

PERENCANAAN ULANG SALURAN DRAINASE PADA KELURAHAN WATES KECAMATAN MAGERSARI KOTA MOJOKERTO

Aufa Dinina^{1,*}, Medi Efendi², Winda Harsanti³

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: aufadinina04@gmail.com¹, medipolinema@gmail.com², wharsanti@gmail.com³

ABSTRAK

Kota Mojokerto mengalami perkembangan pesat yang diiringi oleh tantangan dalam pengelolaan sistem drainase khususnya di Kelurahan Wates, Kecamatan Magersari. Genangan dan banjir kerap terjadi akibat sistem drainase yang tidak memadai disertai dengan perubahan tata guna lahan. Penelitian ini bertujuan guna menganalisis kondisi eksisting saluran drainase, menghitung curah hujan rancangan dengan kala ulang 10 tahun, rencana adanya dimensi saluran baru, rencana adanya sumur resapan guna mengurangi genangan, dan peningkatan resapan air. Data penelitian berupa data curah hujan tahun 2014 – 2023 dari tiga stasiun hujan terdekat, *cross section* guna menentukan elevasi, dan koefisien permeabilitas tanah. Data tersebut diolah dengan metode rata-rata aljabar, perhitungan digunakan untuk penentuan curah hujan rata-rata, distribusi gumbel untuk menghitung curah hujan rancangan, metode mononobe untuk menghitung intensitas curah hujan, dan metode rasional untuk menghitung debit banjir. Hasil yang didapatkan dalam penelitian menunjukkan penerapan metode gumbel dengan rentang 2014 – 2023 untuk pengukuran curah hujan rancangan mendapatkan hasil 86,40 mm/hari, metode rasional untuk debit banjir rancangan terbesar 0,55 m³/detik dengan perencanaan saluran drainase akan berbentuk persegi dengan bahan beton berukuran minimal lebar 0,6 m dan tinggi 0,8 m, ukuran maksimal lebar 1 m dan tinggi 1,2 m, dimensi sumur resapan yang direncanakan dengan diameter 1 m dengan kedalaman 1,5 m sehingga daya resap sumur resapan sebanyak 0,0024626 m³/detik.

Kata kunci : Drainase, Kelurahan Wates, Perencanaan Ulang

ABSTRACT

The city of Mojokerto has experienced rapid development and challenges in managing the drainage system, especially in Wates Village, Magersari District. Inundation and flooding often occur due to inadequate drainage systems accompanied by changes in land use. This study aims to analyze the existing condition of drainage channels, calculate the design of rainfall with a 10-year return period, plan new channel dimensions, and plan infiltration wells to reduce flooding and increase water infiltration. The research data is from 2014 to 2023 from three nearby rainfall stations and cross sections to determine elevation and soil permeability coefficients. The data is processed using the algebraic mean method, calculations to determine average rainfall, Gumbel distribution to calculate design rainfall, mononobe method to calculate rainfall intensity, and rational method to calculate flood discharge. The results obtained in the study showed that the application of the Gumbel method with a range of 2014 - 2023 for measuring the design rainfall obtained a result of 86.40 mm/day, a rational method for the most significant design flood discharge of 0.55 m³ / second with the planning of a drainage channel in the form of a square with concrete material measuring a minimum width of 0.6 m and a height of 0.8 m, a maximum size of 1 m wide and 1.2 m high, the dimensions of the planned infiltration well with a diameter of 1 m with a depth of 1.5 m so that the absorption capacity of the infiltration well is 0.0024626 m³ / second.

Keywords: Drainage, Wates Village, Redesign

A. PENDAHULUAN

Salah satu kota di Provinsi Jawa Timur yang sedang berkembang sangat pesat di tinjau berdasarkan pendapatan

asli daerah yang dalam setiap tahunnya mengalami peningkatan yakni Kota Mojokerto. Kota Mojokerto memiliki luas wilayah seluas 16,47 km² dengan luas tersebut

Kota Mojokerto dilabeli sebagai kota dengan luas wilayah terkecil yang masuk administrative Provinsi Jawa Timur (Riani, 2024). Perkembangan dan pertumbuhan penduduk di Kota Mojokerto terjadi begitu pesat, terutama di Kelurahan Wates Kecamatan Magersari dengan luas sekitar 132,2 ha dan jumlah penduduk 20.323 jiwa pada tahun 2023 (Statistik, 2023). Kelurahan Wates dilintasi oleh Sungai Sadar, salah satu sungai utama di Mojokerto yang bermuara ke DAS Brantas. Letaknya yang berada di dataran rendah dengan elevasi tanah yang relatif datar membuat arus air ke saluran pembuang menjadi lambat dan mempercepat pendangkalan, sehingga daerah ini memiliki potensi genangan dan banjir.

Genangan dan banjir di Kelurahan Wates disebabkan karena penyumbatan saluran drainase oleh sampah yang menumpuk, tumbuhnya tanaman liar, saluran drainase yang tidak memadai dan tidak terawat. Sehingga ketika hujan turun deras dengan jangka waktu yang cukup lama kapasitas saluran berkurang dan tidak dapat menampung debit air yang besar. Permasalahan genangan dan banjir penting untuk ditangani dengan tepat supaya permasalahan tidak menimbulkan efek negatife bagi masyarakat sekitar.

2. METODE

Pengolahan data untuk melakukan perencanaan ulang saluran drainase ialah:

1. Tahapan pertama yang dilakukan adalah survey saluran eksisting dan didapatkan hasil bahwa saluran drainase dibangun di atas permukaan tanah dengan bahan batu kali dan beton. Berdasarkan hasil survey didapatkan data bahwa bentuk saluran yaitu persegi dan trapesium. Panjang total saluran pada kedua sisi mencapai 9,681 km.



Gambar 1. Saluran drainase di atas permukaan

Sumber: Dokumentasi Pribadi

2. Mengumpulkan data yang dibutuhkan untuk melakukan perencanaan ulang saluran, diantaranya data curah hujan selama 10 tahun terakhir pada tahun 2014 - 2023 pada tiga lokasi stasiun hujan terdekat yakni Stasiun Gedeg, Stasiun Pasinan, Stasiun Terusan. Data selanjutnya adalah *cross section* untuk menentukan elevasi, dan koefisien permeabilitas tanah untuk perhitungan sumur resapan.

3. Melakukan beberapa perhitungan berupa uji konsistensi, curah hujan daerah, nilai kepuncakan dan nilai kepeccengan (C_s dan C_k), curah hujan rancangan dengan kala ulang 10 tahun, debit banjir, air limbah dan sumur resapan.
4. Merencanakan ulang saluran apabila diketahui kapasitas saluran ekisting tidak memenuhi.

Uji Konsistensi

Metode kurva massa ganda (*Double Mass Curve*) digunakan dalam uji konsistensi data hujan untuk perhitungan keakuratan data lapangan. Menurut (Wigati & Ichwan, 2014) pemilihan metode kurva didasarkan karena perbandingan antara data satu stasiun hujan dengan stasiun hujan sekitarnya. Guna menghitung nilai gradien (m) digunakan rumus fungsi SLOPE pada *Microsoft Excel*

$$=SLOPE(D10:D16;H10:H16)$$

Gambar 2. Contoh Perhitungan *Slope*
Sumber: Perhitungan

$$F = \frac{m_1}{m_2} \quad (1)$$

Deskripsi:

m_1 = *Slope* garis lurus

m_2 = *Slope* garis tidak lurus

Analisis Curah Hujan Rancangan

Curah hujan rancangan merupakan sebuah analisis guna mengetahui berulang kali satu peristiwa hujan di sebuah kawasan dalam besaran tertentu. Besaran dalam peristiwa hujan dapat berupa baik frekuensi persatuan waktu atau ulangnya. Nilai koefisien kepuncakan (*kurtosis*) dan koefisien kepeccengan (*skewness*) diperlukan guna menentukan distribusi yang akan digunakan (Soemarto, 1999). Berikut perhitungan nilai kepeccengan dan kepuncakan:

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}} \quad (2)$$

$$C_s = \frac{n \sum(x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)Sd^3} \quad (3)$$

$$C_k = \frac{n^2 \sum(x_i - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)Sd^4} \quad (4)$$

Deskripsi:

Sd = Standar Deviasi

\bar{X} = Rata-rata hujan (mm)

x_i = Data hujan ke i (mm)

n = Jumlah data

Tabel 1 Nilai Cs dan Ck Untuk Pemilihan Jenis Distribusi

Gumbel Tipe I	Cs ≤ 1,1396 Ck ≤ 5,4002
Log Pearson Tipe III	Cs ≠ 0

Sumber: (Salihanura, Harsanti, & Sutikno, 2022)

Metode Distribusi Gumbel

$$Y_t = -\ln \left(\ln \frac{T_r - 1}{T_r} \right) \quad (5)$$

$$X_{ranc} = x + \left(\frac{Y_t - Y_n}{S_n} \right) S_d \quad (6)$$

Deskripsi:

- X_{ranc} = Curah hujan rancangan (mm/hari)
- X = Rata-rata hujan (mm/hari)
- Y_t = *Reduced variate*
- Y_n = *Reduced standart deviation*
- S_n = *Reduce variate standart deviation*
- S_d = Standar deviasi
- T_r = Kala ulang (tahun)

Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan menurut (Calista, Efendi, & Charist, 2023) di definisikan sebagai sejumlah curah hujan dengan tetapan bentuk tinggi hujan pada setiap satuan waktu yang ditetapkan dalam satuan mm/jam atau cm/jam

Berikut rumus intensitas hujan:

$$I = \frac{R24}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3} \quad (7)$$

$$t_c = t_0 + t_d \quad (8)$$

$$t_0 = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_0 \times \frac{nd}{\sqrt{S}} \right]^{0,167} \quad (9)$$

$$t_d = \frac{L_d}{60 \times V} \quad (10)$$

Deskripsi:

- I = Intensitas hujan (mm/jam)
- t_c = Waktu konsentrasi (jam)
- t₀ = Waktu tempuh yang dibutuhkan air hujan sampai dalam saluran (menit)
- t_d = Waktu tempuh yang dibutuhkan air dari hulu menuju ke hilir saluran (menit)
- L₀ = Panjang lintasan aliran di atas permukaan lahan (m)
- n = Koefisien hambatan (*manning*) = 0,025 (pasangan batu kali) dan 0,013 (pasangan beton)
- S = Kelerengan lahan (%)
- L_s = Panjang lintasan aliran pada saluran (m)
- V = Kecepatan aliran rencana pada saluran (m/detik) yaitu 1,5 (saluran beton)

Banjir Rancangan

Banjir rancangan merupakan rancangan dengan memberikan sebuah prediksi akan terjadinya debit banjir dengan valume terbesar pada suatu daerah dengan

kemungkinan kejadian tertentu. Metode rasional yakni salah satu rumus yang dapat digunakan guna menghitung debit banjir rancangan. Perhitungan metode rasional menggunakan rumus sebagai berikut (Suripin, 2004):

$$Q = C \times I \times A \quad (11)$$

Deskripsi:

- Q = Debit banjir (m³/detik)
- C = Koefisien pengaliran (pemukiman = 0,4 dan jalan = 0,8)
- A = Luas DAS (m²)
- I = Intensitas hujan (m/detik)

Air Limbah

Air limbah berasal dari usaha dan atau kegiatan permukiman, rumah makan (restauran), perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama. Besarnya debit air limbah dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti jumlah penduduk, pola konsumsi air, jenis aktivitas domestik atau industri, serta kondisi cuaca dan lingkungan. Kandungan yang umum terdapat di air limbah dengan jumlah cukup tinggi yakni senyawa polutan organik, proses pengolahan secara biologis dapat dilakukan dalam proses penguraian polutan jenis tersebut (Yudo & Setiyono, 2008).

Sumur Resapan

Adanya Sumur resapan memiliki fungsi untuk menampung air hujan yang terdapat pada muka tanah, permukaan jalan, dan gang. Proses Air meresap pada tanah dan keseimbangan air yang masuk ke dalam sumur merupakan faktor penting dalam menghitung volume dan efisiensi sumur resapan (Sunjoto, 1987) dan untuk menghitung tinggi muka air dalam sumur dapat dituliskan sebagai berikut (Musrifatunnisa, Sutikno, & Harsanti, 2022):

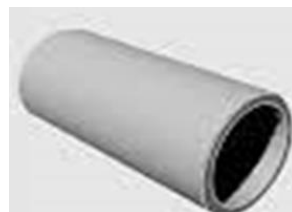
$$H = \frac{Q}{f \times K} \left(1 - e^{-\frac{f \times K \times T}{\pi \times r^2}} \right) \quad (12)$$

Rumus debit sumur resapan dapat dilihat sebagai berikut:

$$Q_0 = F \times K \times H \quad (13)$$

Untuk bentuk sumur resapan seperti **Gambar 3**, maka menggunakan rumus faktor geometri sebagai berikut:

$$F = 5,5 \times r \quad (14)$$



Gambar 3. Buis Beton Sumur Resapan
Sumber: (asiacon, 2024)

Deskripsi:

- H = ketinggian muka air dalam sumur (m)

- F = Faktor geometric (m)
- Q₀ = debit resapan (m³/det)
- T = waktu yang perlukan dalam pengaliran (det)
- K = koefisien permeabilitas (m/det) yaitu sebesar 0,00069444 m/dt (Jannah, Bambang, & Azizah, 2021)
- r = jari-jari sumur (m)
- Q = Debit banjir (m³/det)

Perhitungan Kapasitas dan Dimensi Saluran

Besarnya debit yang direncanakan diperlukan untuk menghitung kapasitas saluran. Kepentingan dimensi ini perlu di perhatikan karena apabila demensi tidak dapat menampung debit rencana akan diharuskan memberikan desain ulang di dimensi bagian saluran dengan cara percobaan tinggi dan nilai lebar hingga memperoleh nilai debit yang sesuai rencana nilai sebandingnya besar debit rencana. Dimensi yang dicoba juga harus memperhatikan ketersediaan lahan di lapangan. Rumus unsur geometris menurut (Suripin, 2004) untuk penampang persegi sebagai berikut:

$$A = b \times h \tag{15}$$

$$P = b + 2h \tag{16}$$

$$R = A / P \tag{17}$$

Deskripsi:

A = luas permukaan saluran (m²)

P = keliling basah saluran (m)

R = jari-jari hidrolis (m)

b = lebar (m)

h = tinggi aliran (m)

Guna perhitungam kecepatan dan debit aliran lebih akurat bisa menggunakan rumus dibawah ini:

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \tag{18}$$

$$Q = V \times A \tag{19}$$

Deskripsi:

Q= Debit saluran (m³/dt)

V= Kecepatan aliran (m/dt)

A= Luas penampang basah (m²)

n = Koefisien kekasaran (*manning*)

S = Kemiringan saluran (*slope*)

R = Jari-jari hidrolis (m)

Menghitung tinggi jagaan adalah tahapan selanjutnya, tinggi jagaan di definisikan sebagai ketinggian atau jarak vertical, pengukuran dilakukan dari permukaan air maksimum hingga permukaan tanggul saluran. Penerapan cara seperti ini mengantisipasi akan terjadinya kenaikan muka air berlebih ke arah tepi (Krisnayanti, Hunggurami, & K, 2017). Jika yang diketahui tinggi saluran, maka tinggi jagaan dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$W = \frac{2}{3} \times H \tag{20}$$

Deskripsi:

W = Tinggi jagaan (m)

H = Tinggi saluran (m)

Kontrol jenis aliran

a. Kecepatan

Kecepatan aliran perencanaan penting syarat kecepatan izin minimum disertai dengan kecepatan izin maksimum (Salihanura, Harsanti, & Sutikno, 2022)

V_{min} = 0,2 - 0,6 m/detik

V_{max} =

- Pasangan batu: 2 m/detik

- Pasangan beton: 3 m/detik

b. Jenis Aliran

Salah satu aliran saluran terbuka yang digolongkan berlandaskan nilai dengan bilangan *froude*. Bilangan *froude* merupakan komparasi dari gaya inersia dengan gaya gravitasi (Suripin, 2004).

- Fr = 1 (Jenis Aliran kritis)

- Fr < 1 (Jenis Aliran subkritis)

- Fr > 1 (Jenis Aliran superkritis)

Jenis aliran perlu ditentukan, pernyataan dengan bilangan *Froude* bisa menerapkan perhitungan seperti rumus dibawah:

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g \times h}} \tag{21}$$

Deskripsi:

Fr = Bilangan *froude*

V = Kecepatan aliran (m/detik)

g = Gaya gravitasi (m/detik²)

h = Kedalaman aliran (m)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hujan

Lokasi 3 stasiun hujan (Stasiun Gedeg, Stasiun Terusan, Stasiun Pasinan) memberikan gambaran data curah hujan maksimum yang diambil untuk selanjutnya digunakan dalam perencanaan sistem drainase

Tabel 2 Data Hujan Kumulatif 3 Stasiun

Curah Hujan Kumulatif Tahunan (mm)			
Tahun	Sta. Gedeg	Sta. Pasinan	Sta. Terusan
2014	1615	1320	778
2015	1628	1687	839
2016	2613	3298	1254
2017	2300	3282	1847
2018	1822	2134	1440
2019	1527	2568	1597
2020	2144	2140	2115
2021	1955	1780	2066
2022	2215	2379	2173
2023	1505	1482	1132

Tahun	Sta. Gedeg Koreksi	Kum. Sta Gredeg	Kum. Rata-rata Sta. P & T	
2014	1302	1302	1049	M2
2015	1312	2614	2312	
2016	2106	4720	4588	
2017	2300	7020	7153	M1
2018	1822	8842	8940	
2019	1527	10369	11022	
2020	2144	12512	13150	
2021	1955	14467	15073	
2022	2215	16681	17348	
2023	1505	18186	18655	
		Y	X	
Rata-rata	1980	2207	1524	

Sumber : Hasil Perhitungan

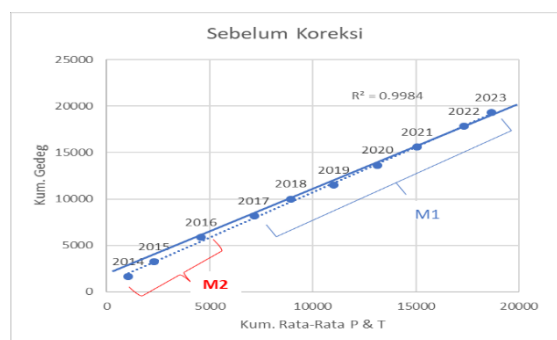
Uji Konsistensi

Pengujian konsistensi dari data uji dilakukan guna memberikan kekuatan data curah hujan yang digunakan sudah konsisten atau belum. Penerapan Uji Konsistensi telah dilakukan di Stasiun Gedeg, Stasiun Terusan, Stasiun Pasinan. Hasil perhitungan uji konsistensi pada Stasiun Gedeg dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Uji Konsistensi Sta. Gedeg Sebelum Koreksi

tahun	Curah Hujan Kumulatif Tahunan (mm)					
	Sta Gedeg	Kum Sta Gedeg	Sta Pasinan	Sta Terusan	Rata ³ P & T	Kum. Rata - Rata P & T
2014	1615	1615	1320	778	1049	1049
2015	1628	3243	1687	839	1263	2312
2016	2613	5856	3298	1254	2276	4588
2017	2300	8156	3282	1847	2565	7153
2018	1822	9978	2134	1440	1787	8940
2019	1527	11504	2568	1597	2083	11022
2020	2144	13648	2140	2115	2128	13150
2021	1955	15603	1780	2066	1923	15073
2022	2215	17817	2379	2173	2276	17348
2023	1505	19322	1482	1132	1307	18655

Sumber : Perhitungan



Gambar 2. Kurva Massa Ganda Sta. Gedeg Sebelum Koreksi
Sumber : Perhitungan

Berdasarkan **Gambar 2** dapat dilihat bahwa pada garis lurus yang dinotasikan sebagai m_1 terjadi pada data tahun

2017 sampai 2023. Garis lurus kedua terjadi pada data tahun 2014 sampai 2016 ini dinotasikan sebagai m_2 . Karena kedua garis membentuk patahan, maka dilakukan koreksi terhadap data tersebut. Koreksi dilakukan pada garis m_2 . Berikut perhitungan faktor koreksi:

Tabel 4 Uji Konsistensi Sta. Gedeg Sesudah Koreksi

Sumber : Perhitungan

$$m_1 = 0,961 \text{ (Hasil slope tahun 2017-2023)}$$

$$m_2 = 1,192 \text{ (Hasil slope tahun 2014-2016)}$$

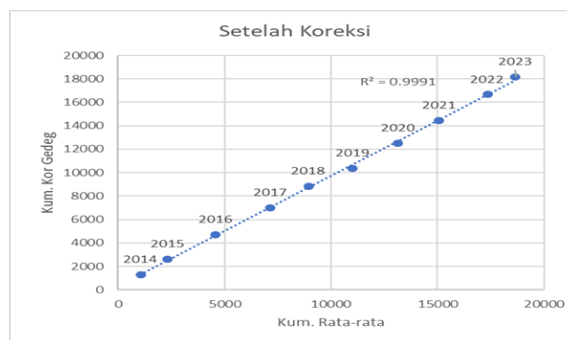
$$F = \frac{m_1}{m_2} = \frac{0,961}{1,192} = 0,806$$

Dikarenakan nilai F masih jauh di bawah 0,9, selanjutnya dilakukan perhitungan faktor koreksi yang ke 2 kalinya seperti persamaan no. (1)

$$m_1 = 0,961$$

$$m_2 = 0,961$$

$$\text{Maka, angka koreksi : } F = \frac{m_1}{m_2} = \frac{0,961}{0,961} = 1$$



Gambar 3. Kurva Massa Ganda Sta. Gedeg Sesudah Koreksi
Sumber : Perhitungan

Berdasarkan **Gambar 3** kurva massa ganda stasiun gudeng menunjukkan bahwa hasil kurva terlihat lurus disertai dengan nilai R^2 0,9991 pada grafik, nilai tersebut telah mencapai nilai yang sesuai sehingga tidak memerlukan koreksi kembali.

Pengujian yang sama juga dilakukan di Stasiun Pasinan terhadap Stasiun Gedeg dan Stasiun Terusan yang menghasilkan angka 0,615 dan dilakukan perhitungan faktor koreksi yang ke 2 kalinya sehingga didapat nilai koreksi sebesar 1. Berdasarkan hasil pengujian Stasiun Terusan dengan Stasiun Gedeg dan Stasiun Pasinan menghasilkan angka 1,325 dan dilakukan perhitungan faktor koreksi yang ke 2 kalinya sehingga didapat nilai koreksi sebesar 1.

Curah Hujan Rata-Rata Daerah

Data curah hujan maksimum dalam kurun waktu tahun 2014 – 2023 digunakan untuk perhitungan curah hujan rata-rata daerah.

Tabel 5. Nilai curah hujan rata-rata

Tahun	STA GEDEG	STA PASINAN	STA TERUSAN	dRata - Rata	dMax
	2014-2016	2014-2018	2014-2017		
	0.806	0.615	1.325		
2014	77	15	4	31.978	74.962
	56	49	119	74.962	
	56	49	119	74.962	
2015	77	0	20	32.148	47.181
	3	78	25	35.518	
	1	48	93	47.181	
2016	97	0	0	32.241	59.294
	5	76	23	34.486	
	73	28	77	59.294	
2017	117	5	66	62.554	77.180
	25	63	66	51.409	
	60	52	119	77.180	
2018	143	0	10	51.000	67
	0	46	12	19.386	
	106	20	75	66.898	
2019	111	0	84	65.000	65
	0	106	10	38.667	
	111	0	84	65.000	
2020	116	55	55	75.333	75.333
	0	90	0	30.000	
	48	0	78	42.000	
2021	123	0	110	77.667	77.667
	0	96	0	32.000	
	123	0	110	77.667	
2022	96	1	0	32.467	75.167
	26	150	50	75.167	
	23	95	95	71.000	
2023	81	82	28	63.500	63.500
	42	85	24	50.167	
	24	0	72	32.000	

Sumber : Perhitungan

Curah Hujan Rancangan

Distribusi yang disesuaikan dengan nilai yang telah diperoleh berupa Cs dan Ck digunakan dalam perhitungan curah hujan rancangan. Hasil perhitungan nilai Cs dan Ck yang dilakukan dengan menggunakan persamaan no. (3) dan (4), didapatkan nilai Cs = -1,109 dan nilai Ck = 0,890. Dengan hasil tersebut menjadikan metode yang sesuai untuk digunakan dalam menghitung curah hujan rancangan adalah metode Gumbel Tipe I. berdasarkan kala ulang 10 tahun serta jumlah data 10 tahun, mampu dihasilkan Reduce Variate (Yn) = 0,4952, dan Reduce Variate Standart Deviasion (Sn) = 0,9496 sehingga diperoleh hasil Yt dengan persamaan (5) dan Xrancan sesuai persamaan no. (6) sebesar:

$$Y_t = 2,25$$

$$X_{ranc} = 86,4 \text{ mm/hari}$$

Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan dengan (rumus 7 – 10) digunakan yakni menggunakan metode mononobe, Berikut contoh perhitungan tc pada permukiman saluran 19-22:

1. Waktu Konsentrasi

Limpasan permukiman

- Panjang dan lebar lintasan air
 $L_o = 75,32 \text{ m}$
 $L_s = 211 \text{ m}$
- Koefisien hambatan disebabkan kekasaran permukaan daerah pengaliran (n_d) guna kondisi lapisan permukaan lapisan semen dan aspal beton adalah 0,013
- Kemiringan lahan (S) untuk permukiman adalah 0,01
- Menghitung t_0 menggunakan persamaan no. (9) maka didapatkan hasil 1,67 menit
- Menghitung t_d menggunakan persamaan no. (10) maka didapatkan hasil 2,35 menit
- Menghitung t_c menggunakan persamaan no. (8) maka didapatkan hasil 4,59 menit = 0,07 jam
- Perhitungan intensitas curah hujan permukiman menggunakan persamaan no. (7) dan didapatkan hasil 181,72 mm/jam = 0,00005 m/det.
- Untuk menghitung intensitas curah hujan dan tc pada jalan di saluran 19-22 dengan koefisien hambatan 0,013 dan kemiringan jalan 0,02 sesuai persamaan rumus no. (7) sampai (10), maka didapatkan hasil sebagai berikut:
 $t_0 = 0,86 \text{ menit}$
 $t_d = 2,35 \text{ menit}$
 $t_c = 0,05 \text{ jam}$
 $I = 211 \text{ mm/jam} = 0,000059 \text{ m/det}$

Debit Banjir Rancangan

Perhitungan debit rancangan menggunakan persamaan rumus no. (11)

$$Q_{\text{Pemukiman}} = 0,4 \times 0,00005 \times 15910 = 0,32 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$Q_{\text{Jalan}} = 0,8 \times 0,000059 \times 422 = 0,02 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Q guna perhitungan debit banjir mampu disesuaikan berdasarkan luasan wilayah pengalir yang dihitung, dengan hal tersebut hasil yang didapatkan debit banjir minimal di lokasi studi sebesar 0,01 m³/detik, dan debit banjir maksimal sebesar 0,55 m³/detik.

Sumur Resapan

Material sumur resapan pada dinding sumur resapan yakni buis beton bertulang pracetak tebal 8 cm dengan penutup sumur terbuat dari beton bertulang tebal 10 cm, dan pipa PVC Ø4 inch difungsikan guna mengalirkan air dari talang menuju sumur resapan. Sumur resapan diletakkan di halaman rumah yang tujuannya untuk meresapkan air hujan langsung ke tanah sebelum masuk ke sistem drainase, mengurangi limpasan air hujan, menurunkan debit puncak, mencegah banjir, dan menambah air tanah. Berikut adalah contoh perhitungan sumur resapan.

- Menghitung jarak rata – rata antar talang, panjang talang, dan luas atap rumah
 $L_o = 6,67 \text{ m}$
 $L_s = 30,8 \text{ m}$
 $A = 118,06 \text{ m}^2$
- Menghitung nilai intensitas curah hujan dan t_c menggunakan persamaan no. (7) sampai (10), maka didapatkan hasil:
 $t_o = 1,01522 \text{ menit}$
 $t_d = 0,34222 \text{ menit}$
 $t_c = 1,12633 \text{ menit} = 0,02262 \text{ jam}$
- Menghitung debit air hujan menggunakan persamaan no. (11) maka didapatkan hasil $Q = 0,0137 \text{ m}^3/\text{det}$
- Menghitung faktor geometri dengan persamaan rumus no. (14) maka didapatkan hasil 2,75 m
- Mencari kedalaman sumur dan menghitung daya resap sumur resapan dengan nilai permeabilitas tanah 0,00069444 dan menggunakan rumus persamaan no. (12) dan (13) maka didapatkan hasil

$$H = 1,28955 \text{ m}$$

$$Q_0 = 0,002462 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Dengan tinggi sumur resapan yang dibutuhkan 1,28955 m sedangkan tinggi buis beton yang tersedia adalah 0,5 m, maka untuk mempermudah pelaksanaan digunakan tinggi sumur resapan 1,5 m atau 3 buis beton.

Dimensi Saluran Eksisting

Data perhitungan dimensi saluran eksisting pada saluran nomor 19-22 ditampilkan sebagai berikut:

$$b = 0,5 \text{ m}$$

$$H = 0,5 \text{ m}$$

$$W = \frac{2}{3} \times 0,5 \text{ m}$$

$$W = 0,33 \text{ m}$$

$$h = H - W$$

$$h = 0,17 \text{ m}$$

Langkah perhitungannya adalah sebagai berikut:

- Menghitung luas penampang saluran, keliling basah saluran dan menghitung radius hidrolis saluran dengan menggunakan persamaan no. (15) sampai no. (17) maka didapatkan hasil

$$A = 0,17 \text{ m}^2$$

$$P = 1,17 \text{ m}$$

$$R = 0,14 \text{ m}$$

- Menghitung kecepatan aliran saluran eksisting menggunakan persamaan no. (18) maka didapatkan hasil 1,318 m/dt

- Berdasarkan nilai kecepatan sebesar 1,318 m/dt, maka kecepatan aliran ini sudah memenuhi untuk syarat kecepatan ijin saluran berbahan beton.
- Kontrol bilangan *Froude* menggunakan persamaan no. (21) didapatkan hasil $0,729 < 1$ (memenuhi)
- Menghitung debit saluran menggunakan persamaan no. (19) maka didapatkan hasil $0,220 \text{ m}^3/\text{dt}$
- Kontrol debit saluran
 Debit hitungan mesti lebih besar dibandingkan debit rencana. Dengan debit rencana sebesar $0,34 \text{ m}^3/\text{det}$ maka:
 $Q \text{ hitung} \geq Q \text{ rencana}$
 $0,220 \text{ m}^3/\text{dt} \leq 0,34 \text{ m}^3/\text{dt}$ (tidak memenuhi)

Dilihat untuk dibandingkan dengan kontrol saluran di atas, dimensi di saluran no 19-22 menunjukkan hasil bahwa debit rencana tidak mampu menampung debit yang diterimanya. Perencanaan ulang pada dimensi saluran harus dilakukan karena ketidak mampuan dalam menampung debit.

Dimensi Saluran Baru

Dimensi saluran direncanakan dengan bahan beton U-ditch dengan *cover*. Berikut contoh perhitungan perencanaan dimensi baru pada saluran no 19-22

$$b = 0,8 \text{ m}$$

$$H = 1 \text{ m}$$

$$h = \frac{2}{3} \times 1 \text{ m}$$

$$h = 0,67 \text{ m}$$

Langkah perhitungannya adalah sebagai berikut:

- Menghitung luas penampang saluran, keliling basah saluran dan menghitung radius hidrolis saluran dengan menggunakan persamaan no. (15) sampai no. (17) maka didapatkan hasil
 $A = 0,53 \text{ m}^2$
 $P = 2,13 \text{ m}$
 $R = 0,22 \text{ m}$
- Menghitung kecepatan aliran saluran rencana menggunakan persamaan no. (18) maka didapatkan hasil 1,914 m/dt
- Berdasarkan nilai kecepatan sebesar 1,914 m/dt, maka kecepatan aliran ini sudah memenuhi untuk syarat kecepatan ijin saluran berbahan beton.
- Kontrol bilangan *Froude* menggunakan persamaan no. (21) didapatkan hasil $0,748 < 1$ (memenuhi)
- Menghitung debit saluran menggunakan persamaan no. (19) maka didapatkan hasil $0,682 \text{ m}^3/\text{dt}$
- Kontrol debit saluran
 Debit hitungan mesti lebih besar dibandingkan debit rencana. Dengan debit rencana sebesar $0,34 \text{ m}^3/\text{dt}$ maka:
 $Q \text{ hitung} \geq Q \text{ rencana}$

$0,682 \text{ m}^3/\text{dt} \geq 0,34 \text{ m}^3/\text{dt}$ (memenuhi)

Maka, dari hasil perhitungan ulang drainase di saluran 19-22 menggunakan bahan beton *u-ditch* dan cover dengan ukuran lebar 0,8 meter dan tinggi 1 meter. Secara umum hasil redesain saluran drainase di Kelurahan Wates memiliki dimensi terkecil dengan lebar 0,6 m dan tinggi 0,8 m, dan untuk dimensi terbesar memiliki lebar 1 m dan tinggi 1,2 m

KESIMPULAN

Hasil perencanaan ulang pada drainase di Kelurahan Wates, Kecamatan Magersari, Kota Mojokerto maka bisa disimpulkan yakni:

1. Kondisi kerusakan pada sebagian saluran eksisting di dinding saluran, banyaknya sampah dan tanaman liar sehingga mengakibatkan kapasitas saluran berkurang dan tidak mampu menampung debit air dengan jumlah lebih besar.
2. Perencanaan sistem drainase dengan kala ulang 10 tahun, didapatkan besaran debit saluran bervariasi mulai dari $0,01 \text{ m}^3/\text{detik}$ sampai $0,55 \text{ m}^3/\text{detik}$.
3. Dari perencanaan ulang saluran, digunakan bentuk persegi dengan bahan beton *u-ditch* yang tertutup. Berbagai ukuran dimensi baru didapatkan dari dimensi terkecil yaitu $b = 0,6 \text{ m}$ serta $h = 0,8 \text{ m}$, sedangkan dimensi terbesar yaitu $b = 1 \text{ m}$ serta $h = 1,2 \text{ m}$.
4. Sumur resapan sebagai sistem peresapan air dengan material buis beton berdiameter 1-meter dan kedalaman 1,5 meter dan didapatkan hasil perhitungan daya resap yaitu $0,002462 \text{ m}^3/\text{dt}$

DAFTAR PUSTAKA

- 1) asiacon. (2024). Daftar Harga Buis Beton Terbaru 2024. Retrieved from asiacon: <https://www.google.com/imgres?q=buis%20beton&imgurl=https%3A%2F%2Fasiacon.co.id%2Fwp-content%2Fuploads%2F2016%2F11%2Fharga-buis-beton-sumur-resapan-ukuran-jual-1.jpg&imgrefurl=https%3A%2F%2Fasiacon.co.id%2Fproducts%2Fjual-buis-beton&docid=H6QoJBz6eM9StM&t>
- 2) Calista, A., Efendi, M., & Charist, M. (2023). Perencanaan Ulang Saluran Drainase Berwawasan Lingkungan Pada Perumahan Sawojajr 2 RW12, Desa Sekarpuro, Kabupaten Malang. JOS - MRK Volume 4, Nomor 4, 3.
- 3) Jannah, M., B. S., & A. R. (2021). Evaluasi Jaringan Drainase Perkotaan Berbasis Ecodrainage di Kecamatan Magersari Kota Mojokerto . Jurnal Rekayasa Sipil, 97.
- 4) Krisnayanti, D., H. E., & K, D. W. (2017). Perencanaan Drainase Kota Seba. Jurnal Teknik Sipil, VI(I), pp, 89-102.
- 5) Musrifatunnisa, Sutikno, & Harsanti, W. (2022). Perencanaan Ulang Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan Pada Kawasan Jalan Peltu Sujono-Susanto Kota Malang. JOS - MRK Volume 3, Nomor 3, September 2022, Page 255-262 , 255-262 .
- 6) Riani. (2024, Januari 28). Gemamedia. Retrieved from 6 Fakta Menarik Tentang Kota Mojokerto "Spirit Of Mojopahit": <https://gemamedia.mojokertokota.go.id/berita/15185/2024/01/6-fakta-menarik-tentang-kota-mojokerto-spirit-of-mojopahit>
- 7) Salihanura, S., Harsanti, W., & Sutikno. (2022). Perencanaan Saluran Drainase dan Penerapan Ecodrainage.
- 8) Soemarto. (1999). Hidrologi Teknik. Jakarta: Erlangga.
- 9) Statistik, B. P. (2023). Statistik Kecamatan Magersari, Kota Mojokerto 2023. Mojokerto: Badan Pusat Statistik Kota Mojokerto.
- 10) Sunjoto. (1987). Sistem Drainase Air Hujan yang Berwawasan Lingkungan. Teknik UGM.
- 11) Suripin. (2004). Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan . Yogyakarta : Andi.
- 12) Wigati, R., & Ichwan, R. (2014). Teknologi Sumur Resapan dalam Pemaparan Hidrograf Banjir Sub Das Ciujung. Fondasi, 3(1), pp, 12-23.
- 13) Yudo, S., & Setiyono. (2008). Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik di Rumah Susun Karang Anyar. Jurnal Teknik Lingkungan.