PENINGKATAN SISTEM SALURAN DRAINASE KAWASAN AIR PUTIH KOTA SAMARINDA PROVINSI KALIMANTAN TIMUR

Wahyu Fajar Ramadhan[1], Lies Kurniawati Wulandari[2], dan I Wayan Mundra[3]

[1]Mahasiswa Program Studi Sarjana Teknik Sipil, ITN Malang, Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2, Sumbersari, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur 64145
Email : ramadhn6607@gmail.com
[2]Prodi Sarjana Teknik Sipil, ITN Malang, Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2, Sumbersari, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur 64145
Email : lieskurniawatiw@gmail.com
[3]Prodi Sarjana Teknik Sipil, ITN Malang, Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2, Sumbersari, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur 64145
Email : wmundra@yahoo.com

ABSTRACT

The Air Putih area in Samarinda City regularly experiences flooding with water depths of 30–50 cm lasting up to two hours during high-intensity rainfall events. This flooding results from the inadequate capacity of existing drainage channels to accommodate runoff discharge, sedimentation, and the increasing extent of impervious surfaces due to urban development. This study aims to analyze the layout and capacity of existing drainage channels, calculate the design flood discharge for a 10-year return period, and develop a redesign plan for channels with insufficient capacity. The methods applied include rainfall data consistency testing using the double mass curve, determination of areal rainfall using the Thiessen Polygon method, frequency distribution analysis (Log Pearson Type III and E.J. Gumbel) tested for goodness-of-fit using Chi-Square and Smirnov-Kolmogorov tests, design flood discharge calculation using the Rational Method, and channel redimensioning using Manning's equation. Results show a 10-year design rainfall of 143.83 mm, with existing discharge capacity across 100 channel segments ranging from 0.04–4.96 m³/s and design flood discharge ranging from 0.03–7.77 m³/s. Evaluation revealed that 41 channels meet the required capacity while 59 channels do not, necessitating redesign using rectangular precast U-Ditch sections. This study is expected to serve as a technical reference for local government in addressing flooding issues in the Air Putih area.

Keywords: *urban drainage, design flood discharge, rational method, channel capacity, Samarinda City*

ABSTRAK

Kawasan Air Putih, Kota Samarinda, secara rutin mengalami genangan dengan ketinggian 30–50 cm yang bertahan hingga dua jam setiap terjadi hujan dengan intensitas tinggi. Genangan ini disebabkan oleh ketidakmampuan saluran drainase eksisting menampung debit limpasan, sedimentasi, serta meningkatnya luasan permukaan kedap air akibat perkembangan kawasan terbangun. Penelitian ini bertujuan menganalisis tata letak dan kapasitas saluran eksisting, menghitung debit banjir rencana periode ulang 10 tahun, serta menyusun rencana peningkatan dimensi saluran yang tidak memenuhi kapasitas. Metode yang digunakan meliputi uji konsistensi data hujan dengan kurva massa ganda, penentuan curah hujan rerata kawasan dengan metode Polygon Thiessen, analisis distribusi frekuensi (Log Pearson Type III dan E.J. Gumbel) yang diuji kecocokannya dengan Chi-Square dan Smirnov-Kolmogorov, perhitungan debit banjir rencana dengan Metode Rasional, serta perencanaan ulang dimensi saluran menggunakan persamaan Manning. Hasil penelitian menunjukkan curah hujan rencana periode ulang 10 tahun sebesar 143,83 mm, dengan debit eksisting pada 100 ruas saluran berkisar 0,04–4,96 m³/detik dan debit banjir rencana berkisar 0,03–7,77 m³/detik. Evaluasi menunjukkan 41 saluran telah memenuhi kapasitas, sementara 59 saluran tidak memenuhi sehingga memerlukan perencanaan ulang dimensi menggunakan penampang persegi (precast U-Ditch). Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan teknis bagi pemerintah daerah dalam menangani permasalahan banjir di Kawasan Air Putih.

Kata kunci: drainase perkotaan, debit banjir rencana, metode rasional, kapasitas saluran, Kota Samarinda

1. PENDAHULUAN

Perkembangan kawasan perkotaan menyebabkan perubahan tata guna lahan dari daerah resapan menjadi kawasan terbangun sehingga meningkatkan limpasan permukaan dan menurunkan kemampuan infiltrasi tanah. Kondisi tersebut mengakibatkan sistem drainase menjadi salah satu infrastruktur penting dalam mengendalikan limpasan air hujan. Apabila kapasitas saluran tidak mampu mengalirkan debit limpasan, maka akan terjadi genangan yang mengganggu aktivitas masyarakat. Permasalahan serupa terjadi di Kawasan Air Putih, Kota Samarinda, dimana pada saat terjadi hujan dengan curah hujan yang relatif tinggi sering mengalami genangan dengan kedalaman sekitar 30–50 cm selama kurang lebih dua jam. Genangan terjadi terutama pada ruas Jalan P. Suryanata dan Jalan P. Antasari sehingga menghambat aktivitas masyarakat dan lalu lintas. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa sistem drainase eksisting belum mampu mengalirkan debit limpasan secara optimal.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan peningkatan sistem drainase untuk meningkatkan kemampuan saluran dalam mengalirkan debit limpasan. Upaya tersebut tidak hanya dilakukan melalui penyesuaian dimensi saluran, tetapi juga harus didukung oleh perencanaan hidrolik yang tepat serta pemeliharaan secara berkelanjutan (Yunus dkk., 2020). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengevaluasi kapasitas saluran drainase eksisting dan merencanakan ulang dimensi saluran berdasarkan debit banjir rencana periode ulang 10 tahun agar sistem drainase di Kawasan Air Putih dapat berfungsi lebih efektif.

2. LANDASAN TEORI

Drainase Perkotaan

Drainase perkotaan merupakan sistem yang berfungsi mengalirkan kelebihan air, terutama air hujan, menuju tempat yang lebih rendah sehingga dapat mencegah terjadinya genangan dan banjir (Wulandari, 2024). Sistem ini terdiri atas jaringan saluran, gorong-gorong, serta bangunan pelengkap yang dirancang untuk mengendalikan limpasan permukaan pada kawasan perkotaan. Dalam perencanaannya, desain drainase tidak hanya mempertimbangkan aspek hidrolik, tetapi juga keterkaitannya dengan tata guna lahan, rencana induk drainase, serta kondisi sosial masyarakat yang memengaruhi keberlanjutan fungsi sistem drainase (Gunadarma, 1997).

Analisa Debit Banjir Rencana

Banjir merupakan kondisi meluapnya air ke permukaan akibat curah hujan yang menghasilkan limpasan melebihi kemampuan tanah menyerap air maupun kapasitas saluran drainase. Ketika debit limpasan lebih besar daripada kemampuan sistem drainase dalam mengalirkannya, maka akan terjadi genangan atau banjir. Oleh karena itu, analisis debit banjir diperlukan untuk menentukan besarnya aliran rencana yang harus ditampung dan dialirkan sehingga sistem drainase dapat berfungsi secara efektif dalam mengurangi risiko banjir.

Uji Konsistensi Data

Uji konsistensi data curah hujan dilakukan menggunakan metode **Kurva Massa Ganda** dengan membandingkan akumulasi curah hujan pada stasiun yang diuji terhadap akumulasi rata-rata curah hujan dari stasiun pembanding. Data dinyatakan konsisten apabila hubungan kedua data membentuk garis lurus, sedangkan perubahan kemiringan kurva menunjukkan adanya ketidakkonsistenan. Jika ditemukan ketidakkonsistenan, dilakukan koreksi menggunakan faktor koreksi sesuai metode yang dikemukakan oleh Kamiana (2011).

Curah Hujan Rata-rata Daerah

Curah hujan rerata daerah merupakan nilai curah hujan yang mewakili suatu wilayah berdasarkan data dari beberapa stasiun hujan. Menurut Suripin (2004), perhitungan curah hujan rerata daerah dapat dilakukan dengan beberapa metode, yaitu metode rata-rata aljabar, Polygon Thiessen, dan garis isohyet. Dalam penelitian ini, perhitungan curah hujan rerata menggunakan metode **Polygon Thiessen**, karena metode ini memberikan bobot pada setiap stasiun hujan berdasarkan luas daerah pengaruhnya sehingga mampu menghasilkan nilai curah hujan yang lebih representatif untuk kawasan studi.

Distrbusi Frekuensi

Analisis distribusi frekuensi digunakan untuk menentukan curah hujan rencana berdasarkan peluang terjadinya hujan pada periode ulang tertentu. Menurut Suripin (2004), distribusi frekuensi yang umum digunakan dalam analisis hidrologi meliputi Distribusi Normal, Log Normal, Log Pearson Tipe III, dan Gumbel. Penentuan distribusi yang sesuai dilakukan berdasarkan parameter statistik, yaitu rata-rata ($\bar{x}$), standar deviasi (S_d), koefisien variasi (C_V), koefisien kemencengan (C_S), dan koefisien kurtosis (C_K).

1. Rata-rata $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$
2. Standar deviasi $S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(xi-\bar{x})^2}{n-1}}$
3. Koefisien variasi $C_V = \frac{Sd}{x}$
4. Koefisien kemencengan $C_S = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \frac{\sum_{i=1}^{n}(xi-\bar{x})^3}{Sd^3}$
5. Koefisien kurtosis

Tabel 2. 1 Syarat Distribusi

Jenis Distribusi	Syarat Distribusi
Normal	$C_S = 0$ $C_K = 3$
Log Normal	$C_S = 3C_V + C_V^2$ $C_K = 5{,}383$
Log Person Type III	$C_S \neq 0$
E. J. Gumbel	$C_S \leq 1{,}1396$

	$C_K \leq 5{,}4002$

(Sumber : Robby Yussac Tallar, 2023)

Distribusi Normal

Distribusi Normal merupakan salah satu metode analisis frekuensi yang digunakan untuk memperkirakan curah hujan rencana berdasarkan nilai rata-rata dan simpangan baku data. Menurut Suripin (2004), perhitungan distribusi ini menggunakan faktor frekuensi (*K*) yang ditentukan berdasarkan periode ulang.

$$KT = \frac{XT - X}{S}$$

Dengan :

X_T = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi periode ulang T tahun
X = nilai rata-rata hitung variat
S = deviasi standar nilai variat
K_T = faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan analisis untuk analisis peluang.

Tabel 2. 2 Nilai Variabel Reduksi Gauss

No	Periode Ulang, T (tahun)	Peluang	K_T
1	1,001	0,999	-3,05
2	1,005	0,995	-2,58
3	1,010	0,990	-2,33
4	1,050	0,950	-1,64
5	1,110	0,900	-1,28
6	1,250	0,800	-0,84
7	1,330	0,750	-0,67
8	1,430	0,700	-0,52
9	1,670	0,600	-0,25
10	2,000	0,500	0
11	2,500	0,400	0,25
12	3,330	0,300	0,52
13	4,000	0,250	0,67
14	5,000	0,200	0,84
15	10,000	0,100	1,28
16	20,000	0,050	1,64
17	50,000	0,020	2,05
18	100,000	0,010	2,33
19	200,000	0,005	2,58
20	500,000	0,002	2,88
21	1000,000	0,001	3,09

(Sumber : Suripin, 2004)

Distribusi Log Normal

Jika Variabel acak Y = log X terdistribusi secara normal, maka X dikatakan mengikuti distribusi Log Normal. Menurut (Suripin, 2004) Distribusi Log Normal dapat didekati dengan persamaan :

$$YT = \mathrm{Y} + \mathrm{KT.S}$$

$$KT = \frac{YT - Y}{S}$$

Dengan :

Y_T = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi periode ulang T tahun
Y = nilai rata-rata hitung variat
S = deviasi standar nilai variat
K_T = faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matemati distribusi peluang yang digunakan analisis untuk analisis peluang.

Distribusi Log Person Type III

Menurut Suripin (2004), Distribusi Log Person Type III merupakan salah satu distribusi frekuensi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi. Distribusi ini menggunakan parameter rata-rata, simpangan baku, dan koefisien kemencengan untuk menentukan curah hujan rencana. Apabila nilai koefisien kemencengan sama dengan nol, maka distribusi Log Pearson Tipe III akan kembali menjadi distribusi Log Normal.

Berikut ini langkah-langkah pengggunaan distribusi Log-Person Type III, yaitu:

a. Ubah data kedalam bentuk logiritmis, $\bar{x} = log\ \bar{x}$

b. Hitung harga rata-rata : $Log\ \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} log X_i}{n}$

c. Hitung harga simpangan baku :

$$S_d = (\frac{\sum_{i=1}^{n}(log\ X_i - log\ X)^2}{n-1})^{0,5}$$

d. Hitung koefesien kemencangan :

$$G = \frac{\sum_{i=1}^{n}(log\ X_i - log\ X)^3}{(n-1)(n-2){S_d}^3}$$

e. Hitung logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T dengan rumus :

$$LogX_T = Log\ \bar{x} + K.s$$

Distribusi Gumbel

Gumbel menggunakan harga ekstrim untuk menunjukkan bahwa dalam deret harga-harga ekstrim X_1, X_2, X_3, …, X_n Mempunyai fungsi distribusi eksponsial ganda. Apabila jumlah populasi terbatas (sampel), maka dapat didekati dengan persamaan berikut :

$$X = \bar{X} + sK$$

Dengan :

$\bar{X}$ = harga rata-rata sampel
S = standar deviasi (simpangan baku) sampel

Faktor probabilitas K untuk harga-harga ektrim Gumbel dapat dinyatakan, dalam persamaan sebagai berikut:

$$K = \frac{Y_{Tr} + Y_n}{S_n}$$

Dengan :

Y = *reduced mean* yang tergantung jumlah sampel /data ke- n

Sn = *reduced standard deviation*, yang juga tergantung pada jumlah sampel/data ke-n
Y_{Tr} = *reduced variate*, yang dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$Y_T = -in\frac{T_r - 1}{T_r}$$

Distribusi Gumbel digunakan untuk menghitung curah hujan rencana berdasarkan nilai rata-rata ($\bar{x}$), simpangan baku (S_d), serta parameter *Reduced Mean* (Y_n), *Reduced Standard Deviation* (S_n), dan *Reduced Variate* (Y_{Tr}) yang diperoleh dari tabel Gumbel sesuai jumlah data dan periode ulang (Suripin, 2004).

$$X_{Tr} = \bar{x} + \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} S_d$$

Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi

Uji kesesuaian dilakukan untuk menentukan distribusi probabilitas yang paling sesuai dengan karakteristik data curah hujan. Dalam penelitian ini, pengujian dilakukan menggunakan Uji Smirnov-Kolmogorov dan Uji Chi-Square. Distribusi dinyatakan memenuhi apabila hasil pengujian menunjukkan penyimpangan yang masih berada dalam batas yang diizinkan, sehingga dapat digunakan untuk menentukan curah hujan rencana (Suripin, 2004).

Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan merupakan besarnya curah hujan yang terjadi dalam satuan waktu tertentu. Dalam penelitian ini, intensitas hujan dihitung menggunakan rumus Mononobe, karena data yang tersedia berupa data curah hujan harian (Suripin, 2004).

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

Dengan :
R_{24} = curah hujan rancangan (mm)
T_c = waktu konsentrasi (jam)
I = intensitas curah hujan (mm/jam)

Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran (C) merupakan perbandingan antara volume limpasan permukaan dengan volume curah hujan yang jatuh pada suatu daerah. Nilai koefisien ini dipengaruhi oleh karakteristik daerah tangkapan, terutama kondisi tata guna lahan. Pada penelitian ini, koefisien pengaliran rata-rata dihitung berdasarkan luas masing-masing jenis penggunaan lahan menggunakan persamaan berikut (Subarkah, 1980 dalam Kustamar, 2019).

$$Cm = \frac{\sum_{i=1}^{n} A_i . C_i}{\sum_{i=1}^{n} A_i}$$

Dengan :
C = koefisien pengaliran rata-rata
A_i = luas masing-masing tata guna lahan
C_i = koefesien pengaliran masing-masing tata guna lahan
n = banyaknya jenis penggunaan tanah dalam suatu pengaliran

Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi (Tc) adalah waktu yang diperlukan air hujan untuk mengalir dari titik terjauh pada daerah tangkapan hingga mencapai titik pengamatan atau saluran keluar. Pada kawasan perkotaan, waktu konsentrasi merupakan penjumlahan antara waktu aliran di atas permukaan tanah (*time of overland flow*, T_o) dan waktu aliran di dalam saluran (*time of channel flow*, T_s) (Kustamar, 2019).

$$t_c = T_O + T_S$$

Dengan :
t_c = waktu konsentrasi
t_O = waktu aliran permukaan (menit)
t_S = waktu aliran di saluran (menit)

Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana merupakan debit maksimum yang digunakan sebagai dasar dalam perencanaan kapasitas saluran drainase. Dalam penelitian ini, debit banjir rencana dihitung menggunakan Metode Rasional, yaitu metode yang memperkirakan debit puncak berdasarkan hubungan antara koefisien limpasan, intensitas hujan, dan luas daerah tangkapan. Metode ini banyak digunakan dalam perencanaan sistem drainase perkotaan karena perhitungannya sederhana dan mampu memberikan estimasi debit puncak secara langsung (Suripin, 2004).

$$Q_r = 0{,}278\ C.I.A$$

Dengan :
C = koefisien limpasan air hujan
I = intensitas curah hujan (mm/jam)
A = luas daerah pengaliran (km^2)
Q_r = debit maksimum (m^3/detik)
0,278 = faktor konversi satuan

Perencanaan Dimensi Saluran

Kapasitas saluran drainase dihitung menggunakan Persamaan Manning dengan asumsi aliran mantap (*steady flow*). Persamaan ini digunakan untuk menentukan kecepatan aliran berdasarkan karakteristik hidrolik saluran, kemudian debit saluran dihitung dari hasil perkalian kecepatan aliran dengan luas penampang basah (Kustamar, 2019).

$$Q = V.A$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Dengan :
Q = debit air (m^3/dt)
V = kecepatan aliran (m/dt)
A = luas penampang basah (m^2)
n = koefesien kekasaran manning
R = Jari-jari hidrolis (m)
S = kemiringan dasar saluran

3. METODOLOGI PENELITIAN

Pengumpulan Data

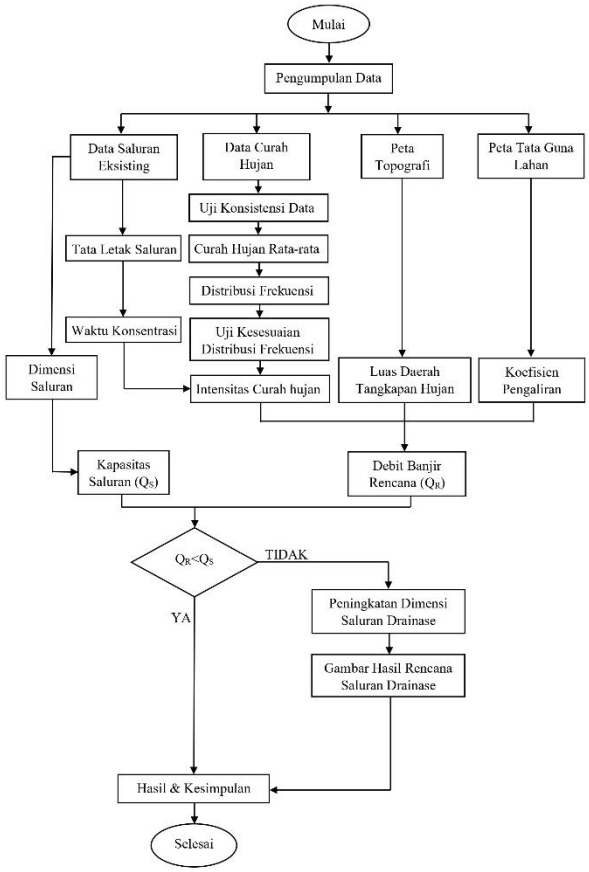
Penelitian ini dilakukan di Kawasan Air Putih, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur. Data yang digunakan meliputi data curah hujan selama 10 tahun (2016–2025) yang diperoleh dari Balai Wilayah Sungai Kalimantan IV (BWS Kalimantan IV) Kota Samarinda melalui stasiun hujan di sekitar kawasan penelitian, peta topografi dan peta tata guna lahan yang diperoleh dari Dinas PUPR Kota Samarinda, serta data dimensi saluran drainase eksisting yang diperoleh melalui survei lapangan. Data tersebut digunakan sebagai dasar analisis hidrologi, evaluasi kapasitas saluran, dan perencanaan peningkatan sistem drainase di Kawasan Air Putih.

Tahap Pelaksanaan Studi

Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis mulai dari pengumpulan data, analisis hidrologi dan hidrolika, hingga penyusunan rencana peningkatan sistem drainase. Adapun tahapan penelitian meliputi:

1. Analisis kondisi eksisting jaringan drainase dan kapasitas saluran.
2. Uji konsistensi data curah hujan menggunakan metode Kurva Massa Ganda.
3. Perhitungan curah hujan rerata kawasan menggunakan metode Polygon Thiessen.
4. Analisis distribusi frekuensi dan uji kesesuaian distribusi menggunakan Uji Smirnov-Kolmogorov dan Uji Chi-Square.
5. Perhitungan intensitas hujan dan waktu konsentrasi.
6. Perhitungan debit banjir rencana menggunakan Metode Rasional.
7. Evaluasi kapasitas saluran dengan membandingkan debit banjir rencana terhadap kapasitas saluran eksisting.
8. Perencanaan ulang dimensi saluran pada segmen yang tidak mampu menampung debit banjir rencana serta penyusunan gambar teknis.

Bagan Alir Perencanaan (Flow Chart)



4. ANALISIS DAN PERENCANAAN

Tata Letak Saluran

Berdasarkan hasil survei lapangan, jaringan drainase di Kawasan Air Putih terdiri atas saluran utama dan saluran cabang yang saling terhubung mengikuti kondisi topografi kawasan. Sebagian besar saluran cabang mengalir menuju saluran utama, sedangkan beberapa saluran mengalir langsung ke badan air penerima. Pola aliran jaringan drainase pada lokasi penelitian dapat diuraikan sebagai berikut.

- Saluran utama Jl. P. Suryanata terbagi menjadi dua segmen. Segmen pertama menerima aliran dari Gg. Sabar, Jl. Komp. Batu Putih, Jl. Graha Indah, dan Jl. Komp. Melati. Selanjutnya, segmen kedua menerima aliran dari Gg. Kopta, Jl. Graha Wiratama Segmen 2, dan Gg. Subulussalam 2.
- Saluran utama Jl. P. Antasari menerima aliran dari saluran-saluran cabang di kawasan Gg. Mawar hingga Gg. Nurul Hasanah, kemudian mengalirkannya menuju Sungai Mahakam.
- Saluran utama Jl. Ir. H. Juanda menerima aliran dari Jl. Anggrek Hitam B dan Jl. Anggrek Bulan, kemudian mengalirkannya menuju Sungai Karang Asam Besar sebelum bermuara ke Sungai Mahakam.
- Saluran cabang tertentu mengalir langsung menuju Sungai Manggis tanpa melalui saluran utama, antara

lain saluran di Gg. Misna, Gg. 10, Gg. 9, Jl. Graha Wiratama Segmen 1, Jl. Rawasari, dan Gg. Indra.

Kapasitas Saluran Eksisting

Kapasitas saluran eksisting dihitung menggunakan Persamaan Manning berdasarkan hasil pengukuran dimensi saluran, kemiringan dasar saluran, dan koefisien kekasaran Manning. Hasil analisis menunjukkan bahwa kapasitas saluran bervariasi sesuai dimensi dan karakteristik masing-masing ruas. Sebagai contoh, saluran Jalan Graha Wiratama (S-1 kanan) memiliki kapasitas sebesar 1,44 m^3/det dengan kecepatan aliran 2,49 m/det. Hasil perhitungan kapasitas seluruh saluran selanjutnya digunakan sebagai dasar evaluasi terhadap debit banjir rencana.

Analisa Debit Banjir Rencana

Analisis debit banjir rencana dilakukan melalui tahapan analisis hidrologi yang meliputi uji konsistensi data curah hujan, penentuan curah hujan rerata kawasan menggunakan metode Polygon Thiessen, analisis distribusi frekuensi, uji kesesuaian distribusi, perhitungan intensitas hujan, koefisien limpasan, waktu konsentrasi, dan perhitungan debit menggunakan Metode Rasional.

Uji Konsistensi Data Hujan

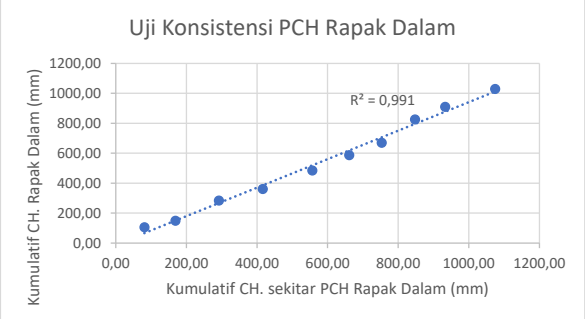
Tabel 4. 1 Data Pos Curah Hujan

DATA CURAH HUJAN				
No.	Tahun	PCH Rapak Dalam (mm)	PCH Sempaja (mm)	PCH Karang Paci (mm)
1	2016	105,20	85,00	77,00
2	2017	42,70	80,00	96,00
3	2018	135,90	124,00	122,00
4	2019	76,40	116,10	132,80
5	2020	123,00	155,70	125,00
6	2021	102,50	80,30	129,00
7	2022	83,50	68,50	115,00
8	2023	155,00	71,50	118,00
9	2024	85,50	97,50	72,50
10	2025	119,00	183,00	101,00

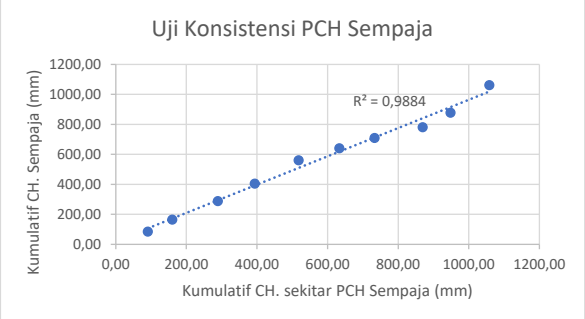
(Sumber : BWS Kalimantan IV, Samarinda)

Hasil uji konsistensi menggunakan metode Kurva Massa Ganda menunjukkan bahwa grafik hubungan curah hujan kumulatif membentuk pola garis lurus secara visual tanpa perubahan kemiringan yang signifikan. Nilai koefisien determinasi (R^2) masing-masing sebesar 0,991 (PCH Rapak Dalam), 0,9884 (PCH Sempaja), dan 0,993 (PCH Karang Paci). Semakin mendekati nilai 1, koefisien determinasi menunjukkan hubungan linier yang semakin kuat, sehingga hasil tersebut mengindikasikan bahwa data curah hujan dari ketiga stasiun konsisten dan layak digunakan dalam analisis hidrologi.

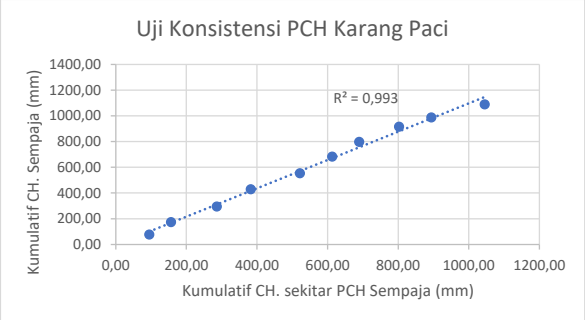
Grafik 4. 1 Uji Konsistensi PCH Rapak Dalam



Grafik 4. 2 Uji Konsistensi PCH Sempaja

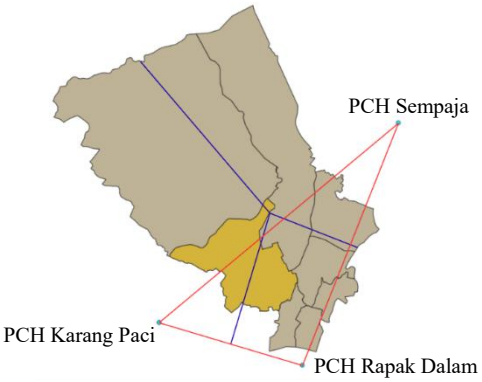


Grafik 4. 3 Uji Konsistensi PCH Karang Paci



Curah Hujan Rerata

Curah hujan rerata kawasan dihitung menggunakan metode Polygon Thiessen berdasarkan data dari tiga stasiun hujan, yaitu PCH Karang Paci, PCH Rapak Dalam, dan PCH Sempaja. Metode ini memberikan bobot pada setiap stasiun sesuai dengan luas daerah pengaruhnya sehingga nilai curah hujan rerata dapat mewakili kondisi hujan di kawasan penelitian.



Gambar 4. 1 Garis Polygon Thiessen
(Sumber : QGIS, 2026)

Berdasarkan hasil analisis, PCH Karang Paci memiliki luas pengaruh terbesar, yaitu 62,8%, diikuti PCH Rapak Dalam sebesar 35,9%, sedangkan PCH Sempaja hanya memiliki luas pengaruh 1,3%. Hal ini menunjukkan bahwa nilai curah hujan rerata kawasan lebih didominasi oleh data hujan dari PCH Karang Paci, sementara kontribusi PCH Sempaja relatif kecil karena luas wilayah yang diwakilinya terbatas.

Tabel 4. 2 Curah Hujan Rerata Metode Polygon Thiessen

No.	Tahun	Curah Hujan Rerata Daerah Thiessen (mm)
1	2016	87,23
2	2017	76,65
3	2018	127,02
4	2019	112,32
5	2020	124,69
6	2021	118,83
7	2022	103,07
8	2023	130,66
9	2024	77,50
10	2025	108,56

(Sumber : Hasil Analisa, 2026)

Berdasarkan pembobotan menggunakan metode Polygon Thiessen, diperoleh nilai curah hujan rerata kawasan untuk periode 2016–2025 sebagaimana disajikan pada (Tabel 4.2). Nilai curah hujan rerata berkisar antara 76,65 mm hingga 130,66 mm, yang selanjutnya digunakan sebagai data dasar dalam analisis distribusi frekuensi untuk menentukan curah hujan rencana.

Analisa Distribusi Frekuensi

Analisis distribusi frekuensi dilakukan untuk menentukan jenis distribusi probabilitas yang paling sesuai dengan karakteristik data curah hujan rerata kawasan. Penentuan distribusi didasarkan pada parameter statistik, yaitu koefisien kemencengan (*Cs*) dan koefisien kurtosis (*Ck*), yang kemudian dibandingkan dengan persyaratan masing-masing distribusi. Hasil analisis menunjukkan bahwa dari empat distribusi yang dievaluasi, yaitu Distribusi Normal, Log Normal, Log Pearson Tipe III, dan Gumbel, hanya Distribusi Log Pearson Tipe III dan Gumbel yang memenuhi kriteria parameter statistik. Hasil penentuan distribusi disajikan pada (Tabel 4.3).

Tabel 4. 3 Syarat Penentuan Distribusi

jenis Distribusi	Syarat	Hasil Analisa	Keterangan
Normal	Cs = 0 Ck = 3	-0,4952 2,7988	Tidak Memenuhi
Log Normal	Cs = 0,1309 Ck = 5,383	-0,677 2,962	Tidak Memenuhi
Log Person Type III	Cs ≠ 0	-0,677	Memenuhi
E.J. Gumbel	Cs ≤ 1,1396 Ck ≤ 5,4002	-0,4952 2,7988	Memenuhi

Berdasarkan (Tabel 4.3), Distribusi Normal dan Log Normal tidak memenuhi persyaratan karena nilai koefisien kemencengan (*Cs*) dan koefisien kurtosis (*Ck*) hasil analisis tidak sesuai dengan kriteria masing-masing distribusi. Sebaliknya, Distribusi Log Person Type III dan Gumbel memenuhi persyaratan sehingga keduanya digunakan untuk menghitung curah hujan rencana pada kala ulang 10 tahun. Hasil perhitungan curah hujan rencana menggunakan kedua distribusi tersebut disajikan pada (Tabel 4.4) dan (Tabel 4.5).

Tabel 4. 4 Curah Hujan Rencana Metode Log Person Type III

Kala Ulang	Gt	Log X_{Tr}	X_{Tr} (mm)
2	0,1193	2,0308	107,3557
5	0,8564	2,0949	124,4214
10	1,1791	2,1229	132,7228

Tabel 4. 5 Curah Hujan Rencana Metode Gumbel

CURAH HUJAN RANCANGAN DISTRIBUSI GUMBEL				
Kala Ulang [Tr] (Tahun	Y_{Tr}	K	Sd.K	$R_{rancangan}$ (mm)
2	0,3665	-0,1355	-2,7260	103,9282
5	1,4999	1,0580	21,2805	127,9347
10	2,2502	1,8481	37,1725	143,8267

Uji Kesesuaian Distribusi Log Person Type III

Distribusi Log Person Type III diuji menggunakan Uji Chi-Square dan Uji Smirnov–Kolmogorov. Hasil pengujian disajikan pada (Tabel 4.6).

Tabel 4. 6 Hasil Uji Kesesuaian Distribusi Log Person Type III

Log Person Type III			
Smirnov-Kolmogorov		Chi-Square	
Δkritis	Δhitung	X^2 kritis	X^2 hitung
0,41	0,1531	3,841	3

Berdasarkan (Tabel 4.6), nilai Δhitung sebesar 0,1531 lebih kecil daripada Δkritis sebesar 0,41, serta nilai x^2hitung sebesar 3 lebih kecil daripada x^2kritis sebesar 3,841. Dengan demikian, Distribusi Log Pearson Tipe

III memenuhi kriteria Uji Smirnov–Kolmogorov dan Uji Chi-Square.

Uji Kesesuaian Distribusi E. J Gumbel

Distribusi E. J. Gumbel diuji menggunakan Uji Chi-Square dan Uji Smirnov–Kolmogorov. Hasil pengujian disajikan pada (Tabel 4.7).

Tabel 4. 7 Hasil Uji Kesesuaian Distribusi E. J. Gumbel

E. J. Gumbel			
Smirnov-Kolmogorov		Chi-Square	
Δkritis	Δhitung	X^2 kritis	X^2 hitung
0,41	0,122	5,991	3

Berdasarkan (Tabel 4.7), nilai Δhitung sebesar 0,122 lebih kecil daripada Δkritis sebesar 0,41, serta nilai x^2hitung sebesar 3 lebih kecil daripada x^2kritis sebesar 5,991. Dengan demikian, Distribusi E. J. Gumbel memenuhi kriteria Uji Smirnov–Kolmogorov dan Uji Chi-Square.

Berdasarkan hasil uji kesesuaian, Distribusi Log Pearson Tipe III dan Distribusi E.J. Gumbel sama-sama memenuhi kriteria pengujian sehingga keduanya dapat digunakan dalam perhitungan curah hujan rencana. Namun, pada penelitian ini dipilih Distribusi E.J. Gumbel sebagai dasar perhitungan karena menghasilkan nilai curah hujan rencana yang lebih besar dibandingkan Distribusi Log Person Type III. Penggunaan nilai yang lebih besar memberikan faktor keamanan yang lebih baik dalam perencanaan sistem drainase, sehingga diharapkan mampu mengakomodasi debit limpasan secara lebih optimal.

Waktu Konsentrasi dan Intensitas Curah Hujan

Perhitungan waktu konsentrasi dan intensitas curah hujan dilakukan menggunakan curah hujan rencana kala ulang 10 tahun yang diperoleh dari Distribusi E.J. Gumbel, yaitu sebesar 143,83 mm. Penentuan waktu konsentrasi pada setiap ruas saluran didasarkan pada panjang saluran, beda elevasi, kemiringan dasar saluran, dan kecepatan aliran. Nilai waktu konsentrasi tersebut selanjutnya digunakan untuk menghitung intensitas curah hujan pada masing-masing ruas saluran. Sebagai contoh, pada ruas Jalan Graha Wiratama (Segmen-1) sisi kanan dengan panjang saluran 571 m, beda elevasi 5 m, dan kecepatan aliran 2,49 m/detik diperoleh waktu aliran permukaan sebesar 3,39 menit, waktu aliran dalam saluran sebesar 3,82 menit, sehingga menghasilkan waktu konsentrasi sebesar 0,12 jam. Berdasarkan nilai waktu konsentrasi tersebut, diperoleh intensitas curah hujan sebesar 204,7 mm/jam.

Koefisien Pengaliran

Nilai koefisien limpasan (C) ditentukan berdasarkan kondisi tata guna lahan pada masing-masing daerah tangkapan saluran. Perhitungan dilakukan dengan mempertimbangkan luas setiap jenis penggunaan lahan beserta nilai koefisien limpasan masing-masing. Sebagai contoh, pada ruas Jalan Graha Wiratama (Segmen-1) sisi kanan, daerah tangkapan terdiri atas kawasan permukiman seluas 32.280 m², jalan seluas 1.428 m², dan hutan seluas 31.079 m². Berdasarkan komposisi penggunaan lahan tersebut diperoleh nilai koefisien limpasan rata-rata sebesar 0,51.

Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana dihitung menggunakan parameter koefisien limpasan, intensitas curah hujan, dan luas daerah tangkapan pada masing-masing ruas saluran. Sebagai contoh, pada ruas Jalan Graha Wiratama (Segmen-1) sisi kanan digunakan koefisien limpasan sebesar 0,51, intensitas curah hujan sebesar 204,7 mm/jam, dan luas daerah tangkapan sebesar 0,065 km², sehingga diperoleh debit banjir rencana sebesar 1,89 m³/detik.

Nilai debit banjir rencana yang diperoleh selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam mengevaluasi kapasitas saluran eksisting dengan membandingkan debit rencana terhadap kapasitas saluran pada masing-masing ruas.

Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase

Tabel 4. 8 Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase

No.	Saluran	Q Eksisting (m3/detik)	Q Banjir (m3/detik)	Keterangan
1	Gg. Sabar (kanan)	0,61	0,30	Memenuhi
2	Gg. Sabar (kiri)	0,54	0,32	Memenuhi
3	Jl. Kadrie Oening (kanan)	1,90	1,38	Memenuhi
4	Jl. Kadrie Oening (kiri)	1,90	0,98	Memenuhi
5	Jl. Komp. Batu Putih (kanan)	1,94	0,98	Memenuhi
6	Jl. Komp. Batu Putih (kiri)	1,74	1,49	Memenuhi
7	Jl. Komp. Melati (kanan)	0,06	0,29	Tidak Memenuhi
8	Jl. Komp. Melati (kiri)	0,05	0,35	Tidak Memenuhi
9	Jl. Graha Indah (kanan)	1,93	1,72	Memenuhi
10	Jl. Graha Indah (kiri)	2,07	1,92	Memenuhi
11	Jl. P. Suryanata S-1 (kanan)	1,02	7,77	Tidak Memenuhi
12	Jl. P. Suryanata S-1 (kiri)	1,02	1,41	Tidak Memenuhi
13	Gg. Misna (S-1) (kanan)	0,11	1,04	Tidak Memenuhi
14	Gg. Misna (S-1) (kiri)	0,22	0,87	Tidak Memenuhi
15	Gg. Misna (S-2) (kanan)	0,15	0,15	Memenuhi
16	Gg. Misna (S-2) (kiri)	0,08	0,30	Tidak Memenuhi
17	Gg. 10 (S-1) (kanan)	0,04	0,16	Tidak Memenuhi
18	Gg. 10 (S-1) (kiri)	0,09	0,36	Tidak Memenuhi
19	Gg. 10 (S-2) (kanan)	0,08	0,29	Tidak Memenuhi
20	Gg. 10 (S-2) (kiri)	0,04	0,34	Tidak Memenuhi
21	Gg. 9 (S-1) (kanan)	0,23	0,20	Memenuhi
22	Gg. 9 (S-1) (kiri)	0,11	0,16	Tidak Memenuhi
23	Gg. 9 (S-2) (kanan)	0,07	0,26	Tidak Memenuhi
24	Gg. 9 (S-2) (kiri)	0,13	0,40	Tidak Memenuhi
25	Gg. Kopta (kanan)	0,06	0,36	Tidak Memenuhi
26	Gg. Kopta (kiri)	0,13	0,39	Tidak Memenuhi
27	Jl. Graha Wiratama (S-1) (kanan)	1,44	1,89	Tidak Memenuhi
28	Jl. Graha Wiratama (S-1) (kiri)	1,27	1,35	Tidak Memenuhi
29	Jl. Graha Wiratama (S-2) (kanan)	0,83	0,46	Memenuhi
30	Jl. Graha Wiratama (S-2) (kiri)	0,73	0,62	Memenuhi
31	Gg. Subulussalam 1 (kanan)	1,55	0,46	Memenuhi
32	Gg. Subulussalam 1 (kiri)	0,95	0,08	Memenuhi
33	Gg. Subulussalam 2 (kanan)	0,80	1,35	Tidak Memenuhi
34	Gg. Subulussalam 2 (kiri)	0,49	0,71	Tidak Memenuhi
35	Jl. P. Suryanata S-2 (kanan)	1,49	3,37	Tidak Memenuhi
36	Jl. P. Suryanata S-2 (kiri)	1,49	3,97	Tidak Memenuhi
37	Jl. Rawasari 4 (kanan)	0,49	0,74	Tidak Memenuhi
38	Jl. Rawasari 4 (kiri)	0,61	0,29	Memenuhi
39	Jl. Rawasari 3 (kanan)	0,32	0,19	Memenuhi
40	Jl. Rawasari 3 (kiri)	0,52	0,22	Memenuhi
41	Jl. Rawasari 2 (kanan)	0,64	0,27	Memenuhi
42	Jl. Rawasari 2 (kiri)	0,55	0,24	Memenuhi
43	Jl. Rawasari 1 (kanan)	0,50	0,19	Memenuhi
44	Jl. Rawasari 5 (kanan)	1,59	0,46	Memenuhi
45	Jl. Rawasari 5 (kiri)	0,98	0,35	Memenuhi
46	Jl. Rawasari A (kanan)	0,38	0,10	Memenuhi
47	Jl. Rawasari A (kiri)	0,58	0,10	Memenuhi
48	Jl. Rawasari B (kanan)	1,52	1,13	Memenuhi
49	Jl. Rawasari B (kiri)	1,19	2,63	Tidak Memenuhi
50	Jl. MT. Haryono S-1 (kanan)	1,03	0,66	Memenuhi
51	Jl. MT. Haryono S-1 (kiri)	4,96	0,67	Memenuhi
52	Jl. MT. Haryono S-2 (kanan)	0,34	1,36	Tidak Memenuhi
53	Jl. MT. Haryono S-2 (kiri)	1,66	1,65	Memenuhi
54	Jl. MT. Haryono S-3 (kanan)	0,29	0,15	Memenuhi
55	Jl. MT. Haryono S-3 (kiri)	1,38	0,24	Memenuhi
56	Jl. Anggrek Hitam A (kanan)	0,37	0,23	Memenuhi
57	Jl. Anggrek Hitam A (kiri)	0,09	0,31	Tidak Memenuhi
58	Jl. Anggrek Hitam B S-1 (kanan)	0,08	0,39	Tidak Memenuhi
59	Jl. Anggrek Hitam B S-1 (kiri)	0,73	0,27	Memenuhi
60	Jl. Anggrek Hitam B S-2 (kanan)	0,04	0,76	Tidak Memenuhi
61	Jl. Anggrek Hitam B S-2 (kiri)	0,34	0,18	Memenuhi
62	Jl. Anggrek Hitam C (kanan)	0,09	0,15	Tidak Memenuhi
63	Jl. Anggrek Hitam C (kiri)	0,13	0,21	Tidak Memenuhi
64	Jl. Anggrek Bulan (S-1) (kanan)	0,46	0,12	Memenuhi
65	Jl. Anggrek Bulan (S-1) (kiri)	0,85	0,55	Memenuhi
66	Jl. Anggrek Bulan (S-2) (kanan)	0,11	0,95	Tidak Memenuhi
67	Jl. Anggrek Bulan (S-2) (kiri)	0,21	1,24	Tidak Memenuhi
68	Jl. Ir. H. Juanda (kanan)	3,39	1,62	Memenuhi
69	Jl. Ir. H. Juanda (kiri)	3,39	4,07	Tidak Memenuhi
70	Gg. Cempaka (kanan)	0,16	0,11	Memenuhi
71	Gg. Cempaka (kiri)	0,11	0,13	Tidak Memenuhi
72	Gg. 11 Antasari (kanan)	0,12	0,19	Tidak Memenuhi
73	Gg. 11 Antasari (kiri)	0,05	0,17	Tidak Memenuhi
74	Gg. 10 Antasari (kanan)	0,13	0,27	Tidak Memenuhi
75	Gg. 10 Antasari (kiri)	0,29	0,18	Memenuhi
76	Gg. 8 Antasari (kanan)	0,19	0,48	Tidak Memenuhi
77	Gg. 8 Antasari (kiri)	0,23	0,34	Tidak Memenuhi
78	Jl. Tridaya (kanan)	0,63	2,41	Tidak Memenuhi
79	Jl. Tridaya (kiri)	0,75	1,16	Tidak Memenuhi
80	Jl. Sirad Salman (kanan)	1,89	0,94	Memenuhi
81	Jl. Sirad Salman (kiri)	3,53	4,46	Tidak Memenuhi
82	Gg. Indra (S-1) (kanan)	0,30	0,46	Tidak Memenuhi
83	Gg. Indra (S-1) (kiri)	0,19	0,54	Tidak Memenuhi
84	Gg. Indra (S-2) (kanan)	0,19	0,03	Memenuhi
85	Gg. Indra (S-2) (kiri)	0,31	0,15	Memenuhi
86	Gg. Mawar (kanan)	0,15	0,25	Tidak Memenuhi
87	Gg. Mawar (kiri)	0,16	0,47	Tidak Memenuhi
88	Gg. Kenanga (kanan)	0,10	0,61	Tidak Memenuhi
89	Gg. Kenanga (kiri)	0,10	0,40	Tidak Memenuhi
90	Gg. 9 Antasari (kanan)	0,26	0,52	Tidak Memenuhi
91	Gg. 9 Antasari (kiri)	0,20	0,65	Tidak Memenuhi
92	Gg. 7 Antasari (kanan)	0,10	0,33	Tidak Memenuhi
93	Gg. 7 Antasari (kiri)	0,06	0,33	Tidak Memenuhi
94	Gg. 6 Antasari (kanan)	0,35	0,41	Tidak Memenuhi
95	Gg. 6 Antasari (kiri)	0,21	0,34	Tidak Memenuhi
96	Gg. Nurul Hasanah (kanan)	0,35	0,62	Tidak Memenuhi
97	Gg. Nurul Hasanah (kiri)	0,36	0,61	Tidak Memenuhi
98	Jl. P. Antasari S-1 (kanan)	4,31	4,82	Tidak Memenuhi
99	Jl. P. Antasari (kiri)	4,87	5,56	Tidak Memenuhi
100	Jl. P. Antasari S-2 (kanan)	4,06	5,56	Tidak Memenuhi

Berdasarkan hasil evaluasi pada (Tabel 4.8), saluran yang memiliki kapasitas lebih besar atau sama dengan debit banjir rencana dinyatakan memenuhi, sehingga tidak memerlukan perubahan dimensi dan hanya memerlukan pemeliharaan serta pembersihan saluran secara berkala agar kapasitasnya tetap terjaga. Sebaliknya, saluran yang memiliki kapasitas lebih kecil daripada debit banjir rencana dinyatakan tidak memenuhi, sehingga diperlukan perencanaan ulang dimensi saluran untuk meningkatkan kapasitas tampung sesuai debit banjir rencana.

Perencanaan Ulang Dimensi Saluran

Perencanaan ulang dimensi dilakukan pada ruas saluran yang berdasarkan hasil evaluasi dinyatakan tidak mampu menampung debit banjir rencana. Perencanaan menggunakan debit banjir rencana sebagai dasar penentuan dimensi penampang dengan tetap mempertimbangkan bentuk saluran, koefisien kekasaran Manning, dan kemiringan dasar saluran sesuai kondisi eksisting.

Sebagai contoh, pada ruas Jalan Graha Wiratama (Segmen-1) sisi kanan, dengan :

- Debit Banjir Rencana (Q_R) = 1,89 m^3/detik
- Tipe / Bentuk saluran = *U-Ditch* / Persegi
- Koefisien kekasaran manning (n) = 0,014
- Kemiringan saluran (s) = 0,0088

Menggunakan dimensi b = 0,85 m dan h = 0,80 m

- Luas penampang basah (A)
  $A = b.h \rightarrow A = 0{,}85 \text{ x } 0{,}80 \rightarrow A = 0{,}68 \text{ m}^2$

- Keliling Penampang basah (P)
  $P = b + 2.h \rightarrow P = 0{,}85 + 2 \text{ x } 0{,}8 \rightarrow P = 2{,}45$ m
- Jari-jari hidrolis (R)
  $R = \frac{A}{P} \rightarrow R = \frac{0{,}68}{2{,}45} \rightarrow R = 0{,}28$ m
- Kecepatan aliran (V)
  $V = \frac{1}{n} \text{ x } R^{\frac{2}{3}} \text{ x } S^{\frac{1}{2}}$
  $V = \frac{1}{0{,}014} \text{ x } 0{,}28^{\frac{2}{3}} \text{ x } 0{,}0088^{\frac{1}{2}}$
  $V = 2{,}84$ m/detik
- Kapasitas debit aliran (Q)
  $Q = V.A \rightarrow Q_R = 1{,}89$ m^3/detik
  $1{,}89 = 2{,}84 \text{ x } 0{,}68$
  $1{,}89 < 1{,}93$ m^3/detik → **telah memenuhi karena nilai $Q_{\text{Dimensi Rencana}}$ (1,93 m^3/detik) tidak kurang dari Q_R (1,89 m^3/detik) namun tidak melebihi terlampau jauh sehingga tetap dalam kategori aman dan ekonomis.**

5. PENUTUP

Kesimpulan

1. Tata letak saluran drainase pada Kawasan Air Putih telah berada di kedua sisi jalan (kiri dan kanan) dengan menerapkan pola siku. Jaringan ini mengalirkan limpasan dari saluran cabang (kawasan pemukiman) menuju saluran utama di Jalan P. Suryanata, Jalan P. Antasari dan Jl. Ir. H. Juanda, dengan arah aliran yang optimal mengikuti kemiringan topografi wilayah setempat menuju Sungai Manggis, Sungai Karang Asam Besar, dan bermuara akhir di Sungai Mahakam.
2. Kapasitas jaringan saluran drainase eksisting di Kawasan Air Putih mencakup total 100 ruas saluran dengan dimensi yang bervariasi, dimana nilai debit eksistingnya berkisar antara 0,04 m^3/detik sampai dengan 4,96 m^3/detik.
3. Berdasarkan nilai curah hujan rencana periode ulang 10 tahun adalah sebesar 143,8 mm, dengan rentang debit banjir rencana berkisar antara 0,03 m^3/detik sampai dengan 7,77 m^3/detik. Hasil evaluasi menunjukkan terdapat 41 saluran yang memenuhi kapasitas, sedangkan 59 saluran lainnya tidak memenuhi sehingga dilakukan perencanaan ulang (*redesign*) menggunakan beton pracetak dengan dimensi penampang persegi (precast *U-Ditch*).

Saran

1. Pemerintah Kota Samarinda diharapkan melakukan pemeliharaan berkala secara intensif berupa pengerukan sedimen dan pembersihan sampah untuk mengembalikan kapasitas tampung optimal saluran eksisting
2. Memperketat pengawasan tata ruang agar pembangunan di Kawasan Air Putih tetap menjaga arah aliran alami topografi menuju Sungai Mahakam.
3. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan melakukan analisis penunjang mengenai sistem pompa banjir, pintu air, atau kolam retensi di sekitar muara Sungai Manggis dan Sungai Karang Asam Besar guna mengantisipasi luapan air akibat pengaruh pasang surut (*backwater*) dari Sungai Mahakam.

DAFTAR PUSTAKA

Aqsha, Salsabila (2022). *Evaluasi Sistem Drainase di Kawasan Pemukiman Penduduk di Jalan Air Bersih, Kelurahan Sudirejo I, Kecamatan Medan Kota*. Universitas Harapan Medan

Azti, H. S., Purbaningtyas, D., & Prihatin, K. (2019). Perhitungan ulang saluran drainase Jalan D.I. Panjaitan, Kota Samarinda – Kalimantan Timur. *Jurnal Inersia*, *11*(1).

Dr. Ir. Zahrul Umar, Dipl. H.E, Dr. Ir. Lusi Utama, M. (2024). *Drainase Perkotaan*. LPPM Universitas Bung Hatta.

Fandagustha, G. F., Banjarsanti, S. S. N., & Wardono, H. (2019). Perhitungan saluran drainase air hujan kawasan Lembuswana, Kota Samarinda, Kalimantan Timur. *Jurnal Inersia*, *11*(1), 17–24.

Ghozali, A., Rizki, A. F. F., & Mustofa, U. (2024). Spatial characterization of flood intensity over the drainage condition of East Sempaja Village, Samarinda. *urnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, *21*(3), 917–935.

Gunadarma. (1997). *Drainase Perkotaan*. Universitas Gunadarma.

Hadinagoro, R. I. S. R. (2020). Sistem drainase dan fenomena banjir perkotaan. *Jurnal Teknik: Media Pengembangan Ilmu dan Aplikasi Teknik*, *20*(1), 45–54.

Hendry, J. A. (2023). *Perencanaan Sistem Drainase pada Kawasan Pemukiman di kota samarinda*. Universitas Katolik Parahyangan.

Kamiana, I. M. (2011). *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta : Graha Ilmu.

Kustamar. (2019). *Sistem Drainase Perkotaan Pada Kawasan Pertanian, Urban, dan Pesisir*. Malang : Dream Litera.

Mundra, I. W., Yuwono, E., Roostrianawaty, N., & Wulandari, L. K. (2023). Replanning the Drainage System in Residential Area. *International Research Journal of Advanced Engineering and Science, 8(1), 175–178*.

Robby Yussac Tallar, (2023). *Dasar-dasar Hidrologi Terapan*. Fakultas Teknik Universitas Kristen Maranatha.

Setyawan, T. A. (2024). *Arahan Peningkatan Kinerja Saluran Drainase pada Koridor Jalan Barito Kelurahan Simpang Tiga Kota Samarinda* (Vol. 10). Institut Teknologi Kalimantan.

Soekma, N. I., & Mahendra, M. O. (2025). Evaluasi kapasitas saluran drainase perkotaan menggunakan metode hidrologi dan hidraulik. Jurnal Konstruksi. *Jurnal Konstruksi*, *23*(1), 34–44.

Sulaiman, dkk. (2024). (2024). Analisis penyebab banjir di Kota Samarinda: konversi lahan dan ruang resapan. *Jurnal Multidisiplin Raflesia*, *3*(1), 30–39.

Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Yogyakarta : Andi.

Wulandari, L. K. (2024). *Sistem Drainase Perkotaan*. ITN Press.