

EVALUASI DAN PERENCANAAN SISTEM DRAINASE PERKOTAAN JALAN KAPTEN MULYADI KABUPATEN KARANGANYAR

Vicky Yoga Arisma
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas Tunas Pembangunan Surakarta
Jalan Balekambang Lor No.1, Manahan, Kec. Banjarsari, Kota Surakarta,
Jawa Tengah. 57136
vickyogaarisma@gmail.com

Abstrak

Pertumbuhan perkotaan dan perkembangan industri memiliki dampak yang signifikan pada siklus hidrologi dan berpengaruh pada sistem saluran (*drainage*) perkotaan. Contohnya adalah saluran yang berada di tengah-tengah pemukiman penduduk dan lingkungan sekitar sistem saluran yang dapat menyebabkan banjir/genangan. Dengan hal itu, perkembangan kota harus diikuti dengan peningkatan dan perbaikan sistem saluran (*drainage*). Pada perencanaan ulang akan dikaji kembali kelayakan dari saluran tersebut. Apakah benar-benar perlu perencanaan ulang atau tidak, agar perencanaan ulang maksimal perlu pula dilakukan penelitian agar saluran eksisting yang baru benar-benar maksimal dalam menampung air dari sumber-sumber air yang berpotensi menyebabkan genangan. Dari indentifikasi didapat beberapa kesimpulan dimana penampang saluran eksisting kurang memadai atau terlalu kecil maka dari itu dilakukan perencanaan ulang pada sistem saluran (*drainage*) agar saluran mampu menampung debit limpasan air hujan dan air dari perumahan sekitar sehingga tidak menimbulkan terjadinya genangan ataupun banjir. Berdasarkan observasi langsung dan perhitungan analisis saluran. Dari hasil observasi langsung terdapat endapan, sedimentasi, dan perubahan dimensi penampang saluran yang menjadi pemicu tersumbatnya aliran air. Sedangkan dari hasil analisis dapat diketahui bahwa kapasitas daya tampung saluran tidak mampu menampung debit banjir yang ada. Pada saluran eksisting, diperoleh besarnya debit saluran adalah $0,0443 \text{ m}^3/\text{det}$ yang mana lebih kecil dari debit banjir rencana 25 tahunan ($0,1237 \text{ m}^3/\text{det}$). Hal tersebut berarti bahwa kapasitas saluran eksisting tidak dapat menampung debit banjir. Hasil perhitungan dimensi saluran yang baru, diperoleh dimensi saluran yang paling ekonomis adalah nilai tinggi muka air dari dasar saluran (y) = 0,25 m; lebar saluran (b) = 0,50 m; dan tinggi saluran (H) = 0,45 m.

Kata kunci: Sistem Saluran Perkotaan, Genangan dan Banjir, Jalan Kapten Mulyadi.

1. PENDAHULUAN

Kabupaten Karanganyar merupakan salah satu kabupaten di Jawa Tengah dan merupakan daerah yang padat penduduk. Dengan pesatnya perkembangan kawasan pemukiman dan komersial di kawasan tersebut menimbulkan banyak permasalahan salah satunya pada permasalahan sistem saluran drainase.

Pesatnya perkembangan perumahan dan pertokoan pada kawasan perkotaan sehingga mengurangi daerah tangkapan air serta kondisi saluran drainase yang kurang maksimal dapat menimbulkan banjir. Selain itu, sistem drainase yang ada kurang efisien dalam pembuangan air limbah. Pada setiap musim hujan, air meluap melalui saluran drainase sehingga menyebabkan rumah-rumah dan jalan-jalan di sekitar saluran drainase tergenang air.

Kondisi penyebab terjadinya genangan di Jalan Kapten Mulyadi, Kelurahan Cangakan, Kecamatan Karanganyar, Kabupaten Karanganyar dalam beberapa tahun akibat adanya perubahan fungsi lahan menjadi kawasan yang cukup padat sehingga mengurangi daerah resapan di daerah tersebut, kemudian keadaan ini diperparah lagi dengan kondisi ekisting saluran drainase yang tidak berfungsi secara maksimal ketika menerima debit air sehingga menyebabkan kelebihan kapasitas pada saluran drainase. Salah satu faktor yang mempengaruhi tidak maksimalnya fungsi dari saluran drainase ini dikarenakan adanya endapan sedimen, tumbuhnya tanaman-tanaman liar, serta sampah yang dapat menghalangi aliran air di saluran drainase tersebut, dan tingginya intensitas curah hujan dalam beberapa hari yang dapat menyebabkan saluran drainase yang sudah ada tidak mampu menampung debit limpasan.

2. LANDASAN TEORI

2.1. TINJAUAN PUSTAKA

Evaluasi dan Analisa Desain Kapasitas Saluran Drainase di Pasar Tavip Pemerintah Kota Binjai

Erwin Ardiyansyah (2010) dengan penelitiannya yang berjudul “Evaluasi dan Analisa Desain Kapasitas Saluran Drainase di Pasar Tavip Pemerintah Kota Binjai”, melakukan penelitian menggunakan rumus metode rasional, kemudian dilakukan perbandingan debit rencana total dengan kapasitas saluran yang ada. Dan dilakukan evaluasi perkembangan pasar untuk 5 (lima) tahun ke depan untuk mewujudkan perencanaan sistem drainase yang berkelanjutan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa banjir yang terjadi disebabkan sistem drainase yang tidak berfungsi lagi, pendangkalan saluran dan kebersihan pasar yang sangat buruk dan juga tidak terpadunya semua pihak yang terlibat dalam pasar untuk merawat saluran drainase. Ada sebanyak 17 (tujuh belas) saluran yang wajib didesain ulang dengan total panjang saluran adalah 985,74 meter dengan dimensi rata-rata dari 17(tujuh belas) saluran adalah: tinggi (h) = 35,7cm, dan lebar (b) = 71,4 cm.

2.2. Drainase Perkotaan

Sebagai salah satu sistem dalam perencanaan perkotaan, maka sistem drainase yang ada dikenal dengan istilah sistem drainase perkotaan. Berikut definisi drainase perkotaan (Hasmar, 2002) :

1. Drainase perkotaan yaitu ilmu drainase yang mengkhususkan pengkajian pada kawasan perkotaan yang erat kaitannya dengan kondisi lingkungan social budaya yang ada di kawasan kota.
2. Drainase perkotaan merupakan sistem pengeringan dan pengaliran air dari wilayah perkotaan yang meliputi :
 - a. Permukiman
 - b. Kawasan industri dan perdagangan
 - c. Kampus dan sekolah
 - d. Rumah sakit dan fasilitas umum
 - e. Lapangan olahraga
 - f. Lapangan parkir
 - g. Instalasi militer, listrik, telekomunikasi
 - h. Pelabuhan udara.

2.3. Metode Poligon Thiessen

Metode Poligon Thiessen cocok untuk menentukan tinggi rata-rata hujan apabila pos hujan tidak banyak dan tinggi hujan tidak merata. Metode ini memberikan hasil yang teliti dibandingkan dengan metode aritmatik/rata-rata aljabar, namun penentuan titik pengamatan akan mempengaruhi ketelitian yang didapat. Pembentukan polygon Thiessen adalah sebagai berikut ini :

1. Stasiun pencatat hujan digambarkan pada peta DAS yang ditinjau, termasuk stasiun hujan di luar DAS yang berdekatan.
2. Stasiun tersebut dihubungkan dengan garis lurus (garis terputus) sehingga membentuk segitiga, segitiga, yang sebaiknya mempunyai sisi dengan panjang yang kira-kira sama.
3. Dibuat garis berat pada sisi-sisi segitiga seperti ditunjukkan dengan garis penuh.
4. Garis-garis berat tersebut membentuk polygon yang mengelilingi tiap stasiun. Tiap stasiun mewakili luasan yang dibentuk oleh polygon. Untuk stasiun yang berada di dekat batas DAS, garis batas DAS membentuk batas tertutup dari poligon.
5. Luas tiap polygon diukur dan kemudian dikalikan dengan kedalaman hujan di stasiun yang berada di dalam polygon.
6. Jumlah dari hitungan pada butir e untuk semua stasiun dibagi dengan luas daerah yang ditinjau menghasilkan hujan rerata daerah tersebut yang dalam bentuk matematika mempunyai bentuk berikut ini.

Cara perhitungan curah hujan dilakukan dengan memperhitungkan tiap titik pengamatan.

$$\bar{R} = \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + \dots + A_nR_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

$$\bar{R} = \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + \dots + A_nR_n}{A}$$

$$\bar{R} = W_1R_1 + W_2R_2 + \dots + W_nR_n$$

Dimana:

R = curah hujan daerah

R₁, R₂, ..., R_n = curah hujan di tiap titik pengamatan

A₁, A₂, ..., A_n = bagian daerah yang mewakili tiap titik pengamatan.

$$w_1, w_2, \dots, w_n = \frac{A_1}{A}, \frac{A_2}{A}, \dots, \frac{A_n}{A}$$

2.4. Uji Konsistensi Data Hujan

Uji konsistensi data bertujuan untuk mengetahui tingkat kebenaran data yang diperoleh dari lapangan yang sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu :

- Spesifikasi alat penakar berubah.
- Tempat alat ukur dipindah.
- Perubahan lingkungan di sekitar alat penakar.

Jika dari hasil pengujian ternyata data adalah konsisten artinya tidak terjadi perubahan lingkungan dan cara penakaran, sebaliknya jika ternyata data tidak konsisten artinya terjadi perubahan lingkungan dan cara penakaran. Cara pengujian konsistensi data hujan dapat dilakukan dengan metode *Rescaled Adjusted Partial Sums* (RAPS). Dalam metode RAPS, konsistensi data hujan dilakukan dengan nilai kumulatif penyimpangannya terhadap nilai rata-rata berdasarkan persamaan berikut :

$$S_k^* = \sum_{i=1}^k (Y_i - \bar{Y})$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y_i}{N}$$

Dimana :

S_k* = Nilai kumulatif penyimpangannya terhadap nilai rata-rata

Y_i = Nilai data Y ke-i

\bar{Y} = Nilai Y rata-rata

n = Jumlah data

2.5. Analisis Frekuensi

Distribusi Gumbel

Bentuk dari persamaan distribusi Gumbel dapat ditulis sebagai berikut :

$$X_T = \bar{X} + K \cdot S_d$$

Besarnya faktor frekuensi dapat ditentukan dengan rumus berikut :

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$$

Dimana :

X_T = Besarnya curah hujan untuk periode tahun ulang T_r (mm)

\bar{X} = Curah hujan maksimum rata-rata selama tahun pengamatan (mm)

S = Standard deviasi

K = Faktor frekuensi

Y_t = Hubungan Antara Kala Ulang Dengan Faktor Reduksi

Y_n = Rata-rata tereduksi

S_n = Simpangan Baku Tereduksi

2.6. Analisis Intensitas Hujan

Dalam menghitung intensitas hujan dapat menggunakan persamaan Mononobe dirumuskan sebagai berikut :

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

Dimana :

R_{24} = Curah hujan harian maksimum dalam 24 jam (mm)

t_c = Waktu konsentrasi (jam)

I = Intensitas hujan (mm/jam)

2.7. Waktu Konsentrasi

Kirpich (1940) dalam Suripin (2004) mengembangkan rumus dalam memperkirakan waktu konsentrasi, dimana dalam hal ini durasi hujan diasumsikan sama dengan waktu konsentrasi.

Rumus waktu konsentrasi tersebut dapat ditulis sebagai berikut :

$$t_c = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S_o} \right)^{0,385}$$

Dimana :

t_c = Waktu konsentrasi (jam)

L = Panjang saluran utama dari hulu sampai penguras (km)

S_o = Kemiringan rata-rata saluran

2.8. Metode Rasional

Metode untuk memperkirakan laju aliran permukaan puncak yang umum dipakai adalah metode Rasional. Model ini tidak dapat menerangkan hubungan curah hujan dan aliran permukaan dalam bentuk hidrograf. Persamaan metode rasional dapat ditulis dalam bentuk :

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

Dimana :

Q = Kapasitas pengaliran (m^3/dt)

C = Koefisien pengaliran (Tabel 2.6.)

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = luas daerah pengaliran (km^2)

2.9. Penampang Saluran Segiempat

Persamaan yang digunakan untuk menghitung kapasitas saluran segiempat adalah sebagai berikut :

$$b = 2y$$

$$A = b \cdot y = 2y \cdot y = 2y^2$$

$$P = b + 2 \cdot y = 2y + 2y = 4y$$

$$R = A / P = 2y^2 / 4y = (1/2 y)$$

Dimana :

$$A = \text{Luas penampang (m}^2\text{)}$$

$$P = \text{Keliling basah (m)}$$

$$R = \text{Jari-jari hidraulis (m)}$$

$$b = \text{Lebar saluran (m)}$$

$$y = \text{Tinggi saluran (m)}$$

1. Kapasitas saluran dihitung dengan menggunakan persamaan manning, yaitu :

$$A = \frac{Q}{V}$$

Dimana :

$$Q = \text{Debit Pengaliran (m}^3\text{/det)}$$

$$V = \text{Kecepatan aliran dalam saluran (m/det)}$$

$$A = \text{Luas penampang (m}^2\text{)}$$

2. menghitung kecepatan aliran (V)

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

Dimana :

$$V = \text{Kecepatan aliran dalam saluran (m/det)}$$

$$R = \text{Jari-jari hidraulis (m)}$$

$$S = \text{kemiringan dasar saluran}$$

$$n = \text{Koefisien kekasaran manning}$$

2.10. Kemiringan Saluran

Kemiringan dasar saluran dapat dihitung dengan persamaan :

$$S = \frac{\Delta H}{L}$$

Dimana :

$$S = \text{Kemiringan dasar saluran}$$

$$\Delta H = \text{Elevasi awal-elevasi akhir (m)}$$

$$L = \text{Panjang saluran / Jarak elevasi awal ke akhir}$$

3. METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian berada di saluran drainase Jalan Kapten Mulyadi, Kelurahan Cangkanan, Kecamatan Karanganyar, Kabupaten Karanganyar.

3.2. Waktu Penelitian

Waktu kegiatan penelitian ini dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2020/2021. Tepatnya pada bulan maret sampai bulan mei atau 90 hari penyelesaian tugas akhir.

3.3. Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Alat tulis, penggaris, dan papan alas tulis.
2. Laptop.
3. Kamera.
4. Alat ukur meteran.
5. Software

3.4. Data-Data Penelitian

Data-data yang digunakan dalam perencanaan ini adalah :

1. Data curah hujan yang berasal dari stasiun pengukur kedalaman hujan Kabupaten Karanganyar, Data curah hujan 20 tahun ini diperoleh dari BBWS (Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo).
2. Data peta administrasi yang diperoleh dari website Badan Informasi Geospasial (BIG).
3. Data kontur tanah lokasi perencanaan drainase yang diperoleh melalui website Badan Informasi Geospasial (BIG) dan diolah melalui program software Google Earth Pro dan ArcGIS 10.8.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Evaluasi Penyebab Genangan

Adapun evaluasi penyebab genangan/banjir berdasarkan data hasil survey dan kondisi saluran drainase Jalan Kapten Mulyadi adalah perlu dilakukan uji kecocokan data debit hujan kawasan dengan daya tampung saluran eksisting.

4.2. Analisis Hidrologi

Adapun data yang diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Bengawan Solo adalah sebagai berikut :

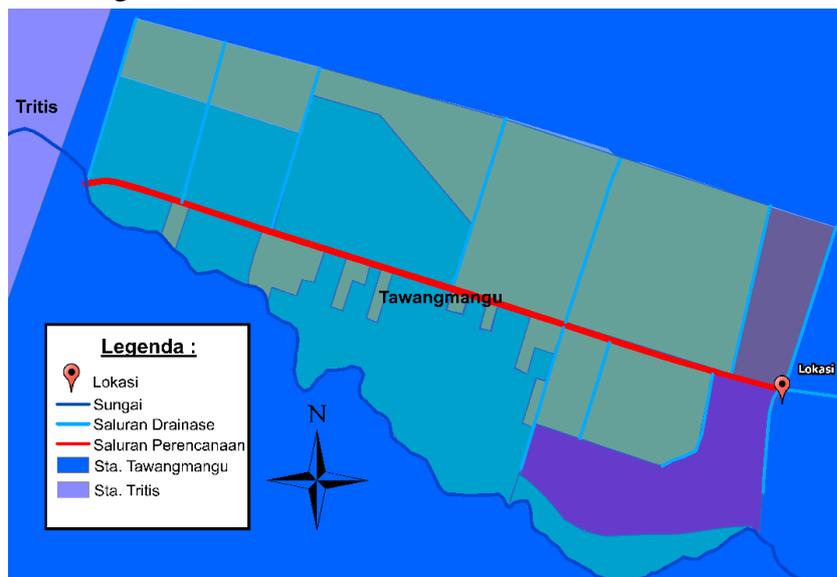
No	Tahun	Sta. Tawangmangu	Sta. Tritis
		P_{maks}	P_{maks}
		(mm)	(mm)
1	2001	96	-
2	2002	129	-
3	2003	106	-
4	2004	127	-

No	Tahun	Sta. Tawangmangu	Sta. Tritis
		P_{maks}	P_{maks}
		(mm)	(mm)
5	2005	171	-
6	2006	89	-
7	2007	194	-
8	2008	107	-
9	2009	121	-
10	2010	128	-
11	2011	116	99
12	2012	95	104
13	2013	118	102
14	2014	79	125
15	2015	115	173
16	2016	164	141
17	2017	150.5	175
18	2018	111.2	84
19	2019	145	126
20	2020	271	111

(Sumber: BBWS Bengawan Solo)

4.3. Penentuan Hujan Kawasan

Pola Poligon Thiessen pada stasiun hujan tawangmangu dan stasiun hujan tritis adalah sebagai berikut :



Gambar 4.1. Penentuan hujan kawasan lokasi perencanaan

Berdasarkan gambar diatas Detail catchment area dan kawasan hujan maka perencanaan dapat dilakukan dengan menggunakan data curah hujan dari stasiun tawangmangu dengan menggunakan data hujan 20 tahun yang diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo.

4.4. Uji Konsistensi Data Hujan

Uji konsistensi harus dilakukan untuk data hujan yang akan digunakan dalam perencanaan karena data hujan harus pangkah. Uji konsistensi dilakukan dengan Metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*). Berikut perhitungan Uji konsistensi hujan Metode RAPS stasiun hujan tawangmangu :

K	Tahun	ΣX	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$	S_k^*	S_k^{**}	$ S_k^{**} $
1	2001	3355	213.50	45582.25	213.50	0.29	0.29
2	2002	2646	-495.50	245520.25	-282.00	-0.39	0.39
3	2003	2316	-825.50	681450.25	-1107.50	-1.52	1.52
4	2004	2960	-181.50	32942.25	-1289.00	-1.77	1.77
5	2005	3387	245.50	60270.25	-1043.50	-1.43	1.43
6	2006	2542	-599.50	359400.25	-1643.00	-2.26	2.26
7	2007	2970	-171.50	29412.25	-1814.50	-2.49	2.49
8	2008	2240	-901.50	812702.25	-2716.00	-3.73	3.73
9	2009	3106	-35.50	1260.25	-2751.50	-3.78	3.78
10	2010	4682	1540.50	2373140.25	-1211.00	-1.66	1.66
11	2011	3334	192.50	37056.25	-1018.50	-1.40	1.40
12	2012	2217	-924.50	854700.25	-1943.00	-2.67	2.67
13	2013	2770	-371.50	138012.25	-2314.50	-3.18	3.18
14	2014	2576	-565.50	319790.25	-2880.00	-3.96	3.96
15	2015	3184	42.50	1806.25	-2837.50	-3.90	3.90
16	2016	4779	1637.50	2681406.25	-1200.00	-1.65	1.65
17	2017	3916.7	775.20	600935.04	-424.80	-0.58	0.58
18	2018	2749.3	-392.20	153820.84	-817.00	-1.12	1.12
19	2019	2909	-232.50	54056.25	-1049.50	-1.44	1.44
20	2020	4191	1049.50	1101450.25	0.00	0.00	0.00
Jumlah		62830.00		10584714.38			
Rerata		3141.50					
D_y^2		529235.72					
D_y		727.49					

(Sumber: Perhitungan)

$\max S_k^{**} $	<	Q_{kritik}	Konsisten
3.96	<	5.46	
$\max S_k^{**}-\min S_k^{**}$	<	R_{kritik}	Konsisten
4.25	<	6.40	

(Sumber: Perhitungan)

4.5. Analisis Frekuensi Data Hujan Metode Gumbel

Data curah hujan digunakan untuk mengetahui periode hujan rencana serta intensitas curah hujan. Data hujan maksimum stasiun hujan tawangmangu diurutkan dari data terkecil ke data terbesar :

No	Hujan tahunan	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$
	X_{maks}		
	(mm)	(mm)	(mm)
1	79	-52.64	2770.44
2	89	-42.64	1817.74
3	95	-36.64	1342.12
4	96	-35.64	1269.85
5	106	-25.64	657.15
6	107	-24.64	606.88
7	111.2	-20.44	417.59
8	115	-16.64	276.72
9	116	-15.64	244.45
10	118	-13.64	185.91
11	121	-10.64	113.10
12	127	-4.63	21.48
13	128	-3.63	13.21
14	129	-2.63	6.94
15	145	13.37	178.62
16	150.5	18.87	355.89
17	164	32.37	1047.49
18	171	39.37	1549.60
19	194	62.37	3889.39
20	271	139.37	19422.60
Jumlah	2632.70		36187.23
Rerata	131.64		
Standar Dev.	43.64		

(Sumber: Perhitungan)

1. Hujan rata-rata (\bar{X})

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

$$= \frac{2632,70}{20}$$

$$= 131,64 \text{ mm}$$

2. Standar deviasi (Sd)

$$Sd = \sqrt{\frac{\Sigma(X-\bar{X}^2)}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{36187,23}{20-1}}$$

$$= 43,64 \text{ mm}$$

3. Menentukan Nilai K

Tabel 4.5. Nilai Y_n , S_n , dan Y_t untuk kala ulang 5 tahun.

Kala ulang 25 tahun	
Y_n	0.523
S_n	1.060
Y_t	3.1985

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$$

$$= \frac{3,1985 - 0,523}{1,060}$$

$$= 2,5241$$

4.6. Hujan Rencana Metode Gumbel

Hujan periode ulang 25 tahun untuk hujan kawasan stasiun tawangmangu adalah sebagai berikut :

$$R = \bar{X} + K \cdot Sd$$

$$= 131,64 + (2,5241 \times 43,64)$$

$$= 241,7917 \text{ mm}$$

4.7. Waktu Konsentrasi

Perhitungan waktu konsentrasi dengan rumus yang dikembangkan oleh Kirpich (1940), yaitu :

$$t_c = 0,0195 \times L^{0,77} \times S^{-0,385}$$

$$= 0,0195 \times 1366^{0,77} \times 0,0117^{-0,385}$$

$$= 28,05 \text{ Menit}$$

$$= 0,4675 \text{ Jam}$$

4.8. Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan menggunakan rumus Mononobe. Perhitungan intensitas hujan dengan periode ulang 5 tahun dalam waktu 1 jam dapat dilihat di bawah ini :

$$I = \frac{R}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}} \text{ mm/jam}$$

$$I = \frac{241,7917}{24} \left(\frac{24}{0,4675} \right)^{\frac{2}{3}} \text{ mm/jam}$$

$$I = 139,1607 \text{ mm/jam}$$

4.9. Koefisien Limpasan (Nilai C)

Berdasarkan pada luasan gambar 3.3. Catchment area perencanaan dan Tabel 2.6. Nilai koefisien limpasan maka nilai koefisien C adalah sebagai berikut :

Tabel 4.8. Luas dan Nilai C pada tiap daerah

No	Penggunaan Lahan	Luas (m ²)	Nilai C
1	Daerah Pemukiman	82.503	0.60
2	Daerah Industri Ringan	37.649	0.70
3	Daerah Taman, Lapangan Bermain	332.189	0.20
4	Daerah Rumah Tinggal, Berpencar	347.073	0.50
Jumlah		799.414	

(Sumber: Perhitungan)

$$C_{\text{gabungan}} = \frac{(C1.A1) + (C2.A2) + (C3.A3) + C4.A4}{(A1 + A2 + A3 + A4)}$$

$$= \frac{(0,60 \times 82,503) + (0,70 \times 37,649) + (0,20 \times 332,189) + (0,50 \times 347,073)}{(82,503 + 37,649 + 332,189 + 347,073)}$$

$$= \frac{315,8304}{799,414}$$

$$= 0,40$$

4.10. Debit Rancangan Metode Rasional

Dari data di atas dapat digunakan untuk menghitung nilai Q rencana dengan rumus :

$$Q_r = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

$$= 0,278 \times 0,40 \times 139,1607 \times 0,00799414$$

$$= 0,1237 \text{ m}^3/\text{det}$$

4.11. Analisis Hidrolika

a. Perhitungan Debit Saluran Eksisting (Q saluran)

Didapat data dimensi saluran dari observasi langsung sebagai berikut :

$$\text{Lebar saluran (b)} = 0,22 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi saluran (H)} = 0,30 \text{ m}$$

1. Luas penampang basah (A)

$$A = b \cdot H$$

$$= 0,22 \cdot 0,30$$

$$= 0,0660 \text{ m}^2$$

2. Keliling basah (P)

$$\begin{aligned} P &= b + 2H \\ &= 0,22 + 2 \cdot 0,30 \\ &= 0,8200 \text{ m} \end{aligned}$$

3. Jari-jari hidraulis (R)

$$\begin{aligned} R &= A / P \\ &= 0,0660 / 0,8200 \\ &= 0,0805 \end{aligned}$$

4. Kecepatan aliran (V)

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \\ &= \frac{1}{0,030} \cdot 0,0805^{2/3} \cdot 0,0117^{1/2} \\ &= 0,6722 \text{ m/det} \end{aligned}$$

5. Debit saluran eksisting (Q saluran)

$$\begin{aligned} Q_s &= A \cdot V \\ &= 0,0660 \text{ m}^2 \cdot 0,6722 \text{ m/det} \\ &= 0,0443 \text{ m}^3/\text{det} \quad (Q_s < Q_r \text{ maka saluran tidak aman}) \end{aligned}$$

b. Perhitungan Dimensi Saluran Baru (Q rencana)

1. Tinggi air dari dasar saluran (y)

$$\begin{aligned} Q &= A \cdot V \\ A &= 2y^2 \\ V &= \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \\ &= \frac{1}{0,025} \cdot \frac{1^{2/3}}{2y} \cdot 0,0117^{1/2} \\ Q &= 2y^2 \cdot \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \\ &= \frac{1}{0,025} \cdot \frac{1^{2/3}}{2y} \cdot 0,0117^{1/2} \end{aligned}$$

$$0,1237 = 2y^2 \cdot \frac{1}{0,025} \cdot \frac{1^{2/3}}{2y} \cdot 0,0117^{1/2}$$

$$0,1237 = 5,45 y^{8/3}$$

$$y = \left(\frac{0,1237}{5,45} \right)^{3/8}$$

$$y = 0,24 \text{ m}$$

2. Lebar dasar saluran (b)

$$\begin{aligned} b &= 2 \cdot y \\ &= 2 \cdot 0,24 \\ &= 0,48 \text{ m} \end{aligned}$$

3. Luas penampang basah (A)

$$\begin{aligned} A &= y \cdot b \\ &= 0,24 \cdot 0,48 \\ &= 0,1170 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

4. Keliling basah (P)

$$\begin{aligned} P &= b + 2y \\ &= 0,48 + (2 \cdot 0,24) \\ &= 0,9673 \text{ m} \end{aligned}$$

5. Jari-jari hidraulis (R)

$$\begin{aligned} R &= A / P \\ &= 0,1170 / 0,9673 \\ &= 0,1209 \text{ m} \end{aligned}$$

6. Kecepatan aliran (V)

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \\ &= \frac{1}{0,025} \cdot 0,1209^{2/3} \cdot 0,0117^{1/2} \\ &= 1,0585 \text{ m/det} \end{aligned}$$

7. Tinggi saluran (H)

$$\begin{aligned} H &= y + w \\ &= 0,24 + 0,20 \\ &= 0,44 \text{ m} \end{aligned}$$

8. Cek debit rencana (Q rencana)

$$\begin{aligned} Q_r &= A \cdot V \\ &= 0,1170 \text{ m}^2 \cdot 1,0585 \text{ m/det} \\ &= 0,1237 \text{ m}^3/\text{det} \dots \dots \text{OK!} \end{aligned}$$

9. Tinggi jagaan (w)

Tabel 4.9. Tinggi jagaan minimum saluran

Debit (m ³ /det)	Tinggi jagaan (m)
< 0,5	0,20
0,5 - 1,5	0,20
1,5 - 5,0	0,25
5 - 10	0,30
10 - 15	0,40
> 15	0,50

(Sumber: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum, Nomor 12/PRT/M/2014)

Hasil perhitungan debit Q saluran = 0,1237 m³/det maka tinggi jagaan saluran (w) adalah 0,20 m.

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan observasi langsung dan perhitungan analisis sistem drainase terhadap saluran drainase Jalan Kapten Mulyadi. Dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil observasi langsung terdapat endapan, sedimentasi, dan perubahan dimensi penampang saluran yang menjadi pemicu tersumbatnya aliran air. Sedangkan dari hasil analisis dapat diketahui bahwa kapasitas daya tampung saluran tidak mampu menampung debit banjir yang ada.
2. Pada saluran eksisting, diperoleh besarnya debit saluran adalah $0,0443 \text{ m}^3/\text{det}$ yang mana lebih kecil dari debit banjir rencana 25 tahunan ($0,1237 \text{ m}^3/\text{det}$). Hal tersebut berarti bahwa kapasitas saluran eksisting tidak dapat menampung debit banjir yang ada.
3. Berdasarkan hasil perhitungan dimensi saluran yang baru, diperoleh dimensi saluran yang paling ekonomis adalah nilai tinggi muka air dari dasar saluran (y) = $0,24 \text{ m}$; lebar saluran (b) = $0,48 \text{ m}$; dan tinggi saluran (H) = 44 m .

5.2. Saran

Berdasarkan kesimpulan dan evaluasi penelitian terdapat beberapa saran yang dapat diperhatikan agar sistem saluran drainase Jalan Kapten Mulyadi sesuai dengan fungsinya secara maksimal, antara lain :

1. Perlu adanya perencanaan ulang pada sistem saluran drainase agar saluran drainase dapat menampung debit limpasan terutama pada fisik dan luas penampang.
2. Memberikan himbauan kepada masyarakat sekitar Jalan Kapten Mulyadi untuk tidak membangun bangunan permanen yang dapat menutup saluran drainase.
3. Meningkatkan peran masyarakat dalam meningkatkan kebersihan lingkungan agar tidak membuang sampah di saluran drainase serta dalam pemanfaatan saluran drainase.
4. Perlu dilakukan pemantauan dan perawatan terhadap drainase secara berkala 6 bulan sekali.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiyansyah, E. 2010. *Evaluasi dan Analisa Desain Kapasitas Saluran Drainase di Pasar Tavip*. Skripsi. Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Sumatra Utara.
- Badan Informasi Geospasial. 2021. Download Peta Per wilayah. <https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/download/perwilayah>. (Diakses tanggal 1 Mei 2021).
- Badan Pusat Statistik. 2021. *Karanganyar Dalam Angka 2021*. ISSN: 0215-6172. Karanganyar.
- BBWS Bengawan Solo. 2021. *Data Curah Hujan Stasiun Tawangmangu dan Stasiun Tritis*. Surakarta: Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo.
- BBWS Bengawan Solo. 2021. *Koordinat Stasiun Hujan*. <https://hidrologi.bbws-bsolo.net/map/curahhujan>. (Diakses tanggal 25 Mei 2021).
- Direktorat Jenderal Cipta Karya. 2012. *Tata Cara Pembuatan Rencana Induk Drainase Perkotaan*. Buku Jilid IA. Cipta Karya. Jakarta.
- Halim, H. 2002. *Drainase Terapan*. Yogyakarta: UII Press.
- Suprpto, M. 2008. *Buku ajar Pemodelan Pengolahan Aliran Rendah Dengan Pendekatan Hidrologi Elementer*. Surakarta: Universitas Negeri Sebelas Maret.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum. 2014. *Tata Cara Perencanaan Sistem Drainase Perkotaan*, Nomor: 12/PRT/M/2014. Jakarta.