

ANALISIS KAPASITAS SALURAN DRAINASE DI SUB PEMATUSAN KALI RUNGKUT SURABAYA

Nurul Jannah Asid¹, Didik Harjanto² dan Nurul Fanisah³

¹ Universitas Negeri Surabaya.

e-mail: nurul.asid@unesa.ac.id

^{2,3} Universitas Negeri Surabaya.

e-mail: didihari89@gmail.com; nurulfanisa26@gmail.com

ABSTRACT

Surabaya is the provincial capital as well as the largest city in East Java. Infrastructure development to support the development of the city of Surabaya and the impact that occurs to meet the needs of the community causes the transfer of land functions. As a result, it can increase the impermeable layer on the soil surface which will reduce rainwater seeping into the soil and creating a burden on drainage channels. This should be reviewed against the dimensions of existing drainage channels to minimize flooding. Based on the results of hydrological calculations and hydraulics calculations, conclusions were obtained for the study of the capacity analysis of the drainage channel of the Surabaya Rungkut River Sub-Commissioning as follows: In the 1.25-year anniversary period, the Medokan Rungkut channel has been unable to accommodate flood discharge. In the 5-year anniversary period, the beautiful Rungkut channel is no longer able to accommodate flood discharge. And in the 10-year anniversary period, the Rungkut channel was no longer able to accommodate flood discharge. The dimensions of the 3 channels are enlarged so that they can accommodate the flood discharge that occurs. The capacity of the Rungkut channel becomes 6.3 m³/s, the Rungkut Asri channel becomes 5.6 m³ / s, the Rungkut Medokan channel becomes 5.6 m³/s. The pump capacity is taken from the Rungkut channel with flood discharge $Q_{10} = 6.1285 \text{ m}^3/\text{s}$, with a pipe diameter design of 2.25m and a large water power of 343.6 HP.

Keywords: Channel, Dimension, Flood, Discharge, Pump.

ABSTRAK

Kota Surabaya adalah Ibu Kota Propinsi sekaligus merupakan kota terbesar di Jawa Timur. Pembangunan infrastruktur guna menunjang perkembangan kota Surabaya dan dampak yg terjadi untuk pemenuhan kebutuhan masyarakat menyebabkan pengalihan fungsi lahan. Akibatnya dapat meningkatnya lapisan kedap air pada permukaan tanah yang akan mengurangi air hujan meresap ke dalam tanah dan menjadikan beban kepada saluran drainase. Hal tersebut seharusnya ditinjau terhadap dimensi saluran drainase existing untuk meminimalisir terjadinya banjir. Berdasarkan hasil perhitungan hidrologi dan perhitungan hidrolika maka diperoleh kesimpulan untuk studi analisis kapasitas saluran drainase Sub Pematusan Kali Rungkut Surabaya adalah sebagai berikut: Diperiode ulang 1.25 tahun pada saluran Rungkut Medokan sudah tidak dapat menampung debit banjir. Diperiode ulang 5 tahun pada saluran Rungkut Asri sudah tidak dapat menampung debit banjir, dan di periode ulang 10 tahun saluran Rungkut sudah tidak dapat menampung debit banjir. Dimensi pada 3 saluran diperbesar sehingga dapat menampung debit banjir yang terjadi. Adapun kapasitas pada saluran Rungkut menjadi 6,3 m³/dt, saluran Rungkut Asri menjadi 5,6 m³/dt, saluran Rungkut Medokan menjadi 5,6 m³/dt. Kapasitas pompa diambil dari saluran Rungkut dengan debit banjir $Q_{10} = 6,1285 \text{ m}^3/\text{dt}$, dengan desain diameter pipa 2,25m dan besar daya air sebesar 343,6HP.

Kata kunci: Saluran, Dimensi, Banjir, Debit, Pompa.

1. PENDAHULUAN

Kota Surabaya adalah Ibu Kota Propinsi sekaligus merupakan kota terbesar di Jawa Timur. Sebagaimana kota besar pada umumnya, kota Surabaya mengalami perkembangan pesat dibidang pendidikan, industri serta perdagangan dalam beberapa tahun terakhir.

Perkembangan tersebut memberikan beberapa dampak perubahan tersendiri di Surabaya, seperti perkembangan ekonomi serta peningkatan jumlah penduduk. Pembangunan infrastruktur guna menunjang perkembangan kota Surabaya dan dampak yang terjadi untuk pemenuhan kebutuhan masyarakat menyebabkan pengalihan fungsi lahan. Akibatnya dapat meningkatnya lapisan kedap air pada permukaan tanah yang akan mengurangi air hujan meresap ke dalam tanah dan menjadikan beban kepada saluran drainase.

Inovasi yang juga perlu dikembangkan adalah terkait bahan pembentuk saluran dari material baja, mengingat material ini sangat tahan terhadap kelembaban (Putri, 2017). Sehingga karena ketahanannya tersebut material ini juga tahan terhadap rayap sekaligus pula memiliki kekuatan yang sangat tinggi, tangguh dan ulet menurut Futariani pada 2015.

Hal tersebut seharusnya ditinjau terhadap dimensi saluran drainase eksisting untuk meminimalisir terjadinya banjir. Namun kenyataannya, beberapa daerah di Surabaya contohnya di daerah Rungkut masih saja terdapat genangan akibat hujan di karenakan saluran yang tidak bisa menampung debit air yang terjadi.

Berdasarkan hal tersebut, maka perlu untuk melakukan analisis kapasitas saluran drainase primer di sub pematasan Kali Rungkut Surabaya untuk mengetahui kapasitas saluran drainase tersebut apakah dapat menampung debit air yang terjadi. Dengan tujuan untuk mengetahui apakah dimensi dari saluran tersebut dapat menampung debit banjir.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Analisis pada penelitian ini dibagi menjadi 2 yakni analisis Hidrologi dan analisis Hidrolika. Analisis Hidrologi menggunakan formula perumusan yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Perhitungan hujan rata-rata menggunakan metode perumusan Arithmetic Mean (Soewarno, 1995 a)
2. Analisis distribusi hujan menggunakan metode perumusan (Triatmodjo, 2010):
 - a) analisis distribusi Log-Person III
 - b) analisis distribusi Log Normal
3. Uji kecocokan menggunakan metode perumusan:
 - a) Uji Chi-Kuadrat
 - b) Uji Smirnov Kolmogorov
4. Koefisien Pengaliran/C menggunakan persamaan sebagai berikut (Brotowiryatmo, 1993):

$$\bar{C} = \frac{C1.A1 + C2.A2 + + Cn.An}{A1 + A2 + + An} \quad (1)$$

5. Waktu konsentrasi (t_c) dengan persamaan (Brotowiryatmo, 1993):

$$t_c = t_0 + t_f \quad (2)$$

$$t_0 = 0,0195 \left(\frac{L_0}{\sqrt{I_0}} \right)^{0,77} \quad (3)$$

$$t_f = L / V \quad (4)$$

6. Intensitas hujan dengan persamaan Monobe (Suripin, 2004):

$$I = R_{24}/24 \times (24/t)^3 \text{ mm/jam} \quad (5)$$

7. Debit hidrologi dengan metode Rasional (Suripin, 2004):

$$Q = 1/3,6 \times C \times I \times A \text{ m}^3/\text{det} \quad (6)$$

Sementara itu untuk analisis Hidrolika yang dilakukan pada penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Kecepatan aliran menggunakan metode Strickler (Triatmodjo, 2003):

$$V = K \times R^{2/3} \times I^{1/2} \quad (7)$$

2. Saluran berbentuk Trapesium (Triatmodjo, 2003):

$$A = (b+m.y) \cdot y \quad (8)$$

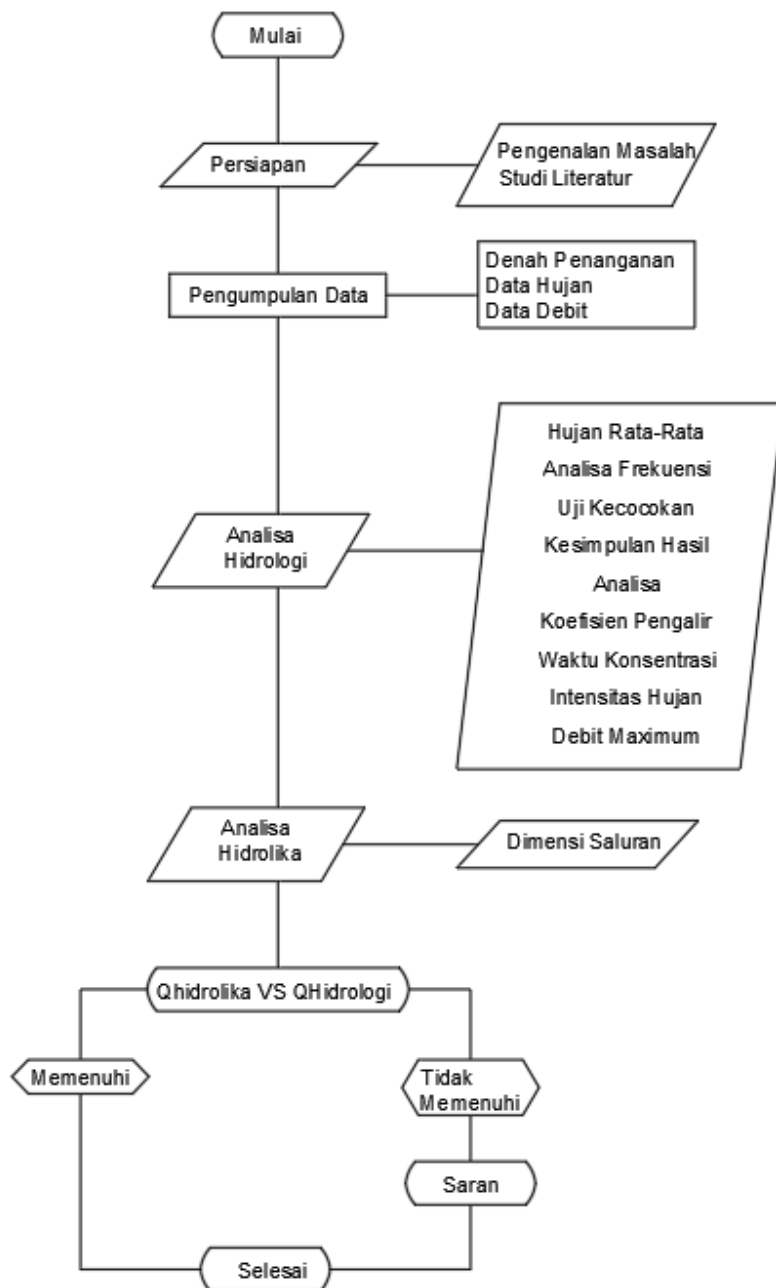
$$P = b+2y \sqrt{m^2 + 1} \quad (9)$$

$$R = A / P \quad (10)$$
3. Debit pada saluran menggunakan persamaan (Triatmodjo, 2003):

$$Q = A \times V \quad (11)$$

3. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan yang dilakukan dalam penyusunan penelitian ini dijelaskan pada Gambar 1, *flow chart* di bawah ini:



Gambar 1. Gambar Flow Chart

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Hidrologi

Ada empat stasiun hujan yang berpengaruh dalam perhitungan hidrologi pada saluran drainase di sub pematusan kali rungkut pada rayon Jambangan yaitu sebagai berikut:

1. Kebon Agung
2. Gunungsari
3. Keputih
4. Wonorejo

Dari keempat stasiun hujan diatas diperoleh data hujan harian sepanjang 35 tahun, yaitu mulai tahun 1973 sampai dengan tahun 2007. Selanjutnya dipilih data hujan harian maksimum pada setiap stasiun. Pada setiap kejadian hujan maksimum di satu stasiun juga ditinjau tinggi curah hujan pada stasiun yang lain pada waktu yang sama.

Hasil perhitungan hujan rata-rata dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil perhitungan hujan rata-rata tersebut disebut sebagai curah hujan harian maksimum rata-rata yang digunakan untuk perhitungan tinggi hujan rencana daerah aliran.

Tabel 1: Tabel Hasil Perhitungan Hujan Rata-Rata

No.	Tahun	Tanggal	Tinggi Hujan pada Stasiun (mm)				Perhitungan R rata-rata
			Gunung Sari	Kebon Agung	Keputih	Wonorejo	
a	b	c	d	e	f	g	$h = (d+e+f+g)/4$
1	1973	8 Maret	95	77	101	45	79.5
2	1974	31 Mei	56	75	62	10	50.75
3	1975	28 Maret	75	69	0	46	47.5
4	1976	20 Desembr	6	38	33	69	36.5
5	1977	16 Maret	60	90	44	31	56.25
6	1978	26 Januari	175	71	110	107	115.75
7	1979	1 Desember	55	64	19	69	51.75
8	1980	16 April	81	42	42	120	71.25
9	1981	23 Januari	81	75	114	187	114.25
10	1982	8 Februari	60	140	70	62	83
11	1983	25 Mei	84	81	0	44	52.25
12	1984	17 Januari	171	91	0	95	89.25
13	1985	18 Januari	126	101	50	76	88.25
14	1986	29 Januari	52	65	80	65	65.5
15	1987	10 Maret	86	75	100	90	87.75
16	1988	3 April	73	97	60	97	81.75
17	1989	6 Januari	120	98	90	97	101.25
18	1990	24 Desembr	35	90	10	68	50.75
19	1991	28 Februari	80	56	32	66	58.5
20	1992	20 Januari	61	59	105	74	74.75
21	1993	1 Maret	41	67	75	78	65.25
22	1994	7 Maret	90	97	15	36	59.5
23	1995	21 Januari	100	87	45	44	69
24	1996	16 Nopembr	45	45	90	84	66
25	1997	5 Januari	79	78	0	85	60.5
26	1998	21 Februari	72	67	30	77	61.5
27	1999	1 Januari	68	110	79	87	86

Lanjutan Tabel 1							
28	2000	18 Desembr	58	45	80	70	63.25
29	2001	2 Maret	26	117	82	200	106.25
30	2002	4 Januari	73	87	36	75	67.75
31	2003	15 Februari	41	68	27.5	60	49.125
32	2004	5 Maret	103	92	39	45	69.75
33	2005	9 Februari	103	98	35	69	76.25
34	2006	4 Januari	63	94	140	153	112.5
35	2007	17 Desembr	67	98	127	37	82.25
Jumlah							2551.375

Sumber: Hasil pengamatan, 2024

Perhitungan hujan harian maksimum menghasilkan hujan rencana dengan periode ulang tertentu. Selanjutnya, tinggi hujan rencana tersebut dipergunakan untuk menghitung debit banjir rencana dengan periode ulang tertentu sesuai dengan hujan rencana. Debit banjir rencana adalah debit terbesar yang kemungkinan terjadi pada periode ulang yang direncanakan (Hadisusanto, 2011). Besarnya debit banjir rencana tergantung dari tinggi hujan rencana dengan periode ulang yang direncanakan, sehingga debit banjir rencana dengan hujan rencana mempunyai periode ulang yang sama. Debit banjir rencana pada studi ini dicoba dengan menggunakan metode Rasional.

Debit Banjir rencana Sub Pematusan Kali Rungkut yang dihitung dengan metode Rasional dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini:

Tabel 2: Tabel Perhitungan Debit Banjir

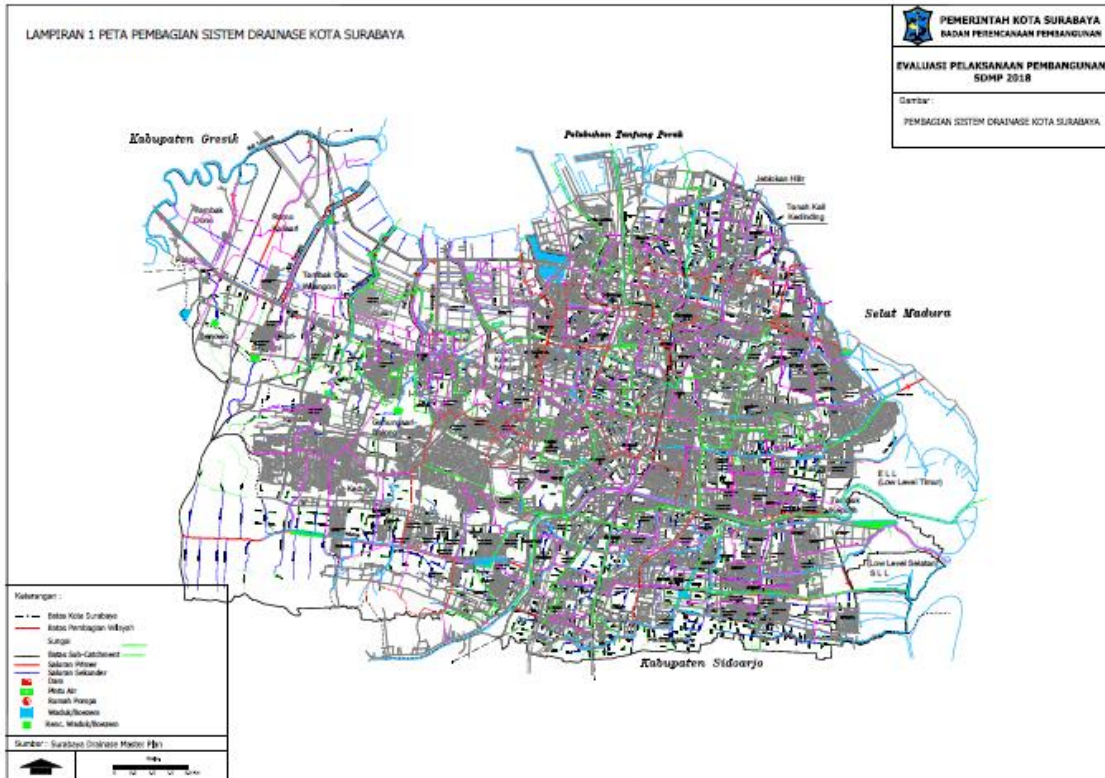
Nama Saluran	Panjang Saluran (m)		Luas km ²	c	R1.25	R2	R5	R10	Q1.25	Q2	Q5	Q10
	Primer	Sekunder			mm/jam				m ³ /det			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Rungkut	3858		2.823	0.75	55.67	72.3	89.7	99.17	3.44	4.468	5.5433	6.1285
Rungkut sekunder												
Medokan Asri Utara		877	0.3283	0.75	55.67	72.3	89.7	99.17	0.4	0.5196	0.6446	0.7127
Medokan Asri Selatan		408	0.1528	0.75	55.67	72.3	89.7	99.17	0.1862	0.2418	0.3	0.3317
Medokan Asri Timur		863	0.2369	0.75	55.67	72.3	89.7	99.17	0.2887	0.3749	0.4652	0.5143
Rungkut Asri		1249	0.8003	0.75	55.67	72.3	89.7	99.17	0.9753	1.2666	1.5715	1.7374
Rungkut Asri Utara		1378	0.4523	0.75	55.67	72.3	89.7	99.17	0.5512	0.7158	0.8881	0.9819
Rungkut Medokan		1192	0.8524	0.75	55.67	72.3	89.7	99.17	1.0388	1.3491	1.6738	1.8505

Sumber: Hasil analisis, 2024

B. Analisis Hidrolika

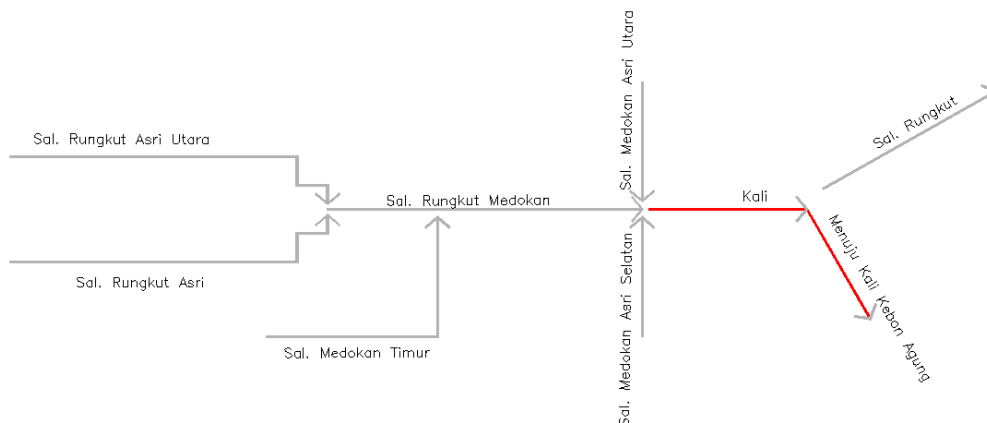
Pengolahan data hidrolika dilakukan untuk mengetahui besarnya debit yang mengalir di saluran drainase pada saluran Sub Pematusan Kali Rungkut. Sebagai informasi juga ditunjukkan gambar peta sistem drainase Kota Surabaya yang dapat disimak melalui Gambar 2 pada halaman berikut. Pada gambar tersaji informasi terkait batas antara Kota Surabaya dan Kabupaten disekitar yakni Kabupaten Sidoarjo dan Kabupaten Gresik serta pulau Madura di sisi utara.

Disamping juga batas sub *catchment* (cekungan-cekungan dalam Daerah Aliran Sungai/DAS) di seluruh Kota Surabaya. Pada gambar juga menunjukkan saluran primer maupun saluran sekunder, peta pintu air, lokasi rumah pompa, waduk serta rencana waduk atau bozem.



Gambar 2. Gambar Peta Pembagian Sistem Drainase Surabaya
(Sumber: Pemerintah Kota Surabaya, 2018)

Pada Gambar 3 menunjukkan skema saluran Sub Pematusan Kali Rungkut Surabaya yang merupakan perpaduan dari saluran Rungkut Asri Utara, saluran Rungkut Asri, saluran Rungkut Medokan, saluran Medokan Timur, saluran Medokan Asri Utara, saluran Medokan Asri Selatan.



Gambar 3. Gambar Skema Saluran Sub Pematusan Kali Rungkut Surabaya
(Sumber: Hasil analisis, 2024)

Untuk perhitungan kecepatan aliran digunakan rumus Strickler, dengan bentuk saluran trapesium dan untuk perhitungan debit saluran menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q = A \times V \quad (12)$$

Untuk perhitungan debit rencana akan disajikan dalam Tabel 3 di bawah:

Tabel 3: Tabel Perhitungan Debit Rencana

Nama Saluran	L (m)	K	m	b (m)	y (m)	I saluran	A Basah (m ²)	P (m)	R (m)	V. Sal. (m/dt)	Q Sal. (m ³ /dt)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Rungkut	3858	45	1	3.83	1.97	0.0018	6,721,916	14	0.48349	0.807	5.424
Medokan Asri Utara	877	45	1	4.52	2.21	0.0018	8,459,509	16	0.515585	1.053	8.097
Medokan Asri Selatan	408	45	1	4.52	2.32	0.0018	932,259	16	0.568187	0.252	2.349
Medokan Asri Timur	863	45	1	5.39	2.5	0.0018	1,082,532	20	0.55328	0.592	6.408
Rungkut Asri	1249	45	1	3	2.54	0.0018	111,745	11	1,026,125	1.086	1.231
Rungkut Asri Utara	1378	45	1	2.9	2.53	0.0018	1,108,668	11	1,053,167	1.250	1.285
Rungkut Medokan	1192	45	1	4.73	2.74	0.0018	1,300,354	17	0.757345	1.511	1.964

Sumber: Hasil analisis, 2024

C. Analisis Perbandingan Kapasitas Saluran

Perbandingan ini dilakukan untuk mengetahui apakah kapasitas debit saluran drainase Sub Pematuan Surabaya masih mampu untuk menampung debit rencana hujan dengan periode ulang 1.25 tahun, 2 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun.

Berdasarkan skema saluran maka saluran Rungkut Medokan menerima debit banjir dari saluran Rungkut Asri Utara, saluran Rungkut Asri, dan saluran Medokan Timur. Tabel perhitungan perbandingan dapat dilihat pada Tabel 4 hingga Tabel 7 dibawah ini:

Tabel 4: Tabel Perbandingan Dengan Periode Ulang 1.25 Tahun

Nama Saluran	Q Saluran (m ³ /det)	Q Banjir (m ³ /det)	Keterangan
Rungkut	5.424	3.44	aman
Medokan Asri Utara	8.097	0.4	aman
Medokan Asri Selatan	2.349	0.1862	aman
Medokan Asri Timur	6.408	0.2887	aman
Rungkut Asri	1.231	0.9753	aman
Rungkut Asri Utara	1.285	0.5512	aman
Rungkut Medokan + (Saluran Rungkut Asri)	1.964	2.854	meluap

Sumber: Hasil analisis, 2024

Tabel 5: Tabel Perbandingan Dengan Periode Ulang 2.5 Tahun

Nama Saluran	Q Saluran (m ³ /det)	Q Banjir (m ³ /det)	Keterangan
Rungkut	5.424	4.468	Aman
Medokan Asri Utara	8.097	0.5196	Aman
Medokan Asri Selatan	2.349	0.2418	Meluap
Medokan Asri Timur	6.408	0.3749	Meluap

Lanjutan Tabel 5			
Rungkut Asri	1.231	1.2666	Meluap
Rungkut Asri Utara	1.285	0.7158	Aman
Rungkut Medokan + (Saluran Rungkut Asri)	1.964	3.7064	Meluap

Sumber: Hasil analisis, 2024

Tabel 6: Tabel Perbandingan Dengan Periode Ulang 5 Tahun

Nama Saluran	Q Saluran (m ³ /det)	Q Banjir (m ³ /det)	Keterangan
Rungkut	5.424	5.5433	Meluap
Medokan Asri Utara	8.097	0.6446	Aman
Medokan Asri Selatan	2.349	0.3	Aman
Medokan Asri Timur	6.408	0.4652	Aman
Rungkut Asri	1.231	1.5715	Meluap
Rungkut Asri Utara	1.285	0.8881	Aman
Rungkut Medokan + (Saluran Rungkut Asri)	1.964	4.5986	Meluap

Sumber: Hasil analisis, 2024

Tabel 7: Tabel Perbandingan Dengan Periode Ulang 10 Tahun

Nama Saluran	Q Saluran (m ³ /det)	Q Banjir (m ³ /det)	Keterangan
Rungkut	5.424	6.1285	Meluap
Medokan Asri Utara	8.097	0.7127	Aman
Medokan Asri Selatan	2.349	0.3317	Aman
Medokan Asri Timur	6.408	0.5143	Aman
Rungkut Asri	1.231	1.7374	Meluap
Rungkut Asri Utara	1.285	0.9819	Aman
Rungkut Medokan + (Saluran Rungkut Asri)	1.964	5.0841	Meluap

Sumber: Hasil analisis, 2024

D. Desain Saluran Baru

Saluran baru diperlukan untuk menampung debit rencana hujan baru yang tidak mampu lagi ditampung oleh saluran eksisting. Metode perhitungan saluran baru dapat disimak pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8: Tabel Perhitungan Saluran Baru

Nama Saluran	L (m)	K	m	I Rencana	Q Rencana (m ³ /det)	h (m)	b (m)	b Pakai (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	V Rencana (m/det)	Q Sal. (m ³ /dt)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Rungkut	3858	45	0.5	0.0018	6.12	3.00	4.62	7.0	36	15.9	2.20	0.17511	6.30400
Rungkut Asri	1249	45	0.5	0.0018	1.73	3.00	3.46	7.0	26	11.9	2.10	0.22037	5.61947
Rungkut Medokan	1192	45	0.5	0.0018	5.08	3.00	3.46	7.0	26	11.9	2.10	0.22037	5.61947

Sumber: Hasil analisis, 2024

E. Perencanaan Pompa

Besarnya daya air (*water horse power*) didapatkan dengan persamaan berikut:

$$WHP = \rho \times g \times Q \times H$$

dimana:

$$\rho = 999 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

Sehingga:

$$\begin{aligned} WHP &= 999 \times 9,81 \times 6,1285 \times 4,267 \\ &= 256.278,002 \text{ W} \\ &= 256.278,002 \text{ W} \times \frac{1 \text{ HP}}{745,7 \text{ W}} \\ &= 343,6 \text{ HP} \end{aligned}$$

5. KESIMPULAN

Pada periode ulang 1.25 tahun di saluran Rungkut Medokan sudah tidak dapat menampung debit banjir. Diperiode ulang 5 tahun pada saluran Rungkut Asri sudah tidak dapat menampung debit banjir. Dan di periode ulang 10 tahun saluran Rungkut sudah tidak dapat menampung debit banjir.

Dimensi pada 3 saluran diatas diperbesar sehingga dapat menampung debit banjir yang terjadi, adapun kapasitas pada saluran Rungkut menjadi 6,3 m³/dt, saluran Rungkut Asri menjadi 5,6 m³/dt, saluran Rungkut Medokan menjadi 5,6 m³/dt,.

Kapasitas pompa diambil dari saluran Rungkut dengan debit banjir $Q_{10} = 6,1285 \text{ m}^3/\text{dt}$, dengan desain diameter pipa 2,25 m dan besar daya air sebesar 343,6 HP.

6. DAFTAR PUSTAKA

1. Brotowiryatmo, Sri Harto. 1993. *Analisis Hidrologi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
2. Futariani, Y. Surya. 2015. "Kajian Struktur Baja sebagai Alternatif Review Design Struktur Beton Bertulang (Studi Kasus pada Gedung LPTK FT UNY)". (Jurnal). Universitas Negeri Yogyakarta.
3. Hadisusanto, Nugroho. 2011. *Aplikasi Hidrologi*. Malang.
4. Putri, M.D. Septyani, Gunawan E.W., S. Tadjono, dan H. Wibowo. 2017. "Redesain Gedung Kuliah Umum Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Menggunakan Konstruksi Baja Berdasarkan SNI 03-1729-2015 dan SNI 03-7972-2013". *Jurnal Karya Teknik Sipil* 6(3): 182-196.
5. Soewarno. 1995. *Hidrologi: Aplikasi Metode Statistik untuk Analisis Data* Jilid 1. Bandung: Nova.
6. Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
7. Triatmodjo, B. 2003. *Hidraulika II*. Yogyakarta: Beta Offset.
8. Triatmodjo, B. 2010. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.