

ANALISIS SALURAN DRAINASE KAWASAN JALAN DEPATI DUA NENEK DESA KOTO DIAN KECAMATAN HAMPARAN RAWANG KOTA SUNGAI PENUH

Dandi Ferry Yosya¹

Universitas Bung Hatta

dandiyosya@gmail.com

Lusi Utama²

Universitas Bung Hatta

lusi_utama@bunghatta.ac.id

ABSTRAK

Perkembangan suatu kota ditandai peningkatan kegiatan dan aktivitas penduduk yang mengakibatkan tata guna lahan untuk resapan air hujan berkurang, sehingga diperlukan tata guna drainase yang baik dan optimal. Dalam menentukan drainase yang baik dan optimal perlu perhitungan yang lebih mendalam terhadap curah hujan, intensitas hujan sekitar, dan dimensi yang digunakan dilapangan. Metode yang digunakan diawali dengan penentuan stasiun curah hujan berpengaruh dengan menggunakan metode thiesen dan perhitungan dengan metode mononabe untuk intensitas hujan serta menggunakan rumus rasional dalam menghitung debit rencana. Dari hasil penelitian didapatkan curah hujan rencana 82 mm untuk periode ulang 5 tahun dengan debit rencana terbesar 0,1353 m³/detik pada ruas sekunder 3 – 10 dan terkecil 0,0397 m³/detik pada ruas tersier 4 – 7. Berdasarkan debit rencana terdapat beberapa dimensi baru untuk penampang drainase dengan lebar 0,4 meter, tinggi 0,4 meter dan *freeboard* 0,2 meter

Kata Kunci: Drainase, Hujan, *Catchment Area*, Debit, Dimensi

ABSTRACT

The development of a city is marked by an increase in the activities and movements of its residents, which results in a decrease in land use for rainwater absorption. Therefore, good and optimal drainage management is required. In determining good and optimal drainage, a more in-depth calculation is needed regarding rainfall, surrounding rainfall intensity, and the dimensions used in the field. The method used begins with determining the influential rainfall stations using the Thiessen method and calculating rainfall intensity using the Mononabe method, as well as using the rational formula to calculate the design flow rate. The research results indicate a design rainfall of 82 mm for a 5-year return period, with the largest design flow rate of 0.1353 m³/s on secondary section 3–10 and the smallest of 0.0397 m³/s on tertiary section 4–7. Based on the design flow rate, several new dimensions were determined for the drainage cross-section, with a width of 0.4 meters, a height of 0.4 meters, and a freeboard of 0.2 meters.

Keywords: Drainage, Rainfall, *Catchment Area*, Flow Rate, Dimensions

PENDAHULUAN

Adanya perkembangan dan pertumbuhan suatu kota menyebabkan meningkatnya aktivitas dan tutupan lahan yang mengakibatkan berkurangnya daerah resapan air. Hal ini mengakibatkan urban sprawl yang menimbulkan dampak buruk berupa degradasi lingkungan (Chang et al., 2021). Urban sprawl merupakan salah satu penyebab bencana banjir akibat limpasan secara langsung (Haase, 2009).

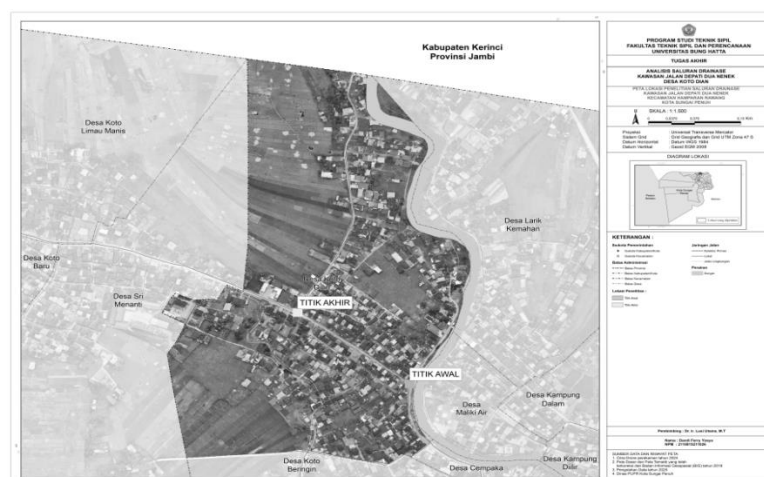
Dengan berkurangnya daerah resapan alami genangan akan terjadi jika air tidak dapat dialirkan. Tata guna lahan daerah tangkapan drainase harus dipertimbangkan dalam perencanaan drainase sehingga air dipastikan tidak tergenang dan mengalir terkendali (Suripin, 2019). Salah satu yang bisa mengatasi masalah ini adalah kualitas drainase yang optimal dalam mencegah banjir, saluran yang baik dapat meminimalisir risiko banjir dengan mengalirkan air hujan dengan cepat dan efisien menuju pembuangan akhir (*out let*) (Jha et al., 2012)

Drainase dikategorikan baik jika jaringan terhubung dengan baik dan terintegrasi serta penampang yang memenuhi dalam menampung debit rencana. Pada Desa Koto Dian Kecamatan Hamparan Rawang terdapat beberapa saluran drainase yang tidak terintegrasi dengan baik dan dimensi penampang yang tidak diperbarui sehingga sering kali menjadi langganan banjir. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui curah hujan rencana terjadi, besaran intensitas hujan, serta perhitungan ulang dimensi yang ideal sesuai berdasarkan curah hujan rencana dan intensitas yang terjadi di Desa Koto Dian Kecamatan Hamparan Rawang Kota Sungai Penuh.

METODE PENELITIAN

1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Desa Koto Dian Kecamatan Hamparan Rawang Kota Sungai Penuh. Tepatnya pada kawasan Jalan Depati Dua Nenek Desa Koto Dian Kecamatan Hamparan Rawang.



Gambar 1. Lokasi Penelitian di Desa Koto Dian Kecamatan Hamparan Rawang

2. Sumber Data

Penelitian ini ada 2 jenis data yang digunakan yaitu data primer dan data sekunder. Menurut Sugiyono, (2024 : 137) Data primer adalah sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data. Dalam penelitian ini data primer yang dibutuhkan meliputi survey kawasan penelitian, pengukuran saluran ekisting di lapangan, dan wawancara dengan pemerintah dan

warga setempat. Adapun data sekunder adalah data yang sumber tidak memberikan langsung memberikan data. Data sekunder yang digunakan meliputi data curah hujan, peta topografi, dan studi pustaka.

3. Analisis Hidrologi

Menentukan stasiun berpengaruh terhadap lokasi penelitian (*catchment area*) dengan menggunakan metode polygon thiesen dan didapatkan curah hujan rencana dengan menggunakan distribusi normal, log normal, gumbel dan log pearson type III dari data curah hujan harian yang didapatkan serta melewati pengujian distribusi data dengan chi kuadrat dan smornov kolmogorof. Curah hujan rencana digunakan untuk menghitung intensitas hujan dengan menggunakan metode mononobe dan debit rencana menggunakan metode rasional.

4. Analisis Hidraulika

Dalam menghitung kapasitas saluran dilapangan digunakan persamaan manning sehingga didapatkan debit yang dapat ditampung oleh saluran.

5. Validasi Penampang

Debit rencana yang didapatkan dibandingkan dengan debit yang dapat ditampung oleh saluran di lapangan. Jika hasil dari debit rencana lebih besar dari debit lapangan maka dilakukan perhitungan dimensi ulang terhadap saluran drainase yang dilapangan hingga memenuhi syarat $Q_{lapangan} > Q_{rencana}$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan diambil dari tahun 2015 – 2024 atau 10 tahun terakhir. Dengan menggunakan metode thiesen dalam menentukan stasiun curah hujan berpengaruh didapatkan satu stasiun yang mempengaruhi yaitu stasiun Meteorologi Depati Parbo Kerinci.

Tabel 1 Data Curah Hujan Harian Stasiun Meteorologi Depati Parbo Kerinci

NO	TAHUN	STASIUN CURAH HUJAN METEOROLOGI DEPATI PARBO (mm)
1	2015	51,4
2	2016	84,1
3	2017	71
4	2018	83,8
5	2019	56,4
6	2020	65,1
7	2021	61,8
8	2022	65,3
9	2023	88
10	2024	83,8

Analisa Frekuensi Curah Hujan

Dalam menganalisa frekuensi curah hujan dari data curah hujan harian digunakan 4 distribusi untuk mendapatkan curah hujan rencana yaitu distribusi normal, log normal, gumbel, dan log pearson type III.

Tabel 2 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Setiap Distribusi

No	Periode Ulang (Tahun)	Curah Hujan Rencana (mm)			
		Normal	Log Pearson III	Gumbel	Log Normal
1	2	71,1	72,2	69,3	71,1
2	5	82,0	83,5	84,9	83,3
3	10	87,8	89,4	95,2	90,5
4	25	93,9	95,6	108,3	98,9
5	50	97,9	99,4	118,0	104,7

Uji Kesesuaian Data

Dalam menentukan jenis distribusi yang sesuai untuk digunakan untuk langkah selanjutnya perlu dilakukan pengecekan data dengan dua pengujian yaitu uji chi kuadrat dan uji smirnov kolmogorof. Pengujian ini berfungsi untuk menilai data yang diperoleh sesuai dengan salah satu distribusi. Data yang memenuhi syarat akan digunakan untuk perhitungan selanjutnya.

Tabel 3 Rekapitulasi Nilai X^2 , X^2_{CR} dan Hasil Pengujian

No	Distribusi Probabilitas	X^2	X^2_{CR}	Keterangan
1	Normal	5	5,991	Diterima
2	Gumbel	2	5,991	Diterima
3	Log Normal	5	5,991	Diterima
4	Log Pearson III	5	5,991	Diterima

Tabel 4 Rekapitulasi Nilai ΔP hitung dan ΔP Kritis

No	Distribusi Probabilitas	ΔP Terhitung	ΔP Kritis	Keterangan
1	Normal	0,139	0,41	Diterima
2	Gumbel	0,149	0,41	Diterima
3	Log Person Type III	0,191	0,41	Diterima
4	Log Normal	0,849	0,41	Tidak Diterima

Tabel 5 Rekapitulasi Dari Kedua Pengujian

No	Distribusi Probabilitas	Uji Chi Kuadrat		Uji Smirnov Kolmogorof		Keterangan
		X^2	X^2_{CR}	ΔP Terhitung	ΔP Kritis	
1	Normal	5	5,991	0,139	0,41	Diterima Keduanya
2	Gumbel	2	5,991	0,149	0,41	Diterima Keduanya
3	Log Person Type III	5	5,991	0,191	0,41	Diterima Keduanya
4	Log Normal	5	5,991	0,849	0,41	Diterima ChiKuadrat

Berdasarkan dari table 5 curah hujan rencana yang digunakan dari keempat distribusi adalah curah hujan rencana dengan menggunakan distribusi normal.

Tabel 6 Curah Hujan Rencana Terpilih Dengan Menggunakan Distribusi Normal

No	Distribusi Probabilitas	Curah Hujan (mm)	Peluang (%)	Periode Ulang (Tahunan)
1	Distribusi Normal	71,1	50	2
2		82,0	20	5
3		87,8	10	10
4		93,9	4	25
5		97,9	2	50

Dari curah hujan rencana digunakan curah hujan dengan periode ulang 5 tahun yaitu 82 mm untuk perhitungan intensitas hujan dari jalan maupun dari pemukiman yang dilayani saluran drainase.

Analisa Intensitas Curah Hujan

Dalam perhitungan intensitas hujan digunakan rumus mononobe. Intensitas hujan terbagi menjadi dua yaitu intensitas hujan dari jalan dan intensitas hujan dari permukiman. Parameter dari hasil intensitas hujan sangat diperlukan dalam menentukan debit banjir rencana.

$$I = \frac{R}{24} \times \frac{24^{0,667}}{T_c}$$

Tabel 7 Nilai Perhitungan Intensitas Hujan dari Permukaan Jalan

Saluran	Lebar (m)		To Total (jam)	Panjang Jalan (m)	Tf (jam)	Tc (Jam)	Intensitas Hujan (mm/jam)
	Jalan	Bahu					
1 - 4	3	0,5	0,0344	178	0,0330	0,0674	175,0358
2 - 3	3	0,5	0,0344	188	0,0348	0,0693	171,885
5 - 3	3	0,5	0,0344	85	0,0157	0,0502	213,295
3 - 10	3	0,5	0,0344	31	0,0057	0,0402	247,541
6 - 7	1,5	0,2	0,0237	63	0,0117	0,0354	269,456
4 - 9	3	0,5	0,0344	45,87	0,0085	0,0429	236,788
7 - 8	1,5	0,2	0,0237	42	0,0078	0,0315	291,304

Untuk perhitungan dari intensitas akibat permukaan jalan dipengaruhi oleh kondisi dari jalan yang akan dilayani saluran drainase mulai dari jenis perkerasan dan bahu jalan yang digunakan serta lebar dan panjang dari jalan tersebut.

Tabel 8 Nilai Perhitungan Intesnitias Hujan dari Permukiman

Ruas Drainase	L(M)	S	To(jam)	Tf(jam)	Tc (jam)	I(mm/jam)
Sekunder 1-4	178	0,0096	0,319336	0,032963	0,352299	57,79804
sekunder 2-3	188	0,0090	0,332232	0,034815	0,367047	56,23162
sekunder 5-3	85	0,0059	0,1481	0,015741	0,163841	96,53427
Sekunder 3-10	32	0,0063	0,055016	0,005926	0,060942	187,2621
Sekunder 6-7	64	0,0078	0,108652	0,011852	0,120504	118,5971
Tersier 7- 4	20	0,0015	0,033549	0,003704	0,037253	260,4144
Sekunder 4-9	46	0,0065	0,07629	0,008519	0,084808	150,069
Sekunder 7-8	42	0,0071	0,068903	0,007778	0,076681	160,5474

Analisa Debit Air Hujan Rencana

Berdasarkan perhitungan intensitas hujan didapatkan debit air hujan rencana yang diperoleh dari debit akibat permukaan jalan dan debit akibat dari permukiman. Perhitungan ini menggunakan metode rasional dalam menghitung debit rencana.

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A$$

Dimana :

Q = Debit Rencana (m³/detik)

C = Koefisien Pengaliran Permukaan

I = Intensitas Hujan dari Permukaan Jalan atau Permukiman

A = Luas Daerah Pengaliran (km²)

Tabel 9 Debit Rencana Air Hujan dari Permukaan Jalan

Ruas Drainase	F	Intensitas Hujan (mm)	A (km ²)	C gabungan	Q jalan (m ³ /det)
1 - 4	0,278	175,0358	0,000749	0,94	0,0344
2- 3	0,278	171,8859	0,000791	0,94	0,0356
5 - 3	0,278	213,2952	0,000358	0,70	0,0148
3 - 10	0,278	247,5415	0,00013	0,94	0,0085
6 - 7	0,278	269,4564	0,000129	0,70	0,0067
4 - 9	0,278	236,7884	0,000193	0,94	0,0120
7 - 8	0,278	291,3045	8,58E-05	0,7	0,0049

Tabel 10 Debit Rencana Air Hujan dari Permukiman

Ruas Drainase	f	Intensitas Hujan (mm/jam)	C	A (KM ²)	Qkawasan (m ³ /detik)
1 - 4	0,278	57,80	0,75	0,002558	0,0308
2- 3	0,278	56,23	0,75	0,002708	0,0317
5 - 3	0,278	96,53	0,75	0,001388	0,0279
3 - 10	0,278	187,26	0,75	0,000345	0,0135
6 - 7	0,278	118,60	0,75	0,001778	0,0440
7 - 4	0,278	260,41	0,75/0,25	0,000338	0,0244
4 - 9	0,278	150,07	0,75	0,000578	0,0181
7 - 8	0,278	160,55	0,75	0,001493	0,0500

Debit air hujan didapatkan dari penjumlahan dari debit air hujan akibat permukaan jalan dan permukiman. Jumlah dari kedua debit tersebut akan digunakan sebagai debit banjir rencana akibat air hujan.

Analisa Debit Air Buangan dan Air Kotor

Debit air kotor dihitung berdasarkan jumlah penduduk dan jenis dari permukiman yang dilayani saluran. Debit air kotor biasanya bersumber dari perumahan, perkantoran, masjid, rumah makan dan lain sebagainya.

Tabel 11 Perhitungan Debit Rencana dari Air Kotor pada Masing – masing Ruas

Ruas Drainase	Jenis Bangunan	Jumlah	Orang/ Unit	Jumlah Jiwa	Sarana	(q) lt/hari	Qab (m ³ /det)	Qak (m ³ /det)
1 - 4	Rumah	21	5	105	Masjid	250	0,00032	0,00028
2- 3	Rumah	21	5	105		250	0,000383	0,000335
5 - 3	Rumah	11	5	55		250	0,000167	0,000147
3 - 10	Rumah	3	5	15		250	4,6E-05	4E-05
6 - 7	Rumah	13	5	65		250	0,000198	0,000173
7 - 4	Rumah	2	5	10		250	3,05E-05	2,66E-05
4 - 9	Rumah	5	5	25		250	7,61E-05	6,66E-05
7 - 8	Rumah	3	5	15		250	4,57E-05	4E-05

Analisa Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana adalah jumlah atau gabungan dari debit air hujan baik dari permukaan jalan dan permukiman dengan debit air kotor atau buangan serta debit inflow dari saluran yang mempengaruhi.

Tabel 12 Debit Rencana pada Setiap Ruas Saluran

Ruas Drainase	Debit (m ³ /det)			Q Saluran (m ³ /det)
	Jalan	Kawasan	Limbah	
1 - 4	0,0344	0,0308	0,00028	0,0655
2- 3	0,0356	0,0317	0,00028	0,0677
5 - 3	0,0148	0,0279	0,000147	0,0429
3 - 10	0,0085	0,0135	4E-05	0,0220
6 - 7	0,0067	0,0440	0,000173	0,0509
7 - 4	0,0000	0,0244	2,66E-05	0,0245
4 - 9	0,0120	0,0181	6,66E-05	0,0301
7 - 8	0,0049	0,0500	4E-05	0,0549

Tabel 13 Perhitungan Debit Aliran yang Dilayani Saluran

RUAS DRAINASE	Debit (m ³ /det)			Q rencana (m ³ /detik)
	Saluran	Inflow 1	Inflow 2	
Skd. 1 - 4	0,0655	0	0	0,0655
Skd. 2- 3	0,0677	0	0	0,0677
Trs. 5 - 3	0,0429	0	0	0,0429
Skd. 3 - 10	0,0220	0,0429	0,0677	0,1325
Skd. 6 - 7	0,0509	0	0	0,0509
Trs. 7 - 4	0,0245	0,015263		0,0397
Skd. 4 - 9	0,0301	0,0655	0,0397	0,1353
Skd. 7 - 8	0,0549	0,035613	0	0,0905

Perhitungan Debit pada Saluran di Lapangan

Perhitungan dari debit yang dapat ditampung pada saluran dilapangan berdasarkan kondisi ekistingnya akan dijadikan sebagai pembanding dengan debit rencana terhitung. Debit ekisting harus lebih besar dari debit rencana sehingga tidak terjadi banjir akibat luapan atau ketidaksanggupan penampang drainase dalam menampung debit.

Tabel 14 Perhitungan Debit Aliran Berdasarkan Kondisi Ekisting Lapangan

Ruas Draianase	Dimensi (m)		P (M)	A (Meter ²)	R	S	V (M/Det)	Qlap (m ³ /detik)
	Lebar	Tinggi						
1 - 4	0,4	0,6	1,6	0,24	0,15	0,0096	1,4900	0,3576
2- 3	0,2	0,25	0,7	0,05	0,071429	0,0090	0,9545	0,0477
5 - 3	0,3	0,4	1,1	0,12	0,109091	0,0059	1,0225	0,1227
3 - 10	0,3	0,4	1,1	0,12	0,109091	0,0063	1,0539	0,1265
6 - 7	0,3	0,4	1,1	0,12	0,109091	0,0078	1,1783	0,1414
7 - 4	0,25	0,25	0,75	0,0625	0,083333	0,0015	0,4311	0,0269
4 - 9	0,4	0,6	1,6	0,24	0,15	0,0065	1,3326	0,3198
7 - 8	0,3	0,4	1,1	0,12	0,109091	0,0071	1,1267	0,1352

Validasi Debit Saluran

Validasi antara debit yang dapat dilayani saluran dengan debit rencana dapat dijadikan sebagai acuan kesanggupan saluran drainase lapangan dalam melayani debit banjir rencana.



Gambar 2. Jaringan Drainase Kawasan Jalan Depati Dua Nenek

Terdapat delapan ruas drainase yang mempengaruhi lokasi penelitian pada kawasan jalan depati dua nenek Desa Koto Dian Kecamatan Hamparan Rawang Kota Sungai Penuh. Dengan arah jaringan drainase mengalir ke pembuangan terakhir(outlet).

Tabel 15 Perbandingan antara Debit Rencana dan Debit lapangan

Ruas Drainase	Debit (M^3/Detik)		Kondisi Saluran Saat Ini	Penanganan
	Rencana	Lapangan		
1 - 4	0,0655	0,3576	Aman	
2- 3	0,0677	0,0477	Meluap	Desain Penampang
5 - 3	0,0429	0,1227	Aman	
3 - 10	0,1325	0,1265	Meluap	Desain Penampang
6 - 7	0,0509	0,1414	Aman	
7 - 4	0,0397	0,0269	Meluap	Desain Penampang
4 - 9	0,1353	0,3198	Aman	
7 - 8	0,0905	0,1352	Aman	

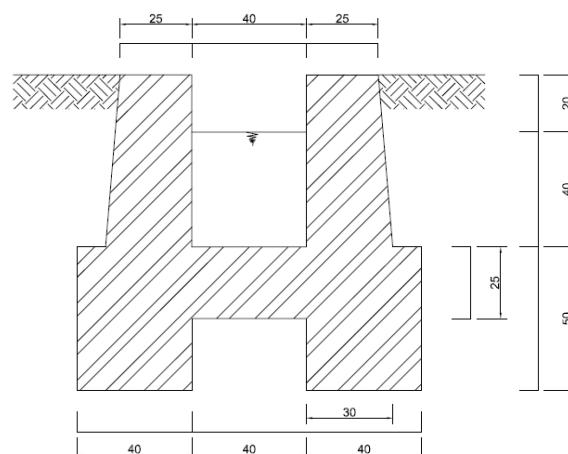
Dari tabel diatas terdapat beberapa saluran yang tidak memenuhi dalam menampung debit banjir rencana yaitu pada saluran 2 -3, 3 – 10, dan 7 – 4. Saluran tersebut perlu di hitung dimensi penampang yang baru sesuai dengan debit rencana yang didapatkan.

Perencanaan Dimensi Penampang Saluran

Dari delapan saluran yang ditinjau terdapat tiga saluran yang dilakukan perhitungan dimensi ulang yaitu saluran 2 – 3, saluran 3 – 10, dan saluran 7 – 4. Perhitungan ini dihitung dengan menggunakan analisis hidraulika dengan *trial and error*.

Tabel 16 Hasil Pembaruan Dimensi Saluran yang Bermasalah

Ruas Drainase	Dimensi Lama			Dimensi Baru			
	Lebar (m)	Tinggi (m)	Q_{lama} (m^3/det)	Lebar (m)	Tinggi (h) (m)	Freeboard (m)	Q_{baru} (m^3/det)
Sekunder 2 -3	0,2	0,25	0,0477	0,4	0,4	0,2	0,1925
Sekunder 3 – 10	0,3	0,4	0,1265	0,4	0,4	0,2	0,1925
Tersier 7 - 4	0,25	0,25	0,0269	0,25	0,35	0,15	0,0403



DIMENSI SALURAN SEKUNDER 2-3 DAN 3-10
 SKALA 1:10

Gambar 3. Dimensi Penampang Saluran Untuk Ruas 2 – 3 dan 3 - 1

KESIMPULAN

Berdasarkan data curah hujan selama 10 tahun (2015–2024) yang diperoleh dari Stasiun Meteorologi Depati Parbo Kerinci, didapatkan curah hujan rencana dengan periode ulang 5 tahun sebesar 82 mm. Hasil perhitungan hidrologi dan hidraulika menunjukkan bahwa debit rencana pada kawasan Jalan Depati Dua Nenek, Desa Koto Dian, Kecamatan Hamparan Rawang, Kota Sungai Penuh, mencapai 0,1353 m³/detik pada ruas sekunder 3–10 sebagai debit terbesar, sedangkan debit terkecil sebesar 0,0397 m³/detik terdapat pada ruas tersier 4–7. Berdasarkan hasil analisis lebih lanjut, diperoleh dimensi baru penampang saluran yang direncanakan sesuai dengan debit banjir rencana, yaitu pada ruas sekunder 2–3 dengan lebar saluran (b) 0,4 meter, tinggi 0,4 meter, dan freeboard 0,2 meter; ruas sekunder 3–10 dengan lebar saluran (b) 0,4 meter, tinggi 0,4 meter, dan freeboard 0,2 meter; serta pada ruas tersier 7–4 dengan lebar saluran (b) 0,25 meter, tinggi 0,35 meter, dan freeboard 0,15 meter

DAFTAR PUSTAKA

- Abda, Julmadian. 2021. “Tinjauan Sistem Drainase Jalan.” *Orbith: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa Dan Sosial* 17 (2): 107–13. <https://jurnal.polines.ac.id/index.php/orbith/article/view/2965>.
- Agoes, Herliyani Fariyal, Muhlis Adriani, and Setiyo. 2012. “Identifikasi Saluran Primer Dan Sekunder Daerah Irigasi Kunyir Kabupaten Tanah Laut.” *Jurnal Intekna* 12 (2): 132–39.
- Asmorowati, E T, A Rahmawati, D Sarasanty, A A Kurniawan, M A Rudiyanto, E Nadya, M W Nugroho, and S.S.M.S. Eko Sutrisno. 2021. *DRAINASE PERKOTAAN*. Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia. <https://books.google.co.id/books?id=W4NYEAAAQBAJ>.
- Chanson, Hubert. 2004. *The Hydraulics of Open Channel Flow: An Introduction*. Department of Civil Engineering The University of Queensland, Australia.
- Direktorat Jendral Bina Marga. (2021). *Pedoman Desain Drainase Jalan*.
- Guntoro, Dani Eko, Donny Harisuseno, and Evi Nur Cahya. 2017. “Pengelolaan Drainase Secara Terpadu Untuk Pengendalian Genangan Di Kawasan Sidokare Kabupaten Sidoarjo.” *Jurnal Tenik Pengairan* 008 (01): 60–71. <https://doi.org/10.21776/ub.jtp.2017.008.01.06>.
- Haase, Dagmar. 2009. “Effects of Urbanisation on the Water Balance—A Long-Term Trajectory.” *Environmental Impact Assessment Review* 29 (4): 211–19.
- Jha, Abhas K, Robin Bloch, and Jessica Lamond. 2012. *Cities and Flooding A Guide to Integrated Urban Flood Risk Management for the 21st Century*.
- Kimi, Sudirman. 2021. “Pengaruh Jenis Dan Kemiringan Dasar Saluran Terhadap Nilai Koefisien C Dengan Persamaan Manning Berdasarkan Hasil Uji Laboratorium.” *Jurnal Penelitian Dan Kajian Teknik Sipil* 4 (1): 1–4.
- Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia. (2014). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 12/PRT/M/2014*. Jakarta.
- Rahman, Abdur, Endah Tri Sulistyorini, and Candra Yulian Pasha. 2024. “Rencana Strategis Sanitasi Kabupaten Grobogan 2022-2026” 1 (1).
- Rakhmawati, Gita. 2024. “ANALISIS INTENSITAS CURAH HUJAN DAN KURVA IDF (INTENSITY-DURATION-.” *Jurnal Ilmiah Teknik* 3 (3): 1–11.
- Sari, SITI NUR INDAH. 2024. “URBAN DRAINAGE PLANNING FOR SWAMP AREAS

- USING A SUSTAINABLE DRAINAGE APPROACH IN MERAUKE” 6 (1): 1108–15.
- Sminkey, Patrice V., and Jeannie Le Doux. 2016. *URBANIZATION AND DEVELOPMENT Emerging Futures. Professional Case Management*. Vol. 21.
- Sugiyono, 2024. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, DAN R&D.
- Suripin, 2004, Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan, Andi, Yogyakarta.
- Utama, Lusi. 2013. Hidrologi Teknik. Penerbit Bung Hatta University Press, Padang.
- Zufrimar, Edwina Zainal; Infiltration wells for various house types in the Kuranji catchment area, Padang City. AIP Conf. Proc. 1 June 2023; 2691 (1): 030006