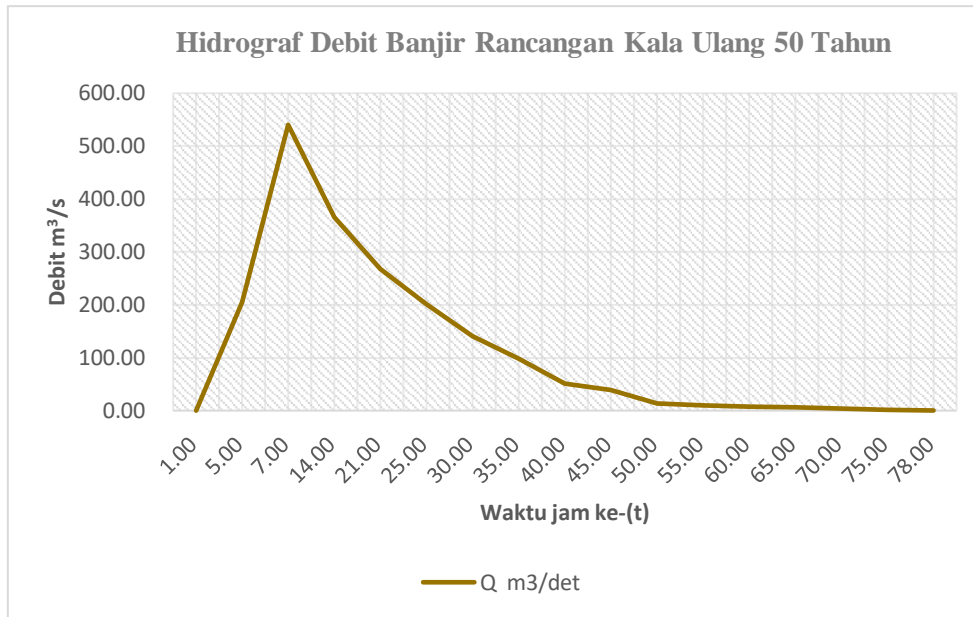
Hasil uji kecocokan distribusi pada Tabel 2 menunjukkan hasil uji kecocokan distribusi data dengan Metode Distribusi Normal, Log Normal, Log Pearson III dan Gumbel pada Sungai Serang Lusi dan DAS Juana adalah lulus uji Smirnov-Kolmogrov dan Chi-Kuadrat. Nilai selisih terkecil DAS Serang Lusi dan Juana yaitu dengan metode Log Pearson III sebesar 0,173 dan 0,077. Dalam penentuan distribusi data terbaik menggunakan data selisih yang terkecil, sehingga distribusi paling sesuai adalah *Log Pearson III*. kemudian data diolah dengan analisis Aprob guna memprediksi frekuensi hujan ekstrim. Aprob merupakan perangkat lunak atau metode komputasi yang digunakan untuk melakukan analisis probabilitas data hidrologi, seperti data curah hujan harian maksimum atau debit air. Hasil analisis Aprob pada Tabel 3 menunjukkan analisis frekuensi mendapatkan nilai hujan rancangan dengan kala ulang tertentu dari masing-masing distribusi dan DAS.

**Tabel 3.** Hujan Rancangan dengan Kala Ulang Tertentu

Kala Ulang (tahun)	DAS Serang Lusi				DAS Juana			
	Normal	Log Normal	Log Pearson III	Gumbel	Normal	Log Normal	Log Pearson III	Gumbel
2	38	37	37	37	35	35	34	34
5	46	45	45	45	39	39	38	39
10	50	50	50	50	41	41	41	41
20	53	55	56	56	43	43	44	44
25	54	56	58	57	44	44	45	45
50	57	60	64	62	45	46	48	48
100	60	64	70	67	46	47	51	50

(Sumber: Hasil Olah Data, 2025)

Hujan rancangan pada Tabel 3 dihitung secara berkala dari 2 tahun, 5 tahun hingga 100 tahun. Pada perencanaan saluran membutuhkan prakiraan debit puncak yang biasanya dihitung dengan menggunakan metode yang sederhana dan praktis, dimana teknik perhitungan meliputi faktor curah hujan, kondisi fisik dan karakteristik hidrologi cekungan (Widyasari, 2023). Analisis debit banjir rencana pada penelitian ini menggunakan metode Hidrogaf Satuan Sintesis (HSS Nakayasu) dengan kala ulang 50 tahun. Hujan rancangan pada DAS Serang Lusi dengan kala ulang 50 tahun pada metode Log Pearson III sebesar 64, sedangkan pada DAS Juana sebesar 48. Rekap hasil pengolahan data hidrograf tersebut tersaji pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Grafik Hidrograf Debit Banjir Rancangan Kala Ulang 50 Tahun

Pada grafik gambar 3 tersebut memiliki interval waktu dari jam ke-1 sampai jam ke-78 mengalami lonjakan sampai debit puncak sebesar 545 m<sup>3</sup>/s dan mulai turun lagi sampai debit jam ke-78. Hasil dari perhitungan hidrograf tersebut kemudian digunakan dalam Analisa Hidraulika menggunakan *software Hidrolic Engineering Centre-River Analysis System (HEC-RAS)* dengan data pasang surut air laut diperoleh melalui (BMKG Maritim Tanjung Mas, 2025), data pasang surut berjumlah 5 tahun dalam interval bulanan sehingga mendapatkan nilai pada Tabel 4.

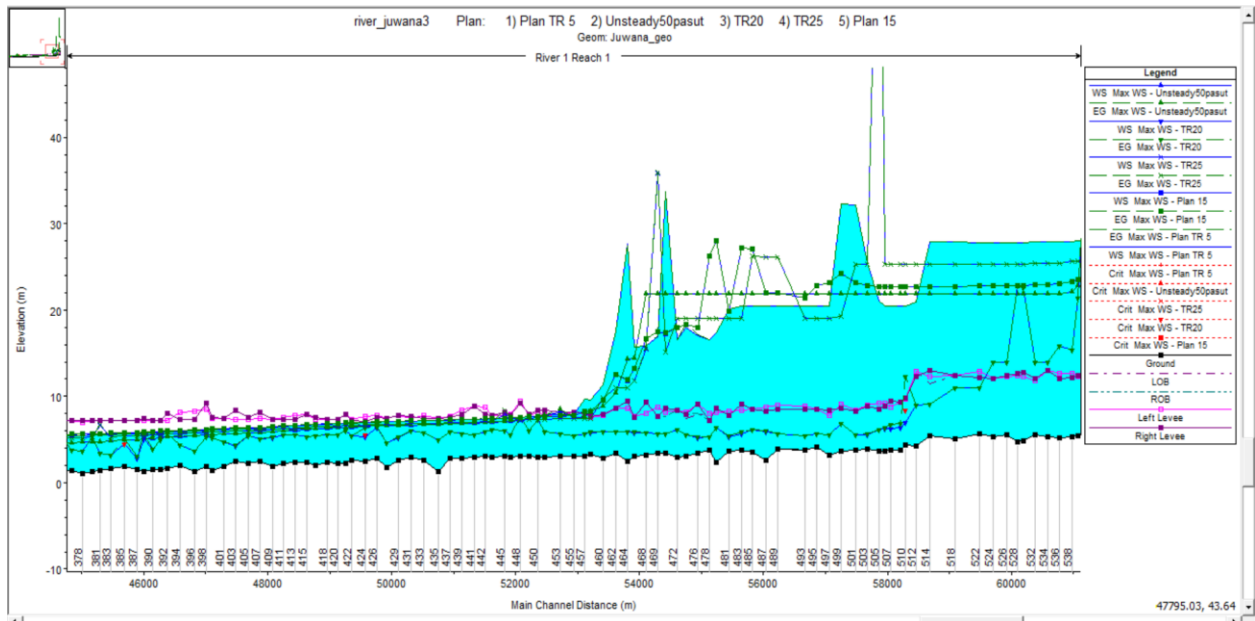
**Tabel 4.** Hasil Perhitungan Distribusi Hidrograf Pasang Surut Air Laut

Bulan	Data Pasang surut (cm)					$\Sigma_{2020-2024/60}$
	2020	2021	2022	2023	2024	
Januari	92	116	116	132	128	
Februari	93	112	119	130	127	
Maret	96	111	121	129	132	
April	101	114	126	127	136	
Mei	110	120	136	134	144	
Juni	117	125	135	134	131	
Juli	111	121	132	130	145	123.63
Agustus	107	118	131	128	136	
September	108	120	131	128	136	
Oktober	110	119	131	126	139	
November	111	128	132	124	143	
Desember	114	127	116	122	150	
Jumlah	1270	1431	1526	1544	1647	

(Sumber: Hasil Olah Data, 2025)

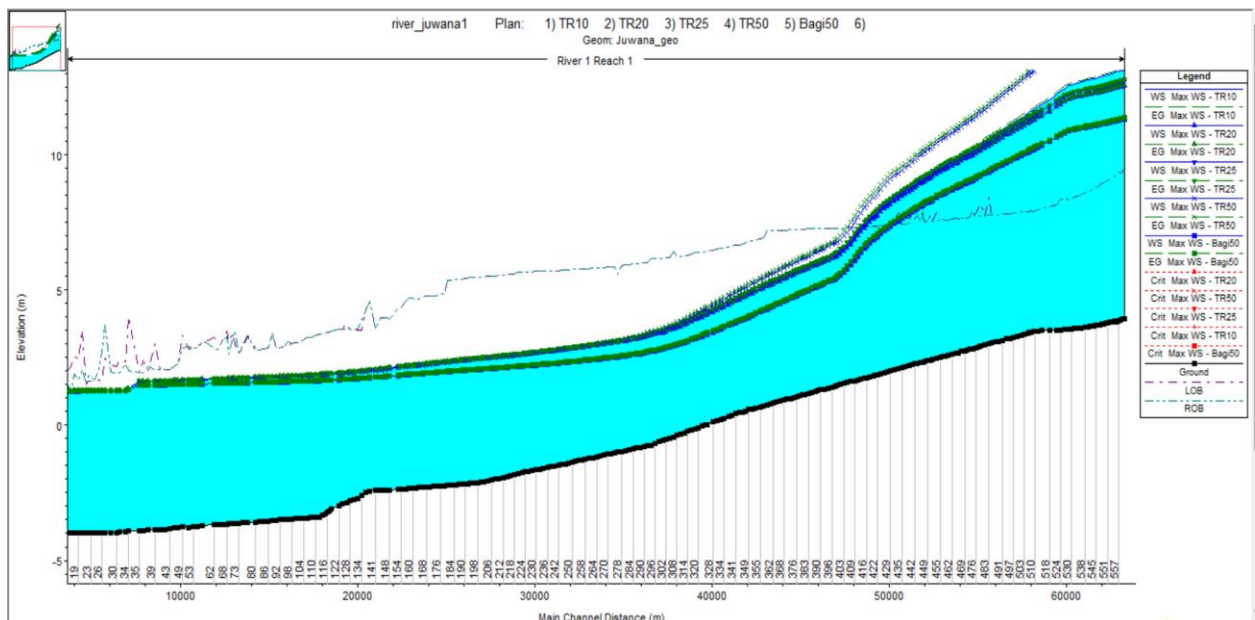
Berdasarkan hidrograf pasang surut Gambar 3 diperoleh nilai rata-rata pasang surut sebesar 1.24 m. Menurut Syahputra et al. (2015), setelah didapatkan nilai rata-rata pasang surut kemudian dilakukan Analisa Hidraulika yang akan menghitung seberapa jauh pengaruh pengendalian banjir secara struktural terhadap tinggi muka air banjir dan luapan banjir. Hasil analisis dengan menggunakan penampang eksisting

dan penampang rencana dari data (BBWS Pemali-Juana) untuk mengetahui perbedaan karakteristik aliran sebelum dan sesudah di normalisasi terlihat pada Gambar 4.



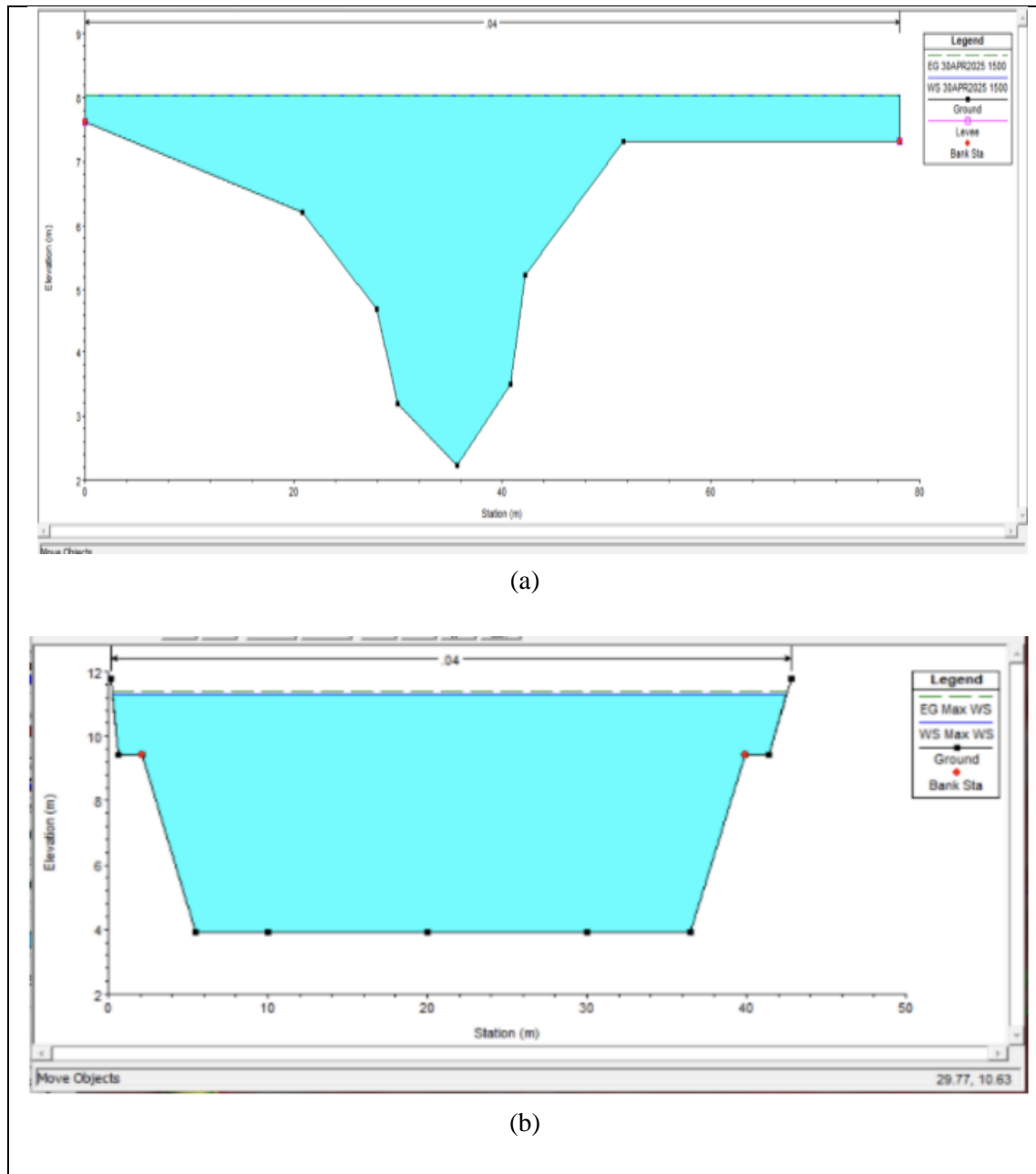
Gambar 4. Penampang Memanjang Eksisting Sungai Juana

Berdasarkan Gambar 4 diperoleh hasil simulasi aliran tak permanen pada eksisting Sungai Juana dengan asumsi dari Bendung Wilalung 50% aliran menuju Sungai Wulan sehingga debit yang di *input* menjadi  $270 \text{ m}^3/\text{s}$  kala ulang 50 tahun dan pengaruh pasang surut air laut. Dari jumlah 560 *cross section*, diperoleh 149 titik *cross section* pada sta 560 yang berada di Bendung Wilalung (bagian hulu) hingga sta 411 mengalami limpasan. Besaran limpasan pada rencana Sungai Juana terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Penampang Memanjang Rencana Sungai Juana

Berdasarkan Gambar 5 hasil simulasi menggunakan *cross section* rencana dengan data *input* yang sama menunjukkan masih adanya limpasan pada bagian hulu, Namun titik limpasan tersebut telah berkurang sebesar 28,19% menjadi 107 titik *cross section* pada sta 560 sampai sta 453. Dari besaran limpasan tersebut, kemudian direncanakan penampang sungai rencana yang terlihat pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Penampang Melintang Sungai Juana (a) Eksisting dan (b) Rencana

Gambar 6 menunjukkan penampang Sungai Juana eksisting memiliki lebar yang lebih kecil membentuk seperti palung di bagian dasar. Guna meningkatkan tampungan Sungai Juana, maka penampang Sungai Juana direncanakan dengan lebar dasar 30 meter, lebar atas 38 meter dengan kedalaman 7 meter.

#### 4. Kesimpulan

Analisis debit banjir rencana menggunakan metode HSS Nakayasu dengan kala ulang 50 tahun sebesar 545.69 m<sup>3</sup>/s. Berdasarkan hasil Analisa hidraulika, pada bagian hulu pada penampang eksisting dan rencana masih menunjukkan adanya limpasan. Namun titik limpasan tersebut telah berkurang sebesar 28,19%. Untuk mengatasi limpasan pada bagian hulu, direncanakan perubahan desain penampang Sungai Juana dengan lebar dasar 30 meter, lebar atas 38 meter dengan kedalaman 7 meter. Pada bagian hulu Sungai Juana perlu diperhatikan pengaturan tata guna lahan untuk membangun dam pengendali banjir atau melakukan skema perencanaan sudetan sungai yang digunakan untuk memperlambat waktu tiba banjir dan menurunkan besarnya debit banjir.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, M., Budiyanto, M.A., Jaya, R. P. (2023). Analisis Kapasitas Sungai Doho dalam Rangka Penanggulangan Banjir. *Civil Engineering and Technology Journal*, 5(2), 24-30.
- Astuti, A. F. (2018). Analisis Penanggulangan Banjir Sungai Kanci. *Jurnal Konstruksi*, 7.
- Asyifa, A., & Saputra, A. A. (2022). *Analisis Debit Dan Tinggi Muka Air Banjir Banjarsari Daerah Aliran Sungai Juwana Dengan Metode Hss Scs*. 8(1).
- BBWS Pemali-Juana. (2021). *Peta\_Rekap\_Kejadian\_Banjir\_Februari\_2021*.
- BMKG Maritim Tanjung Mas. (2025). *20250210155353e.T\_ME.01.02\_193\_Bintang Husni Haikal*.
- Budi, S. (2024) 'Kementerian PUPR mulai perbaiki tanggul Sungai Wulan yang jebol', Antara kantor berita. Available at: <https://www.antaraneews.com/berita/3957309/kementerian-pupr-mulai-perbaiki-tanggul-sungai-wulan-yang-jebol>.
- Ismawati, S.M., Lasminto, U. (2017). Pemodelan Aliran 1D pada Bendungan Tugu Menggunakan *Software HEC-RAS*. *Jurnal Hidrotekni*, 2(2), 19-25.
- Lestari, F.M., Darsono, S. and Wulandari, D.A. (2020). Pemodelan Dry Dam dengan HEC-HMS di Daerah Aliran Sungai Bringin. *Briliant: Jurnal Riset dan Konseptual*, 5(3).
- Marhendi, T., Nandhi Wardhana, P., & Nurhadi, S. (2017). *Analisis Penyebab Banjir Kali Juana* .(Vol. 18, Issue 1).
- Pudyastuti, P. S., & Musthofa, R. A. (2020). *Analysis Of Maximum Daily Rainfall Distribution At Selected Rain Gauging Stations In Klaten Region In Years 2008-2018*.
- Syahputra, I., Blang Bintang, J., Km, L., Keude, L., & Besar, A. (2015). Kajian Hidrologi Dan Analisa Kapasitas Tampang Sungai Krueng Langsa Berbasis Hec-Hms Dan Hec-Ras. *Jurnal Teknik Sipil Unaya, Vol. 1*(1).
- Triatmodjo, B. (2008). *TERAPAN Bambang Triatmodjo Beta Offset*.
- Widyasari, T. (2023). *Hidrologi: Edisi Banjir Rancangan Titek Widyasari*. Jakarta: Cv.Eureka Media Aksara.
- Wigati, R., Sudarsono, Cahyani, I. D. (2016). Analisis Banjir Menggunakan Software HEC-RAS 4.1 (Studi Kasus: Sub DAS Cisemut Hilir HM 0+00 sampai dengan HM 69+00). *Jurnal Fondasi*, 5(1), 13-23.
- Wulandari, S., Soebagio. (2020). Studi Pengembangan Metode Poligon Thiessen dengan Pembobotan Linier terhadap Bidang Eksa Pada Perhitungan Curah Hujan Rerata Daerah. *Axial, Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi*, 8(1), 57-68.