

Evaluasi Kinerja Sistem Drainase Di Wilayah Nganjuk

Muhammad Burhanul Majid⁽¹⁾, Fitry Rahmawaty⁽²⁾, Eko Siswanto⁽³⁾

^{(1),(2),(3)} Teknik Sipil, universitas kadiri,
Email : burhansaja845@gmail.com ⁽¹⁾

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab banjir dan merumuskan solusi peningkatan kinerja sistem drainase di Desa Salamrojo, Nganjuk. Metode yang digunakan meliputi analisis hidrologi dengan mengumpulkan data curah hujan selama sepuluh tahun terakhir dan menghitung debit banjir menggunakan Rumus Rasional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa debit limpasan air melebihi kapasitas saluran drainase yang ada, menyebabkan banjir yang merusak infrastruktur. Kondisi saluran drainase saat ini dengan debit tampungan sebesar 0,0739 m³/det, tidak mampu menampung debit limpasan air pada kala ulang dua tahun sebesar 0,1330 m³/det. Oleh karena itu, direkomendasikan untuk memperbaiki dimensi saluran drainase dari B = 0,5 m dan H = 0,3 m menjadi B = 0,7 m dan H = 0,4 m untuk meningkatkan kapasitas tampungan. Penelitian ini signifikan dalam memberikan rekomendasi perbaikan sistem drainase dan diharapkan dapat mendorong implementasi drainase ramah lingkungan untuk mengurangi risiko banjir di masa depan.

Kata Kunci: Banjir, Drainase, Infrastruktur

Pendahuluan

Kota Nganjuk yang terletak diantara 111°5' sampai dengan 112°13' BT dan 7°20' sampai dengan 7°59' LS;. Luas Kota Nganjuk adalah sekitar 122.433 km² atau setara dengan 122.433 Ha. Kota Nganjuk telah mengalami peningkatan jumlah penduduk mencapai 0,84 % dimana populasi ini terus meningkat disetiap tahunnya. Desa Salamrojo termasuk wilayah yang mengalami peningkatan populasi penduduk yang cukup drastis, hal ini dapat dilihat dari peningkatan jumlah pembangunan infrastruktur di wilayah tersebut[1]. Dengan peningkatan jumlah pembangunan di wilayah tersebut terdapat hal positif dan negatif, salah satu hal negatif yang terjadi adalah banjir pada saat musim penghujan yang berdampak pada kerusakan infrastruktur[2]. Sistem drainase merupakan bagian penting dari infrastruktur perkotaan yang berfungsi untuk menampung dan mengalirkan air hujan, air limbah, dan air permukaan lainnya[3]. Sistem drainase yang baik dan berkinerja tinggi sangat penting untuk mengurangi risiko banjir, melindungi lingkungan, dan meningkatkan kualitas hidup masyarakat[4]. Untuk memastikan efisiensi dan efektivitas infrastruktur dalam menghadapi tantangan musim penghujan dan pertumbuhan perkotaan yang pesat. Saluran drainase perkotaan dibuat guna menunjang jaringan infrastruktur penting yang berfungsi untuk mengalirkan air hujan, air limbah, dan air permukaan lainnya dari kawasan perkotaan[5]. Oleh karena itu, perlu dilakukan evaluasi secara menyeluruh terhadap kinerja sistem drainase di Desa Salamrojo untuk mengetahui penyebab terjadinya banjir dan merumuskan usulan dalam peningkatan kinerja sistem drainase yang ada pada daerah tersebut[6].

Landasan Teori

1. Konsep Dasar Drainase

Drainase adalah sistem yang dirancang untuk mengalirkan air hujan, air limbah, dan air permukaan lainnya dari kawasan perkotaan untuk mencegah genangan dan banjir. saluran drainase perkotaan berfungsi sebagai infrastruktur penting yang mendukung pengelolaan air di daerah perkotaan, terutama dalam menghadapi tantangan musim penghujan dan pertumbuhan kota yang pesat. Jenis jenis drainase : Drainase Permukaan (*Mengalirkan air hujan melalui saluran terbuka atau tertutup*), Drainase Bawah Tanah: (*Menggunakan pipa atau saluran yang terletak di bawah permukaan tanah untuk mengalirkan air*), Drainase Terencana (*Merupakan sistem drainase yang dirancang secara khusus untuk mengelola aliran air di area tertentu*).

2. Faktor Penyebab Banjir

Banjir sering kali disebabkan oleh beberapa faktor, termasuk curah hujan yang tinggi, kapasitas saluran drainase yang tidak memadai, dan pengelolaan air yang kurang efektif. Dalam penelitian ini, penting untuk mengevaluasi faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja sistem drainase di Desa Salamrojo, seperti yang diungkapkan dalam rumusan masalah.

3. Evaluasi Kinerja Sistem Drainase

Evaluasi kinerja sistem drainase dilakukan untuk mengetahui seberapa efektif sistem tersebut dalam mengelola aliran air. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini mencakup pemeriksaan menyeluruh terhadap kondisi fisik dan fungsional sistem drainase yang ada. Hal ini meliputi analisis data survei lapangan dan analisis hidrologi untuk mendapatkan gambaran yang jelas mengenai kinerja sistem.

4. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan dalam studi ini meliputi pengumpulan data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung di lokasi, sedangkan data sekunder diambil dari literatur dan dokumen terkait. tahapan penelitian ini mencakup studi literatur, pengumpulan data, dan analisis data untuk mengevaluasi kinerja sistem drainase.

5. Usulan Peningkatan Kinerja

Berdasarkan hasil evaluasi, penelitian ini bertujuan untuk merumuskan usulan dalam peningkatan kinerja sistem drainase di Desa Salamrojo. Usulan ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi yang berguna bagi pemerintah dan pemangku kepentingan dalam pengelolaan infrastruktur drainase yang lebih baik

Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan metode yang sistematis dan terstruktur untuk mengevaluasi kinerja sistem drainase di Desa Salamrojo. Proses dimulai dengan studi literatur untuk memahami konsep dasar drainase, faktor-faktor penyebab banjir, serta metodologi yang relevan. Literatur yang digunakan mencakup buku-buku dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan infrastruktur drainase dan pengelolaan air.

Setelah memahami landasan teori, peneliti melanjutkan dengan pengumpulan data yang dibagi menjadi dua kategori: data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung di lokasi penelitian, di mana peneliti melakukan pemeriksaan fisik terhadap saluran drainase yang ada. Pengamatan ini mencakup kondisi fisik saluran, kapasitas aliran, serta fungsionalitas sistem drainase dalam mengelola air hujan. Selain itu, peneliti melakukan wawancara dengan masyarakat setempat untuk mendapatkan informasi mengenai pengalaman mereka terkait banjir dan kinerja sistem drainase.

Data sekunder dikumpulkan dari dokumen-dokumen yang relevan, seperti laporan pemerintah, peta drainase, dan data historis mengenai curah hujan dan kejadian banjir di wilayah tersebut. Pengumpulan data ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran yang komprehensif mengenai kondisi sistem drainase di Desa Salamrojo.

Setelah data terkumpul, peneliti melakukan analisis data yang mencakup analisis hidrologi untuk mengevaluasi kapasitas saluran drainase dalam mengalirkan air hujan, serta analisis hidrolika untuk memahami perilaku aliran air dalam sistem drainase. Peneliti juga membandingkan data yang diperoleh dengan standar yang berlaku untuk menentukan apakah sistem drainase berfungsi dengan baik atau tidak.

Metode penelitian ini juga mencakup analisis distribusi Normal, Log Normal, dan Log Pearson Tipe III. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan analisis statistik untuk mengevaluasi curah hujan dan debit air yang berhubungan dengan sistem drainase. Data curah hujan harian selama periode tertentu (misalnya, 10 tahun) dikumpulkan dari stasiun meteorologi terdekat dan digunakan untuk analisis frekuensi curah hujan. Selain itu, data debit air dari saluran drainase yang ada juga dikumpulkan untuk menganalisis kapasitas tampungan saluran.

Dalam analisis statistik, peneliti menghitung rata-rata dan deviasi standar dari data curah hujan menggunakan distribusi normal untuk memodelkan data dan menghitung probabilitas kejadian curah hujan tertentu. Selanjutnya, peneliti melakukan transformasi logaritma pada data curah hujan untuk memeriksa apakah data mengikuti distribusi log normal, serta menghitung parameter distribusi log normal untuk memprediksi curah hujan ekstrem.

Metode Log Pearson Tipe III digunakan untuk menghitung curah hujan rancangan untuk berbagai kala ulang (2 tahun, 5 tahun, 10 tahun) dengan menganalisis nilai rata-rata logaritma, deviasi standar, dan koefisien kepengangan dari data curah hujan. Hasil analisis ini kemudian dibandingkan dengan kapasitas saluran drainase yang ada untuk mengevaluasi apakah saluran mampu menampung debit limpasan air dan mengidentifikasi potensi risiko banjir.

Hasil dari analisis ini digunakan untuk merumuskan usulan perbaikan kinerja sistem drainase. Peneliti menyusun rekomendasi yang diharapkan dapat membantu pemerintah dan pemangku kepentingan dalam meningkatkan infrastruktur drainase, sehingga dapat mengurangi risiko banjir di Desa Salamrojo. Dengan demikian, metode penelitian ini tidak hanya berfokus pada evaluasi kinerja sistem drainase, tetapi juga pada pengembangan solusi yang praktis dan berkelanjutan untuk permasalahan yang dihadapi oleh masyarakat setempat.

Hasil Penelitian Dan Pembahasan

1. Analisis Curah Hujan

Distribusi Frekuensi Curah Hujan

Data curah hujan harian yang dikumpulkan selama periode penelitian digunakan untuk menghitung distribusi frekuensi curah hujan maksimum. Metode yang digunakan termasuk distribusi Normal, Log Normal, dan Log Pearson Tipe III.

Tabel 1: Data Curah Hujan Harian (mm)

CURAH HUJAN KEC. BERBEK										
BULAN	TAHUN									
	201	201	201	201	201	201	201	202	202	202
JANUARY	44	47	32	16	90	62	65	56	95	77
FEBRUARY	57	38	40	71	82	90	75	42	80	46
MARCH	43	66	88	70	85	70	87	53	67	50
APRIL	54	32	35	32	10	80	81	90	78	84
MAY	14	48	-	32	18	9	0	11	4	80
JUNE	44	17	-	24	9	12	0	2	36	26
JULY	22	6	2	27	4	0	0	10	2	1
AUGUST	44	0	-	23	0	0	0	6	0	32
SEPTEMBE	44	0	-	74	24	0	0	0	29	12
OCTOBER	0	0	-	87	5	0	0	10	4	42
NOVEMBE	30	23	90	10	43	24	12	10	42	85
DECEMBE	48	75	60	20	13	29	34	73	87	82
MAX	14	75	90	16	13	90	87	11	95	85

Perhitungan Curah Hujan Rancangan

Menggunakan rumus distribusi Log Pearson Tipe III, curah hujan rancangan untuk periode ulang 2, 5, dan 10 tahun dihitung. Hasil perhitungan disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2: Curah Hujan Rancangan

No	Periode (T)	Rata - rata Xi	Sd	Cs	Nilai KTr
1	2	108,3	0,116	0,121	-0,01830781
2	5	108,3	0,116	0,121	0,80510567
3	10	108,3	0,116	0,121	1,296480854

2. Perhitungan Debit Banjir Rencana (Qr)

Debit banjir rencana dihitung menggunakan Rumus Rasional:

$$Q_r = C \times I \times A \quad (1)$$

Di mana:

Q_r = Debit banjir rencana ($m^3/detik$) I = Intensitas curah hujan rata-rata (mm/jam)

C = Koefisien limpasan A = Luas daerah pengaliran (ha)

Hasil perhitungan debit banjir rencana disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3: Debit Banjir Rencana

No	Periode	C	tc (jam)	I (mm/jam)	A (Ha)	Q (m ³ /det)
1	2	0,4	1	37,4	3,2	0,1330
2	5	0,4	1	4,2	3,2	0,0148
3	10	0,4	1	20,5	3,2	0,0731

3. Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase (Qs)

Kapasitas saluran drainase dihitung menggunakan Rumus Manning:

$$QS = 1/n AR^{2/3} S^{1/2} \quad (2)$$

Di mana:

- Qs = Kapasitas saluran (m³/detik)
- n = Koefisien Manning
- A = Luas penampang saluran (m²)
- R = Jari-jari hidrolis (m)
- S = Kemiringan saluran

Hasil perhitungan kapasitas saluran drainase disajikan dalam Tabel :

Tabel 4: Kondisi Eksisting Saluran

No	Saluran	Ukuran Saluran		Panjang	Kondisi	Eksistin
		B	H	Salura		Saluran
		(meter)	(meter)	(km)		
1	Saluran Salamrojo	0,5	0	0.46		Pasangan Batu

Tabel 5: Kapasitas Saluran Drainase Eksisting

No	Nama Saluran	Q Tampungan Penampung	Q Rancangan Debit Banjir			Keterangan
			2 Tahun	5 Tahun	1 0	
1	Drainase	0,073923	0,13308	0,01489	0,07318	Tidak Aman

Tabel 6: Dimensi Saluran Drainase Setelah Diubah

No	Saluran	Ukuran saluran		Q Tampung	Kondisi Eksisting	Kondisi Eksisting Saluran
		B (meter)	H (meter)			
		1	Drainase	0,7	0,4	1.1635

Tabel 7: Kapasitas Saluran Drainase Setelah Diubah

No	Nama Saluran	Q Tampung Penampung	Q Rancangan Debit Banjir			Keterangan
			2 Tahun	5 Tahun	10	
1	Drainase	0.163598	0,13308	0,01489	0,07318	Aman

Kesimpulan

Berdasarkan Analisis dan perhitungan yang telah dilakukan, berikut ini merupakan kesimpulan yang di dapatkan dari Tugas akhir ini

1. Faktor-faktor penyebab terjadinya banjir yang berpengaruh pada kinerja sistem drainase di Desa Salamrojo meliputi kapasitas saluran yang tidak memadai untuk menampung debit air hujan yang tinggi, kondisi fisik saluran yang rusak dan terhambat oleh sampah serta sedimentasi, serta peningkatan curah hujan yang signifikan. Selain itu, perubahan penggunaan lahan yang mengurangi daerah resapan air, kurangnya pemeliharaan sistem drainase, dan rendahnya partisipasi masyarakat dalam menjaga kebersihan saluran juga berkontribusi terhadap risiko banjir. Memahami faktor-faktor ini penting untuk merumuskan langkah-langkah perbaikan guna meningkatkan kinerja sistem drainase dan mengurangi risiko banjir di daerah tersebut.
2. Debit banjir rencana untuk kala ulang 2 tahun adalah 0,1330 m³/det, 5 tahun 0,0148 m³/det, dan 10 tahun 0,0731 m³/det, sementara kondisi existing saluran drainase di desa Salamrojo tercatat sebesar 0,0739 m³/det, yang lebih kecil dari debit limpasan air untuk kala ulang 2 tahun. Untuk mengurangi risiko banjir dan menjaga kualitas air, diperlukan optimasi sistem pengelolaan air melalui penerapan eko-drainage dengan memperbaiki dimensi drainase dari B = 0,5 m, H = 0,3 m menjadi B = 0,7 m, H = 0,4 m, sehingga kapasitas tampung drainase dapat mencapai 0,163598 m³/det, yang lebih besar dari debit rencana 0,1330 m³/det.

Daftar Pustaka

- [1] H. Xu, T. Zhong, Y. Chen, and J. Zhang, "How to simulate future scenarios of urban stormwater management? A novel framework coupling climate change, urbanization, and green stormwater infrastructure development," *Sci. Total Environ.*, vol. 874, 2023, doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.162399.
- [2] R. Siddiqui, K. Javid, and M. I. Ahamad, "Identification of suitable sites for rainwater and storm water harvesting through spatial analysis and smart sustainable urban water infrastructure in Lahore, Pakistan," *Water Sci. Technol.*, vol. 88, no. 12, pp. 3119–3128, 2023, doi: 10.2166/wst.2023.372.
- [3] S. S. Chen *et al.*, "Designing sustainable drainage systems in subtropical cities: Challenges

- and opportunities,” *J. Clean. Prod.*, vol. 280, 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.124418.
- [4] C. Chapman and J. W. Hall, “Designing green infrastructure and sustainable drainage systems in urban development to achieve multiple ecosystem benefits,” *Sustain. Cities Soc.*, vol. 85, 2022, doi: 10.1016/j.scs.2022.104078.
- [5] M. Truu, I. Annus, J. Roosimägi, N. Kändler, A. Vassiljev, and K. Kaur, “Integrated decision support system for pluvial flood-resilient spatial planning in urban areas,” *Water (Switzerland)*, vol. 13, no. 23, 2021, doi: 10.3390/w13233340.
- [6] P. Antwi-Agyei *et al.*, “Drivers and coping mechanisms for floods: experiences of residents in urban Kumasi, Ghana,” *Nat. Hazards*, vol. 116, no. 2, pp. 2477–2500, 2023, doi: 10.1007/s11069-022-05775-0.