

PERENCANAAN ULANG DRAINASE BERWAWASAN LINGKUNGAN PADA PERUMAHAN GRIYA INTAN ASRI KACAMATAN MOJOROTO KOTA KEDIRI

Anisa Aininnadzifa^{1,*}, Utami Retno Pudjowati², Mohamad Zenurianto³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang², Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang³

¹anisaaininnadzifa22@gmail.com, ²utami.retno@polinema.ac.id, ³mzenurianto@polinema.ac.id

ABSTRAK

Berkurangnya penyerapan tanah karena banyaknya pembangunan perumahan yang terjadi di sekitar perumahan Griya Intan Asri di Kecamatan Mojoroto Kota Kediri menjadi penyebab utama banjir di daerah tersebut. Oleh karena itu, perlu perencanaan saluran drainase dan biopori yang berfungsi sebagai drainase yang ramah lingkungan. Diawali dengan uji konsistensi, curah hujan rancangan, perencanaan jaringan drainase, perhitungan debit banjir, perhitungan kapasitas saluran menggunakan hasil debit banjir rancangan, evaluasi dimensi saluran menggunakan metode analisa hidrolika, perhitungan dimensi, kedalaman dan jumlah lubang biopori. Dari hasil perhitungan diperoleh bahwa dimensi saluran yang paling besar adalah $b = 0,2$ m, $H = 0,4$ m, saluran terkecil adalah $b = 0,4$ m, $H = 1,5$ m. Diameter lubang biopori adalah 0,08 m, dengan kedalaman galian 1 m, jarak antar lubang 1m. Total rencana anggaran biaya yang diperlukan adalah sebesar Rp.2.589.711.000,00.

Kata kunci: drainase, perencanaan dimensi saluran, lubang resapan biopori

ABSTRACT

The reduced absorption of soil due to the large number of housing developments taking place around the Griya Intan Asri housing estate in Mojoroto District, Kediri City, is the main cause of flooding in the area. Therefore, it is necessary to plan drainage channels and biopores that function as environmentally friendly drainage. The first step is consistency test. The second step is the design rainfall. The third step is planning the drainage network. The fourth step is the calculation of the flood discharge, the fifth step is the calculation of the channel capacity using the design flood discharge results, the sixth step is the evaluation of the channel dimensions using the hydraulics analysis method, the seventh step is the calculation of the dimensions, depth and number of biopore holes. the largest is $b = 0.2$ m, $H = 0.4$ m, the smallest channel is $b = 0.4$ m, $H = 1.5$ m. The diameter of the biopore hole is 0.08 m, with an excavation depth of 1 m, the distance between the holes is 1m. The total budget plan required is Rp.2.589.711.000,00.

Keywords: drainage, planning drainage dimension, biopore infiltration holes

1. PENDAHULUAN

Drainase merupakan salah satu fasilitas yang dirancang sebagai jaringan pembuangan air untuk mengeringkan bagian – bagian wilayah Kota Kediri dari genangan air, baik dari air hujan lokal maupun luapan sungai di dalam kota (Menteri Pekerjaan Umum No. 233 Tahun 1987). Saluran drainase juga berfungsi untuk mengangkut limbah, khususnya limbah cair yang berasal dari rumah – rumah dan industri termasuk dalam wilayah tangkapan drainase tersebut dan

kemudian dialirkan ke tempat penampungan atau pembuangan akhir.

Perumahan Griya Intan Asri yang terletak di Desa Dermo, Kecamatan Mojoroto, Kota Kediri adalah sebagai kawasan studi yang dengan luas 11 hektar. Setiap perumahan membutuhkan sistem drainase, yang akan menampung limbah setiap rumah dan akan menampung limpasan air hujan. Selain itu terdapat beberapa wilayah yang terdapat titik genangan yang berpotensi banjir apabila terjadi hujan dengan intensitas tinggi. Oleh karena itu berdasarkan

pemasalahan tersebut dengan mempertimbangkan luasan pemukiman yang padat penduduk dan kurangnya daerah resapan pada pemukiman metode yang tepat untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan merencanakan ulang saluran drainase dan menerapkan lubang biopori untuk mengurangi limpasan air ke saluran.

2. METODE

Data Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan dari tiga stasiun terdekat selama 10 tahun, yaitu Sta Gampengrejo Sta Grogol dan Sta Parang pada tahun 2012 – 2021.

Uji Konsistensi

Uji konsistensi adalah suatu pengujian yang dilakukan untuk mengecek kekonsistenan data hujan yang akan digunakan dalam suatu perencanaan dengan metode kurva masa ganda. Berikut adalah langkah perhitungannya:

- a. Menghitung kumulatif data curah hujan pada stasiun utama sebelum dikonsistensikan (dy).
- b. Menghitung rata-rata data hujan dan kumulatif stasiun-stasiun pembandingnya (dx).
- c. Menentukan dan menghitung M1 dan M2. Perhitungan dapat menggunakan fungsi rumus “SLOPE” pada Microsof Excel.
- d. Menghitung faktor koreksi dengan cara

$$F = \frac{M1}{M2} \dots\dots\dots (1)$$

- e. Mengalikan curah hujan yang perlu dikoreksi dengan faktor koreksi

Curah Hujan Daerah

Curah hujan daerah adalah curah hujan yang telah dirata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan. Curah hujan daerah dapat dihitung dengan cara Metode Rata – Rata Aljabar.

$$\bar{R} = \frac{1}{n} (R1 + R2 + R3 + \dots) \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

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

n = Jumlah titik atau pos pengamatan

R1 + R2 + R3 + ... = Curah hujan tiap titik pengamatan (mm)

Curah Hujan Rancangan

Curah hujan rancangan adalah analisis berulangnya satu peristiwa hujan dengan besaran tertentu, baik frekuensi persatuan waktu maupun kala ualngnya. Ada beberapa jenis metode yang dapat digunakan, salah satunya yaitu metode Gumble.

Distribusi Gumble

Distribusi Gumbel sering digunakan untuk analisis data maksimum, contohnya seperti analisis frekuensi banjir, dengan rumus sebagai berikut.

$$X \text{ rancangan} = \bar{x} + (Yt - Yn) \times \frac{s}{sn} \dots\dots\dots (3)$$

Xranc = Curah hujan rancangan

= Rata-rata hujan

Yt = Reduced variate

Yn = Reduced mean yang tergantung pada n (tabel)

Sn = Reduced standard deviation tergantung pada n (tabel)

Tr = Kala ulang hujan

Uji Kecocokan Distribusi

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan kebenaran hipotesa data hujan agar hasil perhitungan tersebut dapat dipergunakan untuk proses perhitungan selanjutnya.

- a. Uji Smirnoc Kolmogorov

Digunakan untuk menguji simpangan secara mendatar. Pengujian ini dilakukan dengan cara menghitung nilai $\Delta P = P \text{ empiris} - P \text{ teoritis}$. Cari nilai $\Delta P < Do$, maka uji kecocokan distribusi dapat dikatakan telah sesuai.

- b. Uji Chi – Square

Digunakan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang dipilih dapat mewakili distribusi static data yang dianalisis. Pengujian ini dilaukan dengan cara menghitung nilai Ci Square (X^2), dengan rumus sebagai berikut.

$$X^2 \text{ hit} = \sum \frac{(X \text{ teoritis} - X \text{ empiris})^2}{X \text{ teoritis}} \dots\dots\dots (4)$$

Jika nilai $X^2 \text{ hit} < X^2 \text{ tabel}$, maka uji kecocokan distribusi dapat dikatakan telah sesuai.

Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah jumlah curah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu, yang terjadi pada satu kurun waktu air hujan terkonsentrasi. Rumus intensitas hujan menurut (Suripin, 2004):

$$I = \frac{R24}{24} \left[\frac{24}{tc} \right]^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

I = Intensitas hujan (mm/jam)

R24 = Curah hujan rancangan (mm/hari)

tc = Waktu konsentrasi (menit)

Untuk menghitung nilai tc dapat menggnakan rumus berikut (SNI 03-3424-1994):

$$tc = t_0 + t_d \dots\dots\dots (6)$$

$$t_d = \frac{Ld}{60.V} \dots\dots\dots (7)$$

$$t_0 = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_0 \times \frac{nd}{\sqrt{S}} \right]^{0,167} \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan:

tc = Waktu konsentrasi menit (menit)

L0 = Panjang saluran (m)

Ls = Jarak titik terjauh hingga ke drainase (m)

i = Kemiringan dasar saluran (desimal)

t0 = Waktu pengaliran air yang mengalir di atas permukaan tanah menuju saluran (inlet time) dalam menit

nd = Koefisien hambatan

td = Waktu penhaliran air yang mengalir di dalam saluran sampai titik yang ditinjau (*condult time*) dalam menit

V = Kecepatan air dalam saluran (m/detik)

Debit Banjir Rancangan

Metode rasional adalah metode yang paling sederhana dalam memperhitungkan debit banjir rancangan. Metode ini dapat menggambarkan hubungan anatar debit limpasan dengan besar curah hujan secara prektis yang berlaku untuk DAS hingga 5.000 hektar (Suripin, 2004)

$$Q_p = C \times I \times A \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan:

Qp = Debit banjir rancangan (m³/detik)

C = Koefisien pengairan

I = Intensitas curah hujan (mm/detik)

A = Luas daerah pengaliran (m²)

Air Limbah Pemukiman

Air kotor atau air buangan merupakan air sisa atau bekan dari air yang dimanfaatkan untuk kepentingan sehari – hari.

$$Q = P_n \times W \dots\dots\dots (10)$$

Keterangan:

Q = Debit air kotor (lt/hr)

Pn = Jumlah penduduk (org)

W = Jumlah debit limbah (lt/org/hari)

Dimensi Saluran

Setelah mengetahui debit banjir rancangan, maka langkah selanjutnya adalah menghitung debit aliran dan debit kapasitas drainase. Kemudian dilakukan evaluasi dengan control debit (Q), kecepatan (V), dan kekritisian aliran (Fr).

a. Debit Saluran

Debit saluran harus lebih besar dari debit air yang akan ditampung oleh drainase.

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

Keterangan:

Q = Debit saluran (m³/detik)

V = Kecepatan aliran (m/detik)

A = Luas penampang basah (m²)

b. Kecepatan Aliran (Rumus Manning)

Kecepatan harus memenuhi kecepatan minimum dan maksimum sesuai dengan bahan saluran yang digunakan.

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

Keterangan:

V = Kecepatan aliran (m/detik)

n = Angka kekasaran manning

R = Jari – jari hidrolis (m)

S = Kemiringan saluran (%)

Berikur adalah table kecepatan ijin pada saluran sesuai dengan bahan yang digunakan.

Table 1. Kecepatan Ijin Saluran Berdasarkan Jenis Saluran

Jenis saluran	Kecepatan Ijin Max	Kecepatan Ijin Min
Saluran tanah tidak dilapisi	0,6 m/detik	0,20 m/detik
Saluran tanah dilapisi beton	3,0 m/detik	0,60 – 1,0 m/detik
Pasangan batu kali	2,0 m/detik	0,6 m/detik

(Sumber: PU Tata Cara Penyusunan Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan Buku Jilid I. 2012)

c. Kekritisian Aliran (Bilangan Froude)

Nilai kekritisian aliran harus kurang dari 1.

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g \times h}} \dots\dots\dots (14)$$

Keterangan:

V = Kecepatan aliran (m/detik)

h = Kedalaman aliran (m)

g = Kecepatan gravitasi (9,8 m/detik²)

Lubang Resapan Biopori

Lubang resapan biopori direncanakan untuk mengurangi debit limpasan sehingga meminimalisir resiko terjadi banjir, berikut adalah rumus perhitungan lubang resapan biopori.

a. Nilai Faktor Geometrik

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

Keterangan:

H = Kedalaman tiap lubang (m)

R = Jari – jari tiap lubang resapan biopori (m)

F = Faktor geometrik (m)

b. Pehirungan Jumlah Lubang Resapan Biopori

$$Q = F \times K \times H \text{ total} \dots\dots\dots (16)$$

$$H = \frac{Q}{F \times K} \dots\dots\dots (17)$$

$$n = \frac{H}{1 \text{ m}} \dots\dots\dots (18)$$

Keterangan:

Q = Debit air yang terserap oleh lubang resapan biopori (m³/dt)

H = Kedalaman lubang resapan biopori (m)

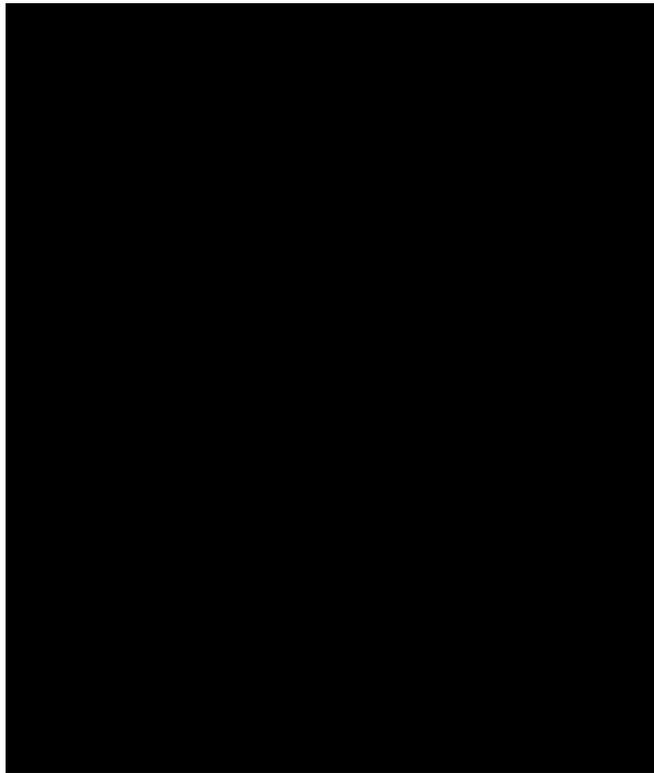
K = Nilai permeabilitas tanah

F = faktor geometrik (m)

n = jumlah lubang resapan biopori

Diagram Alir Penelitian

Berikut adalah diagram alir penelitian.



2013	69,864
2012	77,011
2011	57,241

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Curah Hujan Rancangan

Dari data curah hujan rata – rata maksimum, kemudian dilakukan perhitungan curah hujan rancangan dengan menggunakan Metode Gumble. Dengan kala ulang 5 tahun dihasilkan hujan rancangan sebesar 81,904 mm/hari

Uji Kecocokan Distribusi

Dari data curah hujan rata – rata maksimum dan peluang kejadian kemudian dilakukan pengujian distribusi hujan rancangan Smirnov Kolmogorof dan Chi Square. Pada uji Smirnov Kolmogorof dihasilkan D max sebesar 25,927%. Dengan α sebesar 0,05% dan jumlah data adalah 10, maka nilai D_o adalah 41%. Dengan demikian, maka nilai $D_{max} < D_o$, maka data tersebut telah sesuai.

Pada pengujian Chi Square, didapatkan nilai X^2 hitung adalah sebesar 4,304. Dengan derajat kepercayaan sebesar 0,05 dan jumlah data adalah 10 tahun, maka X^2 tabel adalah 14,067. X^2 hitung $< X^2$ tabel, maka data tersebut telah sesuai.

Intensitas Curah Hujan

Dalam menghitung intensitas curah hujan, perlu menghitung waktu konsentrasi (t_c) terlebih dahulu. Pada saluran S1 – S3, dengan membedakan limpasan air dari jalan dan dari pemukiman didapatkan t_c jalan adalah 0,055 jam dan t_c pemukiman adalah 0,071 jam. Sehingga didapatkan intensitas curah hujan saluran S1 – S3 Dari jalan adalah 0,000060 mm/detik dan dari pemukiman adalah 0,000051 mm/detik.

Debit Banjir Rancangan

Debit banjir rancangan dihitung dengan menggunakan Metode Rasional diperoleh hasil debit banjir rancangan dari jalan dan pemukiman yang kemudian ditambahkan, contoh pada saluran S1 – S3 debit dari jalan adalah 0,012 m³/detik dan dari pemukiman adalah 0,034 m³/detik, sehingga totalnya adalah 0,046 m³/detik.

Air Limbah Pemukiman

Air limbah pemukiman dihitung berdasarkan jumlah orang yang tinggal di rumah yang airnya mengalir pada saluran tersebut dikalikan dengan jumlah limbah cair yang dihasilkan setiap orang dalam satu hari. Volume limbah cair untuk rumah keluarga tunggal adalah sebesar 300 liter/orang/hari. Dari perhitungan tersebut diperoleh debit limbah cair saluran S1 – S3 yaitu sebesar 0,00023 m³/orang/detik.

Setelah dilakukan perhitungan curah hujan rancangan dan debit limbah, serta menambahkan debit saluran sebelumnya didapatkan debit saluran rencana untuk saluran S1- S3 adalah sebesar 0,093 m³/detik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Konsistensi

Untuk melakukan uji konsistensi data yang diperlukan adalah kumulatif curah hujan setiap stasiun selama 10 tahun. Kemudian membuat kurva massa ganda, menentukan dan menghitung M1 dan M2, serta menghitung angka koreksi. Dari perhitungan, dihasilkan angka koreksi untuk Sta Gampengrejo = 0,73, Sta Grogol = 0,86, dan Sta Parang = 1,05 Kemudian menghitung data terkoreksi yaitu dengan mengalikan curah hujan pada tahun yang perlu dikoreksi dengan angka koreksi.

Curah Hujan Daerah

Pada perhitungan ini, curah hujan daerah dicari dengan cara rata- rata aljabar. Data yang digunakan adalah data hujan maksimum/hari yang telah dikoreksi. Berikut adalah data curah hujan rata – rata maksimum.

Table 2. Curah Hujan Rata - Rata Maksimum

Tahun	Curah Hujan Max (mm/hari)
2020	84,667
2019	83,667
2018	58,000
2017	82,000
2016	67,333
2015	73,333
2014	68,333

Dimensi Saluran

Dari dimensi dan kemiringan saluran eksisting, kemudian dihitung debit kapasitas drainase eksisting, kecepatan aliran serta kekritisan aliran drainase eksisting. Kemudian dilakukan kontrol Q, V dan Fr.

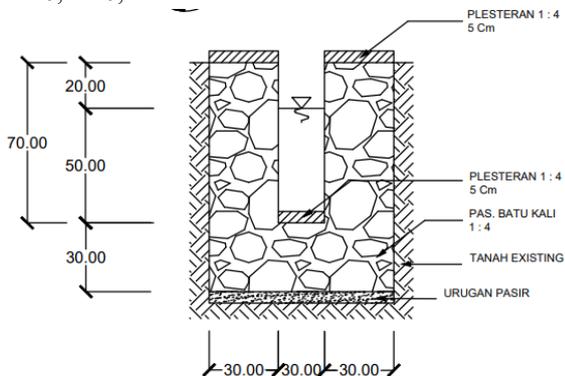
Berdasarkan hasil perhitungan pada saluran K1 – K2 Dengan dimensi eksisting 0,4 m x 0,12 m dengan kemiringan 0,009%, debit kapasitas drainase eksisting didapatkan sebesar 0,053 m³/detik. Dengan debit saluran rencana sebesar 0,093 m³/detik, maka debit saluran tersebut dinyatakan tidak aman.

Pada perhitungan kecepatan saluran, didapatkan kecepatan aliran adalah 1,094 m/detik. Dengan bahan saluran batu kali, maka kecepatan ijin adalah 0,200 m/detik – 2,000 m/detik. Dengan demikian, kecepatan saluran dinyatakan aman.

Hasil dari perhitungan kekritisan aliran (Fr) pada saluran eksisting didapatkan sebesar 1,023. Dengan demikian, maka kekritisan aliran dinyatakan tidak aman.

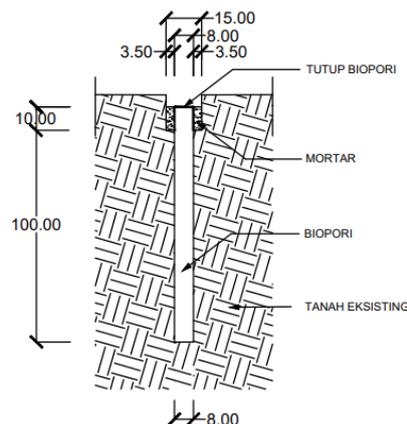
Jika saluran tidak memenuhi dari salah satu dari ketiga kontrol tersebut, maka saluran dinyatakan tidak aman, sehingga pada perhitungan ini didapatkan sebanyak 49 dari 49 saluran dan 11 dari 11 gorong – gorong dinyatakan tidak aman dan harus direncanakan ulang

Hasil dari perhitungan dimensi baru saluran K1 – K2. yang telah memenuhi ketiga kontrol didapatkan dimensi sebesar 0,4 x 0,2 m.



Lubang Resapan Biopori

Lubang resapan Biopori direncanakan memanjang seraha dengan saluran. Pada saluran K1 – K2 dengan Panjang saluran adalah 88,962, dengan diameter pipa biopori yang dipakai sebesar 3 dim (0,08 m) dan kedalaman lubang yang direncanakan adalah 1 m, dihasilkan jumlah lubang biopori yang terletak memanjang pada saluran K1 – K2 adalah sebanyak 83 lubang, dengan debit lubang resapan biopori adalah sebesar 0,0019 m³/detik dengan daya resap sebesar 0,035%, maka debit saluran K1 – K2 setelah ditambahkan lubang resapan biopori menjadi 0,051 m³/detik dari 0,093 m³/detik.



4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil evaluasi dan perencanaan ulang saluran pada Kawasan Perumahan Griya Intan Asri, Kota Kediri diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Setelah dilakukan perhitungan debit kapasitas saluran eksisting, debit terbesar adalah 1,021 m³/detik.
- Setelah dilakukan perhitungan curah hujan rancangan dan debit limbah didapatkan debit saluran rencana terbesar adalah 1,361 m³/detik.
- Perencanaan ulang saluran direncanakan berbentuk persegi dengan bahan batu kali sehingga didapatkan dimensi terbesar adalah 0,7 m x 0,6 m.
- Bangunan berwawasan lingkungan yang dibutuhkan untuk mengatasi masalah genangan di lokasi eksisting adalah Lubang Resapan Biopori dengan diameter tipikal untuk keseluruhan sebesar 3292,195 m dengan kedalaman 1 m, dan total jumlah keseluruhan lubang yang dibutuhkan adalah 2059 lubang.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1994. SNI 03-3424-1994 Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan
- Anonim. 1997. Drainase Perkotaan. Jakarta: Gunadarma
- Anonim. 2012. Tata Cara Penyusunan Rencan Induk Sistem Drainase Perkotaan Buku Jilid 1. Jakarta: kementerian Pekerja Umum
- Hasmar, H., & HA, I. M. (2002). Drainase Perkotaan. UII. Yogyakarta.
- Suripin. 2004. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan, Yogyakarta: Andi Press.
- Soemarto, C. D. (1987). Hidrologi teknik.