

PERENCANAAN ULANG SISTEM DRAINASE DI KAWASAN KAMPUS UNIVERSITAS NEGERI PADANG

Miftahul Fauzan Aryusdi¹, Totoh Andayono²

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

Email: taularyusdi@gmail.com

Abstrak: Kawasan Universitas Negeri Padang (UNP) kerap mengalami genangan air saat hujan deras akibat kapasitas saluran drainase yang tidak memadai, perubahan tata guna lahan, dan kurangnya pemeliharaan jaringan. Kondisi ini mengganggu aktivitas civitas akademika serta mempercepat kerusakan infrastruktur. Penelitian ini bertujuan menganalisis kinerja sistem drainase eksisting dan merencanakan ulang sistem yang efektif, efisien, dan berkelanjutan sesuai standar teknis, guna meminimalkan risiko banjir lokal di lingkungan kampus. Metode penelitian meliputi pengumpulan data curah hujan dari stasiun Bendung Koto Tuo dan Khatib Sulaiman, analisis hidrologi menggunakan metode distribusi Log Pearson III untuk menentukan curah hujan rencana, perhitungan debit banjir rencana dengan metode rasional, serta analisis hidrolika untuk mengevaluasi kapasitas saluran eksisting. Pemodelan jaringan drainase dilakukan menggunakan perangkat lunak EPA SWMM 5.2 untuk mensimulasikan kondisi eksisting dan rancangan perbaikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beberapa saluran di kawasan FMIPA dan Fakultas Ekonomi mengalami luapan pada periode ulang tertentu, terutama saat curah hujan tinggi, akibat kapasitas penampang yang lebih kecil dari debit limpasan. Rancangan perbaikan meliputi penyesuaian dimensi saluran, peningkatan kemiringan dasar, dan penambahan inlet pada titik rawan genangan. Simulasi pasca-perbaikan menunjukkan kapasitas saluran mampu menampung debit rencana hingga periode ulang 25 tahun tanpa luapan signifikan.

Kata Kunci : Drainase, Curah Hujan Rencana, Log Pearson III, EPA SWMM 5.2, Debit Banjir Rencana, Perencanaan Ulang

Abstract : The Universitas Negeri Padang (UNP) area frequently experiences waterlogging during heavy rainfall due to inadequate drainage channel capacity, changes in land use, and insufficient network maintenance. This condition disrupts academic activities and accelerates infrastructure deterioration. This study aims to analyze the performance of the existing drainage system and redesign it to be effective, efficient, and sustainable according to technical standards, in order to minimize local flood risks within the campus area. The research method includes collecting rainfall data from Bendung Koto Tuo and Khatib Sulaiman stations, conducting hydrological analysis using the Log Pearson III distribution method to determine design rainfall, calculating design flood discharge using the rational method, and performing hydraulic analysis to evaluate the capacity of the existing channels. Drainage network modeling was carried out using EPA SWMM 5.2 software to simulate both existing conditions and proposed improvements. The results show that several channels in the FMIPA and Faculty of Economics areas overflow at certain return periods, especially during high rainfall events, due to cross-sectional capacity being smaller than the runoff discharge. The proposed improvements include adjusting channel dimensions, increasing channel bed slope, and adding inlets at flood-prone points. Post-improvement simulations indicate that the drainage capacity can accommodate design discharges for up to a 25-year return period without significant overflow.

Keyword : Drainage, Design Rainfall, Log Pearson III, EPA SWMM 5.2, Design Flood Discharge, Redesign

PENDAHULUAN

Banjir adalah persoalan rutin di banyak area Indonesia, terutama di perkotaan padat penduduk, dan hampir menjadi masalah tahunan. Kerugian besar yang ditimbulkannya menjadikan

penanganan banjir prioritas utama. Perencanaan struktur pengendalian banjir, seperti drainase, memerlukan data curah hujan yang meliputi intensitas, tinggi, dan durasi. Analisis hubungan antara dua parameter curah hujan yang penting,

yaitu intensitas dan durasi curah hujan, secara statistik dapat dikaitkan dengan frekuensi kejadian. Hubungan antara intensitas, durasi, dan frekuensi curah hujan direpresentasikan oleh kurva Intensitas-Durasi-Frekuensi (IDF).

Kawasan Universitas Negeri Padang merupakan daerah yang sering terjadi terkena genangan yang disebabkan oleh intensitas air hujan yang tinggi. Kerana drainase tidak dapat menampung semua air hujan, banjir pun terjadi di kawasan Universitas Negeri Padang. Genangan air menyebabkan jalanan menjadi rusak, sehingga mengganggu aktivitas yang melintasi jalan menjadi tidak nyaman. Tergenangnya saluran di kawasan sekitar kampus Universitas Negeri Padang disebabkan oleh faktor air yang mengalir di saluran drainase melebihi kapasitas tampungan saluran sehingga air meluap dan akhirnya menimbulkan genangan di kawasan sekitarnya.

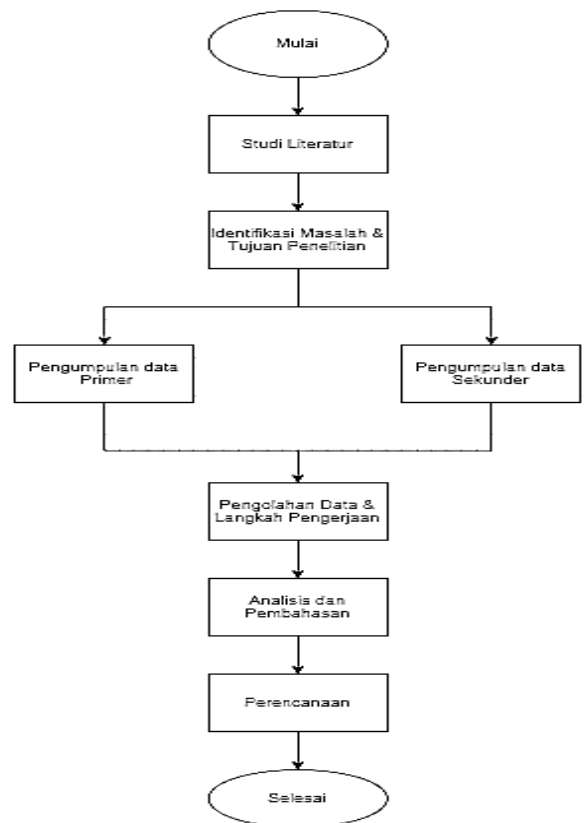
Kondisi saluran drainase kawasan Universitas Negeri Padang saat ini keadaannya belum banyak berubah karena, transformasi lanskap dan fungsi lahan sebagai konsekuensi dari pesatnya pembangunan infrastruktur telah secara signifikan mengurangi area yang berfungsi sebagai daerah resapan air alami. Situasi ini diperparah oleh kondisi sistem drainase yang sudah ada, yang tidak lagi mampu mengakomodasi volume air yang ada maupun menjamin kualitas aliran air yang optimal.

Dari hasil survey dan observasi dan lapangan ketika hujan tiba sering terjadi genangan di lokasi perencanaan, khususnya pada jalan utama kampus dan di sekitar beberapa fakultas Universitas Negeri Padang, ditemukan permasalahan genangan air. Kondisi ini disebabkan oleh kinerja saluran drainase yang suboptimal akibat akumulasi debris dan sedimen, diperparah oleh kerusakan pada struktur saluran. Genangan permukaan ini berpotensi menimbulkan deteriorasi konstruksi jalan dan mengganggu mobilitas.

Berdasarkan dari uraian diatas, penulis akan menganalisis saluran drainase di kawasan Universitas Negeri Padang (UNP) yang sesuai dengan standar yang berlaku, maka dibutuhkan perencanaan yang sesuai sehingga dapat berfungsi dengan efektif dan efisien.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan langsung dilapangan dengan mendapatkan data Primer seperti dimensi saluran drainase, pola aliran drainase dan arah aliran. Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu:



1. Data Penelitian

Pengambilan data dilakukan sebagai dasar analisis kapasitas drainase di kawasan kampus Universitas Negeri Padang. Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas dua jenis, yaitu data Primer dan Data Sekunder.

a. Data Primer

Data ini diambil melalui wawancara lapangan terkait dengan titik-titik genangan, frekuensi kejadian, durasi genangan dan permasalahan spesifik. Pengamatan kondisi eksisting saluran, survei untuk peta topografi, elevasi dan kontur lahan dikawasan.

b. Data Sekunder

Data sekunder ini diperoleh data data resmi yang sudah tersedia. Seperti data curah hujan historis, peta topografi dan foto wilayah yang lakukan menggunakan aplikasi google earth.

2. Metode Analisis Data

Dalam analisis data akan dilakukan secara bertahap dan sistematis. Tahap persiapan ini bertujuan untuk mengefisienkan waktu dan upaya dalam penyusunan tugas akhir, termasuk serangkaian aktivitas sebagai berikut:

a. Analisis Hidrologi

Uji konsistensi data curah hujan melakukan uji statistik untuk memastikan data curah hujan yang diperoleh. Untuk

menentukan kala ulang hujan harian rencana menggunakan metode distribusi gumbel, log pearson tipe III, dan normal.

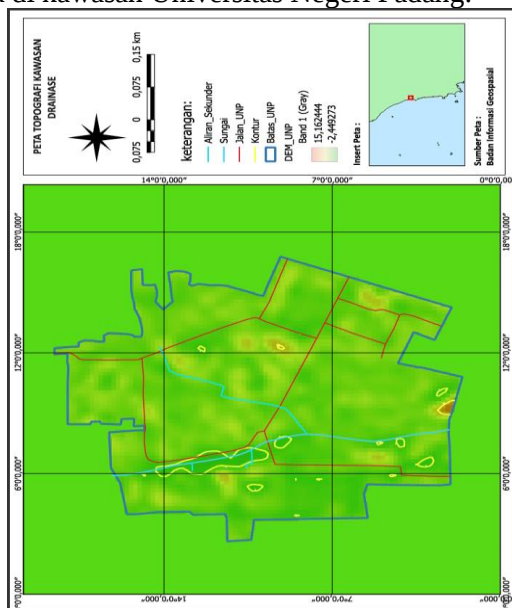
b. Analisis Hidrolika

Mengevaluasi kapasitas saluran eksisting membandingkan debit rencana dengan kapasitas saluran drainase yang ada. Dan membangun model jaringan kampus menggunakan perangkat lunak EPA SWMM, berdasarkan debit rencana dan dimensi penampang saluran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peta Topografi

Peta topografi digunakan untuk menggambarkan kondisi permukaan wilayah penelitian berdasarkan nilai elevasi. Informasi ini sangat penting dalam menganalisis arah aliran air, kemiringan lereng, serta batas daerah tangkapan hujan. Dalam penelitian ini, peta topografi digunakan untuk mendukung analisis sistem drainase primer yang ada di kawasan Universitas Negeri Padang.



Gambar 1. Peta Topografi

Perhitungan Hujan Rencana

Analisis curah hujan dilakukan untuk memahami seberapa besar volume hujan yang terjadi di area Universitas Negeri Padang, yang selanjutnya menjadi dasar untuk sistem pengendalian banjir.

Tabel 1. Data Curah 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

Distribusi Frekuensi

Sebelum menerapkan analisis distribusi frekuensi, terlebih dahulu perlu dilakukan peninjauan terhadap parameter statistik data, seperti nilai rata-rata, standar deviasi, koefisien variasi, skewness, dan kurtosis. Tujuan dari langkah ini adalah untuk mengidentifikasi distribusi yang paling sesuai dengan karakteristik data curah hujan pada kawasan penelitian.

Tabel 2. Distribusi Frekuensi

Distribusi	syarat	Hasil Perhitungan	Ket
Normal	Cs = 0	Cs = 0,797	NOT OK
	Ck = 3	Ck = 5,89	
Log Normal	Cs = 0,543	Cs = 0,797	NOT OK
	Ck = 3,528	Ck = 5,89	
Gumbel	Cs = 1,14	Cs = 0,797	NOT OK
	Ck = 5,4	Ck = 5,89	
Log Pearson III	Selain dari nilai di atas	Cs = 0,797	OK

Distribusi Log Pearson III

hasil perhitungan yang memenuhi syarat adalah distribusi log Pearson tipe III, sehingga distribusi frekuensi yang dapat digunakan adalah distribusi log Pearson tipe III.

Tabel 3. Distribusi Log Pearson III Curah Hujan Maksimum

No	Periode Ulang (Tahun)	Log Pearson III (mm)
1	5	179,28
2	10	194,21
3	25	211,78
4	50	224,06
5	100	235,93

Uji Distribusi Frekuensi

Uji distribusi probabilitas dimaksudkan untuk mengetahui apakah persamaan distribusi probabilitas yang dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis.

1. Metode Chi-Kuadrat
Berikut langkah-langkah perhitungan uji distribusi probabilitas metode chi-kuadrat:
 - a. Menghitung jumlah kelas
 - b. Menghitung derajat kebebasan (D_k) dan χ^2_{cr}
 - c. Menghitung kelas Distribusi
 - d. Perhitungan kelas x^2

Tabel 4. Perhitungan Nilai χ^2 untuk Distribusi Log Pearson III

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

2. Metode Smirnov-Kolmogorov
Pengujian kecocokan sebaran dengan cara ini dinilai lebih sederhana dibanding dengan pengujian dengan cara chi-kuadrat, dimana $\log \bar{X} = 2,1901$ dan $S \log \bar{X} = 0,076$.

$$f(t) = \frac{(\log Xi - \log \bar{X})}{S \log X}$$

Berdasarkan perhitungan uji distribusi dengan metode Smirnov-Kolmogorov didapat simpangan maksimum (ΔP) maksimum adalah 0,202.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah data} &= 10 \\ \alpha \text{ (derajat kepercayaan)} &= 5\% \\ \text{maka didapat } \Delta P \text{ kritis} &= \frac{1,36}{n^{0,5}} \\ &= \frac{1,36}{10^{0,5}} = 0,430 \end{aligned}$$

ΔP maksimum < ΔP kritis, maka distribusi probabilitas log Pearson tipe III dapat diterima.

Intensitas Hujan Rencana

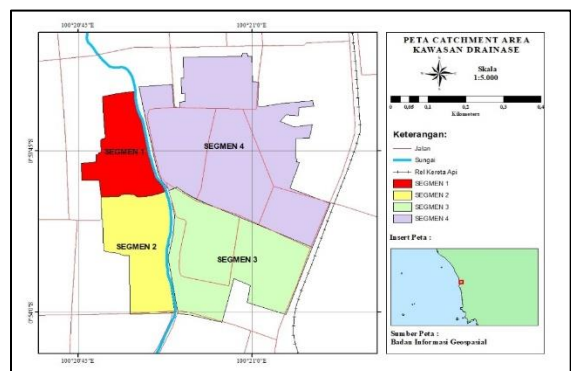
Dari hasil sebelumnya maka didapat distribusi yang digunakan adalah distribusi log Pearson tipe III dengan Rumus menghitung intensitas curah hujan (I) yang digunakan adalah rumus Mononobe (Persamaan 20). Contoh perhitungan untuk periode ulang 5 tahun dengan $t = 10$ menit maka didapat intensitas hujan sebesar:

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

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

Distribusi Banjir Rencana

Perhitungan debit banjir rencana pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode rasional. Metode ini dipilih karena sesuai dengan karakteristik daerah tangkapan hujan (*catchment area*) yang relatif sempit, padat bangunan, dan memiliki permukaan kedap air yang cukup tinggi. Dalam konteks kawasan Universitas Negeri Padang, banyaknya bangunan dan infrastruktur yang sudah ada menyebabkan aliran permukaan meningkat, sehingga respon terhadap hujan menjadi cepat. Hal ini penting untuk memastikan bahwa batas-batas *catchment area* yang ditetapkan telah sesuai dengan kondisi eksisting di lapangan. Pembagian *catchment area* ini juga mempertimbangkan arah aliran menuju saluran drainase primer.



Gambar 2. catchment area

Berikut contoh perhitungan debit banjir untuk segmen 1 pada periode ulang 10 tahun:

$$\text{Catchment area (A)} = 0,03884 \text{ km}^2$$

Panjang lintasan (L) = 0,267 km
 Elevasi hulu = 2,561 m
 Elevasi hilir = 2,517 m
 Koefisien pengaliran (C) = 0,65

1. Perhitungan Waktu Konsentrasi (tc)

$$t_c = \left(\frac{0,78 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385}$$

$$S = \frac{\Delta H}{L} = \frac{(2,561 - 2,517)}{267} = 0,0002$$

$$t_c = \left(\frac{0,78 \times 0,267^2}{1000 \times 0,0002} \right)^{0,385} = 0,658 \text{ jam}$$

2. Perhitungan Intensitas Curah Hujan (I)

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}} = \frac{194,456}{24} \left(\frac{24}{0,658} \right)^{\frac{2}{3}} =$$

89,095 mm/jam

3. Perhitungan Debit Banjir Rencana Metode Rasional

$$Q = 0,278 C.I.A$$

$$Q_{10} = 0,278 \times 0,65 \times 89,095 \times$$

$$0,03884 = 0,625 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Tata Guna Lahan

1. Analasisi Tata Guna Lahan

Analisis tata guna lahan menunjukan bahwasanya kawasan kampus Universitas Negeri Padang didominasi oleh tiga jenis tata guna lahan utama:

- Lahan Bangunan**
Mencakup bangunan gedung-gedung perkuliahan, laboratorium, perpustakaan dan asrama. Area ini memiliki presentasi penutupan lahan yang tinggi oleh material kedap air seperti beton dan aspal.
- Area terbuka hijau**
Terdiri dari taman, lapangan olahraga, dan area rumput. Meskipun luas, area ini sering kali memiliki elevasi yang tidak ideal atau kepadatan tanah yang tinggi, sehingga mengurangi laju infiltrasi air.
- Jalan dan Area Parkir**
Merupakan area dengan permukaan kedap air yang luas dan berfungsi sebagai jalur utama aliran air permukaan, langsung mengarah ke saluran drainase.

2. Dampak Terhadap Saluran

- Peningkatan Aliran Air Permukaan**

Air hujan yang tidak dapat meresap ke dalam tanah sehingga seluruhnya menjadi aliran air permukaan.

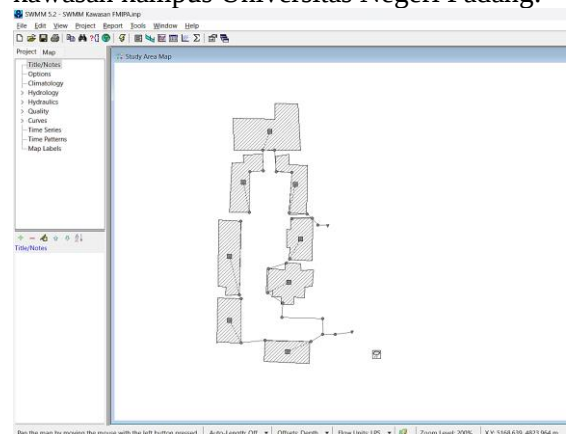
- peningkatan kecepatan aliran permukaan aspal dan beton yang mulus mempercepat laju aliran air.** Kecepatan yang tinggi ini dapat menyebabkan erosi pada saluran terbuka
- Penurunan Kualitas Air**
Aliran air permukaan dari area parkir dan jalan sering kali membawa polutan seperti oli, bensin dan sampah, yang kemudian mencemari badan air penerima.

Pemodelan Drainase Menggunakan EPA SWMM 5.2

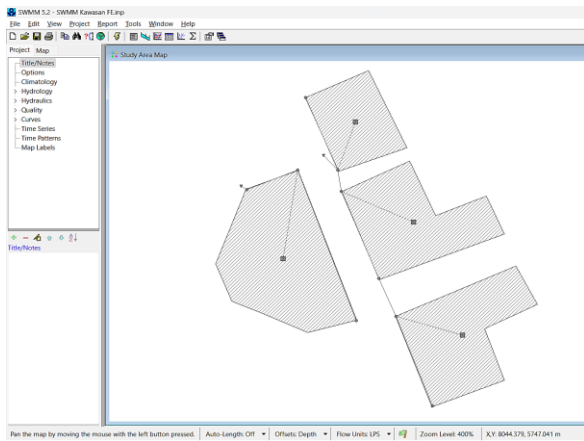
Pemodelan saluran drainase menggunakan perangkat lunak EPA SWMM (Storm Water Management Model) merupakan suatu proses yang melibatkan simulasi hidrologi dan hidrolika yang bersifat dinamis. Program ini digunakan untuk meneliti dan merancang sistem drainase perkotaan dengan memperhatikan limpasan air hujan, pergerakan air melalui jaringan pipa dan saluran terbuka, serta dampaknya terhadap kualitas air.

1. Pemodelan Jaringan

Evaluasi dilakukan untuk mengidentifikasi masalah genangan dan banjir yang terjadi dilokasi yang termasuk sistem drainase kawasan kampus Universitas Negeri Padang.



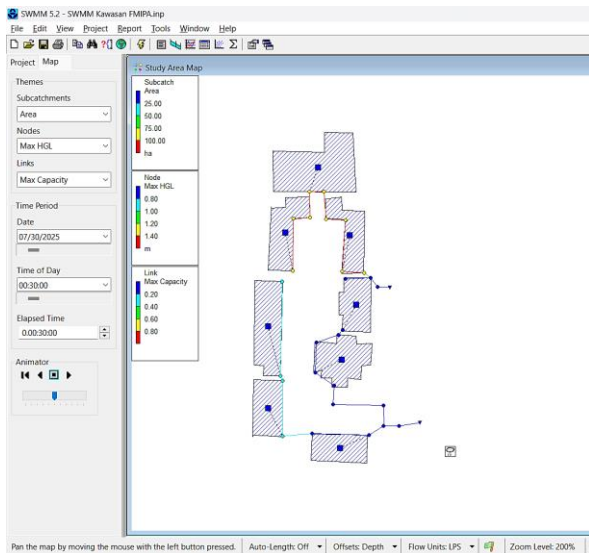
Gambar 3. Peta Kawasan FMIPA



Gambar 4. Peta Kawasan Fakultas Ekonomi

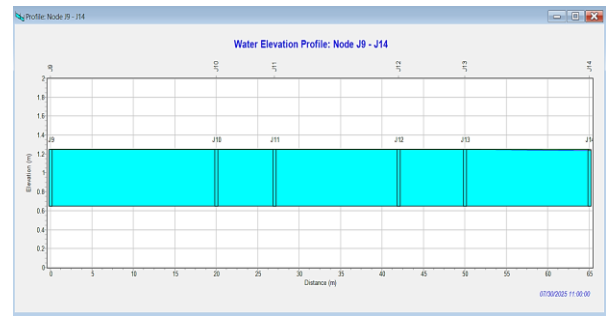
2. Simulasi Jaringan Drainase

Berdasarkan hasil simulasi terdapat 5 saluran dikawasan FMIPA yaitu J5, J6, J7, J8 dan J9 dan kawasan FE yaitu yang berwarna merah, menandakan bahwa kapasitas saluran tidak mencukupi untuk menampung debit aliran. Oleh karena itu, dapat dipastikan bahwa saluran akan meluap selama jam puncak hujan.



Gambar 5. Hasil Simulasi Kawasan FMIPA

Peluapan saluran C9, C10, C11, C12 dan C13 terjadi karena dimensinya tidak mencukupi sehingga limpasan yang terjadi tidak dapat ditampung oleh saluran. Kedalaman 0.6 m dan lebar 0.6m.

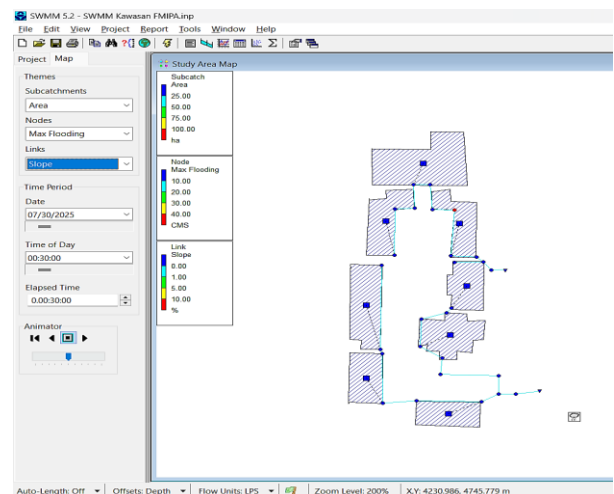


Gambar 6. Kondisi Profil kawasan FMIPA

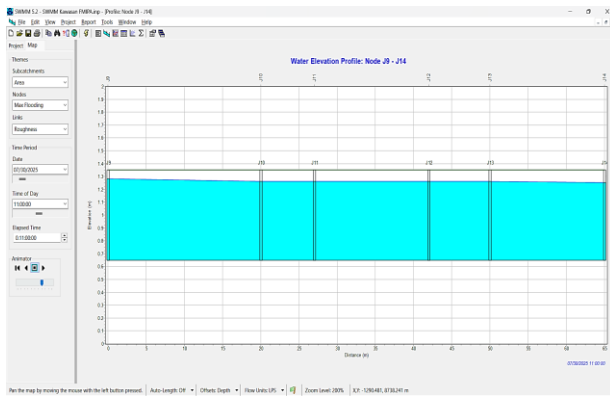
3. Evaluasi Jaringan Drainase

Perbaikan saluran drainase pada kampus Universitas Negeri Padang dikawasan FMIPA dilakukan pada 6 saluran berwarna merah yaitu C9, C10, C11, C12 dan C1. Simulasi perbaikan dilakukan dengan memperbesar dimensi saluran sehingga didapatkan kapasitas yang mencukupi.

Debit simulasi saluran C9 kondisi eksisting adalah $2,3 \text{ m}^3/\text{detik}$, sedangkan pada kondisi perbaikan debit simulasi menurun menjadi $2,2 \text{ m}^3/\text{detik}$. Hal ini menunjukkan kemampuan saluran dalam menampung debit limpasan saat hujan. Permasalahan di Universitas Negeri Padang kawasan FMIPA ini disebabkan adanya sedimen di saluran, sehingga perlu dilakukan pembersihan secara rutin agar saluran dapat menampung aliran sesuai kapasitasnya dan mencegah banjir. Saluran C9, C10, C11, C12 dan C13 memiliki sedimentasi yang tinggi dibanding saluran yang lain karena saluran tersebut cukup pendek dan posisinya berada di tengah.



Gambar 7. Hasil Simulasi Setelah Perbaikan



Gambar 8. Profil Aliran Setelah Perbaikan

KESIMPULAN

Berdasarkan pemodelan simulasi yang dilakukan pada kawasan yang terjadi banjir pada area FMIPA dan FE, maka dapat disimpulkan bahwa kondisi drainase saluran drainase pada kawasan FMIPA dan FE tidak berfungsi dengan baik karena diakibatkan oleh kapasitas yang menurun, seperti sampah, sedimentasi dan kecilnya ukuran saluran drainase sehingga kapasitas saluran berkurang dan air meluap seperti pada saluran kawasan FMIPA C9, C10, C11, C12 dan C13. Untuk saluran drainase yang terjadi diluapan dilakukan perbaikan dan pemodelan ulang yang sebelumnya, untuk ukuran drainase C9 tersebut lebar dan kedalaman nya 60x60 cm dengan debit 2,3 m³/detik. Yang menjadi 60x70 cm dengan debit 2,2 m³/detik.

DAFTAR PUSTAKA

- Desvina, A. P., Novia, S. A., Zein, M., Yendra, R., Hendri, M., & Fudholi, A. (2019). Log pearson III distribution and gumbel distribution model for rainfall data in pekanbaru. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 9(1), 803–807. <https://doi.org/10.35940/ijeat.A1411.109119>
- Giovan, H., Tangkudung, P. H., Kawet, L., & Wuisan, E. M. (2013). PERENCANAAN SISTEM DRAINASE KAWASAN KAMPUS UNIVERSITAS SAM RATULANGI. In *Jurnal Sipil Statik* (Vol. 1, Issue 3).
- Hendardi, A. R., Ramadhan, A. N. A., & Asniar, N. (2024). Analisis Standar Dimensi Daerah Tangkapan Air Hujan Berdasarkan Potensi Pemanen Air Hujan dengan Metode Rain Water Harvesting System (RWH) untuk Kebutuhan Domestik (Studi Kasus: Rumah Subsidi Daerah Kota Tasikmalaya). *Al Qalam: Jurnal Ilmiah Keagamaan Dan Kemasyarakatan*, 18(2), 1270. <https://doi.org/10.35931/aq.v18i2.3059>
- Hendriyani, I., Pratiwi, R., Rahmat, R., & Dewi Sartika, M. (2021). Kajian Saluran Drainase Berdasarkan Curah Hujan Di Kelurahan Karang Joang Balikpapan. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil TRANSUKMA*, 4(1), 12–21. <https://doi.org/10.36277/transukma.v4i1.106>
- Hidayat, A. (2022). Pemodelan Parameter A Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu Das Janeberang. *Indonesian Journal of Construction Engineering and Sustainable Development (Cesd)*, 5(1), 39–48. <https://doi.org/10.25105/cesd.v5i1.13937>
- Humaidi, A., Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari, I., & Adhyaksa No, J. (n.d.). *ANALISIS PERENCANAAN DRAINASE LAPANGAN SEPAK BOLA KAYU TANGI BANJARMASIN*.
- Krisnayanti, D. S., & Hunggurami, E. (2017). P8_KRISNAYANTI_Perencanaan Drainase Kota. In *Perencanaan Drainase Kota Seba: Vol. VI* (Issue 1).
- Lelli, G., Tanudjaja, L. L., Wuisan, E. M., & Tangkudung, H. (2013). PERENCANAAN SISTEM DRAINASE DI KAWASAN PUSAT KOTA AMURANG. *Jurnal Sipil Statik*, 1(5).
- Prawati, E., & Al Fajri, R. (2021). *Mei 2021 e-ISSN ; 2548-6209 p-ISSN* (Vol. 10, Issue 2). <http://u.lipi.go.id/1320332466>
- Suliwa, A., Nurhayati, & Herawati, H. (2022). Analisis konsistensi dan homogenitas curah hujan di das sekadau. *JeLAST : Jurnal Teknik Kelautan , PWK , Sipil, Dan Tambang*, 11(1), 1–6.
- Suripin. (2004). *Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi.
- Wardani, N. K., Yulianti, E., & Surbakti, S. (2022). Kajian Kapasitas Sistem Saluran Drainase Pada Kelurahan Kelutan Kecamatan Trenggalek. *Student Journal Gelagar*, 4(2), 29–39.
- Widyawati, W., Yuniarti, D., & Goejantoro, R. (2021). Analisis Distribusi Frekuensi dan Periode Ulang Hujan. *Eksponensial*, 11(1), 65. <https://doi.org/10.30872/eksponensial.v11i1.646>