

Analisis Kapasitas Sungai terhadap Pengendalian Debit Banjir (Studi Kasus Sungai Kendal)

Nicko Fadhil Muhammad*, Elsa Lailatut Tohiroh, Pipit Skriptianata P.P, Agus B. Siswanto

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945, Kota Semarang, Indonesia

ARTICLE INFO

Kata Kunci:

Debit Banjir, Sungai, HEC-RAS, Normalisasi Sungai, Penampang Sungai

*Correspondence email:

nicko-fadhil@untagsmg.ac.id

Submitted: 20 Juli 2026

Revised: 03 Agustus 2026

Accepted: 03 Agustus 2026

Published: 04 Agustus 2026

ABSTRAK

Kabupaten Kendal terletak di pesisir utara Pulau Jawa yang terbagi ke dalam 20 kecamatan, 265 desa, dan 20 kelurahan. Kondisi topografi Kabupaten Kendal sangat bervariasi, mulai dari dataran rendah di bagian utara hingga perbukitan di bagian selatan. Sedimentasi yang cukup tinggi pada badan sungai akibat erosi lahan di wilayah hulu DAS (Daerah Aliran Sungai) Kendal dan terjadi setiap tahunnya dapat menyebabkan penurunan kapasitas sungai dalam menampung debit banjir. Penelitian ini bertujuan menentukan besarnya debit banjir rencana pada Sungai Kendal, menganalisis kapasitas penampang Sungai Kendal dalam menampung debit banjir rencana menggunakan pemodelan HEC-RAS, mengevaluasi kapasitas Sungai Kendal kondisi eksisting, serta mengidentifikasi kebutuhan perbaikan seperti normalisasi sungai atau peninggian tanggul. Metode yang dilakukan adalah dengan menganalisis hidrologi untuk mendapatkan debit banjir kala ulang, analisis hidrolika untuk mengevaluasi penampang sungai eksisting dan penampang rencana. Hasil yang diperoleh adalah debit banjir rencana Sungai Kendal yang dihitung dengan metode rasional pada periode ulang 2, 5, 10, dan 20 tahun masing-masing diperoleh sebesar 149,766 m³/s, 198,220 m³/s, 229,055 m³/s, dan 255,484 m³/s, hasil pemodelan hidraulika dengan HEC-RAS menunjukkan bahwa penampang Sungai Kendal pada kondisi eksisting tidak mampu menampung debit banjir rencana dengan periode ulang tertentu, hasil analisis menunjukkan bahwa kapasitas Sungai Kendal saat ini tidak memadai untuk mengendalikan Q20. Rekomendasi yang dapat diberikan yaitu perlu adanya normalisasi sungai, Alternatif normalisasi berupa penampang trapesium dengan lebar dasar sekitar 10 meter, lebar atas sekitar 20 meter, dan kedalaman sekitar 6 meter menunjukkan peningkatan kapasitas berdasarkan hasil simulasi HEC-RAS.

ABSTRACT

Keywords:

Flood Discharge, River, HEC-RAS, River Normalization, River Cross-Section

Kendal Regency is located on the north coast of Java and is administratively divided into 20 districts, 265 villages, and 20 urban villages. The topography of Kendal Regency varies significantly, ranging from lowlands in the north to hilly terrain in the south. High annual sedimentation in the river channel—caused by soil erosion in the upstream areas of the Kendal watershed—can reduce the river's capacity to accommodate flood discharge. This study aims to determine the design flood discharge for the Kendal River, analyze the river's cross-sectional capacity to handle this discharge using HEC-RAS modeling, evaluate the existing capacity, and identify necessary improvements such as river normalization or levee raising. The methodology involved hydrological analysis to determine flood discharge for specific return periods and hydraulic analysis to evaluate both existing and proposed river cross-sections. The calculated design flood discharges for the Kendal River—using the Rational Method for return periods of 2, 5, 10, and 20 years—were 149.766 m³/s, 198.220 m³/s, 229.055 m³/s, and 255.484 m³/s, respectively. HEC-RAS hydraulic modeling results indicate that the existing Kendal River cross-section is incapable of accommodating the design flood discharge for these return periods; specifically, the analysis shows that the current capacity is insufficient to manage the Q20 flood event. Consequently, river normalization is recommended; a proposed normalization alternative featuring a trapezoidal cross-section—with a base width of approximately 10 meters, a top width of approximately 20 meters, and a depth of approximately 6 meters—demonstrated increased capacity in HEC-RAS simulations.

PENDAHULUAN

Kabupaten Kendal terletak di pesisir utara Pulau Jawa yang memiliki koordinat geografis 109°40'-110°18' BT dan 6°32'-7°24' LS dan memiliki luas wilayah 1.002,23 km², terbagi ke dalam 20 kecamatan, 265 desa, dan 20 kelurahan. Kondisi topografi Kabupaten Kendal sangat bervariasi, mulai dari dataran rendah di bagian utara hingga perbukitan di bagian selatan (Nugroho & Rahayu, 2019). Jumlah penduduk di Kabupaten Kendal terus mengalami peningkatan, jumlah penduduknya pada tahun 2024 telah mencapai 1.064.812 jiwa, terdiri dari 536.543 jiwa laki-laki dan 528.269 jiwa perempuan (BPS Kab. Kendal, 2025). Salah satu permasalahan lingkungan yang signifikan di

Kabupaten Kendal adalah tingginya frekuensi kejadian banjir, terutama yang bersumber dari luapan Sungai Kendal seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Banjir Akibat Luapan Sungai Kendal (RMOL Jawa Tengah, 2024).

Banjir adalah peristiwa alam yang biasa terjadi di daerah yang banyak sungai. Banjir secara teori diartikan sebagai air yang meluap di sebuah area yang luas sehingga menutupi permukaan tanah di area tersebut (Skriptianata & Muhammad, 2025; Chalid et al., 2022). Limpasan permukaan (*runoff*) merupakan sebagian dari air hujan yang turun mengalir di permukaan tanah menuju sungai, danau atau laut (Wirasembada et al., 2017). Curah hujan yang tinggi pada musim penghujan seringkali tidak dapat diimbangi dengan kapasitas aliran sungai dan sistem drainase yang ada. Selain itu, fenomena pasang air laut (*rob*) yang biasa terjadi di wilayah pesisir utara Jawa menyebabkan aliran air di sungai tidak dapat mengalir bebas ke laut, sehingga terjadi limpasan balik (*backwater*) ke daerah hulu. Kondisi ini diperparah dengan sedimentasi yang cukup tinggi pada badan sungai akibat erosi lahan di wilayah hulu DAS (Daerah Aliran Sungai) Kendal. Sedimentasi yang terjadi setiap tahunnya dapat menyebabkan penurunan kapasitas sungai dalam menampung debit banjir (Fatmala et al., 2023).

METODE

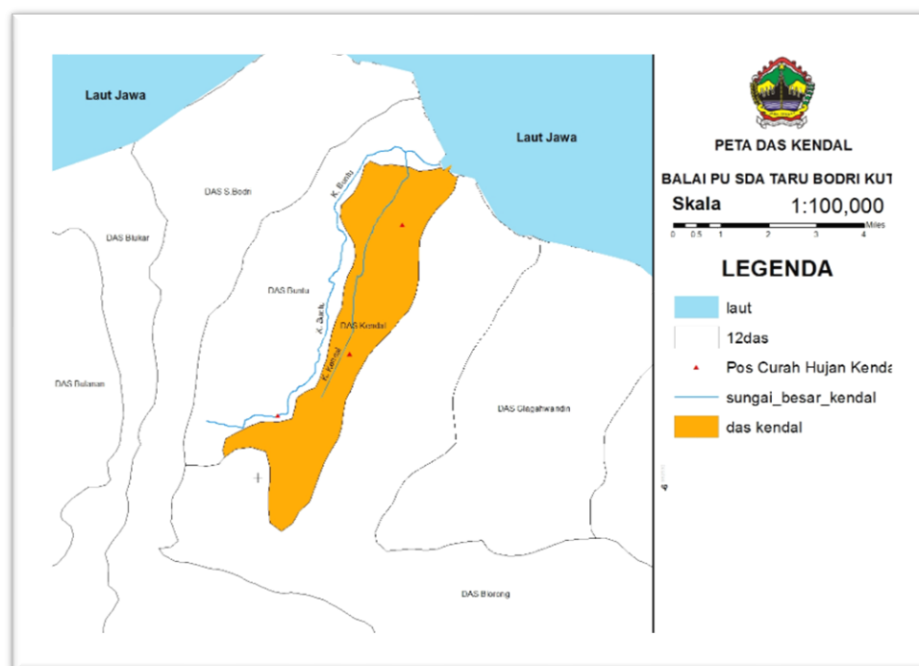
Metodologi penelitian yang dilakukan dalam penelitian diantaranya adalah:

1. Data curah hujan harian yang digunakan berasal dari Stasiun Hujan Sojomerto, Karangtengah, dan Trompo untuk periode 2015–2024. Data dari ketiga stasiun tersebut diolah menjadi curah hujan wilayah DAS Kendal menggunakan metode rata-rata aritmetika. Nilai curah hujan wilayah maksimum tahunan selanjutnya digunakan dalam analisis distribusi probabilitas dan penentuan hujan rencana. Data batas DAS, penggunaan lahan, topografi, serta jaringan sungai diperoleh dari PUSDATARU Bodri Kuto. Peta Digital Elevation Model (DEM) diperoleh dari sumber data geospasial yang memiliki tingkat ketelitian tinggi, kemudian diolah menggunakan perangkat lunak QGIS.
2. Analisis data, analisis yang dilakukan adalah analisis hidrologi dan hidrolika. Analisis hidrologi menggunakan perangkat lunak Aprob untuk distribusi hujan dan uji kecocokannya (Muhammad. et al, 2023) dan menggunakan metode rasional untuk perhitungan debit banjir rencananya (Muhammad. et al, 2024). Analisis hidrolika menggunakan perangkat lunak HEC-RAS.

Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan untuk dianalisis adalah sebagai berikut:

1. Data daerah tangkapan air hujan (*catchment area*).
Data daerah tangkapan air hujan menggunakan data primer, yaitu data yang diambil langsung di lokasi penelitian. Gambar *catchment area* atau daerah aliran sungai (DAS) ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta DAS Kendal (Sumber: Balai PUSDATARU Bodri Kuto, 2025b).

2. Data curah hujan.

Data yang digunakan diperoleh dari PUSDATARU, sehingga termasuk kategori data sekunder. Hasil perhitungan curah hujan maksimal ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Curah maksimum tahunan (Sumber: (PUSDATARU Bodri Kuto, 2025a)

Tahun	Curah Hujan Maksimal Tahunan (mm)
2015	71,14
2016	38,11
2017	61,11
2018	83,68
2019	40,73
2020	61,52
2021	86,66
2022	109,59
2023	52,78
2024	98,86

HASIL

Analisis Distribusi dan Uji Kecocokan

Distribusi Gumbel, Normal, Log Normal dan Log Pearson III dilakukan untuk membandingkan hasil analisis yang paling sesuai berdasarkan selisih terkecil (Muhammad et al., 2021). Setelah melakukan analisis distribusi, langkah berikutnya adalah melakukan uji kecocokan dengan menggunakan dua metode (Smirnov-Kolmogorov dan Chi Kuadrat). Analisis distribusi dan uji kecocokan dijalankan menggunakan perangkat lunak Aprob. Hasil dari Aprob dapat dilihat pada Gambar 3. Hasil *running* tersebut diperoleh Distribusi Log Pearson III yang paling kecil selisih maksimumnya. Hasil dari distribusi tersebut digunakan untuk menghitung hujan rencana, Hasil perhitungannya ditampilkan pada Tabel 2.

```

Statistika data
--> jumlah data      : 10
--> minimum          : 4e+01
--> maximum           : 1e+02
--> rata-rata         : 70.418000
--> simpangan baku    : 24.003921
--> kurtosis          : 2.004517
--> excess kurtosis   : -0.995483
--> skewness          : 0.229412

Statistika logaritma data
--> jumlah data      : 10
--> minimum          : 1.581039
--> maximum           : 2.039771
--> rata-rata         : 1.823590
--> simpangan baku    : 0.155315
--> kurtosis          : 2.024480
--> excess kurtosis   : -0.975520
--> skewness          : -0.279032

Uji kecocokan terhadap sebaran data teoretis, alpha = 0.10 (tingkat keyakinan 1-\alpha) = 0.90
      Gumbel      Log Normal      Log Pearson III      Normal
Smirnov-Kolmogorov      lulus      lulus      lulus      lulus
Selisih maksimum      0.122      0.102      0.092      0.099
Chi-kuadrat      lulus      lulus      lulus      lulus
Chi-2 maksimum      2.600      2.600      2.600      1.200

Estimasi besaran menurut berbagai nilai kala ulang [tahun]
Kala ulang      Gumbel      Log Normal      Log Pearson III      Normal
      2      66      67      68      70
      5      88      90      90      91
     10     102     105     104     101
     20     115     120     116     110
     50     133     139     132     120
    100     146     153     142     126
    200     159     167     152     132
    500     176     186     166     140
   1000     189     201     175     145
    
```

Gambar 3. Hasil analisis distribusi dan uji kecocokan menggunakan *software* Aprob.

Tabel 2. Hasil perhitungan hujan rencana menggunakan metode Mononobe

Jam ke	T (Menit)	T (Jam)	Periode ulang					
			2	5	10	20	50	100
0	0	0	0	0	0	0	0	0
	10	0,167	77,84	103,02	119,05	132,79	151,10	162,55
	20	0,333	49,04	64,90	75,00	83,65	95,19	102,40
	30	0,500	37,42	49,53	57,23	63,84	72,64	78,15
	40	0,667	30,89	40,89	47,25	52,70	59,96	64,51
	50	0,833	26,62	35,23	40,71	45,41	51,68	55,59
1	55	0,917	24,98	33,06	38,21	42,62	48,49	52,17
	60	1	23,57	31,20	36,05	40,21	45,76	49,23
	70	1,167	21,27	28,15	32,53	36,29	41,29	44,42
	80	1,333	19,46	25,76	29,76	33,20	37,78	40,64
	90	1,5	17,99	23,81	27,51	30,69	34,92	37,57
	100	1,7	16,77	22,20	25,65	28,61	32,55	35,02
2	110	1,8	15,74	20,83	24,07	26,85	30,55	32,86
	120	2	14,85	19,66	22,71	25,33	28,83	31,01
	130	2	14,08	18,63	21,53	24,02	27,33	29,40
	140	2	13,40	17,74	20,49	22,86	26,01	27,98
	150	2,5	12,80	16,94	19,57	21,83	24,84	26,73
	160	2,7	12,26	16,23	18,75	20,91	23,80	25,60
3	170	2,8	11,77	15,58	18,01	20,08	22,85	24,59
	180	3	11,33	15,00	17,33	19,33	22,00	23,67
	190	3	10,93	14,47	16,72	18,65	21,22	22,83
	200	3	10,56	13,98	16,16	18,02	20,51	22,06
	210	3,5	10,23	13,54	15,64	17,45	19,85	21,36
	220	3,7	9,91	13,12	15,16	16,91	19,25	20,70
4	230	3,8	9,62	12,74	14,72	16,42	18,68	20,10
	240	4	9,36	12,38	14,31	15,96	18,16	19,54

Debit Banjir Rencana

Dalam penelitian ini digunakan luas DAS sebesar 40,5 km² dan koefisien limpasan sebesar 0,70. (Triatmodjo, 2008). Debit banjir rencana dihitung menggunakan metode rasional dengan persamaan: $Q = 0,278.C.I.A$, dengan Q adalah debit banjir rencana (m³/s), C adalah koefisien limpasan, I adalah intensitas hujan (mm/jam), dan A adalah luas DAS (km²). Luas DAS pada sungai ini adalah 40,5 km², panjang sungai 9,5 km dan kemiringan sungainya 0,0014. Nilai C dipilih 0,7 karena digunakan untuk mewakili kondisi penggunaan lahan pada DAS Kendal yang terdiri atas kawasan

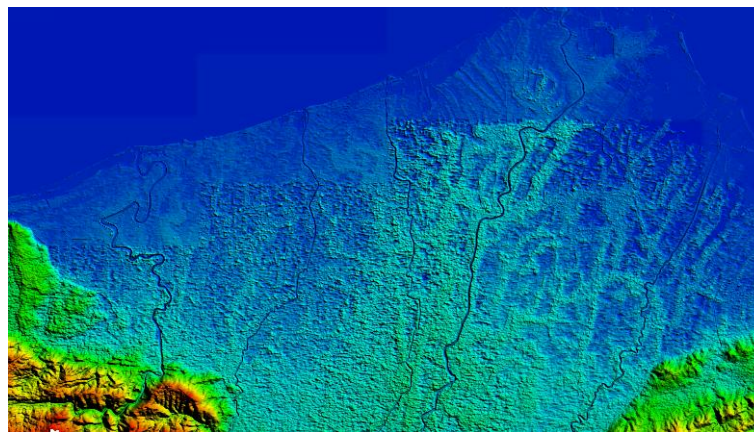
terbangun, permukiman, jalan, dan lahan dengan kemampuan infiltrasi relatif terbatas. Nilai tersebut digunakan secara tetap untuk seluruh kala ulang karena mewakili kondisi fisik DAS pada saat penelitian. Hasil dari perhitungan debit banjir rencana ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil perhitungan debit banjir rencana.

Periode Ulang	Luas DAS A (km ²)	Xt (mm)	Koef. Pengaliran (C)	Intensitas Hujan (mm/hari)	Debit Banjir (m ³ /s)
2 tahun	40,5	68	0,7	19,0028	149,766
5 tahun	40,5	90	0,7	25,1507	198,220
10 tahun	40,5	104	0,7	29,0631	229,055
20 tahun	40,5	116	0,7	32,4165	255,484
50 tahun	40,5	132	0,7	36,8877	290,723
100 tahun	40,5	142	0,7	39,6823	312,747

Analisis Hidrolika Sungai

Analisis dilakukan menggunakan kala ulang 20 tahun. Pemilihan batas ini didasarkan pada pertimbangan bahwa periode ulang 20 tahun dianggap mewakili kondisi banjir besar yang relatif sering terjadi. Data geometri sungai diperoleh dari Digital Elevation Model (DEM), yang berisi data ketinggian atau elevasi permukaan bumi. Pada penelitian ini digunakan DEM dengan resolusi 8m x 8m yang diterbitkan oleh Badan Informasi Geospasial pada tahun 2018. Data DEM resolusi 8 m × 8 m digunakan untuk membentuk geometri awal sungai. Data tersebut dapat menggambarkan kondisi topografi umum, tetapi memiliki keterbatasan dalam menunjukkan detail dasar sungai, elevasi tebing, dan bentuk penampang secara presisi. Oleh karena itu, hasil model digunakan sebagai evaluasi awal dan masih memerlukan verifikasi melalui survei penampang lapangan sebelum digunakan untuk desain teknis. Sebelum diolah di HEC-RAS, DEM terlebih dahulu diproses di QGIS. Tahapan awal meliputi pengecekan dan penyesuaian sistem koordinat agar sesuai dengan standar nasional, misalnya menggunakan Projected Coordinate System UTM Zone 49S (WGS 84) yang sesuai dengan letak DAS Kendal. Penyesuaian ini sangat penting untuk memastikan posisi DEM, batas DAS, dan jalur sungai dengan akurat, sehingga tidak terjadi pergeseran posisi yang dapat mempengaruhi hasil analisis geometri dan kapasitas sungai. Hasil pengolahan data DEM disajikan seperti pada Gambar 4.

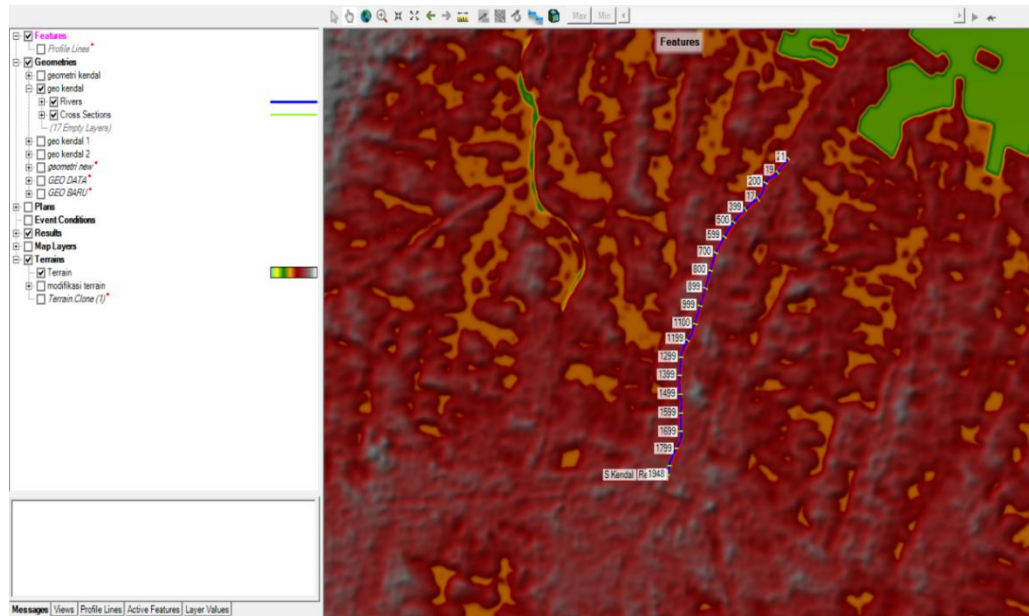


Gambar 4. Peta Digital Elevation Model (DEM). (Sumber: Badan Informasi Geospasial, 2018)

Analisis Penampang Sungai Eksisting

Analisis penampang sungai pada penelitian ini dilakukan menggunakan bantuan perangkat lunak HEC-RAS dengan metode 1 dimensi (1D) (Rizal, 2022). Tahapan awal yang dilakukan adalah menyusun data geometri sungai, yang meliputi penentuan alur sungai (sepanjang kurang lebih 2 km), batas tebing (*bank station*), serta penampang melintang (*cross section*) per jarak 100 meter. Pembuatan data geometri ini ditunjukkan pada Gambar 5. Tahap selanjutnya adalah menetapkan nilai koefisien Manning pada saluran. Berdasarkan asumsi bahwa kondisi permukaan sungai masih bersifat alami, digunakan nilai Manning sebesar 0,035. Setelah itu, data geometri sudah siap untuk diproses. Pemodelan hidrolika dilakukan menggunakan aliran tunak atau *steady flow* untuk debit banjir kala ulang 2, 5, 10, dan 20 tahun. Kondisi batas hulu berupa debit banjir rencana, sedangkan kondisi batas hilir menggunakan *normal depth* berdasarkan kemiringan dasar sungai. Pengaruh pasang air laut atau rob belum dimasukkan secara langsung karena keterbatasan data pasang surut. Oleh karena itu, hasil simulasi terutama menggambarkan kapasitas sungai akibat aliran dari bagian hulu. Proses input data aliran ini ditunjukkan pada Gambar 6. Gambar hasil analisis penampang memanjang sungai kondisi eksisting ditampilkan pada Gambar 7. Gambar hasil analisis penampang melintang sungai

kondisi eksisting ditampilkan pada Tabel 4. Hasil analisis dari HEC-RAS tersebut menampilkan bahwa dengan debit banjir kala ulang 20 tahun penampang sungai eksisting meluap. Gambar geometri dari hasil analisis ditampilkan pada Gambar 8.



Gambar 5. Input Data Geometri Sungai.

Steady Flow Data - STEADY 1

File Options Help

Description : [] [Apply Data]

Enter/Edit Number of Profiles (32000 max): 4 [Reach Boundary Conditions ...]

Locations of Flow Data Changes

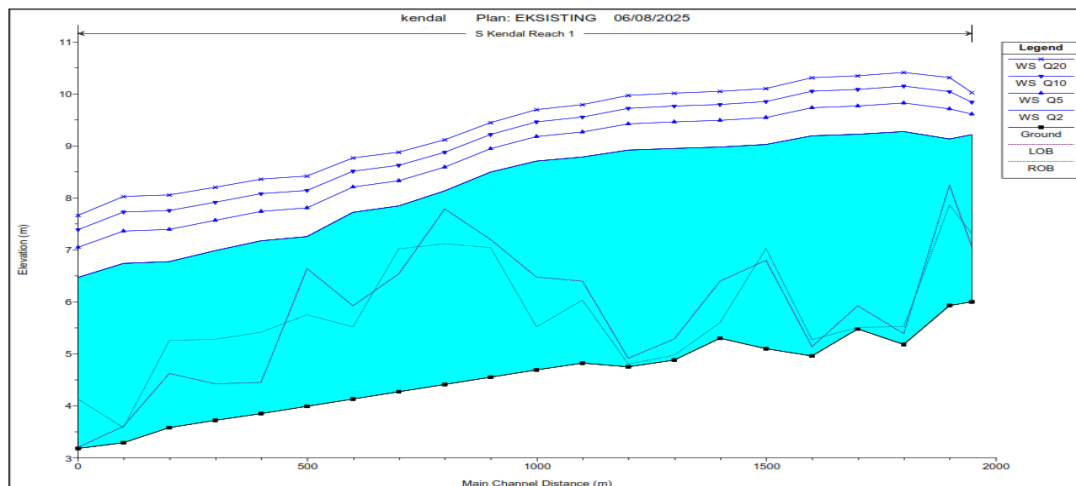
River: S Kendal [Add Multiple...]

Reach: Reach 1 River Sta.: 1948 [Add A Flow Change Location]

Flow Change Location			Profile Names and Flow Rates			
River	Reach	RS	Q2	Q5	Q10	Q20
1 S Kendal	Reach 1	1948	149.7665	198.2204	229.0547	255.484

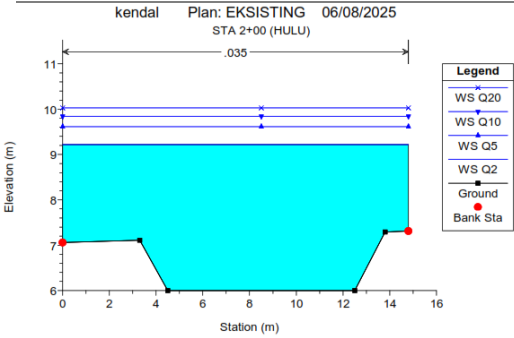
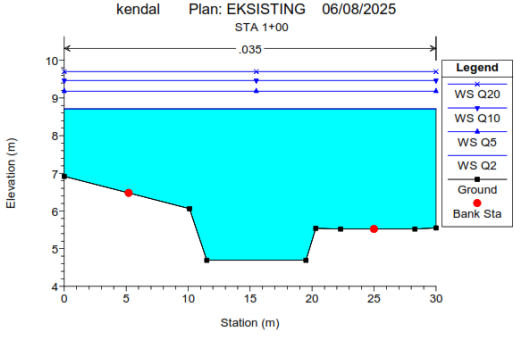
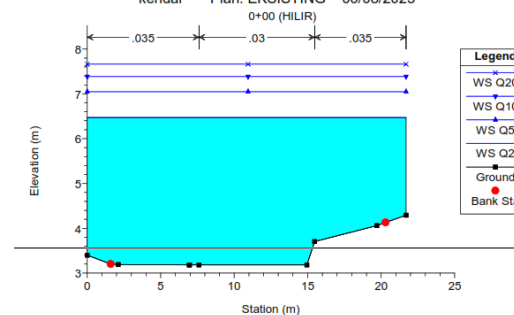
Enter to edit the boundary conditions

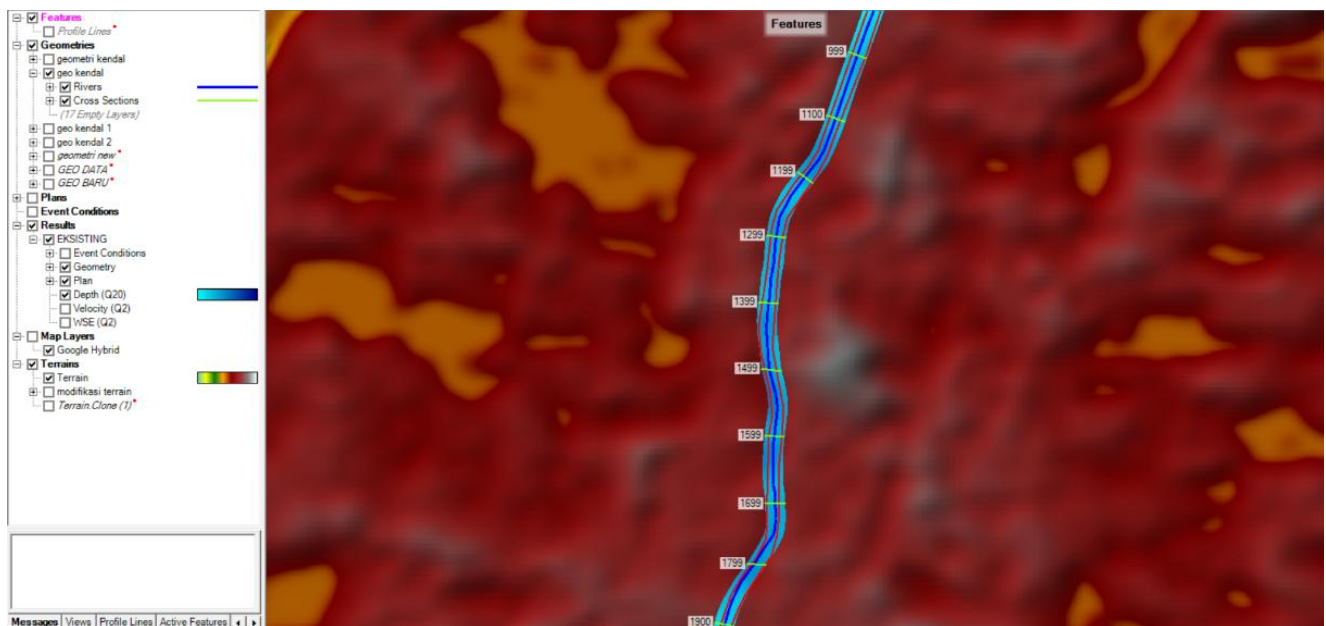
Gambar 6. Input aliran steady.



Gambar 7. Hasil analisis penampang memanjang sungai Kendal kondisi eksisting.

Tabel 4. Penampang eksisting Sungai Kendal pada beberapa STA.

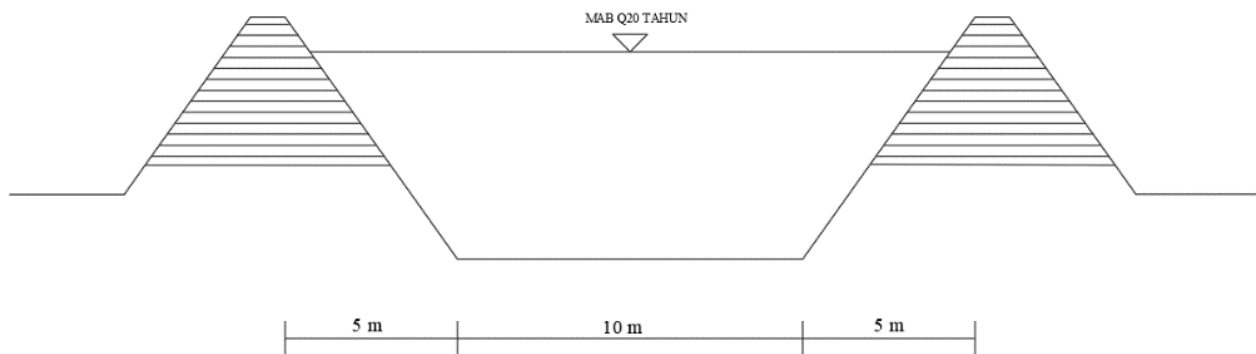
Gambar	Keterangan
	STA 2+00 (Hulu): Penampang sungai lebih sempit dengan elevasi dasar sungai 6 m. Muka air banjir rencana (Q2–Q20) melampaui tebing sungai (± 4 m), menunjukkan potensi luapan yang signifikan.
	STA 1+00 (Tengah): Penampang di bagian tengah DAS dengan lebar ± 10 m dan dasar sungai pada elevasi 5 m. Seluruh muka air banjir rencana berada di atas tebing sungai (± 5 m), sehingga kondisi eksisting juga tidak mampu menampung debit rencana.
	STA 0+00 (Hilir): Penampang eksisting Sungai Kendal di hilir menunjukkan elevasi dasar ± 3 m. Hasil simulasi HEC-RAS memperlihatkan bahwa muka air banjir rencana (Q2, Q5, Q10, dan Q20) berada di atas elevasi tebing ($\pm 4,5$ m). Hal ini menandakan kapasitas sungai tidak mencukupi dan aliran berpotensi meluap ke wilayah sekitar.



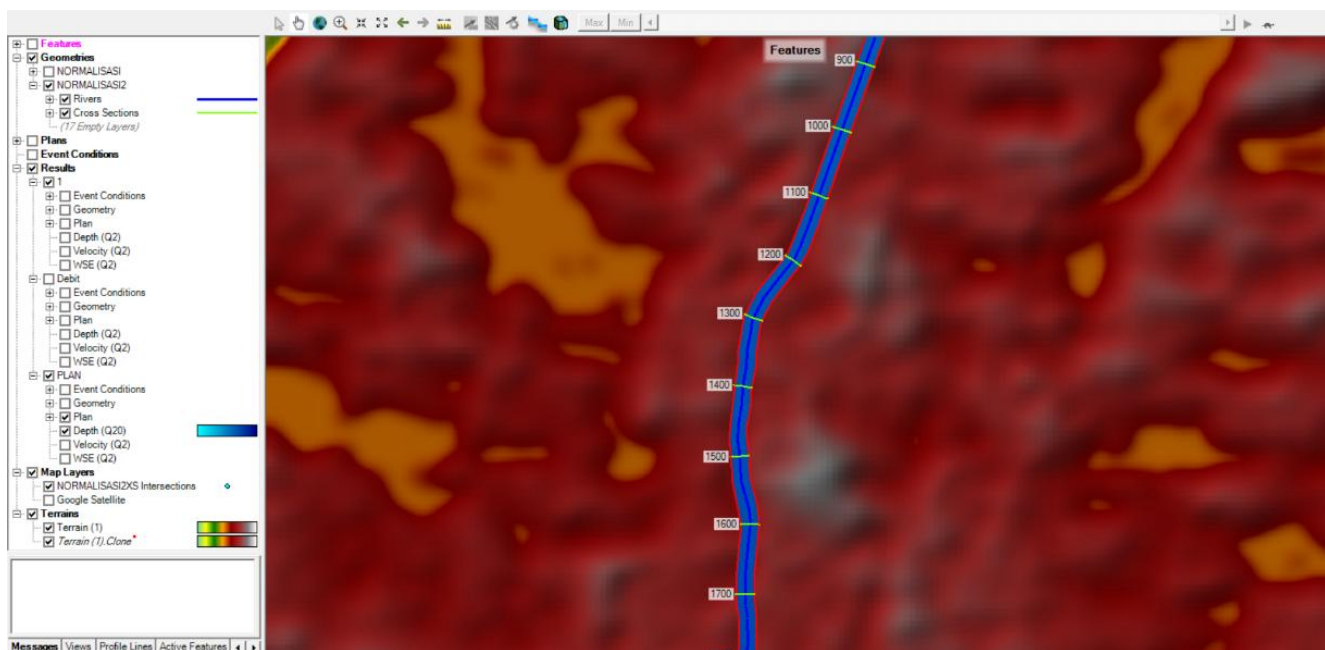
Gambar 8. Kondisi Sungai pada Debit Kala Ulang 20 Tahun.

Desain Penampang Sungai Rencana

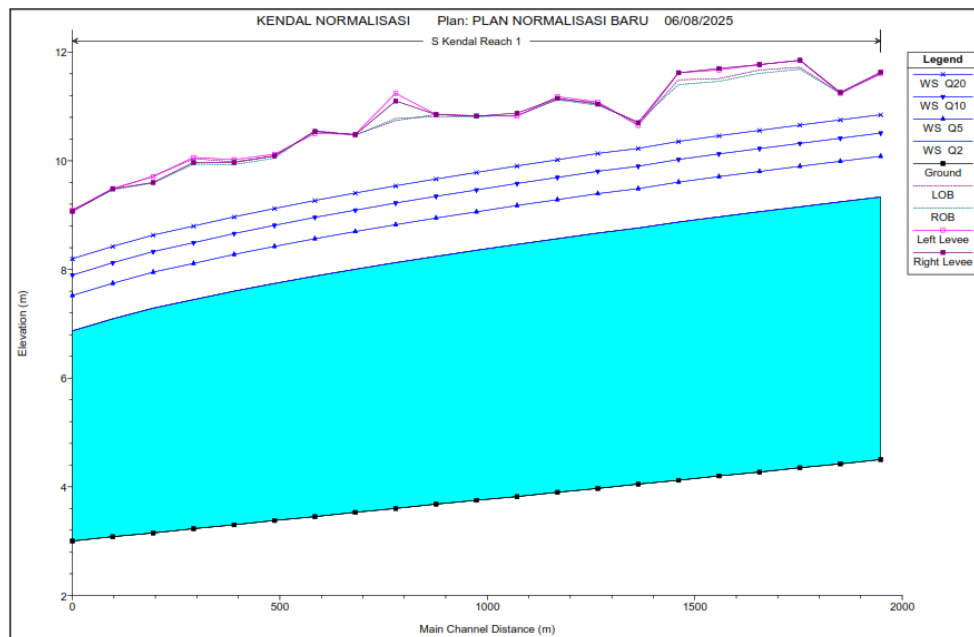
Hasil analisis penampang eksisting menunjukkan bahwa seluruh profil penampang melintang mengalami limpasan. Oleh karena itu, diperlukan analisis desain penampang sungai yang mampu mengalirkan debit banjir rencana secara optimal. Desain penampang sungai direncanakan berbentuk trapesium. Lebar bagian atas sungai pada desain baru adalah 20 meter, lebih lebar dibandingkan kondisi eksisting yang rata-rata hanya 10 meter. Lebar dasar sungai direncanakan 10 meter, meningkat dari lebar eksisting sebesar 8 meter. Kedalaman saluran rata-rata 6 meter, dengan kemiringan dasar sebesar 0,002. Desain penampang sungai ditampilkan pada Gambar 9. Nilai koefisien manning yang digunakan adalah 0,030 yang menunjukkan kondisi permukaan saluran lebih halus dibandingkan sungai pada kondisi eksisting. Selain itu, dilakukan pula desain peninggian tanggul di kedua sisi sungai dengan elevasi rata-rata mencapai 7 meter, karena terdapat jarak antara permukaan air banjir tertinggi dengan puncak tanggul atau saluran (*freeboard*). Nilai *freeboard* umumnya 0,5-1 m untuk sungai biasa. *Freeboard* digunakan untuk mengantisipasi ketidakpastian perhitungan debit, serta kemungkinan peningkatan muka air akibat penyumbatan atau perubahan kondisi sungai sehingga mampu menahan debit banjir rencana tanpa menimbulkan limpasan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10. Hasil yang ditunjukkan pada Gambar 11 dan Tabel 5 menjelaskan bahwa desain penampang melintang pada hulu, tengah dan hilir mampu menampung semua debit banjir rencana. Dimensi penampang dan tanggul yang diusulkan dalam penelitian ini merupakan alternatif konseptual berdasarkan hasil simulasi HEC-RAS. Alternatif tersebut belum dapat digunakan sebagai desain teknis final sebelum dilakukan survei topografi lapangan, analisis stabilitas tanggul dan lereng, pemeriksaan potensi erosi, pengaruh pasang laut, kebutuhan lahan, serta kajian teknis dan ekonomi lebih lanjut.



Gambar 9. Desain penampang melintang sungai.



Gambar 10. Kondisi sungai setelah normalisasi dan dibangun tanggul.



Gambar 11. Hasil analisis desain penampang memanjang sungai.

Tabel 5. Penampang Sungai Kendal setelah normalisasi.

Gambar	Keterangan
	STA 2+00 (Hulu): Desain penampang hasil normalisasi memperlihatkan pelebaran sungai dengan lebar dasar sekitar 10 m dan lebar atas ± 20 m. Ditambahkan tanggul (<i>levee</i>) di sisi kiri dan kanan. Hasil simulasi menunjukkan muka air Q2, Q5, Q10, dan Q20 seluruhnya berada di bawah elevasi tanggul.
	STA 1+00 (Tengah): Penampang sungai setelah normalisasi memiliki dasar ± 10 m dan lebar atas ± 20 m, dilengkapi tanggul dengan elevasi puncak ± 7 m. Garis muka air banjir rencana (Q2–Q20) masih berada di bawah elevasi tanggul, sehingga kapasitas sungai mencukupi untuk menampung debit banjir rencana.
	STA 0+00 (Hilir): Kondisi hilir sungai setelah normalisasi memiliki dasar selebar ± 10 m dan lebar atas ± 20 m, dengan tanggul setinggi ± 7 m. Elevasi muka air untuk Q2, Q5, Q10, dan Q20 berada di bawah puncak tanggul, sehingga aliran dapat tertampung dengan aman tanpa menimbulkan luapan.

Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis hidrologi dengan metode rasional, debit banjir rencana Sungai Kendal pada periode ulang 2, 5, 10, dan 20 tahun masing-masing diperoleh sebesar 149,766 m³/s, 198,220 m³/s, 229,055 m³/s, dan 255,484 m³/s. Nilai debit tersebut kemudian dipakai sebagai data masukan dalam pemodelan hidraulika menggunakan perangkat lunak HEC-RAS untuk mengetahui kemampuan penampang eksisting sungai dalam menyalurkan aliran banjir. Hasil

simulasi menunjukkan bahwa pada semua segmen, kapasitas penampang sungai masih lebih rendah dibandingkan debit banjir rencana.

Keterbatasan kapasitas ini dipengaruhi oleh beberapa faktor utama. Sedimentasi yang cukup tinggi menyebabkan penyempitan dan pendangkalan alur sungai, sedangkan lebar penampang yang tidak seragam menciptakan titik-titik penyempitan yang menghambat laju aliran. Selain itu, kemiringan dasar sungai yang relatif landai pada beberapa bagian juga memperlambat aliran sehingga muka air cenderung meningkat lebih cepat saat debit besar masuk. Faktor-faktor tersebut sangat berpengaruh terhadap kemampuan sungai menampung debit puncak, sehingga pada kondisi debit banjir rencana periode ulang 20 tahun, risiko limpasan air ke wilayah sekitar menjadi besar. Maka langkah yang dapat diambil adalah melakukan pelebaran sungai dan pembangunan tanggul.

Pelebaran pada sungai memerlukan pengosongan lahan, namun kondisi di lapangan menunjukkan bahwa tidak ada batas antar sungai dengan permukiman penduduk. Dalam Permen PUPR Republik Indonesia Nomor 28/PRT/M/2015 disebutkan bahwa garis sempadan sungai tidak memiliki tanggul di dalam kawasan perkotaan sebagaimana dimaksud dalam pasal 4 ayat (2) huruf a, ditentukan minimal berjarak 10 (sepuluh) meter dari tepi kiri dan kanan palung sungai sepanjang alur sungai, dalam hal kedalaman sungai kurang dari atau sama dengan 3 (tiga) meter. Berdasarkan hasil simulasi HEC-RAS, alternatif penampang yang diusulkan mampu meningkatkan kapasitas aliran pada skenario debit yang dianalisis. Namun, penerapannya masih memerlukan verifikasi terhadap ketentuan sempadan sungai, kondisi lahan, stabilitas tanggul, dan kondisi lingkungan sebelum digunakan sebagai desain teknis.

SIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh setelah merumuskan masalah dan melakukan analisis: debit banjir rencana Sungai Kendal yang dihitung dengan metode rasional pada periode ulang 2, 5, 10, dan 20 tahun masing-masing diperoleh sebesar 149,766 m³/s, 198,220 m³/s, 229,055 m³/s, dan 255,484 m³/s. Hasil pemodelan hidraulika dengan HEC-RAS menunjukkan bahwa penampang Sungai Kendal pada kondisi eksisting belum mampu menampung debit banjir rencana dengan periode ulang tertentu. Pada debit terbesar dengan kala ulang 20 tahun, elevasi muka air tercatat 4,03 meter di bagian hulu dan 4,49 meter di bagian hilir, sedangkan elevasi tebing sungai hanya berkisar antara 1-2 m. Oleh karena itu, diperlukan analisis lanjutan untuk merancang penampang sungai yang sesuai dengan kapasitas debit banjir rencana. Hasil analisis menunjukkan bahwa kapasitas Sungai Kendal saat ini belum memadai untuk mengendalikan debit banjir rencana pada kala ulang 20 tahun. Oleh karena itu, diperlukan upaya perbaikan berupa normalisasi sungai. Alternatif normalisasi berupa penampang trapesium dengan lebar dasar sekitar 10 meter, lebar atas sekitar 20 meter, dan kedalaman sekitar 6 meter menunjukkan peningkatan kapasitas berdasarkan hasil simulasi HEC-RAS. Pada skenario tersebut, muka air banjir rencana berada di bawah elevasi puncak tanggul. Namun, alternatif ini masih bersifat konseptual dan memerlukan verifikasi lebih lanjut melalui survei topografi, analisis stabilitas tanggul, evaluasi erosi, pemeriksaan pengaruh pasang laut, dan kajian teknis sebelum digunakan sebagai desain final.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Informasi Geospasial. Peta Digital Elevation Model. (2018).
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Kendal. Data Jumlah Penduduk. (2025).
- Chalid, A., Suhirna., U., Siregar, C.A. (2022). Analisis Pengaruh Erosi Lahan Pada Daerah Aliran Sungai Ciujung Kabupaten Lebak. *Jurnal Talenta Sipil*. (5) 1. 144-152.
- Fatmala, I. K., Pratiwi, C. I. B., Setiyono, K. A., Merlina, M., Dewantara, E. J., Fauziyyah, L., Rais, M. L., & Hizbaron, D. R. (2023). Analisis Jasa Ekosistem Pencegahan dan Penanggulangan Bencana Banjir di DAS Blukar Kabupaten Kendal. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 21(4), 965–973.
- Muhammad, N.F., Darsono, S., Suharyanto, Supriyanto, A. (2021) Analisis Reduksi Debit Banjir di Dalam DAS Pucang Gading. *Rang Teknik Journal*. (4) 2. 220-228.
- Muhammad, N.F., Hapsari R.N.A., Suseno, D.P. (2023) Analisis Perbandingan Kalibrasi Curah Hujan Jam-jaman Menggunakan Stasiun Hujan Hulu dan Hilir. *Rang Teknik Journal*. (6) 1. 1-10.
- Muhammad, N.F., Nugroho B.J. (2024) Analisis Drainase pada Lahan yang Mengalami Perubahan Fungsi (Studi Kasus di Kawasan Kampus Politeknik PU). *Rang Teknik Journal*. (7) 1. 64-73.
- Nugroho, H. N., & Rahayu, S. (2019). Kajian Kerawanan dan Kerentanan Banjir di Kecamatan Kota Kendal Kabupaten Kendal. *Jurnal Teknik Perencanaan Wilayah Dan Kota*, 8(2), 49–58.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 28. (2015). Penetapan Garis Sempadan Sungai dan Garis Sempadan Danau
- PUSDATARU Bodri Kuto. (2025a). Data curah hujan harian tahun 2015–2024.
- PUSDATARU Bodri Kuto. (2025b). Peta Daerah Aliran Sungai Kendal.
- RMOL Jawa Tengah. (2024, 9 Februari). Hujan deras 2 hari, 11 kelurahan di Kabupaten Kendal terendam banjir. RMOL Jawa Tengah. <https://www.rmoljawatengah.id/hujan-deras-2-hari-11-kelurahan-di-kabupaten-kendal-terendam-banjir>.

- Rizal, N.S., (2022). Aplikasi HEC-RAS Versi 6.1 Untuk Rekayasa Bangunan Air (Issue February 2022).
- Skriptianata, P.P.P., Muhammad, N.F. (2025). Penilaian Kinerja Dan Angka Kebutuhan Nyata Operasi & Pemeliharaan (AKNOP) Sungai Pecangaan di Kabupaten Jepara. Jurnal Talenta Sipil. (8) 2. 929-935.
- Triatmodjo, B. (2008). Hidrologi Terapan. Yogyakarta: Beta Offset.
- Wirasembada, Y.C., Setiawan, B.I., Saptomo, S.K., (2017). Penerapan Zero Runoff System (ZROS) dan Efektivitas Penurunan Limpasan Permukaan pada Lahan Miring di DAS Cidanau, Banten. Media Komunikasi Teknik Sipil. (23) 2. 102-112.