

PENGENDALIAN BANJIR DI DESA JATI WETAN KECAMATAN JATI KABUPATEN KUDUS

Deria Fitri Kusuma Wardani¹, S. Kamilia Aziz^{2,*}, dan Bagas Yoga Pratama³

^{1,2,3}Departemen Teknik Infrastruktur Sipil, Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
Jl. Raya Menur No.127, Manyar Sabrangan, Kec. Mulyorejo, Surabaya, Jawa Timur 60282

E-mail: deriaafitri12@gmail.com¹, kamiliaharis@email.com^{2,*}, bagasyogap@its.ac.id³

(Artikel dikirim: 8 Agustus 2025, Direvisi: 13 Desember 2025, Diterima: 30 April 2026)

DOI: <http://dx.doi.org/10.30742/axial.v14i1.4785>

ABSTRAK: Banjir di Desa Jati Wetan, Kecamatan Jati, Kabupaten Kudus disebabkan oleh keterbatasan kapasitas sistem drainase dalam menampung limpasan air hujan, yang diperparah oleh sedimentasi, topografi datar, serta perubahan tata guna lahan yang menurunkan kemampuan infiltrasi. Meskipun telah dilengkapi kolam retensi dan sistem pompa, genangan masih terjadi akibat ketidakseimbangan antara debit limpasan dan kapasitas saluran, serta pengaruh kondisi hilir Sungai Wulan yang sering mencapai kapasitas penuh. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sistem drainase eksisting serta merumuskan strategi pengendalian banjir melalui redimensi saluran dan optimasi operasi kolam retensi. Analisis hidrologi dilakukan untuk menentukan debit banjir rencana berdasarkan data curah hujan periode 2011–2022, sedangkan analisis hidraulika menggunakan HEC-RAS 2D untuk mensimulasikan kapasitas saluran dan distribusi genangan. Hasil analisis menunjukkan bahwa debit banjir rencana kala ulang 10 tahun berkisar antara 1,287–14,884 m³/s. Evaluasi kapasitas saluran menunjukkan beberapa segmen tidak mampu mengalirkan debit tersebut sehingga diperlukan redimensi penampang. Hasil simulasi menunjukkan bahwa penerapan redimensi saluran yang terintegrasi dengan kolam retensi dan sistem pompa mampu mereduksi luas genangan sebesar 30,07%. Temuan ini menegaskan bahwa kombinasi redimensi saluran dan pengelolaan operasional kolam retensi berbasis kondisi muka air efektif dalam meningkatkan kinerja drainase dan mengurangi risiko banjir.

KATA KUNCI: *Pengendalian Banjir, Drainase Perkotaan, Normalisasi, Kolam Retensi, HEC-RAS 2D.*

ABSTRACT: *Flooding in Jati Wetan Village, Jati District, Kudus Regency is caused by the limited capacity of the drainage system to accommodate rainwater runoff, which is exacerbated by sedimentation, flat topography, and changes in land use that reduce infiltration capacity. Although equipped with retention ponds and pumping systems, inundation still occurs due to an imbalance between runoff discharge and channel capacity, as well as the influence of downstream conditions of the Wulan River which often reaches full capacity. This study aims to evaluate the performance of the existing drainage system and formulate a flood control strategy through channel redimensioning and optimization of retention pond operations. Hydrological analysis was conducted to determine the planned flood discharge based on rainfall data for the period 2011–2022, while hydraulic analysis used HEC-RAS 2D to simulate channel capacity and inundation distribution. The analysis results show that the planned flood discharge with a 10-year return period ranges from 1,287–14,884 m³/s. Evaluation of channel capacity shows that several segments are unable to drain the discharge, so cross-section redimensioning is required. Simulation results show that the implementation of channel re-dimensioning integrated with retention ponds and a pumping system can reduce the inundation area by 30.07%. This finding confirms that the combination of channel re-dimensioning and water level-based retention pond operational management is effective in improving drainage performance and reducing flood risk.*

KEYWORDS: *Flood Control, Urban Drainage, Normalization, Retention Ponds, HEC-RAS 2D*

1. PENDAHULUAN

Kabupaten Kudus merupakan wilayah dataran rendah dengan topografi relatif landai sehingga rentan terhadap banjir, khususnya pada kawasan perkotaan dan permukiman padat. Kecamatan Jati, terutama Desa Jati Wetan, sering mengalami genangan akibat keterbatasan kapasitas drainase, sedimentasi, serta perubahan tata guna lahan yang mengurangi daerah resapan. Kondisi topografi datar menyebabkan aliran air bergerak lambat sehingga limpasan hujan mudah tertahan pada saluran. Pada beberapa kejadian, tinggi genangan di Kecamatan

Jati mencapai sekitar 0,3–1,0 m dengan durasi beberapa jam hingga lebih dari satu hari.

Banjir perkotaan dipengaruhi oleh curah hujan tinggi, kapasitas drainase yang terbatas, sedimentasi, dan meningkatnya kawasan terbangun. Menurut Ko-doatie (2010), banjir dipicu oleh faktor hidrologi, degradasi lingkungan, dan keterbatasan infrastruktur drainase. Kusumo dan Kurnia (2009) menyebutkan bahwa Kecamatan Jati memiliki kerentanan banjir tinggi akibat elevasi rendah dan kapasitas saluran yang belum memadai, dengan tinggi genangan mencapai 0,5–1,5 m.

PENGENDALIAN BANJIR DI DESA JATI WETAN, KECAMATAN JATI KABUPATEN KUDUS

(Deria Fitri Kusuma Wardani, S. Kamilia Aziz, Bagas Yoga Pratama)

Berbagai penelitian menunjukkan pentingnya evaluasi kapasitas drainase melalui pendekatan hidrologi dan hidraulika. Bandaso dan Soebagio (2024) menunjukkan bahwa banjir terjadi akibat ketidakseimbangan antara debit limpasan dan kapasitas saluran. Aziz (2011) menegaskan bahwa pengaruh hilir dan backwater dapat memperburuk genangan. Aziz dkk. (2018) juga menunjukkan bahwa integrasi drainase dengan tampungan mampu mengurangi limpasan menuju saluran utama.

Pendekatan pengendalian banjir tidak hanya melalui normalisasi saluran, tetapi juga pemanfaatan tampungan dan infrastruktur pendukung. Indriyani dkk. (2019) menunjukkan bahwa fasilitas boezem, pompa, dan pintu air pada sistem drainase mampu mengurangi genangan. Setiawan dkk. (2025) menambahkan bahwa sistem multi boezem efektif mengendalikan limpasan pada kawasan industri melalui pembagian zona tampungan. Selain itu, konsep *eco-drainage*, *Low Impact Development* (LID), dan pemanenan air hujan juga dinilai mampu mengurangi limpasan dan meningkatkan infiltrasi.

Penelitian Adila dkk. (2026) menunjukkan bahwa kapasitas sungai yang tidak memadai terhadap debit dari banyak anak sungai dapat menyebabkan luapan pada beberapa segmen aliran. Rahman dkk. (2023) juga menunjukkan bahwa genangan banjir dapat disebabkan karena kapasitas saluran yang terbatas. Kedua penelitian tersebut menegaskan pentingnya analisis hidrologi dan hidraulika dalam evaluasi sistem drainase.

Pemodelan hidraulika menggunakan HEC-RAS banyak digunakan untuk mengevaluasi kapasitas saluran dan profil muka air. Sejati dkk. (2022) menunjukkan bahwa HEC-RAS mampu mengidentifikasi lokasi yang berpotensi mengalami luapan melalui simulasi kondisi eksisting dan skenario penanganan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi kapasitas sistem drainase eksisting di Desa Jati Wetan melalui analisis hidrologi dan pemodelan HEC-RAS 2D. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kapasitas saluran drainase terhadap debit banjir rencana, menganalisis lokasi yang berpotensi mengalami genangan, serta merumuskan skenario normalisasi saluran dan optimasi kolam retensi guna mengurangi tinggi dan luas genangan banjir.

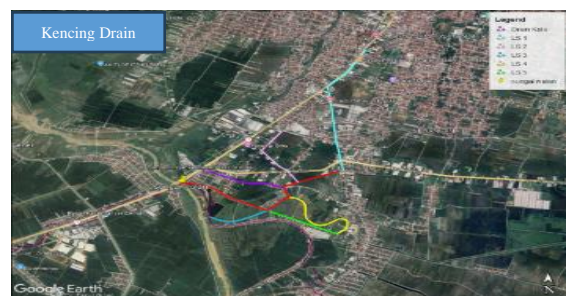
2. METODE

Penelitian ini disusun secara sistematis mengikuti tahapan perencanaan pengendalian banjir yang diawali dengan survei lapangan dan pengumpulan data hi-

drologi, topografi, serta jaringan drainase (Nurul Hidayat, 2021). Data yang diperoleh digunakan untuk analisis hidrologi dan hidraulika guna mengevaluasi kapasitas sistem drainase eksisting. Tahapan penelitian meliputi analisis curah hujan, penentuan debit rencana, evaluasi kapasitas saluran, pemodelan hidraulika, serta perencanaan pengendalian banjir melalui normalisasi saluran.

2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi studi berada di Desa Jati Wetan, Kecamatan Jati, Kabupaten Kudus, sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 1**. Secara geografis, Kabupaten Kudus terletak pada $7^{\circ}1'13''$ – $7^{\circ}22'57''$ Lintang Selatan dan $110^{\circ}45'30''$ – $110^{\circ}58'37''$ Bujur Timur. Kabupaten Kudus memiliki posisi strategis karena berada pada jalur penghubung Semarang–Surabaya serta Purwodadi–Jepara. Kondisi topografi yang relatif datar menyebabkan wilayah ini rentan terhadap genangan, terutama pada kawasan permukiman dengan sistem drainase yang terbatas.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Pada kondisi eksisting, sistem drainase Desa Jati Wetan telah dilengkapi dengan kolam retensi sebagai infrastruktur pengendali banjir. Kolam retensi berfungsi menampung limpasan air hujan dan aliran permukaan dari kawasan sekitar sebelum dialirkan ke Sungai Wulan. Inlet kolam retensi terhubung dengan saluran drainase utama, yaitu Kencing Drain, sedangkan outlet pembuangan diarahkan menuju Sungai Wulan. Untuk mengetahui kemampuan sistem tersebut, dilakukan evaluasi debit pada titik pertemuan outlet pembuangan dengan sungai, untuk melihat apakah ada potensi backwater atau tidak.

2.2 Analisa Hidrologi

Analisis hidrologi dilakukan untuk menentukan debit banjir rencana pada sistem drainase dan Sungai Wulan. Analisis curah hujan diawali dengan pengolahan data hujan maksimum tahunan untuk memperoleh hujan wilayah dan hujan rencana. Debit rencana drainase

dihitung menggunakan metode Rasional sesuai karakteristik catchment area di Desa Jati Wetan, sedangkan debit Sungai Wulan dihitung menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu. Data hujan yang digunakan meliputi curah hujan maksimum periode 2011–2022 dan data topografi wilayah studi. Penentuan batas DAS dilakukan berdasarkan peta topografi dan kontur untuk mengetahui luas daerah tangkapan (Ridwan & Sarjito, 2024). Curah hujan wilayah dihitung menggunakan metode rata-rata aritmatika (Triatmodjo, 2019).

Curah hujan rencana dihitung melalui analisis frekuensi dengan pengujian distribusi menggunakan metode Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov. Intensitas hujan dihitung berdasarkan hubungan intensitas–durasi–frekuensi (IDF) dan waktu konsentrasi. Hujan efektif diperoleh dengan mengurangi curah hujan total terhadap kehilangan akibat infiltrasi dan evaporasi (Soemarto, 1999).

Debit banjir rencana dihitung menggunakan metode Rasional dengan mempertimbangkan koefisien limpasan, intensitas hujan, dan luas daerah tangkapan, sebagaimana persamaan 1.

$$Q = \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A \dots \dots \dots (1)$$

dengan Q adalah debit banjir rencana (m³/det), C adalah koefisien limpasan, I adalah intensitas hujan (mm/jam), dan A adalah luas daerah tangkapan (km²).

Debit banjir hasil analisis hidrologi digunakan sebagai input pada pemodelan hidraulika HEC-RAS 2D untuk mengevaluasi kapasitas saluran eksisting, mengidentifikasi lokasi genangan, serta menganalisis efektivitas skenario normalisasi saluran dan optimasi kolam retensi.

2.3 Analisa Hidraulika

Analisis hidraulika dilakukan setelah debit banjir rencana diperoleh dari analisis hidrologi. Tahap awal dilakukan dengan menghitung kapasitas saluran eksisting (*fullbank capacity*) untuk mengetahui kemampuan penampang saluran dalam menampung debit rencana. Hasil evaluasi digunakan untuk menentukan apakah saluran masih mampu menampung aliran atau memerlukan penanganan lebih lanjut. Analisis dilakukan pada sistem drainase utama, kolam retensi, dan outlet menuju Sungai Wulan. Evaluasi dilakukan untuk mengetahui kapasitas saluran, pengaruh muka air hilir, serta kemampuan kolam retensi dalam menampung limpasan sementara sebelum dialirkan ke sungai.

Pemodelan hidraulika dilakukan menggunakan

HEC-RAS 2D pada sistem saluran dan sungai untuk mensimulasikan aliran, kecepatan, dan tinggi muka air. Model digunakan untuk mengevaluasi kapasitas saluran dalam menampung debit rencana serta mengidentifikasi lokasi yang berpotensi mengalami luapan (Chow, 1959). Evaluasi dilakukan dengan membandingkan kondisi eksisting dan skenario perbaikan berdasarkan perubahan tinggi muka air dan luas genangan.

Skenario penanganan banjir dilakukan melalui normalisasi saluran, peningkatan kapasitas tampungan, serta penerapan sistem semi-polder pada outlet yang mengalami genangan. Pada kondisi saluran outlet penuh, air dari kawasan tidak dapat mengalir keluar sehingga diperlukan peninggian tanggul, pemasangan pintu air, dan kolam retensi sebagai tampungan sementara. Air yang tertahan kemudian dipompa menuju saluran utama ketika elevasi muka air memungkinkan (Aziz dkk., 2018). Efektivitas penanganan dievaluasi berdasarkan penurunan luas genangan dan tinggi muka air pada kondisi rencana (Kurnianto & Aziz, 2017).

2.4 Perencanaan Pengendalian Banjir

Perencanaan pengendalian banjir dengan normalisasi merupakan upaya untuk meningkatkan kapasitas saluran atau sungai agar mampu mengalirkan debit air secara lebih efektif dan aman, terutama saat terjadi hujan deras atau banjir. Normalisasi dilakukan melalui pelebaran, pendalaman, pelurusan alur, serta perbaikan struktur fisik saluran seperti dinding saluran dan dasar aliran (Kodoatie, 2010). Proses perencanaannya diawali dengan survei kondisi eksisting untuk mengetahui bentuk penampang, kondisi sedimentasi, vegetasi liar, dan hambatan aliran lainnya. Selanjutnya dilakukan analisis hidrologi untuk menentukan debit rencana berdasarkan periode ulang tertentu, dan analisis hidraulika untuk menilai apakah kapasitas saluran yang ada mencukupi. Berdasarkan hasil analisis tersebut, ditentukan dimensi saluran baru yang lebih optimal dalam menampung debit banjir, termasuk desain teknis seperti kemiringan (Soemarto, 1999).

3. HASIL&PEMBAHASAN

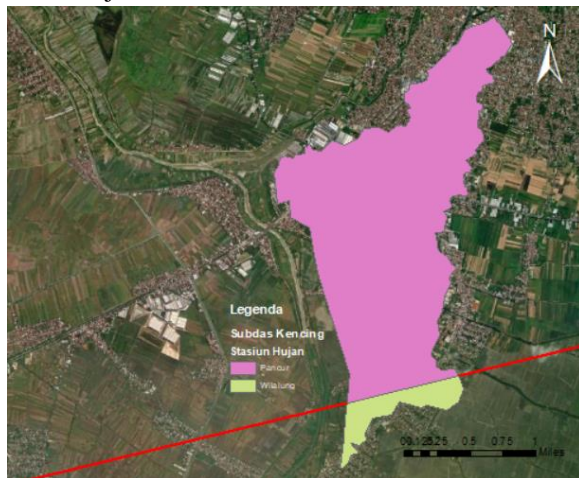
3.1 Analisa Hidrologi

Analisis hidrologi pada sistem Drain Kencing dilakukan menggunakan data curah hujan dari dua stasiun hujan yang berpengaruh, yaitu Stasiun Wilalung dan Stasiun Pancur. Perhitungan curah hujan wilayah dilakukan dengan metode rata-rata aritmatika berbobot, dengan tetap mempertimbangkan luas pengaruh masing-masing stasiun terhadap Daerah Aliran Sungai (DAS), sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 2**.

PENGENDALIAN BANJIR DI DESA JATI WETAN, KECAMATAN JATI KABUPATEN KUDUS

(Deria Fitri Kusuma Wardani, S. Kamilia Aziz, Bagas Yoga Pratama)

Metode ini serupa dengan metode poligon Thiessen, namun disederhanakan karena hanya melibatkan dua stasiun hujan.



Gambar 2. Peta Pengaruh stasiun Hujan DAS

Sumber : Hasil Analisis

Data curah hujan yang digunakan merupakan data maksimum tahunan selama 11 tahun, yaitu dari tahun 2011 hingga 2022. Selanjutnya, data tersebut dianalisis melalui beberapa tahapan pengujian, meliputi uji parameter statistik, uji Smirnov-Kolmogorov, dan uji Chi-Kuadrat untuk menentukan kesesuaian distribusi probabilitas.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa distribusi yang memenuhi seluruh kriteria adalah distribusi Log Pearson Tipe III, karena lolos uji parameter statistik, uji Smirnov-Kolmogorov, dan uji Chi-Kuadrat (Soemarto, 1999). Oleh karena itu, distribusi Log Pearson Tipe III digunakan dalam penentuan hujan rencana pada penelitian ini.

Perhitungan Debit Rencana Metode Rasional

Perhitungan debit banjir rencana dilakukan untuk menentukan besarnya debit yang ditimbulkan oleh curah hujan pada daerah studi. Dalam penelitian ini, debit limpasan dihitung menggunakan Metode Rasional karena metode tersebut sesuai untuk daerah tangkapan yang relatif kecil dengan distribusi curah hujan yang dianggap merata (BSN, 1991).

Perhitungan debit dilakukan pada masing-masing saluran drainase berdasarkan luas daerah tangkapan, koefisien limpasan, dan intensitas hujan hasil analisis hidrologi. Nama-nama saluran yang dianalisis ditunjukkan pada **Gambar 1**, sedangkan hasil perhitungan debit banjir rencana disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Perhitungan debit rencana metode Rasional

Nama Saluran	R2 =	R5 =	R10 =	R25 =
	124.73	154.4	173.55	173.55
	mm	mm	mm	mm
	Q2	Q5	Q10	Q25
	(m ³ /dt)	(m ³ /dt)	(m ³ /dt)	(m ³ /dt)
LS 1	10.70	13.243	14.884	16.926
LS 2	4.61	5.707	6.414	7.294
KOTA	2.99	3.703	4.162	4.733
DK 0	2.86	3.542	3.981	4.527
DK 1	0.79	0.982	1.104	1.255
DK 2	3.65	4.521	5.081	5.778
DK 3	1.81	2.247	2.525	2.872
DK 4	4.90	6.069	6.821	7.757
LS 3	1.34	1.653	1.858	2.113
LS 4	0.93	1.145	1.287	1.464
LS 5	2.30	2.842	3.194	3.632

Sumber: Hasil Perhitungan

3.2 Analisis Hidrolika Saluran

Analisis kapasitas tampung saluran (full bank capacity) merupakan kajian hidraulika yang bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan saluran dalam menampung debit banjir rencana periode ulang 10 tahun (Chow, 1959). Perhitungan dilakukan dengan mempertimbangkan dimensi penampang basah, kemiringan dasar saluran, koefisien kekasaran, serta karakteristik aliran, sehingga dapat diketahui kapasitas maksimum saluran dalam mengalirkan debit (Chow, 1959). Analisis ini menjadi dasar dalam mengevaluasi kinerja sistem drainase guna memastikan saluran tetap berfungsi optimal dalam mengalirkan limpasan, khususnya saat hujan dengan intensitas tinggi, serta untuk mengurangi potensi genangan dan banjir di wilayah sekitar. Hasil perhitungan kapasitas saluran kemudian dibandingkan dengan debit banjir rencana (Q10) yang melewati masing-masing saluran. Perbandingan antara kapasitas saluran dan debit rencana disajikan pada **Tabel 2**. Berdasarkan hasil analisis, diketahui bahwa beberapa saluran tidak mampu mengalirkan debit rencana, sehingga diperlukan upaya peningkatan kapasitas melalui pelebaran maupun normalisasi saluran.

Tabel 2. Hasil Analisis *Full Bank Capacity*

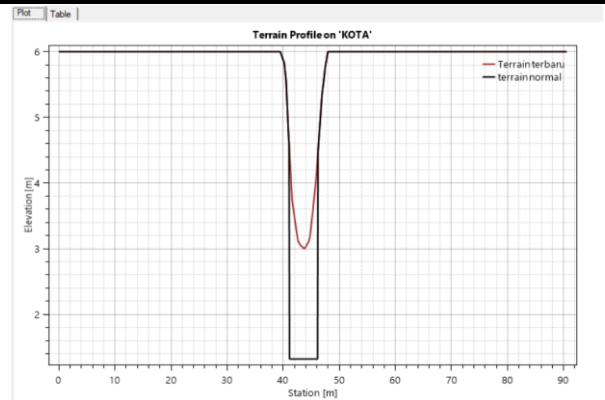
Nama Saluran	Qhidrologi (m ³ /s)	Qs (m ³ /s)	Qh-Qs (m ³ /s)	Kesimpulan
LS 1	14.88	1.31	-13.57	MELUAP
LS 2	6.41	0.5	-5.92	MELUAP
KOTA	4.16	0.95	-3.21	MELUAP

axial, Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi Vol. 14, No.1, April 2026, Hal. 095-102

DK 0	3.98	20.8	16.82	AMAN
DK 1	1.1	31.61	30.51	AMAN
DK 2	5.08	35.45	30.37	AMAN
DK 3	2.53	39.39	36.86	AMAN
DK 4	6.82	46.49	39.67	AMAN
LS 3	1.86	0	-1.86	MELUAP
LS 4	1.29	1.15	-0.14	MELUAP
LS 5	3.19	15.06	11.87	AMAN

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil analisis yang disajikan pada **Tabel 2**, diperlukan peningkatan kapasitas saluran agar mampu mengalirkan debit rencana yang terjadi. Upaya pengendalian dilakukan melalui perbaikan dimensi saluran, yang direncanakan sebagaimana ditunjukkan pada **Tabel 3**. Salah satu contoh penampang melintang saluran rencana disajikan pada **Gambar 6**.



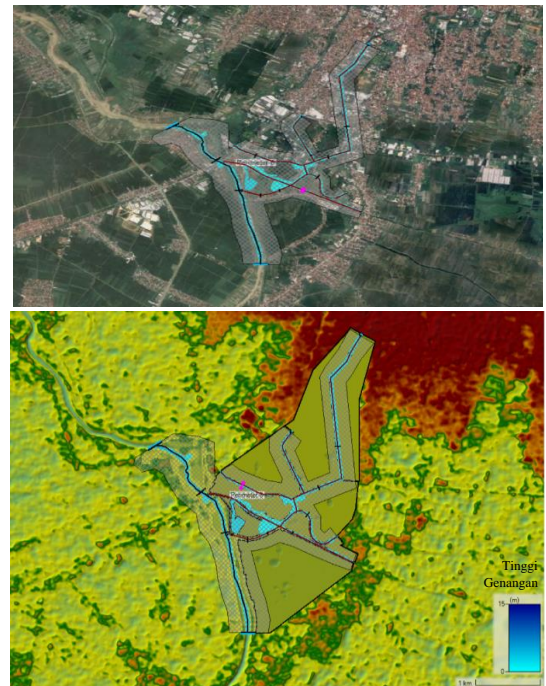
Gambar 3. Potongan melintang rencana saluran kota
Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 3. Rencana Peningkatan Saluran

Nama Saluran	h (m)	b (m)	A (m ²)	Is	n	m	A (m ²)	P (m)	R (m)	V (m/s)	Qs (m ³ /s)	Qhidrologi (m ³ /s)	Cek Q _n - Q _s	Kesimpulan	Bentuk Penampang
LS 1	3	7	13	0.008	0.05	1	30	25	1.2	2	59.96	14.88	-45.08	AMAN	Trapesium
LS 2	5	5		0.005	0.05		25	15	1.67	1.92	47.92	6.41	-41.5	AMAN	Persegi
KOTA	5	5		0.002	0.05		25	15	1.67	1.35	33.63	4.16	-29.47	AMAN	Persegi
LS 4	3	5	11	0.012	0.05	1	24	23	1.04	2.23	53.53	1.29	-52.24	AMAN	Trapesium
LS 5	5	5		0.005	0.05		25	15	1.67	2	50.08	3.19	-46.89	AMAN	Persegi

3.3 Hasil Pemodelan Banjir

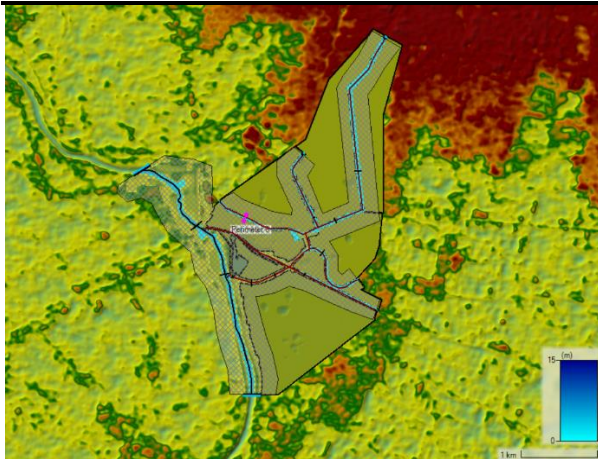
Pemodelan pengendalian banjir dilakukan untuk menilai efektivitas rencana peningkatan kapasitas saluran dalam mengurangi limpasan pada wilayah rawan genangan di Desa Jati Wetan. Simulasi dilakukan menggunakan perangkat lunak HEC-RAS 6.5 dengan dukungan HEC-RAS Mapper untuk memvisualisasikan distribusi muka air dan sebaran genangan secara spasial. Hasil simulasi pada kondisi eksisting menunjukkan bahwa beberapa saluran utama, seperti LS 2, Kota, LS 1, dan LS 4, tidak mampu menampung debit banjir rencana periode ulang 10 tahun. Debit yang masuk melebihi kapasitas saluran menyebabkan aliran meluap di beberapa titik, terutama pada kawasan permukiman dan jalur transportasi utama nasional (Pantura). Sebaran genangan pada kondisi eksisting ditunjukkan pada Gambar 4, di mana warna biru merepresentasikan luas dan kedalaman genangan yang terjadi.



Gambar 4. Kondisi Genangan Eksisting hasil simulasi Hecras dengan latar belakang Google Earth dan DEM, Sumber: Hasil Simulasi

PENGENDALIAN BANJIR DI DESA JATI WETAN, KECAMATAN JATI KABUPATEN KUDUS

(Deria Fitri Kusuma Wardani, S. Kamilia Aziz, Bagas Yoga Pratama)



Gambar 5. Kondisi Genangan eksisting peningkatan saluran hasil simulasi program HecRas

Sumber: Hasil Simulasi

Simulasi kedua dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas peningkatan kapasitas saluran dalam mengalirkan debit banjir rencana dengan dimensi sesuai Tabel 3. Kondisi ini merepresentasikan situasi setelah dilakukan normalisasi dan pembangunan saluran berdasarkan hasil analisis hidrologi.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa setelah peningkatan kapasitas, muka air tidak lagi melampaui tanggul saluran pada hampir seluruh ruas, yang mengindikasikan bahwa saluran telah mampu mengalirkan debit rencana. Selain itu, kecepatan aliran berada dalam batas aman sehingga tidak berpotensi menimbulkan erosi pada dasar maupun tebing saluran.

Meskipun demikian, masih terdapat genangan pada beberapa titik. Hal ini diduga terjadi karena aliran belum sepenuhnya masuk ke dalam sistem saluran atau terjadi keterlambatan aliran menuju saluran. Oleh karena itu, diperlukan kajian lanjutan untuk mengidentifikasi penyebab genangan tersebut. Reduksi genangan hasil simulasi disajikan pada **Gambar 5**, di mana warna biru menunjukkan luas dan kedalaman genangan.

3.4 Reduksi Genangan

Reduksi genangan merupakan upaya untuk menurunkan potensi dan dampak genangan melalui pendekatan struktural maupun non-struktural. Dalam penelitian ini, evaluasi reduksi genangan dilakukan menggunakan pemodelan hidraulika dengan HEC-RAS untuk membandingkan kondisi eksisting dan kondisi setelah peningkatan kapasitas saluran. Keberhasilan upaya reduksi genangan dinilai berdasarkan perubahan luas area genangan serta penurunan tinggi muka air. Perbandingan ini memberikan gambaran efektivitas penanganan yang dilakukan dalam mengurangi dampak banjir pada wilayah studi.

Reduksi Genangan dengan Debit Rencana (Q10)

Perhitungan reduksi genangan dilakukan berdasarkan selisih luas genangan antara kondisi eksisting dan kondisi setelah peningkatan saluran pada kala ulang 10 tahun. Hasil perhitungan reduksi genangan di Desa Jati Wetan ditentukan dari perbandingan luas genangan sebelum dan sesudah penanganan, yang selanjutnya digunakan untuk menilai tingkat efektivitas peningkatan kapasitas saluran dalam mengurangi risiko banjir.

$$\text{Reduksi Genangan (\%)} = \frac{\text{luas genangan eksisting} - \text{luas Genangan pasca peningkatan saluran}}{\text{luas genangan eksisting}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Reduksi} &= \frac{62,88 - 43,97}{62,88} \times 100 \% \\ &= 30,07\% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, reduksi genangan pada debit rencana Q10 mencapai sebesar 30%. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan kapasitas saluran melalui perubahan dimensi saluran mampu mengurangi luas genangan secara signifikan hingga 30,07% dibandingkan kondisi eksisting.

3.5 Pola Operasi Pompa dan Pintu Air

Pada sistem Drain Kencing telah terbangun kolam retensi yang baru saja diselesaikan oleh pemerintah sebagai bagian dari infrastruktur pengendalian banjir. Kolam retensi ini berfungsi menampung limpasan air dari kawasan sebelum dialirkan ke Sungai Wulan. Namun, pada saat hujan dengan intensitas tinggi, kondisi Sungai Wulan sering berada pada kapasitas penuh (*full bank capacity*), sehingga aliran dari kolam retensi tidak dapat mengalir secara gravitasi. Oleh karena itu, diperlukan sistem operasional berupa pintu air dan pompa untuk mengatur proses pengosongan kolam secara efektif.

Berdasarkan hasil simulasi dan analisis operasional kolam retensi, diketahui bahwa batas minimum muka air kolam berada pada elevasi +1,31 m dengan volume sekitar 109 m³. Elevasi ini merupakan batas minimum operasional pompa, di mana air masih dapat dikuras secara optimal. Apabila muka air turun di bawah elevasi tersebut, pompa tidak dapat bekerja secara efektif karena berada di bawah batas kerja minimum. Oleh karena itu, setelah kejadian hujan atau debit puncak, air dalam kolam perlu dikuras hingga mencapai elevasi +1,31 m agar kapasitas tampungan kembali tersedia untuk siklus hujan berikutnya.

Sebaliknya, batas maksimum kolam ditentukan oleh elevasi puncak tanggul pada +5,25 m, yang merepresentasikan kapasitas tampungan maksimum sekitar ±110 m³. Jika muka air melebihi elevasi ini, kolam akan mengalami limpasan yang berpotensi

menimbulkan genangan di area sekitar. Kondisi ini menunjukkan bahwa rentang operasional kolam relatif terbatas, sehingga diperlukan pengendalian yang cermat.

Hasil analisis pola operasi menunjukkan bahwa pengaturan bukaan pintu air dan pengoperasian pompa sangat dipengaruhi oleh kondisi tinggi muka air (TMA) baik di kolam retensi maupun di Sungai Wulan. Pada kondisi muka air sungai rendah, pintu air dapat dibuka sehingga aliran dapat keluar secara gravitasi. Namun, ketika muka air sungai tinggi, pintu air harus ditutup untuk mencegah aliran balik (*backwater*), dan air dari kolam retensi dialirkan menggunakan pompa.

Skenario operasi kombinasi pintu air dan pompa berdasarkan variasi tinggi muka air disajikan pada Tabel 4, yang menggambarkan kondisi operasional sistem dalam berbagai situasi hidrologi.

Tabel 4. Skenario Pola Operasi Pintu dan Pompa

Kondisi TMA Sungai	Kondisi TMA Kolam	Operasi Pintu	Pompa
TMA Sungai Wulan < 1.00 m	< 1.00 m	Buka penuh	Mati
TMA Sungai Wulan < 1.00 m	$2.60 \leq \text{TMA} < 2.80$	Buka penuh	P1
TMA Sungai Wulan 5.00 – 7.50 m	$2.60 \leq \text{TMA} < 2.80$	Buka sebagian	P1, P2
TMA Sungai Wulan 7.50 – 8.30 m	$3.00 \leq \text{TMA} < 3.20$	Buka sebagian	P1, P2, P3
TMA Sungai Wulan > 8.30 – < 12.00 m	$\text{TMA} \geq 3.20$	Buka sebagian	P1, P2, P3, P4
TMA Sungai Wulan ≥ 12.00 m	> 3.00 m	Tutup	Mati

Sumber: Hasil Perhitungan

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis hidrologi, hidraulika, serta simulasi menggunakan HEC-RAS 2D, diketahui bahwa meskipun sistem drainase Kencing Drain telah dilengkapi dengan kolam retensi dan pompa di bagian hilir, genangan masih terjadi di wilayah Desa Jati Wetan dengan kedalaman antara 0,5 hingga 1,0 m, terutama pada saluran LS 1, LS 2, LS 4, LS 5, dan saluran Kota. Hal ini menunjukkan bahwa kapasitas saluran eksisting belum mampu mengalirkan debit banjir rencana secara optimal.

Upaya penanganan dilakukan melalui redimensi saluran, yaitu peningkatan kapasitas penampang sesuai debit rencana hasil analisis hidrologi. Saluran LS 2, LS 5, dan saluran Kota direncanakan menggunakan konstruksi U-ditch berukuran $5 \text{ m} \times 5 \text{ m}$, sedangkan saluran

LS 1 dan LS 4 menggunakan saluran tanah dengan dimensi masing-masing $7 \text{ m} \times 3 \text{ m}$ dan $5 \text{ m} \times 3 \text{ m}$. Hasil simulasi menunjukkan bahwa penerapan redimensi saluran mampu mereduksi luas genangan sebesar $\pm 30,07\%$, sehingga terbukti lebih efektif dalam meningkatkan kapasitas aliran dibandingkan kondisi eksisting.

Pengendalian banjir juga sangat dipengaruhi oleh pola operasi kolam retensi, pintu air, dan pompa yang bergantung pada kondisi tinggi muka air (TMA) Sungai Wulan dan kolam. Pada kondisi muka air sungai rendah, aliran dapat berlangsung secara gravitasi melalui bukaan pintu air. Namun, ketika muka air sungai meningkat hingga mendekati atau melebihi kapasitas penuh (*full bank capacity*), diperlukan pengoperasian pompa secara bertahap serta pengaturan bukaan pintu untuk mencegah aliran balik (*backwater*). Pada kondisi ekstrem, saat TMA Sungai Wulan sangat tinggi, pintu air harus ditutup dan efektivitas pemompaan menjadi terbatas.

Secara keseluruhan, kombinasi redimensi saluran dan pengaturan pola operasi sistem pengendalian banjir mampu meningkatkan kinerja drainase dan menurunkan risiko genangan secara signifikan. Namun demikian, untuk kondisi ekstrem masih diperlukan pengelolaan operasional yang optimal serta kajian lanjutan guna meningkatkan keandalan sistem secara menyeluruh.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Adila, W., Aziz, S. K., & Alam, R. R. (2026). Pengendalian Banjir Hulu Sungai Juana, Kabupaten Kudus dan Pati, Provinsi Jawa Tengah. *Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil*, Vol 9 (1), pp. 28–38.
- Aziz, S. K. (2011). Pola Pengendalian Banjir pada Bagian Hilir Saluran Primer Wonorejo Surabaya. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, Vol 9 (2), pp. 33–40.
- Aziz, S. K., Sa'ud, I., Imaaduddin, M. H., & Khoiri, M. (2018). Kajian drainase kawasan Polda Jatim. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, Vol 16 (1), pp. 1–8. DOI: <http://dx.doi.org/10.12962%2Fj2579-891X.v16i1.3558>
- (BSN), B. S. (1991). *SNI 03-2415-1991: Tata Cara Perencanaan Drainase Perkotaan*. Jakarta: BSN.
- Bandaso, D., & Soebagio. (2024). Studi Banjir di Wilayah Simomulyo Surabaya. *Axial: Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi*, Vol 12 (3), pp. 171–178. DOI: <https://doi.org/10.30742/axial.v12i3.4025>
- Chow, V. T. (1959). *Hidraulika Saluran Terbuka*. Jakarta: Erlangga.

PENGENDALIAN BANJIR DI DESA JATI WETAN, KECAMATAN JATI KABUPATEN KUDUS

(Deria Fitri Kusuma Wardani, S. Kamilia Aziz, Bagas Yoga Pratama)

- Cristobal, J., Riyanto, B., & Sanjaya, S. (2024). Penerapan Low Impact Development dalam Perencanaan Drainase Perkotaan di Kawasan Ibu Kota Baru Negara Indonesia. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, Vol 22 (1), pp. 7–16. DOI: <http://dx.doi.org/10.12962%2Fj257>
- Imaaduddin, M., Sa'ud, I., Aziz, S. K., & Indriani, R. (2021). Studi Kebijakan Penyesuaian Volume Tampungan pada Rencana Kawasan. Dalam *Simposium Nasional Teknologi Infrastruktur Abad ke-21* (pp. 362–368). Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Imaaduddin, M., Sa'ud, I., Aziz, S. K., Wahyudi, H., & Adiningtyas, T. (2021). The Effect of Urban Drainage on the Determination of Storage Time in the City Development Area. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, pp. 1–8. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/930/1/012043>
- Indriyani, D., Aziz, S. K., & Mubarak, P. M. (2019). Boezem, Pompa, dan Pintu Air sebagai Pengendali Banjir di Kali Balong Kecamatan Tandes Kota Surabaya. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, Vol 17 (2), pp. 43–52.
- Kodoatie, R. J. (2010). *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Yogyakarta: Andi.
- Kurnianto, I., & Aziz, S. K. (2017). Rencana Pengendalian Banjir di Saluran Sekunder Rungkut Barata dan Rungkut Menanggal Kota Surabaya. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, Vol 15 (1), pp. 1–10. DOI: <http://dx.doi.org/10.12962%2Fj2579-891X.v15i2.3151>
- Kustyaningrum, J., & Lasminto, U. (2023). Analisis Potensi Pemanenan Air Hujan dalam Area Perumahan untuk Mereduksi Limpasan. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, Vol 21 (1), pp. 97–106. DOI: <http://dx.doi.org/10.12962%2Fj2579-891X>
- Kusumo, H., & Kurnia, E. (2009). *Analisis Risiko Banjir di Kecamatan Jati Kabupaten Kudus*. Semarang: Tugas Akhir, Universitas Diponegoro.
- Nurul Hidayat, H. S. (2021). Analisis Genangan Banjir Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) (Studi Kasus: Saluran Drainase Primer di Kecamatan Jekan Raya, Kota Palangka Raya). *Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Keteknikan*, Vol 5 (1), pp. 11–23. DOI: <https://doi.org/10.52868/jt.v5i1.4526>
- Ridwan, M., & Sarjito, J. (2024). Studi Kajian Dampak Perubahan Tutupan Lahan terhadap Kejadian Banjir di Daerah Aliran Sungai. *Enviro: Journal of Tropical Environmental Research*, Vol 26 (1), pp. 38–45. DOI: <https://doi.org/10.20961/enviro.v26i1.93145>
- Sejati, W., Paramitha, D. A., Khansa, F., & Maulana, A. S. (2022). Flood Disaster Mitigation Using the HEC-RAS Application to Determine River Water Levels in the Old City Area of Jakarta. *Aptisi Transactions on Technopreneurship*, Vol 4 (2), pp. 121–134. DOI: <https://doi.org/10.34306/att.v4i2.253>
- Rahman, M. A., Sa'ud, I., & Aziz, S. K. (2023). Studi Penanggulangan Banjir Kali Keting Kabupaten Jember. *Bangunan: Teori, Praktek, Penelitian, dan Pengajaran Teknik Bangunan*, Vol 28 (2), pp. 37–50.
- Setiawan, I. A., Aziz, S. K., Imaaduddin, M., & Utama, W. (2025). Penerapan Multi Boezem dalam Upaya Pengendalian Banjir di Kawasan Industri JIPE Kabupaten Gresik. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, Vol 23 (3), pp. 243–252. DOI: <http://dx.doi.org/10.12962%2Fj2579>
- Soemarto, C. D. (1999). *Hidrologi Teknik*. Jakarta: Erlangga.
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi.
- Triatmodjo, B. (2019). *Hidrologi Terapan* (Cetakan ke-7). Yogyakarta: Beta Offset.
- Wahyudi, H., Aziz, K., & Sumirman, E. (2018). Eco Drainage Implementation for Flood Handling in DAS Welang Pasuruan District. *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)*, Vol 9 (8), pp. 1076–1082.