

PERENCANAAN DRAINASE BERWAWASAN LINGKUNGAN DI DAS KALI PURWANTORO KOTA MALANG

Rakhmatul Laily Pradana¹, Ratih Indri Hapsari², Suhartono³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang², Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang³
 Email: rakhmatullaily.rl@gmail.com¹, ratihindrihapsari@yahoo.com², tonohartono021@gmail.com³

ABSTRAK

Kajian ini bertujuan untuk mengevaluasi dampak limpasan permukaan di Sungai Purwantoro Kota Malang terhadap luapannya ke Jalan Soekarno Hatta. Metode kajian ini terdiri atas analisis kapasitas sungai, analisis debit banjir rancangan, simulasi banjir dengan model, dan perencanaan fasilitas drainase berwawasan lingkungan untuk mengurangi debit limpasan dari hujan. Data yang digunakan adalah data curah hujan harian dari tiga stasiun terdekat yaitu Ciliwung, Dau, dan Sukun tahun 2009 – 2018, peta topografi dengan interval 1 m, dan peta tata guna lahan. Dari analisis data didapatkan curah hujan rancangan dengan kala ulang 25 tahun adalah 143.222 mm/hari. Debit banjir rancangan di STA. 0+589,79 adalah sebesar 2,31 m³/detik; STA. 1+412,04 sebesar 5,11 m³/detik; STA. 2+126,38 sebesar 6,93 m³/detik; STA. 3+117,02 sebesar 11,21 m³/detik, dan STA. 3+949,68 sebesar 14,11 m³/detik. Direncanakan dua alternatif fasilitas drainase berwawasan lingkungan sebagai upaya penanggulangan banjir, yaitu sumur resapan dan biopori. Konstruksi ini membutuhkan biaya masing-masing Rp 82.224.317,00 dan Rp 2.553.490.180,00 sehingga pembangunan 58 unit sumur resapan disarankan untuk mengurangi debit banjir dari 3 m³/dt.

Kata kunci : saluran drainase; dimensi saluran; HEC-RAS

ABSTRACT

This research aims to evaluate the impact of runoff in Purwantoro River in Malang City to the inundation in Soekarno Hatta area. The evaluation consists of analyzing river capacity, calculation of design flood, simulate the model, and design of sustainable drainage facilities to reduce flood. The data needed is daily rainfall data from there closest stations namely Ciliwung, Dau, and Sukun in 2009-2018, topographic maps with interval 1m, and land use map. From the calculation it is obtained that the design rainfall with 25 years return period is 143,222 mm/day from from Log Pearson III distribution. Design flood is 2.31 m³/sec at STA. 0+589.79, 5.11 m³/sec at STA. 1+412.04, 6.93 m³/sec at STA. 2+126.38, 11.21 m³/sec at STA. 3+117.02, and 14.11 m³/sec at STA. 3+949.68. Two alternatives are proposed as physical countermeasures, i.e. infiltration chamber and bio absorption hole. These constructions require cost of IDR 86.730.176,00 and IDR 2.553.490.180,00 respectively. Therefore 58 unit infiltration chambers is recommended to reduce flood of 3 m³/s.

Keywords: drainage channel; channel dimensions; HEC-RAS

1. PENDAHULUAN

Saluran drainase adalah bagian terpenting dari daerah perkotaan yang harus dipersiapkan dengan perencanaan sebuah jalan agar tidak terjadi risiko yang tidak diinginkan. Salah satu risikonya adalah banjir. Hal tersebut sering terjadi di kota-kota besar, namun tidak hanya kawasan perkotaan bahkan kawasan permukiman pun sering dilanda banjir. Salah satu kota besar di Jawa Timur yang tidak luput dari risiko terjadinya banjir adalah Kota Malang. Ruas jalan di Kota Malang yang sering mengalami banjir

adalah Jalan Soekarno Hatta. Hujan menyebabkan genangan air di Jalan Sukarno Hatta (<https://suryamalang.tribunnews.com/2019/12/09/penyebab-banjir-di-jalan-soekarno-hatta-kota-malang-diungkapkan-dinas-pupr-ternyata-penyakit-lama?page=2>).

Banjir di ruas Jalan Soekarno Hatta Malang disebabkan oleh air limpasan dari Sungai Purwantoro yang memiliki elevasi lebih tinggi sehingga meluap ke jalan tersebut. Faktor penyebab lain adalah perencanaan saluran drainase yang kurang efisien dan efektif dari segi dimensi saluran.

Perlu dilakukan kajian terhadap sistem drainase Sungai Purwatoro yang menyebabkan luapan terhadap Jalan Sukarno Hatta dan Jalan Borobudur Kelurahan Lowokwaru Kota Malang. Aspek kajian yang perlu dilakukan yakni merencanakan ulang dimensi saluran drainase dan membandingkan dengan kondisi saluran eksisting yang ada. Kajian ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas saluran, debit banjir dengan kala ulang 25 tahun, mensimulasikan luapan, serta mengetahui dimensi dan jumlah fasilitas drainase berwawasan lingkungan yang dibutuhkan di Daerah Saluran Sungai Purwatoro Kelurahan Lowokwaru Kota Malang untuk mengatasi banjir karena luapan.

2. METODE

Beberapa tahapan dalam metode kajian ini adalah pengumpulan data yang didapatkan dari Dinas Pekerjaan Umum Kota Malang. Data pertama yaitu data tanah yang berfungsi untuk merencanakan dimensi saluran. Kedua data curah hujan yang akan dilanjutkan dengan analisis data berupa uji konsistensi terhadap tiga stasiun terdekat (Sta. Ciliwung, Sta. Dau, Sta. Sukun) dengan daerah yang ditinjau; menghitung curah hujan daerah; menghitung curah hujan rancangan dengan pemilihan distribusi; lalu melakukan uji kesesuaian distribusi; menentukan luas daerah tangkapan air; menghitung debit rancangan di Sungai Purwatoro dengan menentukan data yang dibutuhkan, waktu konsentrasi, intensitas curah hujan, dan menghitung debit banjir rancangan; analisis hidrolika saluran dengan menentukan dimensi penampang serta menghitung kecepatan dan debit saluran; melakukan simulasi profil aliran dan luapan sungai dengan *software* Hec-Ras; validasi simulasi aliran dengan membandingkan antara perhitungan manual dengan *software* Ms. Excel dan perhitungan dengan *software* Hec-Ras; menentukan cara penanggulangan banjir dengan mengurangi debit banjir yang diperlukan, alternatif selanjutnya dengan pemasangan sumur resapan atau dengan pembuatan biopori. Ketiga yakni data *site plan* dan peta topografi untuk mengetahui elevasi dan menentukan arah aliran. Keempat daftar harga satuan pekerjaan 2019 yang berguna untuk menghitung volume pekerjaan yang berfungsi untuk merencanakan anggaran biaya serta penjadwalan pengerjaan perencanaan tersebut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penyiapan Data Curah Hujan

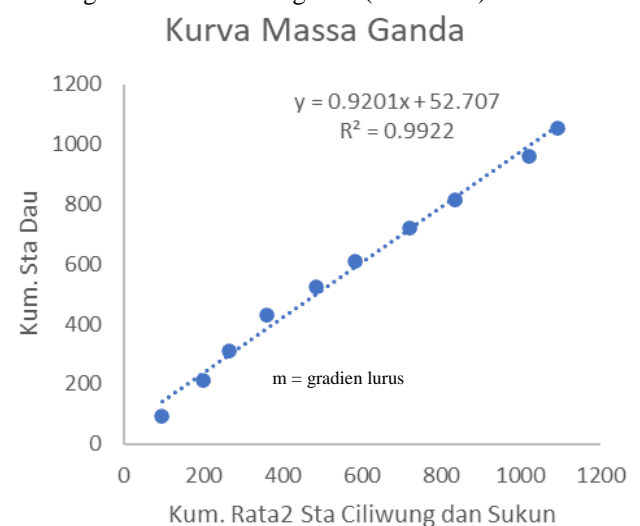
Data curah hujan yang digunakan dalam perencanaan drainase perumahan adalah data curah hujan dari tiga stasiun hujan terdekat dengan lokasi perencanaan. Ketiga stasiun tersebut yaitu stasiun hujan Lawang, stasiun hujan Singosari, dan stasiun hujan Tumpang. Data curah hujan

yang digunakan adalah selama 10 tahun terakhir, yaitu mulai tahun 2009 hingga tahun 2018.

Data curah hujan yang diperoleh dari stasiun hujan yaitu data curah hujan harian yang akan diproses melalui Uji Konsistensi Data Curah Hujan. Data yang diperoleh terkadang kurang akurat disebabkan berbagai faktor seperti perubahan lingkungan, karena itu diperlukan uji konsistensi data untuk mengoreksi ketidakakuratan data yang diperoleh. Uji konsistensi dibuat dengan menggunakan tabel yang berisi data curah hujan harian maksimum dengan melakukan perbandingan data untuk masing-masing stasiun sebagai berikut:

1) Uji Konsistensi Ciliwung

Didapatkan nilai rata-rata kumulatif di Sta. Dau, dan Sta. Sukun yang akan diplot sebagai nilai absis X dan nilai kumulatif Sta. Ciliwung akan diplot sebagai nilai absis Y dalam grafik kurva massa ganda (Gambar 1).

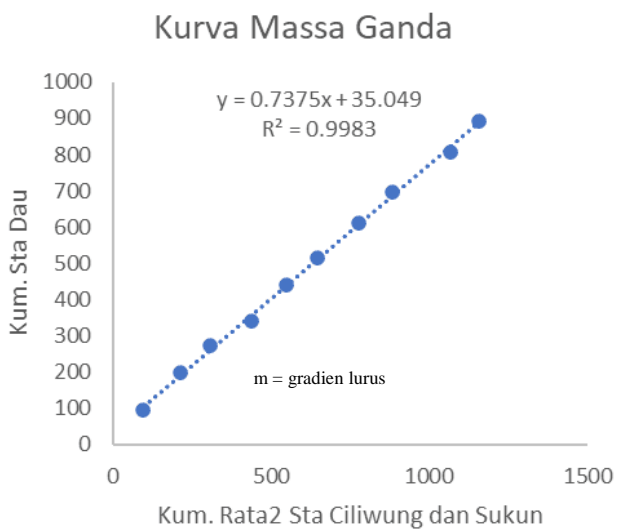


Gambar 1. Grafik Analisis Kurva Massa Ganda Sta. Ciliwung terhadap Sta. Dau dan Sta. Sukun Sebelum Dikoreksi

Berdasarkan grafik analisis kurva massa ganda Sta. Ciliwung (Gambar 1) tidak terdapat kemiringan yang signifikan sehingga dapat disimpulkan bahwa Sta. Ciliwung konsisten terhadap 2 Sta. lainnya sehingga tidak perlu melakukan perbaikan data.

2) Uji Konsistensi Dau

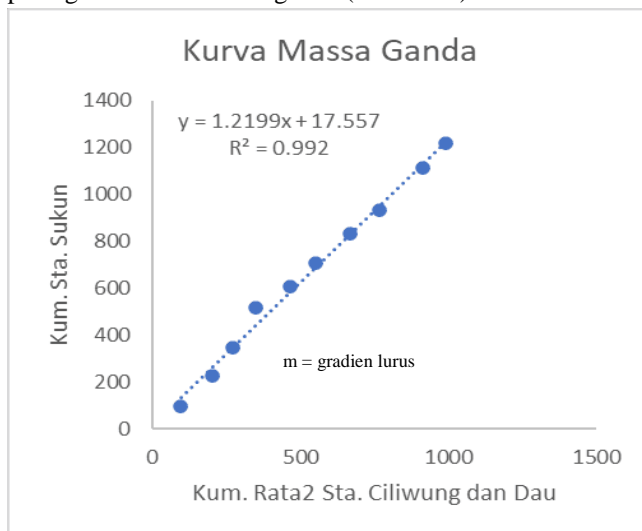
Didapatkan nilai rata-rata kumulatif di Sta. Ciliwung dan Sta. Sukun yang akan diplot sebagai nilai absis X dan nilai kumulatif Sta. Dau akan diplot sebagai nilai absis Y dalam grafik kurva massa ganda (Gambar 2).



Gambar 2. Grafik Analisis Kurva Massa Ganda Sta. Dau terhadap Sta. Ciliwung dan Sta. Sukun Sebelum Dikoreksi Berdasarkan grafik analisis kurva massa ganda Sta. Dau (Gambar 2) tidak terdapat kemiringan yang signifikan sehingga dapat disimpulkan bahwa Sta. Ciliwung konsisten terhadap dua stasiun lainnya sehingga tidak perlu melakukan perbaikan data.

3) Uji Konsistensi Sukun

Didapatkan nilai rata-rata kumulatif di Sta. Ciliwung dan Sta. Dau yang akan diplot sebagai nilai absis X dan nilai kumulatif Sta. Sukun akan diplot sebagai nilai absis Y pada grafik kurva massa ganda (Gambar 3).



Gambar 3. Grafik Analisa Kurva Massa Ganda Sta. Sukun terhadap Sta. Ciliwung dan Sta. Dau Sebelum Dikoreksi

Berdasarkan Gambar 1.3, Pada grafik analisa kurva massa ganda Sta. Sukun tidak terdapat kemiringan yang signifikan sehingga dapat disimpulkan bahwa Sta Ciliwung konsisten terhadap 2 Stasiun lainnya, sehingga tidak perlu melakukan perbaikan data.

B. Curah Hujan Daerah

Perhitungan curah hujan daerah didapat dari metode rata-rata aljabar. Berikut ini adalah hasil perhitungan curah hujan daerah sebagai berikut :

Tabel 1. Data Curah Hujan Harian Maksimum Setahun

Thn.	Stasiun Tgl. Hujan Maks.	d Ciliwung	d Dau	d Sukun	d Rata-rata	d
2018	C (21 Juni)	97	13	64	58.000	
	D (5 Feb)	25	95	27	49.000	58.000
	S (24 Feb)	0	0	94	31.333	
2017	C (4 April)	104	0	-	34.667	
	D (26 Maret)	40	105	101	82.000	82.000
	S (1 April)	20	32	132	61.333	
2016	C (12 April)	64	25	56	48.333	
	D (2 Feb)	50	75	37	54.000	67.333
	S (29 Juni)	45	35	122	67.333	
2015	C (3 Mei)	96	10	0	35.333	
	D (1 Des)	61	65	31	52.333	73.333
	S (29 Maret)	0	50	170	73.333	
2014	C (27 Juli)	125	0	0	41.667	
	D (5 Jan)	89	100	12	67.000	72.000
	S (6 Jan)	67	60	89	72.000	
2013	C (9Des)	97	35	81	71.000	
	D (11 Juli)	35	75	45	51.667	71.000
	S (29 Maret)	25	5	101	43.667	
2012	C (20 Nov)	138	30	42	70.000	
	D (13 Feb)	58	97	16	57.000	70.000
	S (3 Des)	40	34	125	66.333	
2011	C (26 Maret)	113	26	0	46.333	
	D (13 Feb)	2	85	0	29.000	47.667
	S (21 Des)	22	20	101	47.667	
2010	C (8 Nov)	186	102	178	155.333	
	D (5 Maret)	111	110	35	85.333	155.333
	S (8 Nov)	186	102	178	155.333	
2009	C (21 Feb)	73	53	10	45.333	
	D (12 Juni)	21	84	0	35.000	45.333
	S (16 Feb)	20	7	108	45.000	

C. Curah Hujan Rancangan

1) Pemilihan Distribusi

Curah hujan rancangan adalah curah hujan terbesar tahunan yang mungkin terjadi di suatu daerah dengan kala ulang tertentu. Perhitungan ini digunakan dengan kala ulang selama lima tahun. Untuk menentukan metode distribusi yang akan digunakan didahului dengan mencari nilai koefisien kepencengan (Cs) dan nilai koefisien kepuncakan (Ck).

Tabel 2. Persyaratan Pemilihan Distribusi Frekuensi

Jenis Distribusi Frekuensi	Syarat Distribusi
Distribusi Normal	Cs = 0 dan Ck = 3
Distribusi Log Normal	Cs ≈ 3 Cv + Cv3 ≈ 1,2497
Distribusi Gumbel Tipe I	Cs ≤ 1,14 dan Ck ≤ 5,402
Distribusi Log Pearson III	Cs ≠ 0

Dari perhitungan (Tabel 2) didapatkan nilai Cs sebesar 2.321 dan nilai Ck sebesar 9.86. Berdasarkan tabel pemilihan distribusi, maka nilai Cs ≠ 0 dan memenuhi syarat distribusi Log Pearson III. Jadi distribusi yang digunakan adalah distribusi Log Pearson III. Pada distribusi ini, semua data terlebih dahulu dirubah ke dalam bentuk

logaritma. Persamaan curah hujan rancangan adalah sebagai berikut:

$$\text{Log } x_{\text{ranc}} = \text{Log } x + G \cdot S \quad (1)$$

Keterangan:

- x_{ranc} = Curah hujan rancangan (mm/hari)
- x = Data curah hujan (mm/hari)
- \bar{x} = Rata-rata data curah hujan (mm/hari)
- G = Nilai konstanta berdasarkan kala ulang dan C_s (tabel)
- S = Standar deviasi (mm/hari)
- C_s = Koefisien kepercengan

Berikut adalah penentuan nilai G menurut perhitungan kemencengan yang sudah dilakukan :

Perhitungan Curah Hujan Rancangan

$$\begin{aligned} \text{Log } d \text{ rancangan} &= \text{Log } \bar{x} + (G \cdot S) \\ &= 1.845 + (2.156 \times 0.147) \\ &= 2.163 \end{aligned}$$

Jadi curah hujan rancangan adalah 145.493 mm/hari

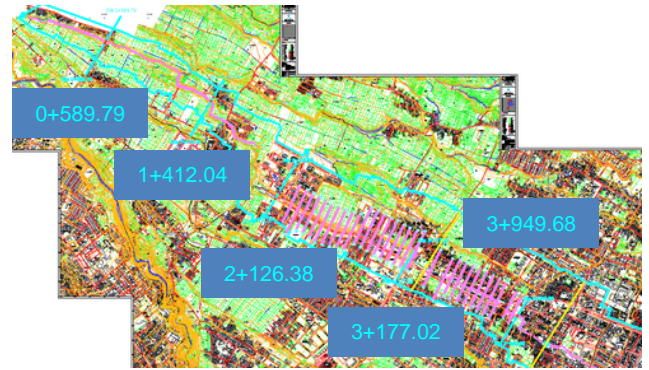
2) Uji Kesesuaian Distribusi

Simpangan horizontal (peluang) diuji dengan Uji Smirnov-Kolmogorof, simpang vertikal (hujan) diuji dengan Uji Chi-Square. Nilai simpangan mutlak terbesar antara peluang empiris dan teoritis dibandingkan dengan nilai D_0 kritis yang terdapat dalam tabel pada tingkat keyakinan tertentu dan jumlah data tertentu. Jika nilai D_0 hitung lebih kecil dari D_0 tabel, maka distribusi dapat diterima. Untuk Uji Chi-Square, nilai simpangan total diperhitungkan secara total dengan persamaan:

Nilai X^2_{hit} dibandingkan dengan X^2 untuk derajat kebebasan (*degree of freedom*) tertentu. Derajat kebebasan untuk pengujian distribusi hujan dihitung dengan $n-1-2$, n adalah jumlah data. Karena hasil yang didapat memenuhi syarat, maka distribusi yang digunakan sesuai dengan data hujan yang ada.

3) Daerah Tangkapan Air

Gambar peta Daerah Tadahan Air direncanakan pada peta topografi yang telah diperoleh. Berikut peta Daerah Tadahan Air pada daerah yang dikaji :



Gambar 4. Peta Daerah Tangkapan Air

4) Debit Banjir Rancangan pada Sungai Purwantoro

Perhitungan debit banjir rancangan menggunakan Metode Rasional pada perencanaan ini. Berikut langkah-langkah perhitungan Metode rasional:

- a. Menentukan data yang dibutuhkan.

Data yang dibutuhkan meliputi panjang saluran (L_d) dan luas daerah limpasan (A). Nilai ini didapat dari peta.

- b. Menentukan waktu konsentrasi.

Setelah parameter yang dibutuhkan maka langkah selanjutnya adalah menghitung waktu konsentrasi (t_c):

$$T_c = 0.0078 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0.385} \quad (2)$$

Keterangan:

T_c = waktu konsentrasi

L = L_d = Panjang Sungai

S = slope = kemiringan saluran

Tabel 3. Perhitungan Waktu Konsentrasi

STA	C	Elevasi		Ld (m)	S	Tc (menit)	Tc (jam)
		Awal (m)	Akhir (m)				
0+589.79			526	1935.00662	0.0036	23.05951103	0.384325184
1+412.04			514	4632.67731	0.0041	43.03387806	0.717231301
2+126.38	0,8	533	505	6976.31256	0.0040	59.47393992	0.991232332
3+177.02			487	10226.4439	0.0045	76.41256827	1.273542805
3+949.68			476	12958.2681	0.0044	92.48568648	1.541428108

Sumber: Hasil Perhitungan

- c. Menentukan intensitas curah hujan.

Setelah mencari waktu konsentrasi maka langkah selanjutnya adalah menghitung intensitas curah hujan.

Tabel 4. Perhitungan Intesitas Curah Hujan

STA	C	Elevasi		Ld (m)	S	Tc (menit)	Tc (jam)	I (mm/jam)	I (mm/detik)
		Awal (m)	Akhir (m)						
0+589.79			526	1935.00662	0.0036	23.05951103	0.384325184	93.930361	2.60918E-05
1+412.04			514	4632.67731	0.0041	43.03387806	0.717231301	61.96775046	1.72133E-05
2+126.38	0,8	533	505	6976.31256	0.0040	59.47393992	0.991232332	49.94456645	1.38735E-05
3+177.02			487	10226.4439	0.0045	76.41256827	1.273542805	42.26000293	1.17389E-05
3+949.68			476	12958.2681	0.0044	92.48568648	1.541428108	37.20971735	1.0336E-05

Sumber: Hasil Perhitungan

d. Menghitung debit banjir rancangan. Langkah selanjutnya adalah menghitung debit banjir rancangan yang berasal dari debit area atau taman dan

jalan dengan nilai intensitas hujan masing-masing sebesar yang telah dihitung di atas.

Tabel 5. Perhitungan Debit Banjir Rancangan

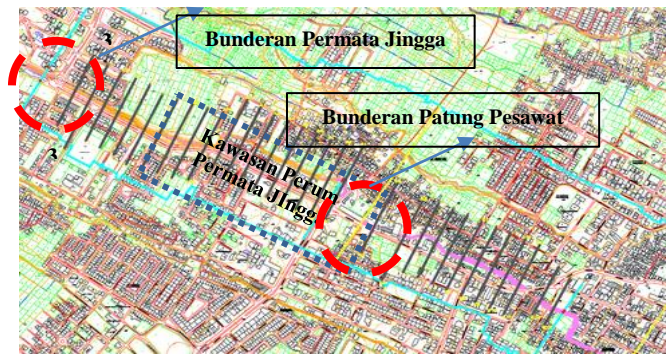
STA	C	Elevasi		Ld (m)	S	Tc (menit)	Tc (jam)	I (mm/jam)	I (mm/detik)	A DTA (m ²)	Q (m ³ /detik)
		Awal (m)	Akhir (m)								
0+589.79			526	1935.00662	0.0036	23.05951103	0.384325184	93.930361	2.60918E-05	110643.43	2.309506072
1+412.04			514	4632.67731	0.0041	43.03387806	0.717231301	61.96775046	1.72133E-05	370986.51	5.108710995
2+126.38	0,8	533	505	6976.31256	0.0040	59.47393992	0.991232332	49.94456645	1.38735E-05	624082.85	6.926566083
3+177.02			487	10226.4439	0.0045	76.41256827	1.273542805	42.26000293	1.17389E-05	1193622.28	11.20944023
3+949.68			476	12958.2681	0.0044	92.48568648	1.541428108	37.20971735	1.0336E-05	1706614.41	14.11169774

Sumber: Hasil Perhitungan

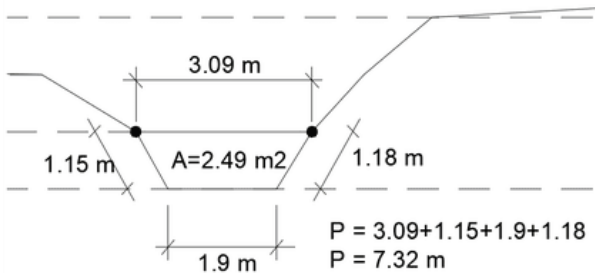
D. Analisis Hidrolika Saluran

Perhitungan dimensi saluran pada dasarnya dilakukan dengan metode trial and error. Berikut ini adalah langkah-langkah perencanaan dimensi saluran yang direncanakan:

- Menentukan dimensi penampang.
- Menggambar *cross section* dari peta kontur kemudian menghitung luas penampang sungai.



Gambar 5. Denah Stasiun Daerah Banjir dalam Software Auto Cad



Gambar 6. Cross Section Daerah Banjir Sta. 2+139.03

c. Menghitung kecepatan dan debit saluran.

Tabel 6. Perhitungan Kapasitas Saluran

STA	A (m ²)	P (m)	R (m)	S	n	V (m/detik)	Q (m ³ /detik)
0+589.79	10.39	17.12	0.6068925	0.0036		0.958083005	9.95448242
1+412.04	21.03	31.9	0.6592476	0.0041		1.077988152	22.67009084
2+126.38	2.99	4.7924	0.6239045	0.0040	0.045	1.027934927	3.073525432
3+177.02	24.74	54.853	0.4510236	0.0045		0.876537072	21.68552717
3+949.68	3.72	9.55	0.3895288	0.0044		0.786100028	2.924292105

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 7. Perhitungan Luapan Daerah Banjir

STA	A basah (m ²)	P (m)	R (m)	S	n	V (m/detik)	Q (m ³ /detik)	kapasitas	Q meluap/tidak
31	2.49	7.32	0.3401639	0.0151		1.329720721	3.311004596		
30	2.99	8.42	0.3551069	0.0151		1.37140901	4.100512941		
29	2.16	7.45	0.2899329	0.0149		1.189827362	2.570027102		
28	3.11	9.29	0.3347686	0.0147		1.300692132	4.04515253		
27	3.82	13	0.2938462	0.0145		1.184323413	4.524115437		
26	2.03	6.42	0.3161994	0.0142		1.229386338	2.495654266		
25	4.26	11.31	0.3766578	0.0145		1.397388902	5.952876721		
24	5.57	14.16	0.3933616	0.0151		1.464972775	8.159898354		
23	2.94	8.59	0.3422584	0.0151		1.33812611	3.934090764		
22	2.8	8.3	0.3373494	0.0149		1.316251641	3.685504596		
21	0.795	3.718	0.2137171	0.0147		0.964356281	0.766277501		
20	0.932	3.9685	0.2348746	0.0145		1.020033394	0.950773127		
19	5.196	3.1301	0.1660011	0.0142		0.80005835	0.415710319		
18	4.35	8.81	0.4937571	0.0145		1.673766453	7.280884073		
17	2.87	8.08	0.355198	0.0151		1.368617062	3.927930967		
16	4.450	11.91	0.3736356	0.0151	0.045	1.41870827	6.3132518		
15	3.02	8.69	0.3475259	0.0149		1.342591039	4.054624937		
14	11.59	38.07	0.3044392	0.0147		1.220895339	14.15017698		
13	37.86	149.37	0.2534646	0.0145		1.073169843	40.63021027		
12	108.07	253.55	0.4262276	0.0142		1.500175494	162.1239657		
11	153.65	197.02	0.7798701	0.0145		2.270043225	348.7921414		
10	42.83	77.29	0.5541467	0.0151		1.840990033	78.84960311		
9	4.89	6.76	0.7233728	0.0151		2.203784087	10.77650418		
8	2.01	3.79	0.530343	0.0149		1.779604648	3.577005343		
7	1.78	3.59	0.4958217	0.0147		1.690032666	3.008258145		
6	4.2	5.96	0.704698	0.0145		2.121903659	8.911995366		
5	2.44	4.23	0.5768322	0.0142		1.835470245	4.478547398		
4	2.61	4.4357	0.5884077	0.0145		1.881358333	4.910345248		
3	2.25	4.0512	0.555391	0.0151		1.843744829	4.148425865		
2	4.00	6.48	0.617284	0.0151		1.982672232	7.930688929		
1	3.38	5.2929	0.6385913	0.0149		2.014192498	6.807970643		

Sumber: Hasil Perhitungan

d. Menghitung Jumlah Sumur Resapan.

Diketahui dimensi sumur resapan yaitu 0.6 m kedalaman (H) dengan diameter 0.6 m, dapat dihitung debit sumur resapan sebagai berikut :

$$Q \text{ resapan} = 0.0339 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Dilanjutkan menghitung jumlah sumur resapan :

$$\text{Jumlah sumur resapan} = 88.454 \text{ unit}$$

$$= 89 \text{ unit (dibulatkan)}$$

e. Menghitung Jumlah Lubang Biopori

Perhitungan Jumlah Lubang Resapan Biopori

Jumlah LRB :

$$\text{Jumlah LRB lahan kosong} = \frac{0.00717 \times 93487.79}{0.0125} \quad (3)$$

$$= 53624.596 \text{ buah}$$

$$= 53625 \text{ buah}$$

E. Rencana Anggaran Biaya

1) Sumur Resapan

Tabel 8. Volume Pekerjaan Sumur Resapan

No	Uraian Pekerjaan	Tinggi (M)	Lebar (M)	Panjang (M)	Jumlah (Buah)	Volume
Pekerjaan Sumur Resapan						
A Pekerjaan Tanah						
1	Galian tanah biasa sedalam 0.6 m	0.6	0.6	-	89	15.0908 m3
2	Urugan kerikil - Lapisan dasar sumur resapan	0.2	0.6	-	89	5.03028 m3
B Pekerjaan Beton						
1	Pengecoran Penutup Sumur resapan	0.12	0.8	-	89	5.36563 m3
C Pekerjaan Pasangan						
1	Pasang Dinding Sumur Resapan Ø 60 cm T = 50 cm	-	-	-	89	89 Bh
2	Pasang Pipa PVC Type AW Ø 3"	-	-	1	89	89 m
3	Pasang Sambungan Pipa PVC / Shock Ø 3"	-	-	-	89	89 Bh
4	Pasang Sambungan Pipa PVC / Knee Ø 3"	-	-	-	89	89 Bh
5	Pasang Sambungan Pipa PVC / Tee Ø 3"	-	-	-	89	89 Bh
6	Pasang Pipa PVC Type AW Ø 4"	-	-	2	89	178 m
7	Pasang Sambungan Pipa PVC / Shock Ø 4"	-	-	-	89	89 Bh
8	Pasang Sambungan Pipa PVC / knee Ø 4"	-	-	-	89	89 Bh
9	Pasang Sambungan Pipa PVC / Tee Ø 4"	-	-	-	89	89 Bh

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 9. Rencana Anggaran Biaya Perencanaan Sumur Resapan

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Kode		Harga		
			Anls	Satuan	Total		
Pekerjaan Sumur Resapan							
A Pekerjaan Tanah							
1	Galian tanah biasa sedalam 0.6 m	15.09084 m3	A.001	49792.50	Rp.	2.464.741	
2	Urugan kerikil - Lapisan dasar sumur resapan	5.03028 m3	A.002	340603.30	Rp.	751.411	
B Pekerjaan Beton							
1	Pengecoran atas dinding sumur resapan	5.365632 m2	A.007	824912.076	Rp.	4.426.175	
C Pekerjaan Pasangan							
1	Pasang Dinding Sumur Resapan Ø 60 cm T = 50 cm	89 Bh	A.003	283681.10	Rp.	64.608.491	
2	Pasang Pipa PVC Type AW Ø 3"	89 m	A.004	68476.0	Rp.	25.247.618	
3	Pasang Sambungan Pipa PVC / Shock Ø 3"	89 Bh	A.005	28028.50	Rp.	6.094.364	
4	Pasang Sambungan Pipa PVC / Knee Ø 3"	89 Bh	A.005	28028.50	Rp.	2.494.537	
5	Pasang Sambungan Pipa PVC / Tee Ø 3"	89 Bh	A.005	40516.0	Rp.	2.494.537	
6	Pasang Pipa PVC Type AW Ø 4"	178 m	A.004	56416.0	Rp.	3.605.924	
7	Pasang Sambungan Pipa PVC / Shock Ø 4"	89 Bh	A.005	44542.0	Rp.	10.042.048	
8	Pasang Sambungan Pipa PVC / knee Ø 4"	89 Bh	A.005	56416.0	Rp.	3.964.238	
9	Pasang Sambungan Pipa PVC / Tee Ø 4"	89 Bh	A.005	63418.0	Rp.	5.021.024	
					Total Keseluruhan	Rp.	71.499.406
					Total Keseluruhan +Profit 15%	Rp.	82.224.317

Sumber Hasil Perhitungan

Pada Tabel 9 menghitung rencana anggaran biaya perencanaan sumur resapan yaitu hasil perkalian antara volume pekerjaan dengan harga satuan, seperti contoh berikut ini :

$$\begin{aligned}
 \text{Rencana anggaran biaya untuk galian tanah biasa sedalam } 0.6 \text{ m} &= \text{volume pekerjaan} \times \text{harga satuan} \quad (4) \\
 &= 15.091 \times \text{Rp.}49792.50 \\
 &= \text{Rp.} 751711,00
 \end{aligned}$$

2) Biopori

Tabel 10. Volume Pekerjaan Biopori

No	Uraian Pekerjaan	Tinggi (M)	Lebar (M)	Panjang (M)	Jumlah (Buah)	Volume
Pekerjaan Biopori						
A Pekerjaan Tanah						
1	Galian lubang biopori	-	-	-	53625	53625 Bh
B Pekerjaan Pasangan						
1	Pasang tutup biopori	-	-	-	53625	53625 Bh

Sumber: Hasil Perhitungan

Perhitungan volume pekerjaan biopori menggunakan satuan pekerjaan per buah.

Tabel 11. Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Biopori

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Kode		Harga		
			Anls	Satuan	Total	Total	
Pekerjaan Biopori							
A	Pekerjaan Tanah					Rp.	822.473.438
1	Galian lubang biopori	53625	Bh	A.011	15337.50	Rp.	822.473.438
B	Pekerjaan Pasangan					Rp.	1.397.952.806
1	Pasang tutup biopori	53625	Bh	A.012	26069.05	Rp.	1.397.952.806
Total Keseluruhan						Rp.	2.220.426.244
Total Keseluruhan +Profit 15%						Rp.	2.553.490.180

Sumber : Hasil Perhitungan

Perhitungan rencana anggaran biaya pekerjaan biopori yang cara hitungnya sama dengan perhitungan volume pekerjaan biopori yang sudah dihitung sesuai dengan kaidah yang ada.

4. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari penanggulangan banjir Jalan Soekarno Hatta akibat luapan Sungai Purwantoro Kelurahan Lowokwaru Kota Malang dengan penerapan fasilitas drainase berwawasan lingkungan sebagai berikut:

- a. Kapasitas saluran Sungai Purwantoro Kelurahan Lowokwaru, Kota Malang pada STA. 0+589.79 sebesar 6.29 m³/detik; STA. 1+412.04 sebesar 14.31 m³/detik; STA. 2+126.38 sebesar 2.18 m³/detik; STA. 3+117.02 sebesar 21.69 m³/detik, dan pada STA. 3+949.68 sebesar 2.92 m³/detik.
- b. Debit banjir dengan kala ulang 25 tahun di Saluran Sungai Purwantoro Kelurahan Lowokwaru, Kota Malang yang dihitung menggunakan distribusi log pearson tipe III menghasilkan nilai pada STA. 0+589.79 sebesar 2.31 m³/detik; STA. 1+412.04 sebesar 5.11 m³/detik; STA. 2+126.38 sebesar 6.93 m³/detik; STA. 3+117.02 sebesar 11.21 m³/detik, dan pada STA. 3+949.68 sebesar 14.11 m³/detik. Sehingga mengalami luapan pada STA. 2+126.38 dan STA. 3+949.68 yang harus segera dibuatkan alternatif agar mengurangi luapan yang terjadi.
- c. Simulasi luapan di saluran Sungai Purwantoro Kelurahan Lowokwaru Kota Malang menunjukkan luapan yang terjadi karena kapasitas Sungai Purwantoro yang kurang mencukupi untuk tampungan air yang turun. Jadi dilakukan pengurangan debit air menggunakan metode coba-coba dengan pengurangan kelipatan 0.2 m³/detik yang sedikit demi sedikit turun hingga air berada di bawah *culvert* dengan pengurangan menunjukkan angka 2.4 m³/detik.
- d. Dimensi dan jumlah fasilitas drainase berwawasan lingkungan yang dibutuhkan di Daerah Saluran Air Saluran Sungai Purwantoro Kelurahan Lowokwaru

Kota Malang untuk mengatasi banjir karena luapan, beberapa alternatif yang ditentukan. Alternatif pertama dengan pemasangan sumur resapan berjumlah 89 unit yang berdimensi kedalaman 0.6 meter dan berdiameter 0.6 meter. Alternatif kedua dengan biopori berjumlah 53.625 buah yang berdimensi kedalaman 1 meter dan berdiameter 0.1 meter.

- e. Pemasangan Sumur Resapan dengan biaya Rp 82.224.317,00 namun waktu lebih lama 136 hari. Sedangkan alternatif kedua membuat biopori pada lahan kosong dengan biaya Rp 2.553.490.180,00 dalam waktu 52 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chow, Ven Te. 1964 *Handbook of applied hydrology*. terjemahan E.V Nensi Rosalina. Jakarta: Erlangga.
- [2] Hapsari, Ratih Indri, Yasnuar Muntaha, Medi Effendi. 2016. *Multi-Criteria Approach Designing Sustainable Drainage In Malang Residential Area Indonesia*. Malang. Jurnal.
- [3] Hasmar Halim A.H. 2011. *Drainase Terapan*. Yogyakarta: Penerbit UII Press. Jannah, Roikhatul. 2018. Perencanaan Sistem Drainase dengan Menggunakan
- [4] *Software* HEC-RAS dan Kolam Retensi Pada Perumahan Zhafira Singosari Malang. Skripsi.
- [5] Kamiana, I.M. 2011. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Garah Ilmu, Yogyakarta.
- [6] Kodoatie, R. J. 2003. *Manajemen dan Rekayasa Infrastruktur*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- [7] Permen Pu no 12 Tahun 2014. Tentang Drainase Perkotaan, diakses 8, Desember 2019. Pukul 08.04 WIB
- [8] Soemarto. 1995. *Hidrologi Teknik Edisi 2*. Surabaya: Usaha Nasional.
- [9] Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi Offset.