

PERENCANAAN ULANG SALURAN DRAINASE BERWAWASAN LINGKUNGAN PADA DESA SUKOREJO KECAMATAN NGASEM KABUPATEN KEDIRI

Happy Ray Pangestu^{1,*}, Utami Retno Pudjowati², Medi Efendi³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang², Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang³

Koresponden*, Email: rayhappy16@gmail.com¹, utami.retno@polinema.ac.id², medipolinema@gmail.com³

ABSTRAK

Kecamatan Ngasem di Kabupaten Kediri merupakan daerah padat penduduk dengan pertumbuhan yang pesat. Dikutip dari <https://pusatkrisis.kemkes.go.id/Banjir-di-KEDIRI-JAWA-TIMUR-03-02-2021-96>, banjir yang terjadi di Kabupaten Kediri hingga merendam Desa Sukoharjo diakibatkan oleh air kiriman dari hulu Sungai Brantas dan tingginya curah hujan di Kabupaten Kediri. Permasalahan tersebut menarik peneliti untuk mengkaji lebih lanjut mengenai keadaan sistem jaringan eksisting, perhitungan rencana anggaran biaya, perancangan jumlah lubang resapan biopori, dan perhitungan debit banjir rancangan beserta dimensi saluran rencana. Adapun sumber data yang diperlukan yaitu harga satuan pokok pekerjaan Kabupaten Kediri tahun 2023, peta topografi dan data curah hujan di Gampengrejo, Stasiun Kantor Kediri, dan Pengairan Gurah tahun 2014 hingga 2023. Lalu metode yang diimplementasikan dalam penelitian ini diantaranya, metode rasional untuk menganalisis debit banjir rancangan, metode Mononobe untuk menganalisis intensitas hujan, metode Smirnov-Kolmogorov dan Chi-Square untuk uji kesesuaian dengan kata ulang 10 tahun, dan metode Gumbel Tipe I untuk mengolah data curah hujan. Berdasarkan analisis data yang dilakukan diperoleh 110,871 mm/hari tingkat curah hujan rancangan; 0,4311 m³/detik tingkat debit banjir; perencanaan ulang saluran memakai pasangan batu kali dan U-Ditch; Dimensi U-Ditch paling besar dan paling kecil secara berurutan yaitu 100 x 140 cm dan 30 x 40 cm; dimensi pasangan batu kali dengan penampang trapesium yaitu 120 x 100 x 120 cm; diameter lubang resapan biopori yaitu 0,1 meter dengan kedalaman 1 meter sebanyak 627 buah sebagai drainase berwawasan lingkungan; dan hasil hitung rencana anggaran biaya sejumlah Rp 3.895.197.423,00.

Kata kunci : drainase; biopori; anggaran biaya

ABSTRACT

Ngasem Subdistrict in Kediri District is a densely populated area with rapid growth. Quoted from <https://pusatkrisis.kemkes.go.id/Banjir-di-KEDIRI-JAWA-TIMUR-03-02-2021-96>, the flooding that occurred in Kediri District that submerged Sukoharjo Village was caused by water from the upstream Brantas River and the high rainfall in Kediri District. These problems attract researchers to further study the state of the existing network system, the calculation of the cost budget plan, the design of the number of biopore infiltration holes, and the calculation of the design flood discharge along with the dimensions of the channel plan. The data sources needed are the unit price of Kediri Regency work in 2023, topographic maps and rainfall data in Gampengrejo, Kediri Office Station, and Gurah Irrigation from 2014 to 2023. Then the methods implemented in this study include the rational method to analyse the design flood discharge, the Mononobe method to analyse rain intensity, the Smirnov-Kolmogorov and Chi-Square methods to test suitability with a 10-year return word, and the Gumbel Type I method to process rainfall data. Based on the data analysis carried out, 110.871 mm/day of design rainfall level was obtained; 0.4311 m³/second of flood discharge level; channel re-planning using river stone and U-Ditch; The largest and smallest U-Ditch dimensions are 100 x 140 cm and 30 x 40 cm respectively; dimensions of river stone with a trapezoidal cross section are 120 x 100 x 120 cm; diameter of biopore infiltration holes is 0.1 metre with a depth of 1 metre as many as 627 pieces as environmentally sound drainage; and the results of calculating the cost budget plan in the amount of Rp 3. 895,197,423.00.

Keywords : drainage, biopores, budget

1. PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur perkotaan mengurangi kemampuan tanah dalam menyerap air, sehingga meningkatkan risiko genangan dan banjir. Salah satu wilayah kecamatan yang terletak di Kabupaten Kediri dengan jumlah penduduk sebanyak 63.579 jiwa yaitu Kecamatan Ngasem. Pada kawasan Jalan Pamenang Desa Sukorejo Kecamatan Ngasem dengan luas area 10,8 ha mempunyai sistem drainase tidak optimal yang menjadikan jalan bisa tergenang air saat musim hujan.

Berdasarkan permasalahan tersebut dilakukan perencanaan ulang saluran drainase pada kawasan Jalan Pamenang Desa Sukorejo Kecamatan Ngasem Kabupaten Kediri yang berwawasan lingkungan dengan menggunakan biopori.

2. METODE

Pada penelitian ini data primer didapatkan dari survei secara langsung dalam dimensi saluran eksisting pada lokasi terkait. Lalu data sekunder dalam penelitian ini diantaranya, harga satuan pokok pekerjaan Kabupaten Kediri tahun 2023, peta topografi dan data curah hujan di Gampengrejo, Stasiun Kantor Kediri, dan Pengairan Gurah tahun 2014 hingga 2023.

Uji Konsistensi

Model uji yang diimplementasikan untuk menganalisis tingkat konsistensi data curah hujan dan mengoreksi kejadian inkonsistensi disebut dengan uji konsistensi. Metode yang diimplementasikan dalam uji konsistensi yaitu Kurva Massa Ganda. Adapun langkah-langkahnya, yaitu:

1. Melakukan perbandingan diantara stasiun dasar dan lainnya.
2. Melakukan perhitungan secara kumulatif terhadap data curah hujan pertahun diantara stasiun dasar terhadap pembandingan.
3. Menginputkan data hasil hitung kedalam kurva massa ganda.
4. Melakukan pengecekan kurva massa ganda jika ditemukan patahan dalam garis linier.

$$M = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (1)$$

$$F = \frac{M_1}{M_2} \quad (2)$$

Keterangan:

F = Faktor koreksi
 M_1, M_2 = Kemiringan garis regresi
 n = Jumlah data
 x = Nilai variable independent yang mempunyai nilai tertentu
 y_i = Nilai variable dependen yang diprediksikan

5. Melakukan perkalian antara faktor koreksi dan data yang dikoreksi. Lalu membuat grafik ulang sampai tidak ditemukan patahan.

Curah Hujan Daerah

Fungsi data curah hujan daerah yaitu mendapatkan nilai rata-rata curah hujan harian maksimum daerah. Metode yang diimplementasikan dalam perhitungan curah hujan daerah yaitu metode rata-rata aljabar. Adapun untuk persamaannya, yaitu:

$$R = \frac{1}{n} (R_A + R_b + \dots + R_n) \quad (3)$$

Keterangan:

A_n = luas daerah pengaruh stasiun 1, 2, ..., n
 R_n = tinggi curah hujan di stasiun 1, 2, ..., n
 R = tinggi curah hujan rata-rata areal
 A = luas area

Curah Hujan Rancangan

Pada perhitungan ini menggunakan distribusi Gumbel Tipe I dengan syarat $C_s \leq 1,1896$ dan $C_k \leq 5,4002$ dengan rumus sebagai berikut

$$C_s = \frac{n \cdot \sum (x - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \quad (4)$$

$$C_k = \frac{n^2 \cdot \sum (x - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \quad (5)$$

Keterangan:

S = Standar deviasi
 $\bar{x}$ = Rata-rata data hujan (mm)
 X = Data hujan (mm)
 C_s = Koefisien kepengcangan
 C_k = Koefisien kepuncakan

Uji Kesesuaian Distribusi

Model uji yang diimplementasikan untuk mengevaluasi kecocokan distribusi teoritis dengan distribusi data curah hujan yaitu uji kesesuaian distribusi. Metode uji kesesuaian distribusi terbagi kedalam dua metode, yaitu:

1. Metode *Smirnov-Kolmogorov*
 $\Delta P = |P_{\text{empiris}} - P_{\text{teoritis}}| \quad (6)$

2. Metode *Chi-Square*
 $X^2_{\text{hit}} = (X_{\text{empiris}} - X_{\text{teoritis}})^2 / X_{\text{teoritis}} \quad (7)$

Intensitas Curah Hujan

Tingginya curah hujan persatuan waktu, rumus mononobe:

$$I_t = \frac{R}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3} \quad (8)$$

Keterangan:

I_T = intensitas hujan (mm/jam)
 R = curah hujan rancangan (mm/hari)

t_c = waktu konsentrasi (menit)

Debit Banjir Rancangan

Persamaan metode rasional untuk menghitung debit banjir rancangan, yaitu:

$$Q = C \times I \times A \quad (9)$$

Keterangan:

Q = debit banjir rancangan (m^3/dt)

C = koefisien pengaliran

I = intensitas hujan pada waktu konsentrasi (m/dt)

A = luas daerah tangkapan (ha)

Perencanaan Dimensi Saluran

Perhitungan dimensi saluran dilakukan melalui penerapan parameter Fr (jenis aliran), v (kecepatan), dan Q (kontrol debit).

1. Debit Saluran

Debit saluran dihitung menggunakan rumus kontinuitas

$$Q = v \times A \quad (10)$$

$$A = b \times h \quad (11)$$

Keterangan:

Q = debit pada saluran (m^3/dt)

v = kecepatan aliran (m/dt)

A = luas penampang saluran (m^2)

2. Kecepatan Aliran

Persamaan metode Manning untuk menghitung kecepatan aliran, yaitu:

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} \sqrt{S} \quad (12)$$

$$R = \frac{A}{P} \quad (13)$$

Keterangan:

v = kecepatan rata-rata dalam saluran (m/dt)

n = koefisien kekasaran Manning

R = jari-jari hidrolis (m)

S = kemiringan dasar saluran

3. Kekritisan Saluran

Aliran superkritis ($Fr > 1$) sementara aliran subkritis ($Fr < 1$)

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot h}} \quad (14)$$

Keterangan:

v = kecepatan aliran (m/dt)

h = kedalaman aliran (m)

g = percepatan gravitasi ($9,81 m/dt^2$)

Lubang Resapan Biopori

Lubang biopori merupakan lubang kecil berdiameter 10-15 cm dan kedalaman sekitar 50-100 cm.

1. Nilai Faktor Geometrik

$$F = \frac{2\pi H + \pi^2 R \ln 2}{\ln \left(\frac{H+2R}{3R} + \sqrt{\left(\frac{H}{3R} \right)^2 + 1} \right)} \quad (15)$$

Keterangan:

F = Faktor geometric (m)

H = dalamnya perlubang biopori (1 m)

R = Jari-jari biopori (0,05 m)

2. Jumlah Biopori

$$n = \frac{L_d}{\text{Jarak biopori} + \text{diameter biopori}} \quad (16)$$

Keterangan:

n = Jumlah biopori

L_d = Panjang saluran

3. Debit Resap Biopori

$$Q_{LRB} = F \times K \times H \times n \quad (17)$$

Keterangan:

Q = Debit biopori ($m^3/detik$)

F = Faktor geometri

K = Nilai permeabilitas tanah (cm/s)

H = Kedalaman biopori (m)

n = Jumlah biopori

Rencana Anggaran Biaya

Nilai dari hasil akumulasi biaya terkait dengan penyelesaian proyek, tenaga kerja, dan total biaya material.

$$RAB = \sum \text{Volume} \times \text{Harga Satuan Pekerja} \quad (18)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Konsistensi

Metode kurva massa ganda diimplementasikan dalam uji ini. Berperan untuk menganalisa tingkat kekonsistenan data perstasiun.

Data hasil uji konsistensi Stasiun Kantor PU Kediri terhadap Stasiun Pengairan Gurah dan Stasiun Gampengrejo seperti pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Uji Konsistensi Sta. Kantor PU Kediri terhadap Sta. Pengairan Gurah dan Sta. Gampengrejo

Tahun	Hujan Harian Maksimum Tahunan					
	Sta. K	Kum. Sta. K	Sta. P	Sta. G	Rata-rata Sta. P,G	Kum. Sta. P,G
2014	177,33	177,33	107,25	128,50	117,88	117,88
2015	135,83	313,17	151,75	133,25	142,50	260,38
2016	282,67	595,83	276,83	213,50	245,17	505,54
2017	165,58	761,42	173,25	160,17	166,71	672,25
2018	116,83	878,25	96,50	93,92	95,21	767,46
2019	139,25	1017,50	101,50	92,25	96,88	864,33
2020	183,25	1200,75	159,83	145,33	152,58	1016,92
2021	211,33	1412,08	191,08	197,58	194,33	1211,25
2022	233,17	1645,25	214,25	239,83	227,04	1438,29
2023	118,33	1763,58	101,50	152,58	127,04	1565,33

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

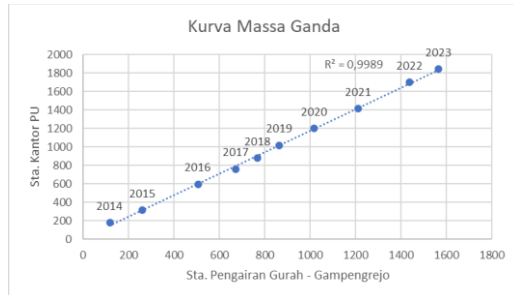
Berdasarkan hasil kurva, terdapat data curah hujan pada Stasiun Kantor PU Kediri yang tidak konsisten, maka perlu dilakukan koreksi.

$$M_1 = 1,143$$

$$M_2 = 0,931$$

$$F = \frac{1,143}{0,931} = 1,227$$

Melakukan plot data hasil perkalian data curah hujan yang tidak konsisten dengan F ke kurva massa ganda. **Gambar 1** merepresentasikan grafik kurva massa ganda.



Gambar 1. Grafik Sta. Kantor PU Kediri Setelah dikoreksi
Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

Curah Hujan Daerah

Teknik yang diimplementasikan yaitu metode rata-rata aljabar dengan menerapkan data hujan harian maksimum tahunan sebagaimana direpresentasikan dalam **Tabel 2**.

Tabel 2. Curah Hujan Daerah

Tahun	Curah Hujan (mm/hari)
2014	92,00
2015	81,33
2016	92,33
2017	88,33
2018	57,33
2019	61,00
2020	65,00
2021	111,00
2022	94,00
2023	63,33

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

Curah Hujan Rancangan

nilai yang diperoleh dari data rerata curah hujan maksimal, yaitu $S = 17,465$; $C_s = 0,451$; $C_k = -0,630$ sehingga metode yang digunakan yaitu metode Gumbel Tipe I dengan syarat $C_s \leq 1,1396$; $C_k \leq 5,4002$. Hasil curah hujan rancangan dengan kala ulang 10 tahun diperoleh sejumlah 110,871 mm/hari.

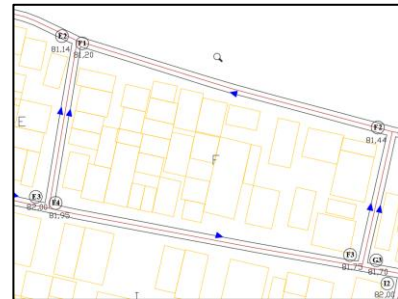
Uji Kesesuaian Distribusi

Hasil uji *Smirnov-Kolmogorov* didapatkan nilai ΔP maksimum sebesar 20,354% dengan jumlah data 10, derajat kepercayaan 5% dan nilai D_0 41% sehingga $\Delta P < D_0$ artinya sudah memenuhi. Sedangkan hasil uji *Chi-Square* didapatkan nilai X^2_{hitung} sebesar 4,650 dengan derajat

kepercayaan 5% dan X^2_{tabel} 14,067 sehingga $X^2_{hit} < X^2_{tabel}$ sudah memenuhi.

Debit Banjir Rancangan

Saluran F4-F3 pada **Gambar 2** diketahui koefisien pengaliran (C) jalan 0,8 dan pemukiman 0,5. Nilai luas daerah pengaliran (A) untuk jalan 269,717 m² dan pemukiman sebesar 2036,966 m². Maka debit banjir rancangan dihitung sebagai berikut:



Gambar 2. Saluran F4-F3

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

$$Q_{\text{jalan}} = 0,8 \times 0,000092 \times 269,717 = 0,0199 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$Q_{\text{pemukiman}} = 0,5 \times 0,000071 \times 2036,966 = 0,0727 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Debit Air Limbah

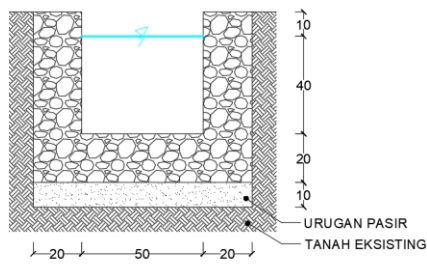
Jumlah orang diasumsikan 5 tiap rumah dan terdapat 6 rumah pada saluran F4-F3.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah penduduk} &= \text{jumlah bangunan} \times \text{asumsi jumlah orang tiap rumah} \\ &= 35 \text{ jiwa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{limbah}} &= V_{\text{limbah}} \times \text{jumlah penduduk} \\ &= 300 \times 35 \\ &= 10500 \text{ lt/hari} \\ &= 0,00012153 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

Dimensi Saluran Eksisting

Nilai saluran F4-F3 dari hasil survei eksisting direpresentasikan dalam **Gambar 3**, dimana lebar (b) = 0,5 m dan kedalaman air (h) = 0,4 m. Sehingga didapatkan luas penampang (A) = 0,20 m²; keliling basah (P) = 1,3 m; jari-jari hidrolis (R) = 0,15 m. Kecepatan aliran yang diijinkan pada saluran batu kali minimal 0,6 dan maksimal 2. Pada saluran F4-F3 nilai kecepatan yang didapat yaitu 0,442 m/dt.



Gambar 3. Potongan Melintang Saluran F4-F3

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

Kontrol kecepatan : $v_{\min} \leq v_{\text{hit}} \leq v_{\max}$

$$0,6 \leq 0,442 \leq 2 \text{ (tidak memenuhi)}$$

Kontrol debit : $Q_{\text{kapasitas}} > Q_{\text{rencana}}$

$$0,088 \text{ m}^3/\text{dt} < 0,19339 \text{ m}^3/\text{dt} \text{ (Tidak Memenuhi)}$$

Kontrol aliran : $Fr = 0,223 < 1$ (Memenuhi)

Dimensi Saluran Baru

Pada saluran F4-F3 seperti pada **Gambar 4** direncanakan lebar (b) = 0,8 m dan kedalaman (h) = 0,75 m dengan bahan saluran batu kali didapatkan hasil



Gambar 4. Potongan Melintang Saluran Baru F4-F3

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

Kontrol kecepatan : $v_{\min} \leq v_{\text{hit}} \leq v_{\max}$

$$0,6 \leq 0,689 \leq 2 \text{ (Memenuhi)}$$

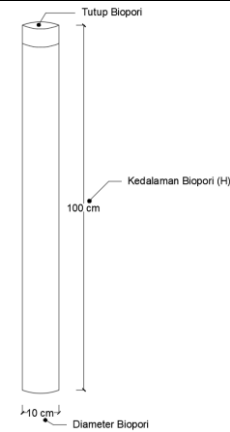
Kontrol debit : $Q_{\text{kapasitas}} > Q_{\text{rencana}}$

$$0,413 \text{ m}^3/\text{dt} < 0,19339 \text{ m}^3/\text{dt} \text{ (Memenuhi)}$$

Kontrol aliran : $Fr < 1$ (Memenuhi)

Lubang Resapan Biopori

Lubang resapan biopori direncanakan pada halaman rumah, sekolah, perkantoran, atau di sekitar pohon terutama pada daerah yang terdapat genangan. Penempatan biopori tersebar pada saluran yang rawan genangan. Diameter pipa yang digunakan adalah 4 inch dengan kedalaman dan jarak antar biopori 1 meter seperti pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Detail Biopori

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

Pada saluran A1-A7 dengan panjang saluran (L_d) 77,287 m didapatkan nilai faktor geometri (F) = 2,446 dan jumlah lubang biopori sebanyak 71 buah.

$$\begin{aligned} Q_{\text{biopori}} &= 2,446 \times 0,000000001060 \times 1 \times 71 \\ &= 0,000000184 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q \text{ setelah resap} &= Q_{\text{renc}} - Q_{\text{biopori}} \\ &= 0,06779 - 0,000000184 \\ &= 0,06779 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Daya serap} &= (0,000000184 : 0,06779) \times 100\% \\ &= 0,00000272\% \end{aligned}$$

Rencana Anggaran Biaya

Jumlah total biaya yang dibutuhkan dalam perencanaan ulang drainase maka dibutuhkan perhitungan rencana anggaran biaya. Total biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan ulang drainase sejumlah Rp. 3.895.197.423,00.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perencanaan ulang pada Desa Sukorejo Kecamatan Ngasem Kabupaten Kediri didapatkan hasil sebagai berikut.

1. Terdapat 17 saluran yang mengalami kerusakan serta terjadi pendangkalan akibat adanya sedimen dan sampah sehingga perlu perencanaan ulang.
2. Debit banjir rancangan yang dihitung menggunakan metode distribusi Gumbel Tipe I dengan kala ulang 10 tahun yaitu sebesar 110,871 mm/hari.
3. Dari hasil perhitungan, dimensi saluran yang dibutuhkan terkecil 30 x 40 cm dan terbesar 100 x 140 cm menggunakan U-Ditch dengan penampang persegi. Saluran batu kali dengan penampang trapesium diperoleh dimensi 120 x 100 x 120 cm. Perencanaan saluran dilengkapi dengan bangunan pelengkap meliputi gorong-gorong dan inlet.
4. Penambahan biopori direncanakan pada saluran yang mengalami banjir dengan diameter 4 inchi dan

kedalaman 1 meter berjumlah 627 lubang resapan biopori.

5. Total biaya pelaksanaan untuk pembangunan saluran drainase sebesar Rp. 3.895.197.423,00.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asmorowati, E. T., Rahmawati, A., Sarasanty, D., Kurniawan, A. A., Rudiyanto, M. A., Nadya, E., . . . Findia. (2021). *DRAINASE PERKOTAAN*. (E. Sutrisno, Ed.) Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia.
- [2] Azizah, B., Dhiniati, F., & Pratama, N. (2023). Perencanaan Lubang Resapan Biopori pada Daerah Permukiman yang Berpotensi Genangan. *Vol.16 No.1 Januari -Juni 2023*, 82-92.
- [3] Chow, V. T. (1985). *Hidrolika Saluran Terbuka*. Jakarta: Erlangga.
- [4] Direktorat Jendral Cipta Karya. (2012). Buku Jilid IA Tata Cara Penyusunan Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan.
- [5] Hadisusanto, N. (2011). *Aplikasi Hidrologi*. Malang: Jogja Mediautama.
- [6] Hasmar, H. (2012). *Drainase Terapan*. Yogyakarta: UII Press Yogyakarta.
- [7] Ibrahim, H. B. (2001). *Rencana dan Estimate Real of Cost*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- [8] Kementerian Kesehatan RI. (2021). *Banjir di Kediri, Jawa Timur*.
- [9] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2013). *Kriteria Perencanaan - Bangunan*.
- [10] Laili, D. R. (2023). PERENCANAAN ULANG DRAINASE BERWAWASAN LINGKUNGAN DESA BALONGSARI KECAMATAN MAGERSARI KOTA MOJOKERTO. *Volume 5, Nomor 2*, 179-184.
- [11] Moduto. (1998). *Desain Drainase Pekotaan Volume I*. Bandung: Departemen Teknik Lingkungan ITB.
- [12] Mudra, I. W., & Surbakti, S. (2016). Kajian Drainase Sistem Biopori Di Kelurahan Tanjungrejo Kecamatan Sukun Kota Malang. *Nomor 28 Volume XIV Juli – Desember 2016: 19 - 28*, 19-28.
- [13] Mulyanto, H. R. (2013). *Penataan Drainase Perkotaan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [14] Rahmah, D., & Caesari, A. (2021). *Pengelolaan Drainase Kota Berkelanjutan* (1 ed.). Malang: UB Press.
- [15] S.N. (1997). *Drainase Perkotaan*. Gunadarma.
- [16] Saidah, H. (2021). *Drainase Perkotaan*. Yayasan Kita Menulis.SNI 03-3424-1994. (1994). *Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan*. Jakarta: Yayasan Badan Penerbitan Pekerjaan Umum.
- [17] SNI 03-3424-1994. (1994). *Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan*. Jakarta: Yayasan Badan Penerbitan Pekerjaan Umum.
- [18] Soeparman, H. M. (2001). *Pembuangan Tinja dan Limbah Cair*. Jakarta: Buku Kedokteran EGC.
- [19] Soewarno, C. (1995). *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data*. Bandung: Nova.
- [20] Suripin. (2004). *Sistem Drainse Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi.
- [21] Wesli. (2008). *Drainase Perkotaan* (1 ed.). Yogyakarta: Graha Ilmu.