

PERENCANAAN NORMALISASI SALURAN DRAINASE PRIMER BERBASIS ANALISIS HIDROLOGI DAN HIDROLIKA PADA KAWASAN UNIVERSITAS NEGERI PADANG

Adrian Chalik¹, Yaumal Arbi²

^{1,2}Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

Email: chalikadrian@gmail.com

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk merancang normalisasi saluran drainase primer di kawasan Universitas Negeri Padang sebagai upaya mengatasi masalah genangan dan luapan air yang sering terjadi. Metode yang digunakan meliputi analisis hidrologi untuk menentukan debit banjir rencana dengan periode ulang 50 dan 100 tahun menggunakan Metode Rasional, serta analisis hidrolika dengan bantuan perangkat lunak HEC-RAS untuk mengevaluasi kinerja saluran sebelum dan sesudah normalisasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa saluran eksisting tidak mampu menampung debit rencana karena dimensi penampang yang kurang memadai dan kecepatan aliran yang terlalu rendah. Setelah dilakukan desain ulang penampang saluran dengan mempertimbangkan elevasi, kemiringan dasar, dan debit rencana, diperoleh peningkatan kapasitas aliran yang signifikan. Simulasi HEC-RAS pada kondisi normalisasi menunjukkan bahwa muka air berada di bawah tebing saluran, dengan kecepatan aliran memenuhi syarat minimum 0,7 m/detik. Kesimpulannya, normalisasi saluran secara teknis efektif dalam meningkatkan kapasitas dan kinerja hidraulik saluran drainase primer di kawasan kampus UNP.

Kata Kunci : normalisasi saluran, debit banjir rencana, analisis hidrolika, HEC-RAS

Abstract : *This study aims to design the normalization of the primary drainage channel in Universitas Negeri Padang to address the recurring issues of waterlogging and overflow. The methods involved hydrological analysis to determine design flood discharges for 50 and 100-year return periods using the Rational Method, as well as hydraulic analysis using HEC-RAS software to evaluate channel performance before and after normalization. Results showed that the existing channel was inadequate to accommodate the design discharge due to undersized cross-sections and low flow velocities. A redesigned channel cross-section considering elevation, slope, and discharge requirements resulted in significantly improved flow capacity. HEC-RAS simulations of the normalized channel indicated that water surface elevations remained below the channel banks, and flow velocities met the minimum threshold of 0.7 m/s. It is concluded that technical normalization effectively enhances the hydraulic capacity and performance of the primary drainage system in the UNP campus area.*

Keyword : *channel normalization, design flood discharge, hydraulic analysis, HEC-RAS*

PENDAHULUAN

Drainase merupakan sistem infrastruktur yang berfungsi untuk mengalirkan, mengalihkan, atau membuang air berlebih dari suatu kawasan agar lahan dapat dimanfaatkan secara optimal (Suripin, 2004). Di lingkungan perkotaan dan kawasan padat aktivitas seperti kampus, saluran drainase tidak hanya bertugas mengalirkan air hujan, tetapi juga menjadi bagian penting dalam sistem pengendalian banjir dan limpasan permukaan.

Namun, peningkatan aktivitas manusia dan pembangunan yang pesat sering kali tidak diimbangi dengan pengelolaan sistem drainase yang memadai, sehingga menimbulkan berbagai permasalahan seperti sedimentasi, penyempitan saluran, dan penurunan kapasitas aliran. Fenomena ini terlihat jelas di kawasan Universitas Negeri Padang (UNP), di mana saluran drainase primer menunjukkan gangguan fungsi aliran yang ditandai dengan kejadian genangan dan luapan air saat hujan lebat. Kondisi tersebut tidak hanya

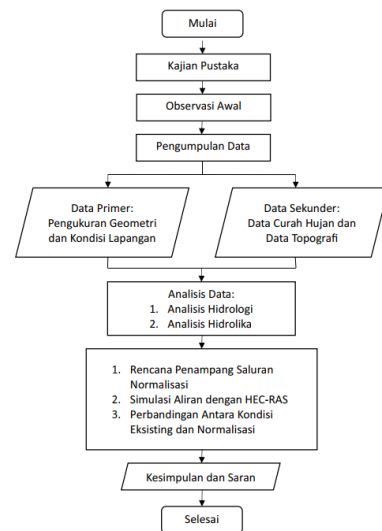
mengganggu aktivitas akademik, tetapi juga merusak infrastruktur pendukung kampus seperti jalan, ruang terbuka, dan fasilitas umum lainnya. Hasil observasi lapangan menunjukkan bahwa beberapa saluran mengalami pendangkalan akibat akumulasi sedimen, penyempitan lebar karena pertumbuhan vegetasi liar, serta tumpukan sampah yang menghambat aliran, sehingga kapasitas saluran tidak lagi mencukupi untuk menampung debit air saat terjadi curah hujan tinggi.

Salah satu solusi teknis untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah melalui normalisasi saluran, yaitu pengaturan ulang dimensi dan bentuk saluran untuk meningkatkan kapasitas dan kelancaran aliran (Jaya et al., 2021). Strategi ini telah terbukti efektif sebagaimana ditunjukkan oleh penelitian Salman et al. (2021) dan Febryana et al. (2024), yang menunjukkan bahwa normalisasi mampu menurunkan elevasi muka air dan mengurangi risiko banjir.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang normalisasi saluran drainase primer di kawasan Universitas Negeri Padang sebagai solusi terhadap permasalahan genangan dan luapan air yang sering terjadi. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi besarnya debit banjir rencana dengan periode ulang 50 dan 100 tahun berdasarkan analisis hidrologi, menganalisis kondisi eksisting saluran drainase yang meliputi bentuk penampang dan kapasitas aliran, serta merancang ulang dimensi penampang saluran yang mampu menyalurkan debit rencana secara efektif. Dengan pendekatan ini, diharapkan normalisasi saluran dapat meningkatkan kinerja sistem drainase dan mendukung aktivitas kampus yang lebih aman.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk dalam penelitian kuantitatif dengan pendekatan survei langsung di lapangan. Lokasi penelitian ini berada di dalam kawasan kampus Air Tawar Universitas Negeri Padang (UNP). Proses perencanaan disajikan dalam bentuk diagram alir berikut.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

1. Teknik Pengumpulan Data

a. Data Primer

Data primer diperoleh melalui pengamatan langsung di lapangan, meliputi pengukuran topografi saluran untuk mengetahui elevasi, dimensi, dan kemiringan saluran. Observasi juga dilakukan terhadap kondisi fisik saluran, seperti kerusakan struktur, sedimentasi, serta hambatan aliran akibat sampah dan vegetasi. Selain itu, pengukuran debit dilakukan langsung di lokasi penelitian.

b. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari sumber resmi yang sudah tersedia, seperti data curah hujan historis untuk analisis hidrologi dan peta topografi untuk mengetahui karakteristik wilayah studi. Data ini digunakan sebagai dasar dalam menentukan kemiringan lahan, bentuk DAS, dan pola aliran permukaan yang mendukung perencanaan sistem drainase.

2. Analisis Data

a. Analisis Hidrologi

Curah hujan rencana untuk periode ulang 50 dan 100 tahun ditentukan melalui analisis distribusi frekuensi, kemudian digunakan untuk menghitung debit banjir rencana dengan metode rasional.

$$Q = 0,278 C.I.A \dots\dots\dots (1)$$

b. Analisi Hidrolika

Simulasi aliran menggunakan HEC-RAS dilakukan untuk mengevaluasi kapasitas saluran eksisting, memprediksi elevasi muka air, serta mendeteksi potensi luapan. Hasil simulasi dimanfaatkan untuk merancang ulang penampang saluran dan membandingkan kinerja saluran sebelum dan sesudah normalisasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Hujan Kawasan

Analisis hujan wilayah dilakukan berdasarkan data curah hujan maksimum dari Stasiun Bendung Koto Tuo. Karena penelitian ini hanya menggunakan satu pos hujan, nilai curah hujan wilayah diambil langsung dari data stasiun tersebut.

Tabel 1. Data Hujan Stasiun Bendung Koto Tuo

No	Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)
1	2013	174
2	2014	153
3	2015	145
4	2016	218
5	2017	140
6	2018	151
7	2019	111
8	2020	143
9	2021	174
10	2022	162

Uji Parameter Statistik

Sebelum analisis distribusi frekuensi dilakukan, parameter statistik seperti rata-rata, standar deviasi, koefisien variasi, skewness, dan kurtosis dianalisis terlebih dahulu untuk menentukan jenis distribusi yang paling sesuai dengan karakteristik data curah hujan di lokasi penelitian.

Tabel 2. Parameter Statistik

Distribusi	Syarat	Hasil	Keterangan
Normal	Cs = 0	Cs = 0,797	Tidak memenuhi
	Ck = 3	Ck = 5,89	
Log Normal	Cs = 0,543	Cs = 0,797	Tidak memenuhi
	Ck = 3,528	Ck = 5,89	
Gumbel	Cs = 1,14	Cs = 0,797	Tidak memenuhi
	Ck = 5,4	Ck = 5,89	
Log Pearson III	Selain nilai diatas	Cs = 0,797	Memenuhi
		Ck = 5,89	

Analisis Frekuensi Log Pearson III

Berikut hasil analisis curah hujan rencana dengan distribusi log Pearson III:

Tabel 3. Curah Hujan Rencana Maksimum

No	Periode Ulang (Tahun)	Curah Hujan (mm)
1	5	179,43
2	10	194,46
3	25	212,15
4	50	224,52
5	100	236,48

Uji Distribusi Frekuensi

1. Metode Chi-Kuadrat

Berikut langkah-langkah perhitungan uji distribusi probabilitas metode chi-kuadrat:

- Data hujan diurut dari besar ke kecil
- Menghitung jumlah kelas

- Menghitung derajat kebebasan (Dk) dan χ^2_{cr}
- Menghitung kelas distribusi
- Menghitung interval kelas
- Perhitungan nilai χ^2

Tabel 4. Perhitungan Nilai χ^2

No	Interval	Ef	Of	Of-Ef	$\frac{(Of - Ef)^2}{Ef}$
1	>179,43	2	1	-1	0,5
2	158,33 - 179,43	2	3	1	0,5
3	144,84 - 158,33	2	3	1	0,5
4	133,49 - 144,84	2	2	0	0
5	<133,49	2	1	-1	0,5
Σ		10	10		2

Berdasarkan hasil uji distribusi, nilai χ^2 hitung sebesar 2 lebih kecil dari χ^2 kritis sebesar 5,991, sehingga distribusi Log Pearson Tipe III dinyatakan sesuai.

2. Metode Smirnov-Kolmogorov

Berikut hasil perhitungan metode smirnov-kolmogorov pada tabel 5 dibawah.

Tabel 5. Perhitungan Uji Distribusi

i	Log Xi	P(Xi)	f(t)	P'(Xi)	ΔP
1	2,338	0,090	1,941	0,111	0,020
2	2,240	0,181	0,660	0,222	0,040
3	2,240	0,272	0,660	0,333	0,061
4	2,209	0,363	0,254	0,444	0,081
5	2,184	0,454	-0,070	0,556	0,101
6	2,179	0,545	-0,145	0,667	0,121
7	2,161	0,636	-0,375	0,778	0,141
8	2,155	0,727	-0,454	0,889	0,162
9	2,146	0,818	-0,575	1,000	0,182
10	2,045	0,909	-1,894	1,111	0,202
					0,202

Simpangan maksimum (ΔP maks) = 0,202

Dengan jumlah data 10 dan α adalah 5% (derajat kepercayaan) maka ΔP kritis = 0,43.

Jadi ΔP maks < ΔP kritis.

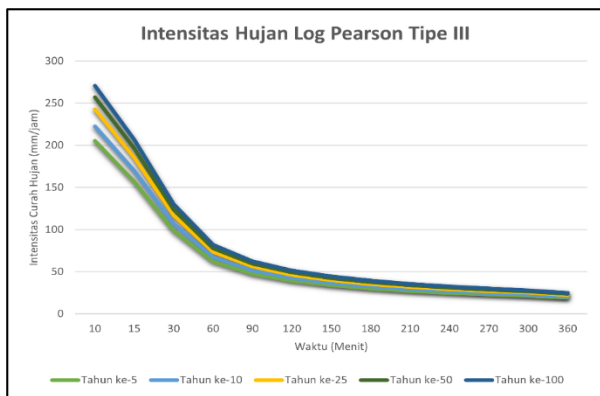
Intensitas Hujan

Intensitas hujan ditentukan melalui analisis data curah hujan dengan pendekatan statistik dan metode empiris. Karena data yang tersedia berupa curah hujan harian, estimasi intensitas hujan dilakukan menggunakan persamaan Mononobe. Contoh perhitungan untuk periode ulang 5 tahun dengan t = 10 menit maka didapat intensitas hujan sebesar:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$I = \frac{179,29}{24} \left(\frac{24}{10/60} \right)^{\frac{2}{3}} = 205,398 \text{ mm/jam}$$

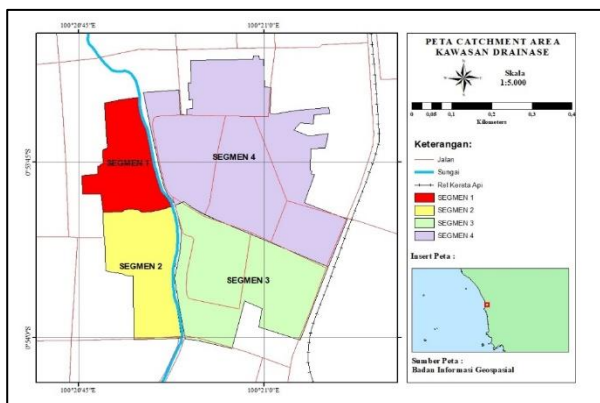
Sehingga untuk waktu berikutnya didapat hasilnya yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 2. Grafik Intensitas Hujan

Debit Banjir Rencana

Perhitungan debit banjir rencana menggunakan metode rasional karena sesuai dengan karakteristik kawasan UNP yang padat bangunan dan memiliki permukaan kedap air tinggi. Kondisi ini menyebabkan respon aliran cepat, sehingga metode ini dianggap tepat. Pembagian *catchment area* berdasarkan topografi dilakukan terlebih dahulu untuk memastikan batas wilayah sesuai kondisi lapangan, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 3. Peta Catchment Area

Berikut contoh perhitungan debit banjir untuk segmen 1 pada periode ulang 50 tahun:

Diketahui :

Catchment area (A) = 0,03884 km²

Koefisien pengaliran (C) = 0,65

Intensitas curah hujan = 102,869 mm/jam

Maka :

$Q_{50} = 0,278 \text{ C.I.A}$

$Q_{50} = 0,278 \times 0,65 \times 102,869 \times 0,03884$

$Q_{50} = 0,722 \text{ m}^3/\text{detik}$

Dari perhitungan dengan menggunakan metode rasional didapat debit banjir pada segmen 1 periode ulang 50 tahun sebesar $Q_{50} = 0,722 \text{ m}^3/\text{detik}$. Untuk perhitungan lengkap dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 6. Debit Banjir Rencana Periode Ulang 50 Tahun

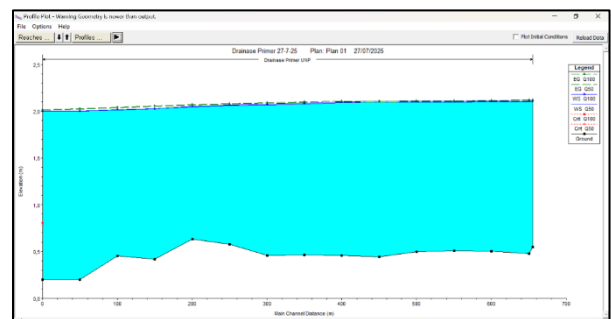
Segmen	A (km ²)	I (mm/jam)	C	Q50 (m ³ /detik)
1	0,03884	102,869	0,65	0,722
2	0,04834	138,712	0,65	1,212
3	0,09078	119,928	0,65	1,967
4	0,15881	85,144	0,65	2,443

Tabel 7. Debit Banjir Rencana Periode Ulang 100 Tahun

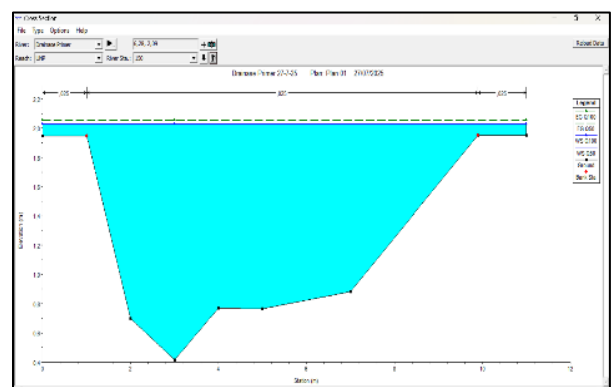
Segmen	A (km ²)	I (mm/jam)	C	Q100 (m ³ /detik)
1	0,03884	108,350	0,65	0,760
2	0,04834	146,102	0,65	1,276
3	0,09078	126,317	0,65	2,072
4	0,15881	89,680	0,65	2,573

Analisis Hidrolika Kondisi Eksisting

Analisis kapasitas dan kinerja hidraulik saluran eksisting dilakukan melalui pemodelan HEC-RAS 6.6, menggunakan data geometri hasil survei lapangan, debit banjir rencana, dan koefisien kekasaran Manning sebesar 0,025 untuk simulasi profil muka air pada periode ulang 50 dan 100 tahun.



Gambar 4. Profil Memanjang Muka Air Eksisting



Gambar 5. Profil Melintang STA 0+150 Eksisting

Hasil simulasi HEC-RAS pada kondisi eksisting menunjukkan bahwa beberapa penampang, seperti di STA 0+150, mengalami luapan karena elevasi muka air melebihi tebing saluran. Selain itu, kecepatan aliran di beberapa segmen berada di bawah batas minimum, yang berisiko menyebabkan sedimentasi dan menurunkan

kapasitas saluran. Kondisi ini menunjukkan perlunya normalisasi untuk meningkatkan kapasitas aliran dan memperbaiki kecepatan pada segmen dengan aliran lambat.

Perencanaan Normalisasi Saluran

Desain normalisasi mengacu pada debit banjir rencana dengan periode ulang 100 tahun. Penampang dirancang berbentuk majemuk karena cocok untuk aliran terbuka dan stabil secara struktur. Koefisien kekasaran hidraulik menggunakan nilai Manning 0,014 sesuai kondisi saluran beton. Tinggi jagaan direncanakan 0,3 m sebagai antisipasi terhadap kenaikan muka air. Kecepatan aliran dirancang berada dalam batas aman, dengan minimum $> 0,7$ m/detik dan maksimum $< 2,0$ m/detik. Untuk nilai kemiringan dasar yang digunakan dalam perencanaan ini adalah sebesar 0,002 sehingga didapatkan elevasi dasar rencana nya adalah sebagai berikut.

Tabel 8. Perencanaan Kemiringan Saluran

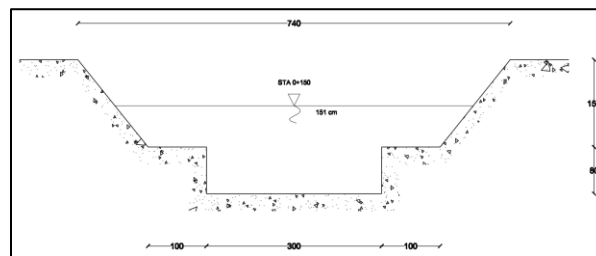
STA (m)	Jarak (m)	S	Kenaikan Elevasi (m)	Elevasi Dasar Rencana (m)
STA 0+000	0	0,002	0,00	0,20
STA 0+050	50	0,002	0,10	0,30
STA 0+100	100	0,002	0,20	0,40
STA 0+150	150	0,002	0,30	0,50
STA 0+200	200	0,002	0,40	0,60
STA 0+250	250	0,002	0,50	0,70
STA 0+300	300	0,002	0,60	0,80
STA 0+350	350	0,002	0,70	0,90
STA 0+400	400	0,002	0,80	1,00
STA 0+450	450	0,002	0,90	1,10
STA 0+500	500	0,002	1,00	1,20
STA 0+550	550	0,002	1,10	1,30
STA 0+600	600	0,002	1,20	1,40
STA 0+650	650	0,002	1,30	1,50
STA 0+655	655	0,002	1,31	1,51

Untuk dimensi penampang saluran berbentuk majemuk didapatkan melalui pendekatan coba-coba sehingga hasil nya dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Desain Normalisasi Drainase

STA (m)	b ₁ (m)	h ₁ (m)	b ₂ (m)	h ₂ (m)	m	H (m)	B (m)
STA 0+000	3	0,8	5	1,0	1	2,3	7,4
STA 0+050	3	0,8	5	1,0	1	2,3	7,4
STA 0+100	3	0,8	5	1,0	1	2,3	7,4
STA 0+150	3	0,8	5	1,0	1	2,3	7,4
STA 0+200	3	0,8	5	1,0	1	2,3	7,4
STA 0+250	3	0,8	5	1,0	1	2,3	7,4
STA 0+300	3	0,8	5	1,0	1	2,3	7,4
STA 0+350	3	0,8	5	1,2	1	2,1	7
STA 0+400	3	0,8	5	1,2	1	2,1	7
STA 0+450	3	0,8	5	1,2	1	2,1	7
STA 0+500	3	0,8	5	1,2	1	2,1	7
STA 0+550	3	0,8	5	1,2	1	2,1	7
STA 0+600	3	0,8	5	1,2	1	2,1	7
STA 0+650	3	0,8	5	1,2	1	2,1	7
STA 0+655	3	0,8	5	1,2	1	2,1	7

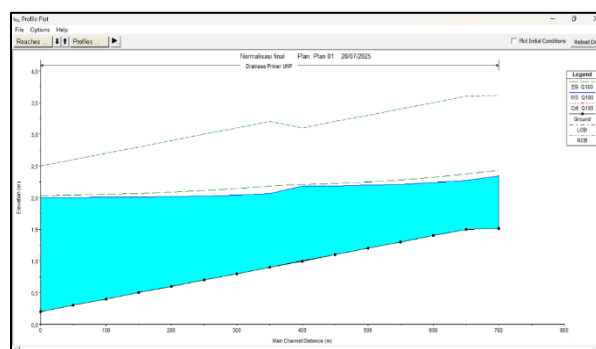
Untuk gambar pemodelan ulang penampang saluran, dapat dilihat pada gambar 6.



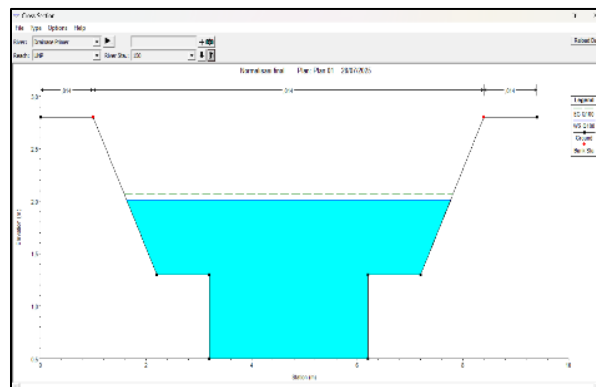
Gambar 6. Penampang Saluran Perencanaan Ulang STA 0+150

Analisis Hidrolika Desain Normalisasi

Analisis hidrolika dengan HEC-RAS dilakukan untuk memastikan penampang hasil desain normalisasi mampu mengalirkan debit banjir rencana tanpa luapan, serta menjaga kecepatan aliran dalam batas aman.



Gambar 7. Profil Memanjang Sesudah Normalisasi



Gambar 8. Profil Melintang STA 0+150 Sesudah Normalisasi

Hasil analisis hidrolika dan simulasi HEC-RAS menunjukkan bahwa normalisasi saluran secara signifikan meningkatkan kapasitas penampang dan stabilitas aliran. Penyesuaian dimensi serta kemiringan dasar 0,002 menghasilkan kecepatan aliran antara 0,7 hingga < 2 m/detik, dengan muka air tetap di bawah elevasi tebing. Desain ini terbukti efektif mengurangi risiko luapan dan memenuhi kapasitas debit banjir rencana.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, debit banjir rencana yang dihitung dengan metode rasional menunjukkan peningkatan signifikan pada setiap segmen untuk periode ulang 50 dan 100 tahun,

dengan debit maksimum mencapai 2,443 m³/detik dan 2,573 m³/detik pada Segmen 4. Simulasi HEC-RAS terhadap saluran eksisting menunjukkan bahwa kapasitas saluran belum mencukupi, dengan elevasi muka air mendekati tebing dan kecepatan aliran di bawah ambang minimum 0,7 m/detik, yang berisiko menyebabkan sedimentasi dan genangan. Desain normalisasi menggunakan penampang majemuk dan kemiringan dasar 0,002 terbukti meningkatkan kapasitas saluran, menurunkan muka air, serta memperbaiki kecepatan aliran dalam batas aman. Perbandingan hasil simulasi menunjukkan bahwa desain normalisasi secara signifikan meningkatkan kinerja hidrolika dan keamanan aliran di kawasan Universitas Negeri Padang.

DAFTAR PUSTAKA

- Chow, V. T. (1997). *Hidrolika Saluran Terbuka*. Jakarta: Erlangga.
- Diyanti, Yayuk S, F., & Yandi A. (2022). Analisis Kapasitas Saluran Drainase Pada Perumahan Mustika Tigaraksa Kabupaten Tangerang Dengan Software HEC-RAS 4.1. *Jurnal ARTESIS*, 2(1), 80–86.
- Febryana, A. A., Suprijanto, H., & Sisinggih, D. (2024). Studi Perencanaan Normalisasi Sungai Sebagai Upaya Mereduksi Banjir Sungai Tabanio di Kabupaten Tanah Laut. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 4(1), 1042–1055.
- Jaya, S., Suprpto, B., & Rochmawati, A. (2021). Normalisasi Sungai Winongo Untuk Penanggulangan Banjir di Kecamatan Mlati Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta Menggunakan Program HEC – RAS 5.0.7. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 10(3), 56–68.
- Kamiana, I. M. (2011). *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kamiana, I. M., Jaya, A. R., & Oktaviani, P. C. (2024). Pengaruh Normalisasi Terhadap Kinerja Drainase di Jalan G. Obos XII Kota Palangka Raya. *Teras Jurnal: Jurnal Teknik Sipil*, 14(1), 265–278.
- Purnamasari, R., & Umar, U. H. (2023). Normalisasi Saluran Drainase di Kawasan Pantai Marina Sebagai Upaya Pencegahan Banjir. *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, 5(2), 248–262.
- Salman, A., Noerhayati, E., & Rokhmawati, A. (2021). Studi Normalisasi Sungai Rejoso di Kabupaten Pasuruan Dengan Menggunakan Metode HEC-RAS. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 9(4), 268–279.
- Soewarno. (1995). *HIDROLOGI: Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*. Bandung: Nova.
- Surbakti, S. (2021). Normalisasi Drainase Perkotaan Pada Ruas Jalan Krucil–Tambelang (R. 53) Kabupaten Probolinggo. *Jurnal Info Manajemen Proyek*, 6(1), 50–59.
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Wesli. (2008). *Drainase Perkotaan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.