

## PERENCANAAN ULANG DRAINASE DAN PENERAPAN *ECODRAINAGE* DI KECAMATAN GAMPENGREJO KABUPATEN KEDIRI

Moh. Fata Dzakwanul Fikri<sup>1</sup>, Medi Efendi<sup>2</sup>, Utami Retno Pudjowati<sup>3</sup>

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang<sup>1</sup>, Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang<sup>2</sup>, Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang<sup>3</sup>

Email: [fataadzakwanul@gmail.com](mailto:fataadzakwanul@gmail.com)<sup>1</sup>, [medipolinema@gmail.com](mailto:medipolinema@gmail.com)<sup>2</sup>, [utami.retno@polinema.ac.id](mailto:utami.retno@polinema.ac.id)<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Kecamatan Gampengrejo Kabupaten Kediri merupakan wilayah yang padat penduduk dan pertumbuhannya semakin besar. Hal ini juga mempengaruhi berkurangnya ruang terbuka hijau dan daerah tangkapan air hujan. Kondisi saluran eksisting yang tidak memadai dan mengalami banyak kerusakan, dapat menyebabkan banjir jika terjadi hujan yang cukup lebat. Tujuan dari skripsi ini adalah menghitung kapasitas dan menganalisa saluran eksisting, menghitung debit banjir rancangan dengan kala ulang 5 tahun, menghitung dimensi saluran drainase, merencanakan fasilitas *ecodrainage*, dan menghitung rencana anggaran biaya. Data yang dibutuhkan yaitu peta topografi, data curah hujan tahun 2013-2022 dari 3 stasiun hujan terdekat yaitu Stasiun Gampengrejo, Turus, dan Menang; data jumlah penduduk; data tanah; dan daftar harga satuan pekerjaan Kabupaten Kediri tahun 2022. Metode yang digunakan dalam perencanaan ini adalah menghitung debit banjir rancangan dengan kala ulang 5 tahun, merencanakan dimensi saluran, merencanakan fasilitas *ecodrainage* dan bangunan pelengkap yang akan digunakan, serta menghitung rencana anggaran biaya. Hasil analisis menunjukkan terdapat 13 saluran eksisting yang semuanya tidak mampu menampung debit banjir. Selanjutnya, dari perhitungan diperoleh curah hujan rancangan sebesar 102,16 mm/hari; debit banjir rancangan sebesar 2,946 m<sup>3</sup>/detik dan debit limbah 0,0105 m<sup>3</sup>/detik; dimensi saluran terbesar adalah 1,0 m x 1,2 m dengan menggunakan beton pracetak; dimensi gorong-gorong terbesar 0,8 m x 1,0 m; fasilitas *ecodrainage* menggunakan lubang resapan biopori dengan dimensi 4 inch dan kedalaman 1,0 meter yang berjumlah 6322 buah; bangunan pelengkap yang direncanakan adalah bangunan terjun, inlet datar (*gutter inlet*), bak kontrol dengan dimensi terbesar 1,0 m x 1,0 m x 1,0 m. Hasil perhitungan rencana anggaran biaya adalah sebesar Rp 10.643.289.371,00.

**Kata kunci:** saluran drainase, banjir, *ecodrainage*

### ABSTRACT

*The sub-district of Gampengrejo in Kediri Regency is an area with a dense population and its growth is continuously increasing. This also affects the reduction of green open space and rainwater catchment areas. The existing drainage channels are inadequate and suffers a lot of damage, which could lead to flooding during heavy rainfall. The purpose of this thesis is to calculate the capacity and analyze the existing drainage channels, determine the design flood discharge for a 5-year return period, calculate the dimensions of the drainage channels, plan *ecodrainage* facilities, and estimate the budget plan. The required data includes topographic maps; rainfall data from 2013-2022 obtained from three nearest rain stations, namely Gampengrejo, Turus, and Menang station; population data; land data; and work unit pricelist of Kediri in 2022. The methods used in this planning are to calculate the design flood discharge for a 5-year return period, determine the dimensions of the drainage channels, planning *ecodrainage* facilities, and complementary structures, as well as estimating the budget plan. The analysis results indicate that all 13 existing channels are incapable of accommodating the design flood discharge. Furthermore, based on the calculations, the design rainfall intensity is determined to be 102,16 mm/day, the design flood discharge is 2,946 m<sup>3</sup>/second, and the wastewater discharge is 0,0105 m<sup>3</sup>/second. The biggest drainage dimensions is 1.0 m x 1.2 m using precast concrete. The biggest culvert dimensions are 0.8 m x 1.0 m. The *ecodrainage* facilities is a biopore hole with a diameter of 4 inch and a depth of 1.0 meter, totaling 6322 units. The planned complementary building are waterfall buildings, gutters inlet, and the biggest dimensions of water control buildings are 1.0 m x 1.0 m x 1.0 m. The total budget plan of the project amounts to Rp 10.643.289.371,00.*

**Keywords :** drainage channels, floods, *ecodrainage*

## 1. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Penduduk Kabupaten Kediri mengalami peningkatan yang pesat. Pada tahun 2019, penduduk di Kecamatan Gampengrejo berjumlah 34.558 jiwa, dan pada tahun 2020 meningkat menjadi 35.528 jiwa. Selain itu, kebutuhan akan lahan pemukiman juga meningkat. Oleh karena itu, perencanaan wilayah yang tepat sangat penting untuk mendukung pembangunan yang berhasil di kawasan tersebut.

Pada tahun 2021, Kabupaten Kediri memiliki curah hujan sebesar 2316 mm dalam setahun. Air hujan yang jatuh kebanyakan dialirkan langsung ke sungai tanpa memanfaatkannya dengan baik dan bisa mengakibatkan banjir jika saluran drainase kurang memadai. Termasuk juga di Desa Kepuhrejo dan Desa Plosorejo yang terdapat saluran drainase, tetapi kondisinya yang tidak layak, banyak kerusakan karena usia saluran yang sudah tua dan memiliki dimensi yang kurang memadai serta saluran hanya terdapat pada satu sisi jalan sehingga sering terjadi genangan air dan banjir di beberapa titik pada ruas jalan.

Perencanaan ulang drainase di Desa Kepuhrejo dan Desa Plosorejo perlu dilakukan sebagai upaya mencegah terjadinya genangan air dan banjir. Tidak hanya untuk saat ini, namun pembangunan drainase yang diharapkan dapat berkelanjutan. Dengan hal ini, drainase berwawasan lingkungan dengan menggunakan lubang resapan biopori dapat mengurangi debit banjir yang ada dan menyerap air ke dalam tanah secara optimal.

Sehubungan dengan latar tersebut maka perlukan dilakukan perencanaan ulang drainase yang sesuai dengan judul kajian yaitu, "Perencanaan Ulang Drainase dan Penerapan *Ecodrainage* Di Kecamatan Gampengrejo Kabupaten Kediri".

### Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

- Menghitung kapasitas dan mengevaluasi kondisi saluran drainase eksisting pada daerah studi.
- Menghitung debit banjir rancangan dengan kala ulang 5 tahun pada saluran drainase daerah studi.
- Menghitung perencanaan dimensi saluran untuk mencegah terjadinya banjir.
- Merencanakan fasilitas *ecodrainage* pada daerah studi.
- Menghitung rencana anggaran biaya perencanaan ulang drainase.

## 2. METODE

Tahapan yang dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian ini yaitu dimulai dari analisis hidrologi, analisis hidrolika, dan menghitung rencana anggaran biaya yang dibutuhkan.

### Analisis Hidrologi

Untuk melakukan uji konsistensi diperlukan data curah hujan kumulatif tahunan minimal dari 3 stasiun hujan terdekat dengan batasan 10 tahun terakhir. Uji konsistensi dilakukan dengan metode Kurva Massa Ganda, yaitu membandingkan nilai kumulatif hujan tahunan dari suatu stasiun dengan kumulatif hujan tahunan di stasiun lainnya.

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

Dimana :

F = faktor koreksi

$m_1/m_2$  = koefisien regresi (kemiringan garis regresi)

Kemudian dilanjutkan menghitung curah hujan daerah menggunakan metode rata-rata al-jabar untuk luas DAS kurang dari 500 km<sup>2</sup> dengan rumus sebagai berikut.

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_n}{n} \quad (2)$$

Dimana :

$\bar{R}$  = Curah hujan rata-rata daerah (mm)

$R_1, \dots, R_n$  = Curah hujan pada setiap stasiun hujan (mm)

n = jumlah stasiun hujan

Untuk menghitung curah hujan rancangan menggunakan metode analisa statistik dengan distribusi-distribusi. Pemilihan metode distribusi yang akan digunakan ditetapkan berdasarkan nilai koefisien kepeccangan ( $C_s$ ) dan koefisien kepuncakan ( $C_k$ ). Didapatkan hasil menggunakan metode distribusi Log Pearson Tipe III, dengan rumus.

$$\log X_{ranc} = \overline{\log X} + G \cdot S_{\log X} \quad (3)$$

Dimana:

$\log X_{ranc}$  = Log hujan rancangan

$\overline{\log X}$  = Rata-rata log data hujan

$S_{\log X}$  = Deviasi standar log data hujan

G = Faktor distribusi (tabel)

Kemudian, untuk mengetahui distribusi sudah sesuai atau tidak, maka dilakukan uji kesesuaian distribusi menggunakan metode uji *Smirnov-Kolmogrov* untuk pengujian horizontal dan uji *Chi-Square* untuk pengujian vertikal, dengan rumus sebagai berikut.

Uji *Smirnov-Kolmogrov*

$$\Delta P = |P_{empiris} - P_{teoritis}| \quad (4)$$

Uji *Chi-Square*

$$(X_{hit}^2) = \sum (X_{empiris} - X_{teoritis})^2 / X_{teoritis} \quad (5)$$

Jika distribusi yang digunakan sudah memenuhi, selanjutnya menghitung debit banjir rancangan yang diawali dengan menghitung waktu konsentrasi. Waktu konsentrasi ( $t_c$ ) adalah waktu yang diperlukan oleh titik air hujan yang jatuh terjauh pada permukaan tanah dalam Daerah Tangkapan Air ke saluran terdekat ( $t_0$ ) dan ditambah waktu untuk mengalir sampai di suatu titik di saluran drainase yang ditinjau ( $t_d$ ). [1]

$$t_c = t_0 + t_d \quad (6)$$

$$t_o = \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times L_o \times \frac{n}{\sqrt{s}} \right)^{0,167} \quad (7)$$

$$t_d = \frac{L_s}{60v} \quad (8)$$

Dimana :

$t_o$  = waktu yang diperlukan air hujan menuju kedalam saluran

$t_d$  = waktu yang diperlukan air dari hulu menuju ke hilir saluran

$L_o$  = Panjang lintasan aliran di atas permukaan lahan (m)

$n$  = koefisien hambatan (manning)

$s$  = kemiringan lahan (%)

$L_s$  = Panjang lintasan aliran pada saluran (m)

$v$  = kecepatan aliran pada saluran (m/detik)

Kemudian dilanjutkan menghitung intensitas hujan. Intensitas hujan adalah derajat curah hujan biasanya dinyatakan oleh jumlah curah hujan dalam suatu satuan waktu.[2]

$$I = \frac{R24}{24} \left( \frac{24}{Tc} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (9)$$

Dimana :

$I$  = Intensitas hujan (mm/jam)

$R24$  = Curah hujan harian maksimum (mm)

$Tc$  = Waktu konsentrasi (jam)

Selanjutnya adalah menghitung debit banjir rancangan menggunakan metode rasional. Debit banjir rancangan adalah debit banjir yang dipakai untuk dasar perencanaan pengendalian banjir yang dinyatakan menurut kala ulang tertentu.[3] Perhitungan ini menggunakan rumus sebagai berikut.

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \quad (10)$$

Dimana :

$Q$  = Debit banjir ( $m^3/dtk$ )

$C$  = Koefisien pengaliran

$A$  = Luas DAS ( $km^2$ )

$I$  = Intensitas hujan (mm/jam)

### Debit Air Limbah

Debit air limbah yang mengalir pada saluran drainase dapat dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut.

$$Q = P_n \times W \quad (11)$$

Dimana :

$P_n$  = Jumlah penduduk (jiwa/tahun)

$W$  = debit buangan perorang (lt/dt)

### Kapasitas Saluran

Kapasitas saluran dapat diketahui dengan cara menjumlah data debit banjir rancangan, debit limbah, dan debit dari saluran sebelumnya.

### Analisis Hidrolika

Analisa hidrolika diperlukan untuk merencanakan dimensi saluran drainase dan menentukan posisi muka air relatif terhadap muka tanah rencana atau jalan rencana.[4] Debit yang mengalir pada saluran dihitung dengan rumus kontinuitas:

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

Dimana :

$Q$  = Debit saluran ( $m^3/dt$ )

$V$  = Kecepatan aliran (m/dt)

$A$  = Luas penampang basah ( $m^2$ )

Untuk menghitung kecepatan aliran dapat menggunakan rumus sebagai berikut.

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} \quad (13)$$

Dimana :

$V$  = Kecepatan aliran (m/dt)

$R$  = Jari-jari hidrolis =  $\frac{A}{P}$  (m)

$s$  = Kemiringan dasar saluran

$n$  = Koefisien kekasaran manning

Aliran kritis, sub-kritis dan super-kritis dinyatakan dengan bilangan Froude. Aliran kritis apabila Froude number,  $Fr = 1$ ; aliran sub-kritis apabila Froude number  $< 1$  dan aliran super-kritis apabila Froude number  $> 1$ . [5] Untuk menentukan jenis aliran dinyatakan dengan bilangan Froude ( $Fr$ ), dapat menggunakan perhitungan seperti berikut :

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

Dimana :

$Fr$  = Bilangan Froude

$V$  = kecepatan aliran (m/detik)

$g$  = Gaya grafitasi ( $m/detik^2$ )

$h$  = kedalaman aliran (m)

### Bangunan Pelengkap

Bangunan pelengkap adalah bangunan air yang melengkapi sistem drainase berupa, gorong-gorong, bangunan pertemuan, bangunan terjunan, siphon, talang, tali air/street inlet, pompa dan pintu air.[6]

#### a. Gorong-gorong

Dalam perencanaan dimensi gorong-gorong, tahapan beserta perhitungan hidrolika yang digunakan sesuai dengan perhitungan perencanaan dimensi saluran.

#### b. Inlet

Jenis inlet yang digunakan adaah inlet datar atau *gutter inlet*. Perhitungan inlet menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q_g = 0,67 \times A_g \times (2g \times d_g)^{0,5} \quad (15)$$

Dimana :

$Q_g$  = kapasitas tangkapan *gutter* ( $m^3/detik$ )

$A_g$  = luas ruang terbuka kisi ( $m^2$ )

- g = percepatan gravitasi = 9,8 m/s<sup>2</sup>
- dg = kedalaman genangan rerata di bahu jalan = Sx.T (m)
- Sx = kemiringan melintang bahu jalan
- T = lebar genangan yang di ijinakan = 5 cm

c. Bangunan Terjunan

Jenis terjunan yang digunakan adalah bangunan terjun tegak. Perhitungan bangunan terjunan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

a) Debit per satuan lebar (q)

$$q = \frac{Q_{renc}}{0,8 b} \tag{16}$$

b) Kedalaman kritis (hc)

$$h_c = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} \tag{17}$$

c) Koefisien pengali (c)

$$C_1 = 2,5 + 1,1 \frac{h_c}{z} + 0,7 \left(\frac{h_c}{z}\right)^3 \tag{18}$$

d) Panjang terjunan ruas pertama

$$L_1 = 3 \times z \tag{19}$$

e) Panjang kolam olak

$$L_2 = c \sqrt{z \cdot h_c} + 0,25 \tag{20}$$

f) Tinggi ambang ujung (a)

$$a = 0,5 \times h_c \tag{21}$$

g) Jarak pondasi pada ruas pertama

$$t = 0,5 (h_{air} + z) \tag{22}$$

d. Bak Kontrol

Bak kontrol direncanakan untuk menyambung saluran dengan dimensi yang berbeda dan berfungsi agar memudahkan kontrol saluran agar tidak terjadi sumbatan. Dimensi bak kontrol direncanakan menggunakan acuan dimensi lebar (b) dan tinggi (H) terbesar dijumlahkan 0,20 m sebagai tinggi jagaan dan panjang (l) sama dengan dimensi lebar.

**Ecodrainage**

Ecodrainage yang dapat diterapkan sebagai pengendali limpasan air adalah lubang resapan biopori, dengan rumus analisis sebagai berikut.

$$Q = F \times K \times H \times n \tag{23}$$

Dimana :

- F = Faktor geometri
- K = Koefisien permeabilitas (cm/s)
- H = Kedalaman biopori (m)
- n = jumlah biopori pada saluran

**Rencana Anggaran Biaya (RAB)**

Perhitungan rencana anggaran biaya dapat diperoleh dengan menggunakan rumus berikut.

$$RAB = \sum(\text{volume pekerjaan} \times \text{HSP}) \tag{24}$$

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Analisis Hidrologi**

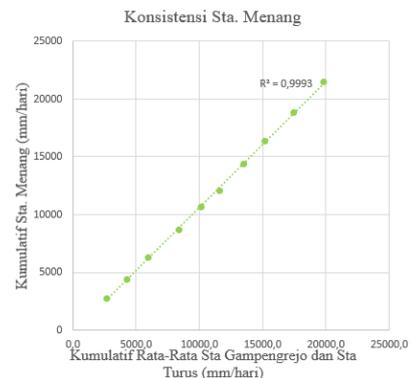
Analisis hidrologi diawali dengan uji konsistensi data hujan. Sebagai contoh hasil perhitungan uji konsistensi data hujan Sta. Menang terhadap Sta. Gampengrejo dan Sta. Turus adalah sebagai berikut.

**Tabel 1.** Hasil Perhitungan Uji Konsistensi Data Hujan

No	Tahun	Curah Hujan Kumulatif Setahun (mm)					
		Sta. Men	Kum Sta. Men	Sta. Gam	Sta. Tur	Rerata Sta. Gam & Tur	Kum Rerata Sta. Gam & Tur
1	2013	2763	2763	2486	2745	2616	2616
2	2014	1655	4418	1542	1656	1599	4215
3	2015	1942	6360	1599	1785	1692	5907
4	2016	2393	8753	2485	2375	2430	8337
5	2017	1971	10724	1559	1920	1740	10076
6	2018	1341	12065	1783	1318	1550	11627
7	2019	2291	14356	2262	1531	1896	13523
8	2020	2008	16364	1415	1870	1642	15165
9	2021	2494	18858	1923	2714	2319	17483
10	2022	2623	21481	2335	2377	2356	19839

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari uji konsistensi, sehingga diperoleh nilai F = 1 yang menunjukkan bahwa data hujan telah konsisten dengan visualisasi node yang searah dengan garis lurus pada grafik.



**Gambar 1.** Kurva Massa Ganda Sta. Menang terhadap Sta. Gampengrejo dan Turus

Sumber : Hasil Perhitungan

Untuk perhitungan curah hujan daerah menggunakan data hujan harian maksimum dengan metode rata-rata aljabar dengan hasil sebagai berikut.

**Tabel 2.** Perhitungan Curah Hujan Daerah

Tahun	Hujan Maksimum (mm/hari)
2013	89,67
2014	100,33
2015	110,67
2016	100,99
2017	91,06
2018	70,68

2019	79,01
2020	72,23
2021	104,67
2022	85,23

Sumber : Hasil Perhitungan

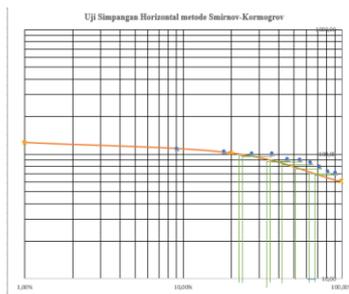
Berdasarkan hasil perhitungan koefisien kepeccengan (*skewness*) dan koefisien kepuncakan (*kurtosis*) yang telah dilakukan, dapat disimpulkan untuk menghitung curah hujan rancangan dengan menggunakan metode Distribusi Log Pearson Tipe III. Kemudian didapat hasil perhitungan curah hujan rancangan dengan kala ulang 5 tahun sebagai berikut.

**Tabel 3.** Hasil Perhitungan Curah Hujan Rancangan

Tr	G	Log Xranc	Xranc	P
5	-0,853	2,009	102,165	20%

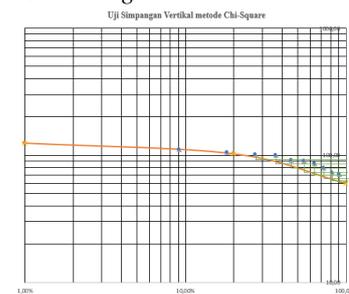
Sumber : Hasil Perhitungan

Hasil plot data pada lembar distribusi untuk uji *Smirnov-Kolmogrov* diperoleh nilai  $|\Delta P|$  maksimum = 23,209%, lebih kecil dari nilai  $D_0 = 41\%$ , maka itu artinya sudah memenuhi. Sementara untuk uji *Chi-Square* diperoleh nilai  $X^2_{hit} = 11,170$ , lebih kecil dari nilai  $X^2$  tabel = 14,067, maka itu artinya sudah memenuhi.



**Gambar 2.** Uji *Smirnov-Kolmogrov*

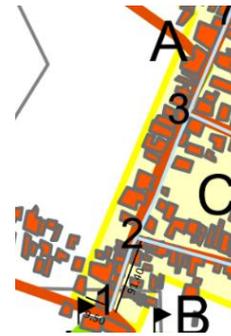
Sumber : Hasil Perhitungan



**Gambar 3.** Uji *Chi-Square*

Sumber : Hasil Perhitungan

Perhitungan debit banjir dari jalan dan rumah, dimana Lo jalan menggunakan setengah jalan badan jalan, sedangkan Lo rumah menggunakan setengah dari luas DTA per saluran yang direncanakan. Berikut ini contoh perhitungan debit banjir pada saluran A1-A2.



**Gambar 4.** Saluran A1-A2

Sumber : Hasil Perhitungan

- Menghitung Qjalan
 
$$Q = 0,278 \times C \times I \times A$$

$$= 0,278 \times 0,70 \times 358,01 \times 0,0002$$

$$= 0,012 \text{ m}^3/\text{detik}$$
- Menghitung Qpermukiman
 
$$Q = 0,278 \times C \times I \times A$$

$$= 0,278 \times 0,40 \times 281,68 \times 0,0009$$

$$= 0,027 \text{ m}^3/\text{detik}$$
- Menghitung Qtotal
 
$$Q = Q_{\text{jalan}} + Q_{\text{permukiman}}$$

$$= 0,012 + 0,027$$

$$= 0,039 \text{ m}^3/\text{detik}$$

**Debit Limbah**

Debit limbah dihitung berdasarkan data jumlah penduduk yang tinggal di daerah studi. Berikut adalah perhitungan debit limbah pada saluran A3-A7, terdapat 98 penduduk.

$$Q_{\text{limbah}} = \text{jumlah penduduk} \times \text{volume limbah cair}$$

$$= 98 \times 300 = 0,00034 \text{ m}^3/\text{orang/hari}$$

**Kapasitas Saluran**

1. Kapasitas Saluran Rencana
 

Perhitungan kapasitas saluran rencana pada saluran D3-D5:

$$Q_{\text{kap}} = Q_{\text{hujan}} + Q_{\text{limbah}} + Q_{\text{sal. sebelumnya}}$$

$$= (0,013 + 0,073) + 0,00032 + 0,000$$

$$= 0,086 \text{ m}^3/\text{detik}$$
2. Kapasitas Saluran Eksisting
 

Perhitungan kapasitas saluran eksisting pada saluran F8-F10:

Diketahui.

$$B = 0,21 \text{ m}$$

$$H = 0,225 \text{ m}$$

$$h_{\text{air}} = 2/3H = 0,15 \text{ m}$$

$$Q_{\text{ren}} = 0,150 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$L_d = 417,8 \text{ m}$$

$$S = 2\%$$
  - a. Menghitung luas penampang basah saluran berbentuk persegi
 
$$A = b \times h$$

$$= 0,21 \times 0,150 = 0,032 \text{ m}^2$$
  - b. Menghitung keliling basah (P)

$$P = b + (2h)$$

$$= 0,21 + (2 \times 0,150) = 0,510 \text{ m}$$

c. Menghitung jari-jari hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{P}$$

$$= \frac{0,032}{0,510} = 0,062 \text{ m}$$

d. Menghitung kecepatan aliran (V)

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

$$= \frac{1}{0,025} \cdot 0,062^{\frac{2}{3}} \cdot 0,02^{\frac{1}{2}} = 0,884 \text{ m/s}$$

$$= 0,2 < 0,884 < 3 \text{ m/s} \dots \text{Memenuhi}$$

e. Menghitung debit (Q)

$$Q = V \times A$$

$$= 0,884 \times 0,032 = 0,028 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$= 0,028 < 0,150 \text{ m}^3/\text{s} \dots \text{Tidak Memenuhi}$$

f. Bilangan Froude (Fr)

Untuk menentukan apakah aliran tersebut subkritis atau tidak dengan rumus sebagai berikut.

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot h}}$$

$$= \frac{0,884}{\sqrt{9,81 \cdot 0,15}} = 0,595$$

$$= 0,007 < 1 \dots \text{Memenuhi}$$

Dari perhitungan diatas diketahui debit saluran (Q) tidak memenuhi persyaratan. Maka, perlu dilakukan redesain.

### Analisis Hidrolika

Dimensi saluran ini direncanakan berbentuk persegi dengan menggunakan *U-Ditch*. Contohnya pada saluran A2-A3 sebagai berikut.

Diketahui:

$$Q_{rencana} = 0,163 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$L_d = 159,32 \text{ m}$$

a. Menghitung kemiringan asli

$$S = \frac{\text{elevasi awal} - \text{elevasi akhir}}{L_d}$$

$$= \frac{62,75 - 62,28}{159,32} = 0,003$$

b. Menghitung luas penampang basah saluran berbentuk persegi dengan trial and error nilai lebar dan tinggi menggunakan rumus sebagai berikut.

$$B = 0,40 \text{ m}$$

$$h_{\text{air}} = 0,379 \text{ m}$$

$$A = B \times h_{\text{air}}$$

$$= 0,40 \times 0,379 = 0,152 \text{ m}^2$$

c. Menghitung keliling basah saluran persegi

$$P = B + 2h$$

$$= 0,40 + 2 \times 0,379 = 1,159 \text{ m}$$

d. Menghitung jari-jari hidrolis persegi

$$R = A / P$$

$$= 0,162 / 1,159 = 0,131 \text{ m}$$

e. Menghitung kecepatan aliran persegi

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

$$V = \frac{1}{0,013} 0,131^{\frac{2}{3}} \sqrt{0,003} = 1,079 \text{ m/s}$$

f. Menghitung Q hitung saluran

$$Q = A \times V$$

$$= 0,162 \times 1,081 = 0,164 \text{ m}^3/\text{s}$$

g. Menghitung Fr

$$Fr = \frac{V}{(g \times h_{\text{air}})^{0,5}}$$

$$Fr = \frac{1,079}{(9,81 \times 0,379)^{0,5}} = 0,559$$

h. Mengontrol debit rencana

$$Q_{\text{hit}} \geq Q_{\text{rencana}}$$

$$0,164 \geq 0,163 \rightarrow \text{Ok}$$

i. Mengontrol kecepatan aliran dengan kecepatan ijin

$$V > V_{\text{min}} (1,079 > 0,2) \rightarrow \text{Ok}$$

$$V < V_{\text{maks}} (1,079 < 3) \rightarrow \text{Ok}$$

j. Menghitung tinggi jagaan

$$Fr < 1 (0,559 < 1) \rightarrow \text{Ok}$$

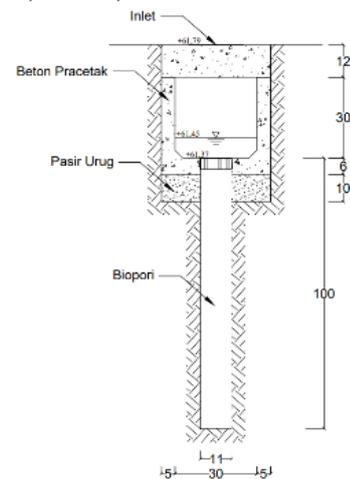
k. Menghitung tinggi jagaan

$$\text{Tinggi jagaan} = 1/3 h_{\text{air}} = 1/3 \cdot 0,379 = 0,126 \text{ m}$$

Sehingga didapatkan nilai dimensi saluran A2 - A3 adalah sebagai berikut.

$$B = 0,40 \text{ m}$$

$$H = 0,379 + 0,126 \approx 0,60 \text{ m}$$



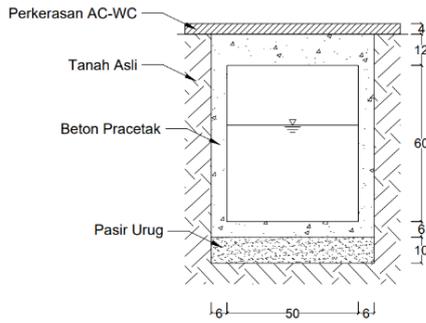
Gambar 5 Potongan Melintang Saluran

Sumber : Hasil Perhitungan

### Bangunan Pelengkap

1. Gorong-Gorong

Persyaratan perhitungan dimensi gorong-gorong sama dengan perhitungan dimensi saluran. Maka diperoleh dimensi gorong-gorong D7-F7,  $b = 0,50 \text{ m}$ ;  $H = 0,60 \text{ m}$



**Gambar 6** Potongan Melintang Gorong-Gorong

Sumber : Hasil Perhitungan

2. Bak Kontrol

Dimensi bak kontrol direncanakan menggunakan acuan dimensi lebar (b) dan tinggi (H) terbesar dijumlahkan 0,20 m sebagai tinggi jagaan dan panjang (l) sama dengan dimensi lebar. Berikut adalah contoh perhitungannya.

Contoh pada saluran E5 - E6; B4 - B5; C4 - B5:

Diketahui

Dimensi saluran E5 - E6:

- b = 0,80 m

- h = 0,80 m

Dimensi saluran B4 - B5:

- b = 0,50 m

- h = 0,50 m

Dimensi saluran gorong-gorong C5 - B5:

- b = 0,50 m

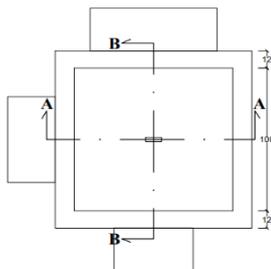
- h = 0,60 m

maka, dimensi bak kontrol adalah:

- b = 0,8 + 0,20 = 1,0 m

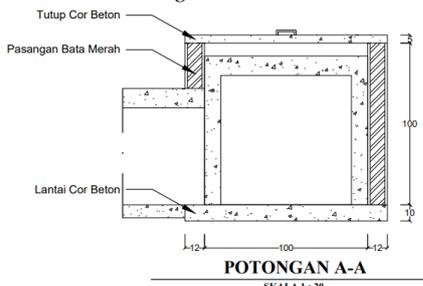
- h = 0,8 + 0,20 = 1,0 m

- l = h = 1,0 m



**Gambar 7** Denah Bak Kontrol 1

Sumber : Hasil Perhitungan



**Gambar 8** Potongan A-A

Sumber : Hasil Perhitungan

3. Gutter Inlet

Inlet yang digunakan dalam perencanaan ini yaitu gutter inlet, karena direncanakan semua saluran tertutup. Berikut perhitungan inlet untuk saluran H12 – H13.

Diketahui:

$Q_{\text{jalan}} = 0,035 \text{ m}^3/\text{detik}$

$g = 9,81 \text{ m/detik}^2$

Kemiringan melintang jalan ( $S_x$ ) = 0,02

$T = 0,05 \text{ m}$

Perhitungan:

$Q_{\text{jalan}} = 0,67 \times A_g \times (2g \times d_g)^{0,5}$

$0,035 = 0,67 \times A_g \times (2 \times 9,8 \times 0,02 \times 0,05)^{0,5}$

$A_g = 0,035 / 0,094$

$A_g = 0,368 \text{ m}^2$

Menggunakan inlet dengan dimensi:

$P = 30 \text{ cm}$

$L = 20 \text{ cm}$

$A = 600 \text{ cm}^2$

Maka  $A_g = 0,368 \text{ m}^2 = 3680 \text{ cm}^2$

Banyak inlet =  $3680 / 600$

=  $6,1 \approx 7 \text{ buah}$

Jarak Inlet =  $\frac{Ld}{n}$   
 $= \frac{596,75}{7} = 74,59 \text{ m}$

4. Bangunan Terjun

Bangunan terjunan yang direncanakan yaitu bangunan terjun tegak. Berikut perhitungan dimensi bangunan terjun pada bangunan terjun saluran A1 – A2.

Diketahui:

$b = 0,30 \text{ m}$

$h = 0,40 \text{ m}$

$Q_{\text{renc}} = 0,039 \text{ m}^3/\text{detik}$

$z = 0,20 \text{ m}$

Perhitungan:

a. Debit per satuan lebar (q)

$q = \frac{Q_{\text{renc}}}{0,8 b}$

$q = \frac{0,039}{0,8 \times 0,30} = 0,16 \text{ m}^3/\text{s}$

b. Kedalaman kritis (hc)

$h_c = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}}$

$h_c = \sqrt[3]{\frac{(0,16)^2}{9,81}} = 0,140 \text{ m}$

c. Tinggi ambang ujung (a)

$a = 0,5 \times h_c$

$a = 0,5 \times 0,140 = 0,07 \text{ m}$

d. Koefisien pengali (c)

$$C_1 = 2,5 + 1,1 \frac{h_c}{z} + 0,7 \left(\frac{h_c}{z}\right)^3$$

$$C_1 = 2,5 + 1,1 \frac{0,140}{0,20} + 0,7 \left(\frac{0,07}{0,2}\right)^3 = 3,51$$

e. Panjang terjunan ruas pertama

$$L1 = 3 \times z$$

$$L1 = 3 \times 0,20 = 0,60 \text{ m}$$

f. Panjang kolam olak

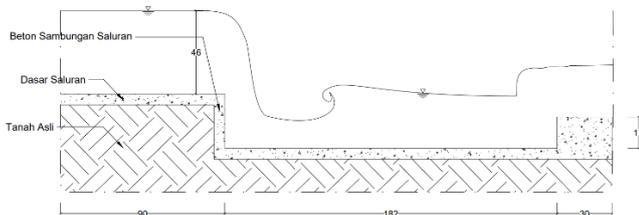
$$L2 = c\sqrt{z \cdot h_c} + 0,25$$

$$L2 = 4,59\sqrt{0,20 \times 0,140} + 0,25 = 0,84 \text{ m}$$

g. Jarak pondasi pada ruas pertama

$$t = 0,5 \text{ (hair+z)}$$

$$t = 0,5 (0,24 + 0,20) = 0,22 \text{ m}$$



**Gambar 9** Potongan Memanjang Bangunan Terjun

Sumber : Hasil Perhitungan

### Ecodrainage

Fasilitas *ecodrainage* yang direncanakan adalah lubang resapan biopori. Berikut adalah contoh perhitungan lubang resapan biopori pada saluran A1-A2.

Diketahui:

$$Ld = 91,40 \text{ m}$$

$$Q_{renc} = 0,3947 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Diameter pipa} = 4'' = 0,114 \text{ m}$$

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

$$\text{Koef. Permeabilitas} = 0,00000011 \text{ cm/s}$$

a. Menghitung nilai faktor geometri (F)

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

$$F = \frac{2\pi \times 1 + \pi^2 \times 0,57 \ln 2}{\ln \left\{ \frac{1 + 2,0,57}{3,0,57} + \sqrt{\left(\frac{1}{3,0,57}\right)^2 + 1} \right\}} = 2,5741$$

b. Menghitung jumlah lubang biopori

$$n = \frac{Ld}{\text{Jarak biopori} + \text{diameter biopori}}$$

$$n = \frac{91,4}{1 + 0,114} = 82,1 \approx 83 \text{ buah}$$

c. Menghitung debit biopori pada saluran

$$Q = F \times K \times H \times n$$

$$= 2,5741 \times 0,00000011 \times 1 \times 83$$

$$= 0,000226 \text{ m}^3/\text{s}$$

d. Daya serap Q biopori

$$Q_{\text{setelah resap}} = Q_{\text{rencana}} - Q_{\text{biopori}}$$

$$= 0,03943 - 0,000226 = 0,03944 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Daya serap} = (Q_{\text{biopori}} : Q_{\text{rencana}}) \times 100\%$$

$$= (0,000226 : 0,03943) \times 100\%$$

$$= 0,06\%$$

### Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya dilakukan untuk mengetahui biaya yang dibutuhkan dalam pembangunan perencanaan ulang drainase di daerah studi. Nilai ini didapat dari perkalian volume pekerjaan dengan harga satuan pekerjaan. Dari hasil perhitungan total biaya pekerjaan menggunakan harga satuan pekerjaan Kabupaten Kediri tahun 2022, didapat hasil rencana anggaran biaya yang dibutuhkan sebesar Rp 10.643.289.371,00

### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan perencanaan ulang saluran drainase di Kecamatan Gampengrejo Kabupaten Kediri, dapat disimpulkan bahwa:

- Dari hasil analisa didapatkan semua saluran eksisting tidak mampu menampung debit banjir yang ada.
- Curah hujan rancangan dengan menggunakan kala ulang 5 tahun adalah sebesar 102,16 mm/hari, debit banjir rancangan total adalah sebesar 2,946 m<sup>3</sup>/s.
- Dimensi rencana saluran drainase yang terkecil adalah 0,30 x 0,30 m dan yang terbesar adalah 1,0 x 1,20 m.
- Fasilitas *ecodrainage* yang diterapkan pada daerah studi adalah lubang resapan biopori dengan diameter 4" dan kedalaman 1 m yang berjumlah 6322 buah yang tersebar di seluruh saluran.
- Total biaya perencanaan sebesar Rp 10.643.289.371,00

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. W. I. A. Ananta, J. T. Pertanian, F. T. Pertanian, and U. Jember, "ANALISIS PERHITUNGAN KEBUTUHAN AIR," 2012.
- [2] S. Sosrodarsono and K. Takeda, *HIDROLOGI*. 2003.
- [3] Soewarno, "hidrologi," *Nova*, vol. 4, no. 1, p. 265, 1995.
- [4] H. Hasmar, *Dranasi terapan*. UII Press, 2011.
- [5] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Cipta Karya, "Buku Jilid IA Tata Cara Penyusunan Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan," *Direktorat Pengemb. Penyehatan Lingkungan. Permukiman.*, p. 149, 2012.
- [6] Verdanto, "Drainase Perkotaan," *UII. Yogyakarta*. p. 219, 1997.