

PERENCANAAN ULANG SALURAN DRAINASE BERWAWASAN LINGKUNGAN PADA JALAN RAYA PENATARAN KABUPATEN BLITAR

Anisa Gita Oktavia ¹, Moh. Charits ², Sutikno ³

¹ Mahasiswa D4 Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang
^{2,3}, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang

¹ sagitaoktavia01@gmail.com, ² moh.charits@polinema.ac.id, ³ sutikno.civil@gmail.com

Abstrak

Saluran drainase pada Jalan Raya Penataran tidak dapat berfungsi dengan baik karena adanya limpasan air hujan di badan jalan yang menyebabkan banjir dan mengganggu aktivitas masyarakat. Hal ini disebabkan kondisi saluran drainase yang rusak dan tidak terawat sehingga tidak dapat menampung debit yang ada. Tujuan penelitian ini yaitu mengevaluasi saluran drainase, menghitung curah hujan rancangan, menentukan dimensi saluran baru dan bangunan penunjangnya, merencanakan penggunaan biopori sebagai penerapan drainase berwawasan lingkungan, dan menghitung rencana anggaran biaya. Pada penelitian ini mengimplementasikan tiga jenis sumber data yaitu data harga satuan pokok pekerjaan Kabupaten Blitar pada tahun 2024, peta topografi, dan data curah hujan di tiga stasiun terdekat (Karangnongko, Pojok, Ngadirejo). Metode yang diimplementasikan untuk mengolah data penelitian diantaranya, metode rasional untuk menganalisis debit banjir rancangan, metode chi square dan Smirnov-kolmogorov dengan kala ulang 10 tahun untuk menganalisis kesesuaian, dan metode log pearson tipe III untuk menganalisis data curah hujan. Berdasarkan analisis dan pengolahan data yang dilakukan didapati $0,025 - 0,133 \text{ m}^3$ per detik sebagai debit banjir rancangan. Kemudian sistem drainase yang dibuat berjumlah 9567 buah dengan kedalaman 1 meter dan diameter lubang resapan sebesar 100 cm. Sistem drainase yang dibuat ini mengedepankan wawasan lingkungan. Selanjutnya dimensi saluran yang dibuat memiliki diameter terbesar $0,80 \text{ m} \times 1,00 \text{ m}$ dan $0,24 \text{ m} \times 0,43 \text{ m}$ sebagai diameter terkecil. Sementara pelaksanaan konstruksi yang dibutuhkan sebesar Rp 1.413.034,00.

Kata kunci: banjir, perencanaan drainase, anggaran biaya

Abstract

The drainage channel on Jalan Raya Penataran cannot function properly due to rainwater runoff on the road causing flooding and disrupting community activities. This is due to the condition of the drainage channel which is damaged and not maintained so that it cannot accommodate the existing discharge. The purpose of this research is to evaluate drainage channels, calculate design rainfall, determine the dimensions of new channels and supporting buildings, plan the use of biopores as an application of environmentally sound drainage, and calculate a cost budget plan. This research implemented three types of data sources, namely data on the unit price of work of Blitar Regency in 2024, topographic maps, and rainfall data at three nearby stations (Karangnongko, Pojok, Ngadirejo). The methods implemented to process the research data included the rational method to analyse the design flood discharge, the chi square and Smirnov-kolmogorov methods with a 10-year return period to analyse suitability, and the log pearson type III method to analyse rainfall data. Based on the analysis and data processing carried out, $0.025 - 0.133 \text{ m}^3$ per second was found as the design flood discharge. Then the drainage system made is 9567 pieces with a depth of 1 metre and an infiltration hole diameter of 100 cm. This drainage system prioritises environmental insights. Furthermore, the dimensions of the channel made have the largest diameter of $0.80 \text{ m} \times 1.00 \text{ m}$ and $0.24 \text{ m} \times 0.43 \text{ m}$ as the smallest diameter. While the required construction implementation is IDR 1,413,034.00.

Keywords: floods, drainage planning, cost budgets

Perencanaan Ulang Saluran Drainase Berwawasan Lingkungan pada Jalan Raya Penataran Kabupaten Blitar

Pendahuluan

Jalan Raya Penataran memanjang di wilayah Desa Jiwut dan Desa Nglegok yang berada di Kecamatan Nglegok, Kabupaten Blitar. Dikutip dari informasi-realita.net (11/10/2022), Kabupaten Blitar diguyur banjir berintensitas tinggi yang mengakibatkan banjir di beberapa wilayah. Salah satu lokasi terdampak berada di Jalan Raya Penataran, terutama di area sekitar Pasar Nglegok.

Penyebab lain terjadinya banjir di Jalan Raya Penataran disebabkan tidak berfungsinya saluran drainase secara optimal. Saluran drainase eksisting tidak dapat menampung limpasan air terutama pada saat curah hujan tinggi, sehingga menimbulkan genangan di badan jalan. Fungsi drainase yang tidak optimal dikarenakan dimensi saluran yang terlalu kecil dan mengalami pendangkalan akibat sampah dan sedimen. Pada beberapa titik tidak ditemukan inlet dan sebagian tertutup oleh sampah dan tanaman liar, sehingga limpasan air tidak dapat masuk ke dalam saluran drainase.

Maka, perlu direncanakan kembali saluran drainase di ruas Jalan Raya Penataran dengan merencanakan dimensi saluran yang optimal dan rencana anggaran biaya yang ekonomis untuk tercapainya saluran drainase yang memadai dan berfungsi dengan baik. Dilakukan inovasi dengan menambahkan perencanaan drainase berwawasan lingkungan (ecodrainage) menggunakan lubang resapan biopori (LRB) di area genangan untuk mereduksi jumlah limpasan sebelum masuk ke saluran drainase. Oleh karena itu, disusunlah skripsi dengan judul “Perencanaan Ulang Saluran Drainase Berwawasan Lingkungan pada Jalan Raya Penataran Kabupaten Blitar” yang diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan tersebut.

Metodologi

Tindakan merencanakan ulang saluran drainase di Jalan Raya Penataran Kecamatan Nglegok Kabupaten Blitar menggunakan data survey drainase eksisting, curah hujan 10 tahun terakhir yaitu 2014 – 2023, peta topografi, dan harga satuan pokok kegiatan Kabupaten Blitar 2024 dengan kala ulang yang digunakan 10 tahun. Data tersebut diolah untuk memperoleh nilai-nilai yang diperlukan dalam perencanaan.

Studi perencanaan ulang saluran drainase terletak di Jalan Raya Penataran yang berada di wilayah Kecamatan Nglegok, Kabupaten Blitar.

Objek yang akan dikaji memiliki luas 46,13 hektar dengan lebar jalan 4 – 8 meter.



Gambar 1. Peta Daerah Studi

Uji Konsistensi

Serangkaian proses pengujian yang ditujukan untuk memeriksa data hujan yang didapatkan benar atau tidak serta salah atau tidak selama proses pengukuran disebut dengan uji konsistensi. Metode yang digunakan yaitu Kurva Massa Ganda dengan menguji konsistensi kumulatif data hujan di suatu stasiun dan melakukan perbandingan kumulatif data hujan pada stasiun disekitarnya pada waktu bersamaan.

Curah Hujan Daerah

Metode untuk menganalisis tingkat curah hujan daerah dengan mengansumsikan setiap stasiun tingkat curah hujan hampir sama dengan rerata curah hujan (Suripin, 2004). Curah hujan daerah dihitung menggunakan Rumus 1:

$$P = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n} \quad (1)$$

dimana:

n = jumlah pos penakaran hujan
P₁, P₂, P_n = curah hujan yang tercatat di pos penakaran

Curah Hujan Rancangan

Penentuan nilai hujan rencana berdasarkan pada nilai koefisien kepencenggan (skewness) dan koefisien kepuncukan (kurtosis) yang dihitung menggunakan Rumus 2 dan Rumus 3:

$$Cs = \frac{n \sum (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \quad (2)$$

$$Ck = \frac{n^2 \sum (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \quad (3)$$

Dengan:

X_i = data hujan ke-i

\bar{X} = data hujan rata-rata

n = jumlah data

S = standar deviasi

Metode distribusi probabilitas yang diimplementasikan dalam penelitian ini terdiri

Perencanaan Ulang Saluran Drainase Berwawasan Lingkungan pada Jalan Raya Penataran Kabupaten Blitar

dari beberapa macam. Metode yang sesuai dengan nilai curah hujan daerah yaitu Log Pearson Tipe III dan dihitung menggunakan Rumus 4:

$$\log d_{rancangan} = \log x + G.S \quad (4)$$

Dengan:

x = data curah hujan

G = variabel standar untuk x yang besarnya bergantung koefisien kepencengen (C_s)

S = standar deviasi

Uji Kesesuaian Distribusi

Untuk memastikan ketepatan hasil perhitungan dilakukan pengujian berupa uji simpangan secara horizontal menggunakan metode Smirnov-Kolmogorov dan uji simpangan secara vertikal menggunakan metode Chi-square (Suripin, 2004).

- a. Uji Smirnov-Kolmogorof tidak mengimplementasikan fungsi distribusi tertentu (Suripin, 2004). Kesesuaian pengujian berdasarkan hubungan antara nilai selisih antara peluang empiris dan peluang teoritis (ΔP_i) dengan nilai derajat kejemuhan (D_o). Apabila nilai $\Delta P < D_o$ maka metode distribusi yang dipilih sudah sesuai.
- b. Uji Chi-square bertujuan menganalisis ada atau tidaknya penerimaan secara teoritis dalam uji simpangan vertikal. Perhitungan nilai Chi-square menggunakan Rumus 5:

$$x^2_{hit} = \sum \frac{(x_{empiris} - x_{teoritis})^2}{x_{teoritis}} \quad (5)$$

Dengan:

X^2 = parameter Chi Square

$X_{empiris}$ = x berdasarkan data

$X_{teoritis}$ = x berdasarkan kertas distribusi

Waktu Konsentrasi Hujan

Durasi waktu yang diperlukan agar air bisa sampai dibagian titik kontrol dari titik terjauh dengan berpedoman pada bagian hilir disebut dengan waktu konsentrasi hujan (Suripin, 2004). Terdapat dua macam waktu konsentrasi yaitu conduct time (t_d) yang merepresentasikan lamanya air mengalir di sepanjang saluran dan intlet time (t_o) merepresentasikan waktu air mengalir di permukaan tanah. Nilai waktu konsentrasi hujan dihitung menggunakan Rumus 6:

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

$$t_o = \left(\frac{2}{3} \times 3.28 \times L_0 \times \frac{nd}{\sqrt{s}} \right)^{0.167} \quad (7)$$

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

Dengan:

t_c = waktu konsentrasi (jam)

t_o = waktu air mengalir di permukaan tanah (menit)

t_d = lamanya air mengalir di sepanjang saluran (menit)

L_0 = Panjang lintasan aliran di atas permukaan lahan

nd = angka kekasaran permukaan

s = kemiringan medan limpasan

L_s = panjang saluran/sungai (m)

V = kecepatan aliran ideal pada saluran (m/detik)

Intensitas Curah Hujan

Tingginya curah hujan selama kurun waktu air tersebut terkonsentrasi disebut dengan intensitas curah hujan (Pd T-02-2006-B). Metode yang diimplementasikan untuk mengukur intensitas curah hujan harian yaitu metode Monobebe, sebagaimana perhitungannya dalam Rumus 9:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \quad (9)$$

dimana:

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

t = durasi hujan (jam)

R_{24} = curah hujan rancangan dengan peluang tertentu

Debit Banjir Rancangan

Nilai debit banjir rancangan digunakan sebagai acuan menghitung besarnya debit air hujan yang akan dialirkan. Debit banjir rancangan dihitung menggunakan Metode Rasional (USSCS, 1973) pada Rumus 10:

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

dimana:

A = luas catchment area (ha)

I = intensitas hujan (mm/jam)

C = koefisien pengaliran

Q = debit banjir rancangan (m³/dt)

Debit Limbah

Metode perhitungan debit limbah didasarkan atas limbah domestik yang dihasilkan dari instansi bangunan komersial, bangunan umum, lingkungan rumah tinggal, kamar mandi, tempat cuci, dapur, dan sejenisnya (Suripin, 2004). Kuantitas perencanaan debit limbah biasanya digunakan 50%-70% dari rata-rata pemakaian air bersih. Debit air kotor dihitung berdasarkan Rumus 11:

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

dimana:

W = debit limbah per orang (lt/orang/hari)

P_n = jumlah penduduk

Q = debit limbah (m³/dt)

Perencanaan Ulang Saluran Drainase Berwawasan Lingkungan pada Jalan Raya Penataran Kabupaten Blitar

Lubang Resapan Biopori (LRB)

Karakteristik umum dari biopori yaitu berbentuk lubang silindris dan diletakkan dalam tanah dengan arah vertikal sebagai tempat resapan air untuk menangani genangan air. Adapun upaya yang bisa diterapkan untuk mengurangi jumlah genangan air di permukaan dengan menambah jumlah resapan air. Perhitungan jumlah ideal lubang biopri pada tiap saluran menggunakan Rumus 12:

$$n = \frac{Ld}{\text{jarak lubang} + \text{diameter lubang}} \quad (12)$$

Perhitungan debit air yang mampu diresapkan pada lubang resapan biopori menggunakan Rumus 13:

$$Q_{LRB} = F \times K \times H \quad (13)$$

Dengan:

Q = debit biopori (m^3/detik)

K = nilai permeabilitas tanah (m/s)

H = kedalaman total biopori (m)

Dimensi Saluran

Perencanaan dimensi saluran berkaitan dengan perhitungan analisa hidrologi dengan tujuan untuk merencanakan dimensi yang sesuai dengan jumlah debit limpasan yang sudah dihitung dalam analisa hidrologi. Kecepatan aliran dapat dihitung menggunakan Rumus Manning pada Rumus 14:

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \quad (14)$$

Dengan:

V = kecepatan aliran (m/dtk)

R = jari-jari hidrolik (m)

S = kemiringan dasar saluran (m)

n = koefisien Manning

Nilai bilangan Froude (Fr) untuk menentukan jenis aliran berdasarkan gaya gravitasi dan gaya inersianya dihitung menggunakan Rumus 15:

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot h}} \quad (15)$$

Dengan:

Fr = bilangan Froude

v = kecepatan aliran (m/detik)

g = gaya gravitasi (m/detik^2)

h = kedalaman (m)

Debit aliran dihitung menggunakan rumus kontinuitas pada Rumus 16:

$$Q = V \times A \quad (16)$$

Dengan:

Q = debit saluran (m^3/detik)

V = kecepatan aliran (m/detik)

A = luas penampang saluran (m^2)



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Hasil Penelitian dan Pembahasan Kondisi Drainase Eksisting

Kondisi drainase eksisting pada beberapa titik di kawasan Jalan Raya Penataran pada tanggal 15 Desember 2024 dapat dilihat pada gambar berikut:

Form Survei Saluran Drainase									
No.	TITIK		Bahan	Bentuk	Dimensi			Dokumentasi	Ket.
	Awal	Akhir			B	H	h		
16	E1	E	Batu kali	Persegi	30	30			Terdapat sedimen dan tanaman liar
17	A3	A	Batu kali	Persegi	30	30			Kondisi drainase baik, terdapat tanaman liar
18	C	C1	Batu kali	Persegi	30	30			Kondisi drainase baik, terdapat sedimen

Gambar 3. Kondisi Drainase Eksisting

Analisis Data Hidrologi

Data curah hujan 10 tahun terakhir yaitu pada tahun 2014 – 2023 dari 3 stasiun hujan terdekat yaitu stasiun Ngadirejo, stasiun Pojok, stasiun

Perencanaan Ulang Saluran Drainase Berwawasan Lingkungan pada Jalan Raya Penataran Kabupaten Blitar

Karangnongko diolah dengan cara menjumlahkan hujan harian untuk tiap bulan pada masing-masing tahun, kemudian menghitung nilai rata-ratanya dengan untuk memperoleh curah hujan kumulatif tahunan.

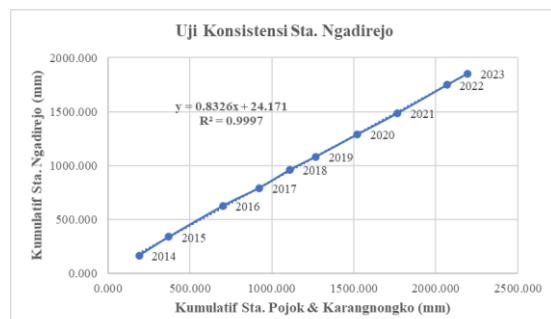
Tabel 1. Curah Hujan Kumulatif Tahunan

Tahun	Kumulatif Hujan Tahunan (mm)		
	Sta. Ngadirejo	Sta. Pojok	Sta. Karangnongko
2014	165.667	165.833	215.750
2015	171.750	182.000	181.167
2016	287.500	256.500	401.917
2017	167.000	189.833	255.333
2018	167.417	161.750	210.250
2019	122.833	134.833	181.750
2020	205.83	186.000	321.583
2021	197.083	208.500	281.167
2022	262.167	245.917	358.333
2023	105.833	109.333	143.583

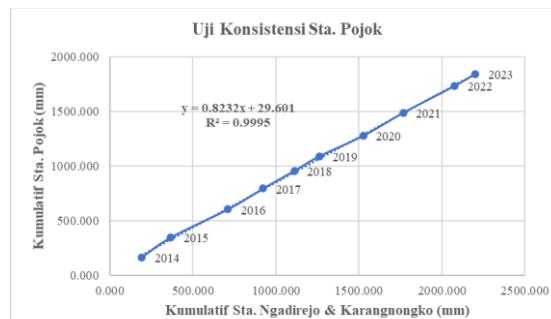
Sumber: Perhitungan

Uji Konsistensi

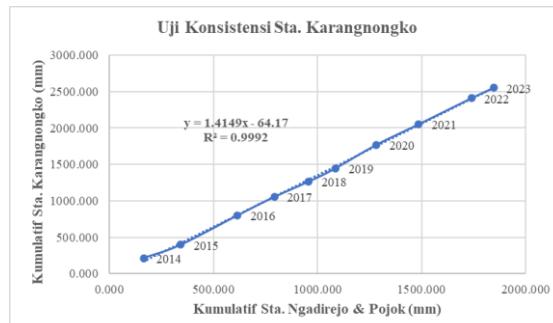
Hasil uji konsistensi berupa grafik linear dengan kriteria garis lurus dan nilai koefisien determinasi determinasi (R^2) mendekati satu. Grafik untuk semua stasiun dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4. Uji Konsistensi Sta. Ngadirejo



Gambar 5. Uji Konsistensi Sta. Pojok



Gambar 6. Uji Konsistensi Sta. Karangnongko

Curah Hujan Daerah

Perhitungan curah hujan daerah untuk tiap tahun pada/-p=lll tiap stasiun hujan dihitung menggunakan Rumus 1 dan dipilih nilai terbesar sebagai nilai curah hujan daerah di tahun tersebut. Perhitungan curah hujan daerah untuk Sta. Ngadirejo tahun 2015 sebagai berikut:

$$\text{Rata-rata} = \frac{96+93+45}{3} = 78 \text{ mm}$$

Tabel 2. Curah Hujan Daerah

Tahun	CH Daerah
2014	69.00
2015	78.00
2016	71.333
2017	66.667
2018	70.333
2019	92.000
2020	65.000
2021	69.333
2022	92.667
2023	60.000

Sumber: Perhitungan

Curah Hujan Rancangan

Metode distribusi yang digunakan untuk perhitungan curah hujan rancangan sesuai dengan nilai koefisien kepencenggan (C_s) dan koefisien kepuncukan (C_k) yang memenuhi yaitu Log Pearson Tipe III. Berdasarkan perhitungan sesuai dengan Rumus 2 dan Rumus 3 yaitu:

$$C_s \frac{10 \cdot (10081,542)}{(10-1)(10-2)10,971^3} = 1,060 \neq 0$$

$$C_k \frac{10^2 \cdot (296608,394)}{(10-1)(10-2)(10-3) 10,971^4} = 4,062$$

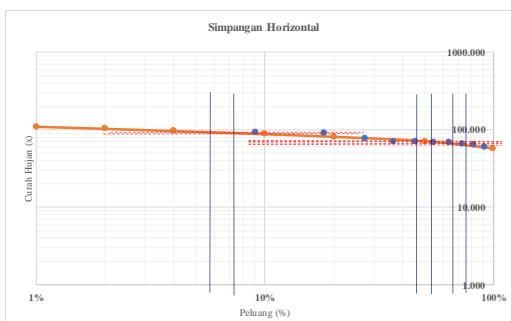
Menghitung nilai curah hujan rancangan untuk kala ulang 10 tahun sesuai dengan Rumus 4 sebagai berikut:

Perencanaan Ulang Saluran Drainase Berwawasan Lingkungan pada Jalan Raya Penataran Kabupaten Blitar

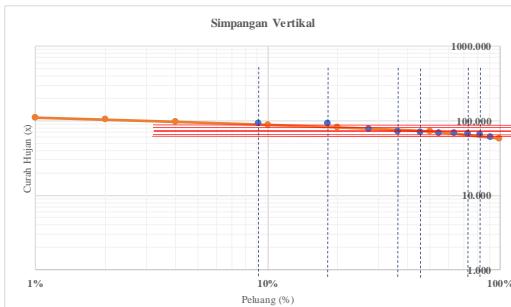
$$\begin{aligned}\log d_{rancangan} &= \log d_{rata-rata} + G \times S \\ \log d_{rancangan} &= 1,8618 + 1,337 \times 0,062 \\ \log d_{rancangan} &= 1,945 \\ d_{rancangan} &= 10^{\log d_{rancangan}} \\ &= 10^{1,945} = 88,009 \text{ mm/hari}\end{aligned}$$

Uji Kesesuaian Distribusi

Uji kesesuaian distribusi untuk simpangan horizontal menggunakan metode Smirnov-Kolmogorov simpangan vertikal menggunakan metode Chi-square sesuai dengan Rumus 5. Hasil pengujian kesesuaian distribusi dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 7. Grafik Uji Simpangan Horizontal



Gambar 8. Grafik Uji Simpangan Vertikal

Waktu Konsentrasi Hujan

Waktu konsentrasi hujan dihitung sesuai dengan Rumus 6, Rumus 7, dan Rumus 8 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}t_0 &= \left(\frac{2}{3} \times 3.28 \times L_0 \times \frac{nd}{\sqrt{S}} \right)^{0.167} \\ t_0 &= \left(\frac{2}{3} \times 3.28 \times 4,00 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,020}} \right)^{0.167} \\ t_0 &= 0,964 \text{ menit} \\ t_d &= \frac{Ld}{60V} = \frac{207,77}{60(1,5)} = 2,309 \text{ menit} \\ t_c &= t_0 + t_d = 0,964 + 2,309 = 3,273 \text{ menit} \\ &= 0,055 \text{ jam}\end{aligned}$$

Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan dihitung sesuai dengan Rumus 9 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}I &= \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} = \frac{88,009}{24} \times \left(\frac{24}{0,055} \right)^{2/3} \\ I &= \frac{88,009}{24} \times \left(\frac{24}{0,055} \right)^{2/3} \\ I &= 212,134 \text{ mm/jam} = 0.00005893 \text{ m/dt}\end{aligned}$$

Debit Banjir Rancangan

Debit banjir rancangan dihitung sesuai dengan Rumus 10 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}Q_{ranc} &= C \times I \times A \\ &= 0,8 \times 0.00005893 \times 831,080 \\ &= 0,039 \text{ m}^3/\text{dt}\end{aligned}$$

Debit Limbah

Debit limbah dihitung sesuai dengan Rumus 11 untuk tiap jenis bangunan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}Q_{limbah} &= \text{jumlah penduduk} \times \text{volume limbah} \\ &= 50 \times 300 = 15000 \text{ lt/hari} \\ &= 0.00017361 \text{ m}^3/\text{dtk}\end{aligned}$$



Gambar 9. Skema Jaringan Drainase

Perencanaan Lubang Resapan Biopori

Perencanaan lubang resapan biopori menggunakan pipa PVC Ø 4 inchi dengan ketinggian dan jarak antar lubang yaitu 1 meter. Perhitungan jumlah lubang resapan biopori pada tiap saluran menggunakan Rumus 12 berikut:

$$\begin{aligned}n &= \frac{Ld}{jarak lubang + diameter lubang} \\ n &= \frac{207,77}{1+0,1} = 189 \text{ buah}\end{aligned}$$

Perencanaan Ulang Saluran Drainase Berwawasan Lingkungan pada Jalan Raya Penataran Kabupaten Blitar

Perhitungan debit lubang resapan biopori menggunakan Rumus 13 berikut:

$$Q_{LRB} = F \times K \times H$$

$$Q_{LRB} = 2,446 \times 0,00000057 \times 1$$

$$Q_{LRB} = 0,00000139 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Perhitungan Debit Kumulatif

Perhitungan debit kumulatif atau kapasitas saluran dihitung berdasarkan nilai debit hujan, debit limbah, debit saluran sebelum, dan debit biopori. Debit kumulatif untuk saluran A – B sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Q \text{ kumulatif} &= Q \text{ hujan} + Q \text{ limbah} + Q \text{ sal.} \\ &\quad \text{sebelum} - Q \text{ biopori} \\ &= 0,12749 + 0,000200 + \\ &\quad 0,045598 - 0,000263 \\ &= 0,173029 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$

Perhitungan Kapasitas Saluran Eksisting

Perhitungan dimensi saluran eksisting untuk saluran C – D sisi kanan sebagai berikut:

- a. Menghitung luas penampang basah sal. persegi

$$A = b \times h = 0,55 \times 0,60 = 0,33 \text{ m}^2$$

- b. Menghitung keliling basah saluran persegi

$$\begin{aligned} P &= b + (2 \times h) = 0,55 + (2 \times 0,60) \\ &= 1,75 \text{ m} \end{aligned}$$

- c. Menghitung jari-jari hidrolis saluran persegi

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0,33}{1,75} = 0,19 \text{ m}$$

- d. Menghitung kecepatan aliran saluran eksisting

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

$$V = \frac{1}{0,025} \cdot (0,19)^{2/3} \cdot (0,017)^{1/2}$$

$$V = 1,734 \text{ m/dtk}$$

- e. Kontrol kecepatan aliran sudah memenuhi jika

$v_{\text{maks}} \geq v_{\text{eksisting}} \geq v_{\text{min}}$ dengan ketentuan $v_{\text{maks}} = 2 \text{ m/dtk}$ dan $v_{\text{min}} = 0,6 \text{ m/dtk}$

$V_{\text{eksisting}} = 1,734 \text{ m/dtk}$, maka $2 \geq 1,734 \geq 0,6$ sehingga kecepatan sudah memenuhi.

- f. Menghitung debit saluran eksisting, debit hasil hitungan harus lebih besar dari debit rencana.

$$Q_{\text{eksisting}} = v_{\text{eksisting}} \times A$$

$$Q_{\text{eksisting}} = 1,734 \times 0,33 = 0,572344 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

$Q_{\text{eksisting}} \leq Q_{\text{rencana}} = 0,572344 \leq 0,581882$ maka debit saluran eksisting tidak memenuhi.

- g. Melakukan kontrol bilangan Froude (Fr) sudah memenuhi jika nilai $Fr < 1$,

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

$$Fr = \frac{1,734}{\sqrt{9,81(0,60)}} = 0,715$$

Bilangan Froude sehingga dari perhitungan di atas nilai bilangan Froude sudah memenuhi.

Perhitungan Dimensi Saluran Baru

Perhitungan dimensi saluran eksisting untuk saluran C – D sisi kanan sebagai berikut:

- a. Menghitung luas penampang basah saluran persegi

$$A = b \times h = 0,55 \times 0,60 = 0,33 \text{ m}^2$$

- b. Menghitung keliling basah saluran persegi

$$\begin{aligned} P &= b + (2 \times h) = 0,55 + (2 \times 0,60) \\ &= 1,75 \text{ m} \end{aligned}$$

- c. Menghitung jari-jari hidrolis saluran persegi

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0,33}{1,75} = 0,19 \text{ m}$$

- d. Menghitung kemiringan saluran rencana

$$\begin{aligned} S &= \frac{\text{elevasi awal} - (\text{elevasi akhir} - \text{galian})}{\text{panjang saluran}} \\ &= \frac{297,761 - (295,112 - 0,10)}{94,85} \\ &= 0,018 \text{ m} \end{aligned}$$

- e. Menghitung kecepatan aliran saluran eksisting

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

$$V = \frac{1}{0,025} \cdot (0,19)^{2/3} \cdot (0,018)^{1/2}$$

$$V = 1,786 \text{ m/dtk}$$

- f. Kontrol kecepatan aliran sudah memenuhi jika $v_{\text{maks}} \geq v_{\text{eksisting}} \geq v_{\text{min}}$ dengan ketentuan $v_{\text{maks}} = 2 \text{ m/dtk}$ dan $v_{\text{min}} = 0,6 \text{ m/dtk}$

$V_{\text{eksisting}} = 1,786 \text{ m/dtk}$, maka $2 \geq 1,786 \geq 0,6$ sehingga kecepatan sudah memenuhi.

- g. Menghitung debit saluran eksisting

$$Q_{\text{eksisting}} = v_{\text{eksisting}} \times A$$

$$Q_{\text{eksisting}} = 1,786 \times 0,33 = 0,589443 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

- h. Kontrol debit saluran, debit hasil hitungan harus lebih besar dari debit rencana yaitu:

$$Q_{\text{eksisting}} \geq Q_{\text{rencana}} = 0,589443 \geq 0,581882 \text{ maka debit saluran eksisting sudah memenuhi.}$$

- i. Melakukan kontrol bilangan Froude (Fr)

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

$$Fr = \frac{1,786}{\sqrt{9,81(0,60)}} = 0,706$$

Kontrol bilangan Froude sudah memenuhi jika nilai $Fr < 1$, sehingga dari perhitungan di atas nilai bilangan Froude sudah memenuhi.

Perencanaan Ulang Saluran Drainase Berwawasan Lingkungan pada Jalan Raya Penataran Kabupaten Blitar

j. Menghitung tinggi jagaan (f_b)

$$Fb = \frac{1}{3}h = \frac{1}{3}(0,60) = 0,2 \text{ m}$$

k. Menghitung elevasi awal rencana saluran

Elv. muka air awal = elv. muka tanah renc.

$$\begin{aligned} \text{awal} - \text{tinggi jagaan} \\ = 296,761 - 0,2 \\ = 296,561 \text{ m} \end{aligned}$$

Elv. dasar pasangan = elv. muka air awal - h

$$\begin{aligned} &= 296,561 - 0,60 \\ &= 295,961 \text{ m} \end{aligned}$$

Elv. atas pasangan = elv. muka air awal +

$$\begin{aligned} \text{tinggi jagaan} \\ = 296,561 + 0,2 \\ = 296,761 \text{ m} \end{aligned}$$

l. Menghitung elevasi akhir rencana saluran

Elv. muka air akhir = elv. muka air awal - ($L_d \times S$)

$$\begin{aligned} &= 296,561 - (94,85 \times \\ &0,018) \\ &= 294,812 \text{ m} \end{aligned}$$

Elv. dasar pasangan = elv. muka air akhir - h

$$\begin{aligned} &= 294,812 - 0,60 \\ &= 294,212 \text{ m} \end{aligned}$$

Elv. atas pasangan = elv. muka air akhir +

$$\begin{aligned} \text{tinggi jagaan} \\ = 294,812 + 0,2 \\ = 295,012 \text{ m} \end{aligned}$$

m. Menghitung kontrol muka air

Kontrol muka air awal = elv. muka air awal -

$$\begin{aligned} \text{elv. tanah asli awal} \\ = 296,561 - 296,761 \\ = -0,20 \end{aligned}$$

Kontrol muka air akhir = elv. muka air akhir -

$$\begin{aligned} \text{elv. tanah asli akhir} \\ = 294,812 - 295,112 \\ = -0,30 \end{aligned}$$

Kontrol muka air sudah memenuhi jika nilainya negatif.

n. Menghitung tinggi baru saluran (H)

$$\begin{aligned} H &= h + \text{tinggi jagaan} \\ &= 0,60 + 0,2 \\ &= 0,80 \text{ m} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, diketahui bahwa dimensi baru pada saluran C - D sisi kanan sudah memenuhi dengan hasil b = 0,55 m dan H = 0,80 m.

Bangunan Pelengkap

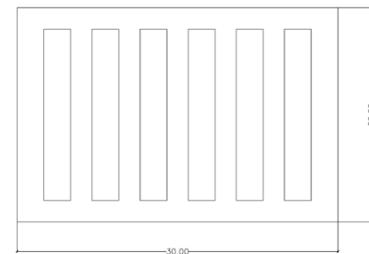
a. Merencanakan *Gutter Inlet*

Gutter inlet direncanakan dengan dimensi P = 30 cm dan L = 20 cm. Jumlah inlet pada saluran A - B sisi kanan yaitu:

$$n = \frac{A_g}{A} = \frac{4174,62}{600} = 6,96 \approx 7 \text{ buah}$$

Jarak pemasangan antar inlet yaitu:

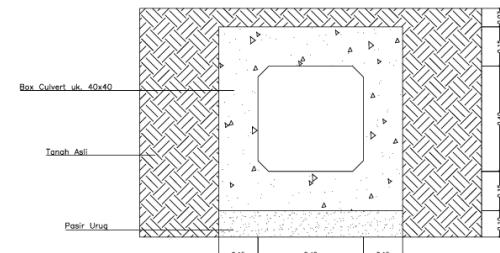
$$\text{jarak inlet} = \frac{n}{L_d} = \frac{7}{207,77} = 29,68 \text{ m}$$



Gambar 10. Potongan Melintang Gutter Inlet

b. Merencanakan Gorong-gorong

Perencanaan gorong-gorong memiliki tahapan seperti perhitungan dimensi saluran baru. Untuk gorong-gorong yang menghubungkan antara saluran B1 - B kanan dan A1 - B1 kiri menggunakan diameter 40 cm x 40 cm.



Gambar 11. Potongan Melintang Gorong-gorong

c. Merencanakan Bangunan Terjunan Tegak

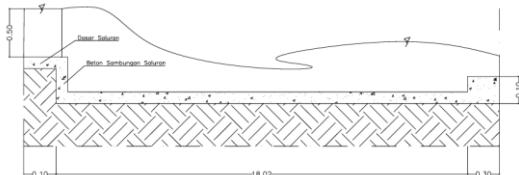
Bangunan terjunan direncanakan untuk mengurangi kecepatan aliran air. Dimensi bangunan terjunan dalam satuan meter pada saluran E3 - F2 yaitu sebagai berikut:

Perencanaan Ulang Saluran Drainase Berwawasan Lingkungan pada Jalan Raya Penataran Kabupaten Blitar

Tabel 3: Dimensi Bangunan Terjunan Tegak

Nama Saluran		Jarak Pondasi	Panjang Terjunan	Panjang Kolam Olak
Awal	Akhir			
E3	F2	0.30	0.30	18.02

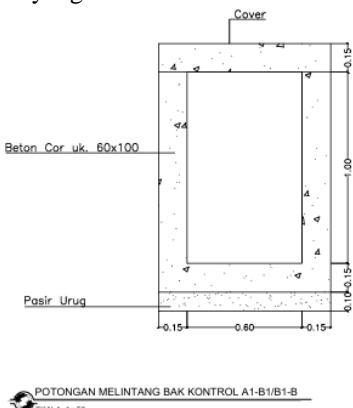
Sumber: Perhitungan



Gambar 12. Potongan Memanjang Bangunan Terjunan Tegak

d. Merencanakan Bak Kontrol

Ukuran bak kontrol direncanakan berdasarkan lebar dan tinggi saluran terbesar diantara saluran yang bertemu dan ditambah 20 cm.



Gambar 13. Potongan Melintang Bak Kontrol

Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya berupa biaya total pelaksanaan pekerjaan saluran drainase yaitu senilai Rp 1.413.034.000,00 (Satu Miliar Empat Ratus Tiga Belas Juta Tiga Puluh Empat Ribu Rupiah).

Kesimpulan

Hasil survey drainase eksisting, terdapat beberapa saluran yang mengalami kerusakan serta terjadi pendangkalan akibat adanya sedimen dan sampah. Hal tersebut menyebabkan

ketidakmampuan saluran menampung debit sehingga dibutuhkan perancanaan ulang dimensi. Metode untuk menganalisis debit banjir rancangan yaitu distribusi log pearson tipe III dengan jumlah pengulangan selama 10 tahun yakni $0,025 - 0,133 \text{ m}^3/\text{dtk}$ pada sisi kiri maupun kanan saluran. Perencanaan lubang resapan biopori menggunakan pipa diameter 4 inch dengan kedalaman 1 m sebanyak 4501 buah pada saluran kanan dan 4825 buah pada saluran kiri. Saluran direncanakan menggunakan bahan pasangan batu kali dengan dimensi bervariasi. Selanjutnya dimensi saluran yang dibuat memiliki diameter terbesar $0,80 \text{ m} \times 1,00 \text{ m}$ dan $0,24 \text{ m} \times 0,43 \text{ m}$ sebagai diameter terkecil. Total biaya pelaksanaan untuk pembangunan saluran drainase sebesar Rp 1.413.034,00.

Daftar Rujukan

- Asmorowati, E. T., Rahmawati, A., Sarasanty, D., Kurniawan, A. A., Rudyanto, M. A., Nadya, E., & Nugroho, M. W. (2021). Drainase Perkotaan. Tasikmalaya: Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia.
- Chow, Ven Te, 1985, Hidrolika Saluran Terbuka (Open Channel. Hydraulics), Erlangga, Jakarta, Indonesia
- Moduto (1998). Drainase Perkotaan Volume I. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama
- Robert J. Kodoatie, (2005) Fungsi Drainase dan Pengantar Manajemen Infrastruktur. Yogyakarta: Pustaka Pelajar
- Soewarno, S. (1995). Hidrologi: Aplikasi Metode Statistik untuk Analisis Data. Bandung: Nova.
- Suripin, (2004) Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. Yogyakarta: Andi.