

EVALUASI KINERJA SISTEM DRAINASE PADA SIMPANG TIGA DIBAWAH JEMBATAN BARU PLOSO KABUPATEN JOMBANG

Retno Dwi Anggraini¹, Agus Suhardono²,

Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang², Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang³

Email: angrainiretno65@gmail.com¹, agus.suhardono@polinema.ac.id²

ABSTRAK

Drainase berfungsi penting untuk mengalirkan air berlebih guna mencegah genangan atau banjir. Namun, pembangunan infrastruktur Pada Simpang Tiga dibawah Jembatan Ploso mengakibatkan perubahan penggunaan lahan dan berkurangnya daerah resapan, sehingga kawasan ini menjadi rawan banjir. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan merancang ulang saluran yang ada, menghitung debit banjir yang dirancang, menentukan dimensi saluran yang sesuai, serta sistem infiltrasi air hujan alternatif. Selain itu, penelitian ini juga akan menghitung biaya konstruksi yang diperlukan. Data primer yang diperlukan meliputi dimensi saluran, sedangkan data sekunder yang dibutuhkan meliputi peta topografi, data curah hujan dari Stasiun Curah Hujan Ploso, Tapen, dan Kabuh untuk periode 2015-2024, serta harga satuan pekerjaan konstruksi di Kabupaten Jombang pada tahun 2024. Data ini akan diproses menggunakan metode Gumbel I, diikuti dengan uji kesesuaian menggunakan metode Chi-Square dan Smirnov-Kolmogorov dengan kala ulang 2 tahun. Intensitas curah hujan akan dihitung menggunakan metode Mononobe dan disimulasikan menggunakan aplikasi SWMM, sementara debit banjir desain akan dihitung menggunakan metode rasional. Hasil curah hujan rancangan yang diperoleh sebesar 85,397 mm/hari; kesalahan hasil perhitungan limpasan permukaan -0,12% dan untuk rute aliran -0,28%; debit banjir rancangan terbesar adalah 0,080 m³/detik; Sistem drainase ramah lingkungan diterapkan melalui penggunaan sumur infiltrasi dengan kedalaman 1 m dan diameter 1 m. Untuk saluran, dimensi terkecil yang digunakan adalah 0,4 m x 0,6 m, sedangkan dimensi terbesar mencapai 1,0 m x 1,0 m., sedangkan dimensi saluran terbesar adalah 1,0 m x 1,0 m, biaya konstruksi yang dibutuhkan sebesar Rp. 4,895,815,000.00.

Kata kunci : sistem drainase, evaluasi, SWMM

ABSTRACT

Drainage plays an essential role in channeling excess water to prevent flooding or waterlogging. However, infrastructure development at the three-way intersection beneath the Ploso Bridge has resulted in changes to land use and a reduction in water catchment areas, making this region more susceptible to flooding. This study aims to evaluate and redesign the existing drainage channel, calculate the design flood discharge, determine appropriate channel dimensions, explore alternative rainwater infiltration systems, and estimate the required construction costs. The primary data required includes channel dimensions, while the secondary data required includes topographic maps, rainfall data from the Ploso, Tapen, and Kabuh Rainfall Stations for the period 2015-2024, and construction unit prices in Jombang Regency in 2024. This data will be processed using the Gumbel I method, followed by a goodness-of-fit test using the Chi-Square and Smirnov-Kolmogorov methods with a 2-year return period. Rainfall intensity will be calculated using the Mononobe method and simulated using the SWMM application, while design flood discharge will be calculated using the rational method.. The resulting design rainfall intensity was 85.397 mm/day; surface runoff calculation errors -0.12% and -0.28% for flow route; and maximum design discharge reached 0,080 m³/s. The environmentally friendly drainage system utilizes infiltration wells with a depth of 1 meter and a diameter of 1 meter.. The minimum channel size measures 0.4 m x 0.6 m, while the maximum reaches 1.0 m x 1.0 m; construction costs required of IDR. 4,895,815,000.00.

Keywords : Drainage system, Evaluation, SWMM

1. PENDAHULUAN

Simpang Tiga dibawah Jembatan Baru Ploso merupakan kawasan yang berlokasi di Kecamatan Ploso Kabupaten Jombang. Pada kawasan tersebut memiliki luas area sebesar 6,7 hektar, daerah ini dihuni oleh populasi yang banyak penduduk. Badan Pusat Statistik (BPS) Kecamatan Ploso Kabupaten Jombang memiliki penduduk sebanyak 43578 jiwa. Dalam kondisi ini dan pesatnya pembangunan infrastruktur membuat perubahan penggunaan lahan yang menyebabkan daerah resapan air yang semakin mengecil.

Pembangunan infrastruktur besar Jembatan Baru Ploso sebagai jalan dengan tipe dua lajur tak terbagi seringkali berdampak pada sistem drainase yang ada. Simpang Tiga dibawah Jembatan Baru Ploso, sebagai titik pertemuan berbagai aliran air, menjadi salah satu lokasi yang rentan terhadap banjir. Dikutip dari media kabarjagad.id menurut Khoirul Anwar (55), seorang warga setempat, menyatakan bahwa kondisi ini merupakan akibat dari pembangunan sistem sanitasi air yang terkait dengan proyek Jembatan Baru Ploso, yang baru saja diresmikan oleh Menteri PUPR sehingga saluran yang tersedia tidak dapat menampung arus air hujan pada saat banjir dengan kedalaman sekitar 15 cm yang terjadi di Simpang Tiga dibawah Jembatan Baru Ploso.

Berdasarkan masalah tersebut perlu dilakukan evaluasi ulang sistem drainase pada Simpang Tiga dibawah Jembatan Baru Ploso. Oleh sebab itu, diambil topik yang berjudul "Evaluasi Kinerja Sistem Drainase Pada Simpang Tiga dibawah Jembatan Baru Ploso Kabupaten Jombang".

2. METODE

Analisis Hidrologi

Uji Konsistensi

Uji Konsistensi merujuk pada pengujian keakuratan data lapangan yang tidak terpengaruh oleh kesalahan saat pengukuran. Apabila data curah hujan tidak stabil akibat perubahan keadaan di sekitar lokasi alat pengukur hujan dipasang, maka seakan-akan terjadinya penyimpangan dari tren awal (perubahan antara meningkat dan menurun). (Soemarto, 1987)

Curah Hujan Rancangan

Perhitungan parameter statistik pada data curah hujan diperlukan guna mengidentifikasi distribusi probabilitas yang paling sesuai dengan karakteristik penyebaran data. Penentuan ini berdasarkan pada analisis nilai koefisien kepengcengan dan kepuncakan dari data yang tersedia. (Suripin, 2004).

Standar Deviasi (DS)

$$S = \sqrt{\frac{n \sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots \dots \dots (1)$$

Koefisien Kepencengan (*Skewness*)

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

Koefisien Kurtosis (*Curtosis*)

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

Keterangan :

S = Standar deviasi

Cs = *Skewness*

Ck = *Curtosis*

Xi = Data hujan pada pengamatan ke-*i*

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

n = Jumlah total data

Uji Kesesuaian Distribusi

Terdapat dua metode digunakan untuk menguji kesesuaian distribusi data, yaitu uji Smirnov-Kolmogorov dan uji Chi-kuadrat.

Uji *Smirnov-Kolmogorov* (Simpangan Horizontal)

$$P = \frac{m}{n+1} \times 100\% \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan:

P = Peluang

m = Data urutan ke-...

n = Total keseluruhan data

$$\Delta P = P(\text{empiris}) - P(\text{teoritis}) \dots \dots \dots (5)$$

Uji *Chi-Square* (Simpangan Vertikal)

$$x^2_{\text{hit}} = \frac{\sum (X_{\text{empiris}} - X_{\text{teoritis}})^2}{X_{\text{teoritis}}} \dots \dots \dots (6)$$

x^2 = Parameter Chi-Square

X_{empiris} = d berdasarkan kertas distribusi

X_{teoritis} = d berdasarkan teoritis

Waktu Konsentrasi

Persamaan berikut digunakan untuk menentukan waktu konsentrasi (tc). Langkah awal dalam perhitungan ini dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$tc = t0 + td \dots \dots \dots (7)$$

$$t0 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_0 \times \frac{n}{\sqrt{S}} \right)^{0,167} \dots \dots \dots (8)$$

$$td = \frac{Ls}{60v} \dots \dots \dots (9)$$

Keterangan:

t0 = Waktu yang dibutuhkan untuk air hujan masuk ke saluran (m/menit)

n = Koefisien hambatan (*Manning*)

S = Kemiringan lahan (%)

L0 = Panjang lintasan aliran di atas permukaan lahan (m)

tc = Waktu konsentrasi hujan (jam)

td = Waktu yang dibutuhkan air dari hulu sampai ke hilir saluran (m/menit)

Ls = Panjang lintasan aliran dalam saluran (m)

v = Kecepatan aliran di dalam saluran (m/detik)

Intensitas Hujan

Menurut Suripin (2004) Jika data curah hujan dengan interval waktu singkat tidak tersedia dan hanya data harian yang tersedia, intensitas curah hujan dapat dihitung menggunakan rumus Mononobe berikut::

$$I = \frac{R24}{24} \left(\frac{R24}{24} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots (10)$$

Keterangan:

I = Intensitas hujan (mm/jam)

$R24$ = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm/hari)

tc = Waktu konsentrasi hujan (jam)

Debit Banjir Rancangan

Metode Rasional merupakan salah satu pendekatan paling sederhana yang digunakan untuk menghitung debit puncak banjir rancangan. Perhitungan ini dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Suripin, 2004):

Metode Rasional :

$$Q = 0,002778 \times C \times I \times A \dots\dots\dots (11)$$

Keterangan:

Q = debit banjir rancangan ($m^3/detik$)

C_i = koefisien pengaliran (tabel)

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

A = luas daerah pengaliran (ha)

Debit Air Limbah

Merupakan air buangan yang bersumber dari aktivitas permukiman, restoran, perkantoran, pertokoan, apartemen, serta fasilitas hunian seperti asrama. Limbah jenis ini umumnya memiliki kandungan polutan organik yang tinggi, sehingga pengolahan secara biologis menjadi metode yang umum digunakan dalam pengelolaannya. (Yudo dan Setiyono 2008).

Debit Resapan

Menurut (Sunjoto,1988) secara teoritis, perhitungan volume dan efisiensi sumur resapan didasarkan pada keseimbangan antara air yang mengalir ke dalam sumur dan air yang diresap oleh tanah dapat dinyatakan dengan rumus persamaan berikut:

$$H = \frac{Q}{F_K} \left(1 - e^{-\frac{F_K T}{R^2}} \right) \dots\dots\dots (12)$$

Faktor geometrik dipengaruhi oleh berbagai kondisi tertentu dan secara umum dapat dirumuskan melalui persamaan berikut:

$$Q_o = F \times K \times H \dots\dots\dots (13)$$

Keterangan:

H = Tinggi muka air dalam sumur (m)

F = Faktor geometrik (m)

Q = Debit air masuk (m^3/dtk)

Q_o = Debit Resapan (m^3/dtk)

T = Waktu pengaliran (detik)

K = Koefisien permeabilitas tanah (m/det)

R = Jari-jari sumur (m)

Analisis EPA SWMM 5.2

Menurut M. Baitullah Al Amin (2020), Model ini dirancang dengan mempertimbangkan berbagai proses hidrologi, yang meliputi fluktuasi curah hujan dari waktu ke waktu, penguapan dari permukaan air, curah hujan yang terjadi di wilayah tangkapan air, serta infiltrasi air hujan ke dalam lapisan tanah. Selain itu, model ini juga memperhatikan aspek limpasan dan sistem drainase yang ada.

Analisa Hidrolika

Kecepatan Aliran Seragam

Rumus persamaan *Manning* dapat digunakan untuk menghitung kecepatan aliran dalam sebuah saluran sebagai berikut :

$$v = \frac{1}{n} \times (R)^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (14)$$

Keterangan:

v = Kecepatan aliran (m/detik)

n = Koefisien kekasaran

R = Radius hidrolik

s = Kemiringan saluran

Kontrol Jenis Aliran

Suatu aliran dikategorikan sebagai aliran kritis ketika kecepatan aliran setara dengan kecepatan gelombang gravitasi pada amplitudo yang rendah. Apabila kecepatan aliran berada di bawah kecepatan kritis ($Fr < 1$), aliran tersebut termasuk aliran subkritis. Sebaliknya, jika kecepatan aliran melebihi kecepatan kritis ($Fr > 1$), aliran tersebut diklasifikasikan sebagai aliran superkritis. (Suripin, 2004:123). Berikut persamaan nilai bilangan Froude:

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

Keterangan:

Fr = Bilangan *froude*

v = Kecepatan aliran (m/detik)

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

h = Kedalaman Aliran (m)

Debit Saluran

Debit aliran pada suatu saluran dapat ditentukan dengan menerapkan persamaan kontinuitas, dengan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan :

Q = Debit pada saluran (m³/detik)
 V = Kecepatan aliran (m/detik)
 A = Luas penampang saluran (m²)

Inlet

Menurut *Moduto* (1998) Perhitungan debit inlet dapat dilakukan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Q_i = 0,36 \times g \times d^{\frac{3}{2}} \times L \dots \dots \dots (17)$$

Keterangan :

Q_i = Kapasitas inlet kerb (m³/detik)
 L = Lebar bukaan inlet kerb (m)
 g = Gaya gravitasi (m/s²)
 d = Kedalaman air dalam inlet kerb

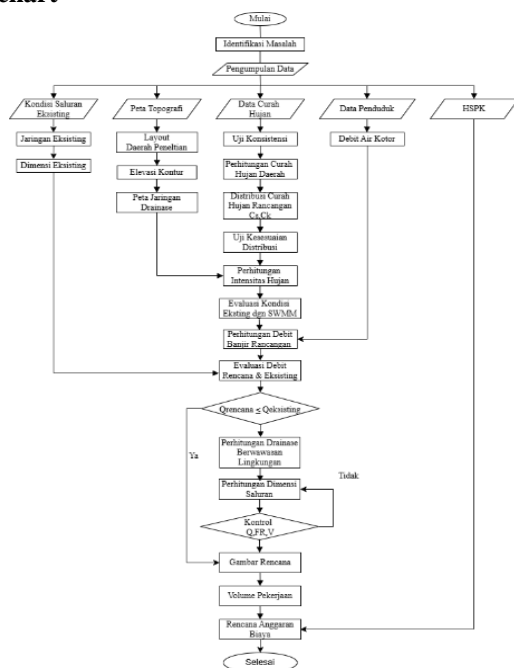
Dengan mencari jumlah inlet menggunakan rumus persamaan sebagai berikut :

$$n = \frac{Q_{\text{jalan}}}{Q_{\text{inlet}}} \dots \dots \dots (18)$$

Dimana :

Q_{jalan} = debit bersumber dari jalan (m³/dt)
 Q_{inlet} = debit inlet (m³/dt)

Flowchart



Gambar 1 Flowchart Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Hidrologi

Penyiapan Data Hidrologi

Data yang digunakan penelitian ini diperoleh dari tiga stasiun hujan terdekat yang berada di sekitar wilayah Simpang Tiga Jembatan Baru Ploso Kabupaten Jombang yaitu pada Stasiun Ploso, Tapen dan Kabuh. Periode data yang dianalisis mencakup 10 tahun terakhir, yaitu dari tahun 2015 hingga 2024.

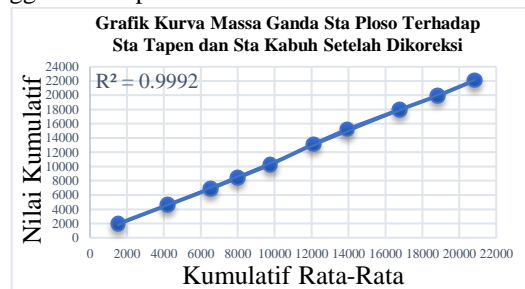
Tabel 1 Rekap Hujan Tahunan

Tahun	Rekap Curah Hujan Max (mm)
2024	83.718
2023	79.137
2022	122.001
2021	70.804
2020	110.739
2019	122.333
2018	57.667
2017	86.333
2016	87.000
2015	65.167

Sumber : Hasil Perhitungan 2025

Uji Konsistensi

Pada hasil dibawah ini Stasiun Ploso terhadap Stasiun Tapen dan Kabuh sebelum dilakukan koreksi, nilai R² adalah sebesar 0,9985 dan nilai Fk sebesar 1,141. Setelah dilakukan koreksi nilai R² meningkat menjadi 0,9992, yang mengindikasikan bahwa hubungan antar data semakin linear dengan nilai Fk mendekati 1. Oleh karena itu, data curah hujan dinyatakan konsisten yang menunjukkan kelurusan, sehingga tidak diperlukan koreksi tambahan.



Gambar 2 Grafik Kurva Massa Ganda Stasiun Ploso terhadap Stasiun Tapen dan Stasiun Kabuh Setelah Dikoreksi

Sumber : Hasil Perhitungan 2025

Curah Hujan Rancangan

Pemilihan distribusi curah hujan rancangan menggunakan hasil data hujan maksimum harian rata-rata yang didapatkan pada perhitungan curah hujan daerah yang melibatkan nilai koefisien kepengcangan (Cs) dan koefisien kepuncakan (Ck).

$$Cs = 0,415 \leq 1,1396$$

$$Ck = 3,723 \leq 5,4002$$

Curah Hujan Rancangan menggunakan metode Gumbel I dengan kala ulang 2 tahun.

$$X_2 = 88,490 + \left(\frac{0,367 - 0,492}{0,9497} \right) 22,821 = 85,397 \text{ mm/hari}$$

Uji Kesesuaian Distribusi

Uji kesesuaian distrubusi terdapat dua metode, yaitu *Smirnov-Kolmogorov* (Horizontal) & *Chi-Square* (Vertikal)

- Nilai kritis Do yang tercantum dalam tabel data sebanyak 10 dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0.05$ adalah 0.41, atau setara dengan 41%.
- Nilai $\Delta P_{Max} = 9,636\% < Do$, maka distribusi gumbel dinyatakan memenuhi $9,636\% < 41\% \dots$ (**memenuhi**)

Tabel 2 Uji Simpangan Horizontal Metode *Smirnov-Kolmogorov*

No	X empiris	P Empiris	P Teoritis	ΔP
1	122.333	9.091%	12.000%	2.909%
2	122.001	18.182%	14.000%	4.182%
3	110.739	27.273%	22.000%	5.273%
4	87.000	36.364%	46.000%	9.636%
5	86.333	45.455%	48.000%	2.545%
6	83.718	54.545%	54.545%	0.000%
7	79.137	63.636%	60.000%	3.636%
8	70.804	72.727%	66.000%	6.727%
9	65.167	81.818%	80.000%	1.818%
10	57.667	90.909%	90.909%	0.000%
ΔP_{max}				9.636%

Sumber : Hasil Perhitungan 2025

- Nilai *Chi-Square* (X^2 hitung)
- Tercantum pada tabel distribusi *Chi-Square* dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$, $df = 7$ diperoleh nilai $X^2_{tabel} = 14,017$
- Nilai $X^2_{hitung} < X^2_{tabel}$ maka distribusi gumbel dinyatakan memenuhi $2,553 < 14,017 \dots$ (**memenuhi**)

Tabel 3 Uji Simpangan Vertikal Metode *Chi-Square*

No	X empiris	P Empiris	X Teoritis	X2 Hitung
1	122.333	9.091%	134.000	1.113
2	122.001	18.182%	120.000	0.033
3	110.739	27.273%	106.000	0.203
4	87.000	36.364%	95.000	0.736
5	86.333	45.455%	88.000	0.032
6	83.718	54.545%	83.718	0.000
7	79.137	63.636%	76.000	0.124
8	70.804	72.727%	68.000	0.111
9	65.167	81.818%	62.000	0.154
10	57.667	90.909%	56.000	0.048
Total				2.553

Sumber : Hasil Perhitungan 2025

Waktu Konsentrasi

Pada perhitungan waktu konsentrasasi saluran 5–6, yang mencakup limpasan dari ruas jalan serta limpasan dari area perumahan di Blok A (Pemukiman A).

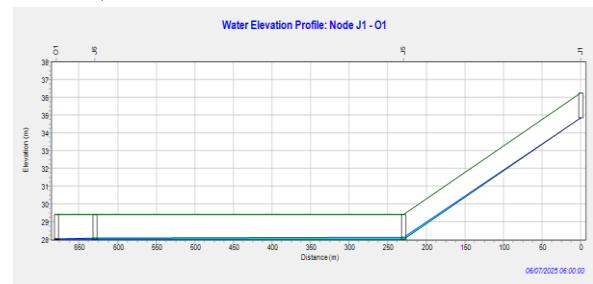
$$\begin{aligned}
 t_0 &= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_0 \times \frac{n}{\sqrt{S}} \right)^{0,167} \\
 &= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 222,584 \times \frac{0,020}{\sqrt{0,577}} \right)^{0,167} \\
 &= 1,536 \text{ menit} \\
 t_d &= \frac{L_d}{60 \times v} = \frac{241,630}{60 \times 1,5} = 2,685 \text{ menit} \\
 t_c &= t_{0 \max} + t_d = 1,536 + 2,685 = 4,220 \text{ menit} \\
 &= 0,070 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Intensitas Hujan

$$\begin{aligned}
 I_{2th} &= \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}} = \frac{85,397}{24} \left(\frac{24}{0,038} \right)^{\frac{2}{3}} = 260,869 \text{ mm/jam} \\
 &= 0,0000725 \text{ m/detik}
 \end{aligned}$$

Analisis EPA SWMM

Penelitian ini menggunakan software SWMM 5.2 untuk mensimulasikan jaringan drainase. Model ini mencakup berbagai komponen seperti *sub catchments*, *junction nodes*, *conduits/links*, *rain gauge*, dan *outfall nodes*. Data dari survei lapangan digunakan untuk mendefinisikan struktur hidrolik ini. Debit banjir dihitung berdasarkan probabilitas kala ulang hujan rencana 2th. Simulasi dilakukan selama 6 jam, dengan 2 *sub catchments*, 10 *nodes*, 12 *conduits*, dan 2 *outfall* dengan total area 6,7 hektar.



Gambar 3 Hasil Sebaran Hujan Jam-Jaman Software SWMM

Sumber : Penggambaran Pribadi 2025

Setelah dilakukan perhitungan secara manual dan disimulasikan menggunakan perangkat lunak SWMM, diperoleh tingkat kesalahan pada perhitungan limpasan permukaan adalah sebesar -0,12%, sedangkan kesalahan pada perhitungan rute aliran tercatat sebesar -0,28%. Bahwa terjadi banjir atau genangan pada sistem saluran drainase tersebut.

Debit Banjir Rancangan

$$\begin{aligned}
 Q &= 0,002778 \times C \times I \times A \\
 &= 0,002778 \times 0,7 \times 0,0000725 \times 0,032 \\
 &= 0,016 \text{ m}^3 / \text{detik}
 \end{aligned}$$

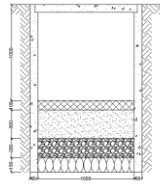
Debit Air Kotor

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{Pemukiman A}} &= \text{Jumlah Penduduk} \times Q_{\text{limbah}} \\
 &= 599 \times 0,00000463 = 0,0028 \text{ m}^3 / \text{detik}
 \end{aligned}$$

Perhitungan Sumur Resapan

$$\begin{aligned}
 H &= \frac{Q}{FK} \left(1 - e^{-\frac{FKT}{\pi R^2}} \right) \\
 &= \frac{0,0068}{2,75 \times 0,00000001} \left(1 - 2,718^{-\frac{2,75 \times 0,00000001 \times 63,850}{3,14 \times 0,5^2}} \right) \\
 &= 0,60 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_0 &= F \times K \times H = 2,75 \times 0,00000001 \times 1 \\
 &= 0,0000000275 \text{ m}^3 / \text{dt}
 \end{aligned}$$



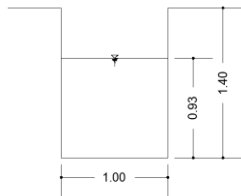
Gambar 4 Sumur Resapan
Sumber : Penggambaran Pribadi 2025

Perhitungan Debit Kumulatif

Q kumulatif = Debit hujan + Debit limbah air kotor + Debit saluran sebelumnya – Debit sumur
 $= 0,016 + 0 + 0,030 - 0 = 0,046 \text{ m}^3/\text{dt}$

Analisa Hidrolika

Perhitungan Saluran Eksisting



Gambar 5 Saluran Eksisting
Sumber : Penggambaran Pribadi 2025

- Kecepatan aliran pada saluran eksisting

$$v = \frac{1}{n} \times (R)^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{0,012} \times (0,25)^{\frac{2}{3}} \times 0,001^{\frac{1}{2}} = 1,025 \text{ m/dt}$$
- Debit Hitung saluran eksisting
- $Q_{\text{eksisting}} = v \times A = 1,025 \times 0,93 = 0,957 \text{ m}^3/\text{dt}$
- Bilangan Froude (Fr)

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot h}} = \frac{1,025}{\sqrt{9,81 \cdot 0,93}} = 0,339$$

Kontrol debit saluran

Untuk kontrol debit saluran, dengan debit yang direncanakan sebesar $0,047 \text{ m}^3/\text{dt}$, maka harus dipastikan bahwa debit eksisting \geq debit rencana, yaitu:

$$Q_{\text{eksisting}} \geq Q_{\text{rencana}} \\ 0,957 \geq 0,047 \text{ (memenuhi)}$$

Kontrol kecepatan saluran

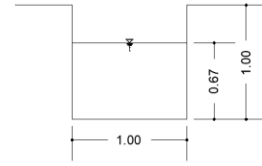
Persyaratan kecepatan aliran yang harus dipenuhi :

$$V_{\text{maksimum}} \geq V \geq V_{\text{minimum}} \\ 2 \text{ m/dt} \geq 0,957 \geq 0,6 \text{ m/dt (tidak memenuhi)}$$

Kontrol Fr

$$Fr < 1 = 0,339 < 1 \text{ (memenuhi)}$$

Perhitungan Dimensi Saluran Baru



Gambar 6 Saluran Baru
Sumber : Penggambaran Pribadi 2025

Perhitungan dimensi baru mengacu pada nilai kecepatan rencana (V_r) yang telah ditetapkan sebelumnya sebagai dasar perhitungan.

- Debit Hitung saluran baru

$$Q_{\text{hit}} = v \times A = 1,5 \times 0,67 = 1,000 \text{ m}^3/\text{dt}$$

- Bilangan Froude (Fr)

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot h}} = \frac{1,5}{\sqrt{9,81 \cdot 0,67}} = 0,587$$

Kontrol debit saluran

Untuk kontrol debit saluran, dengan debit yang direncanakan sebesar $0,046 \text{ m}^3/\text{dt}$, maka harus dipastikan bahwa debit eksisting \geq debit rencana, yaitu:

$$Q_{\text{hitung}} \geq Q_{\text{rencana}} \\ 1,000 \geq 0,046 \text{ (memenuhi)}$$

Kontrol kecepatan saluran

Persyaratan kecepatan aliran yang harus dipenuhi :

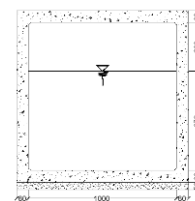
$$V_{\text{maksimum}} \geq V \geq V_{\text{minimum}} \\ 2 \text{ m/dt} \geq 1,5 \geq 0,6 \text{ m/dt (memenuhi)}$$

Kontrol Fr

$$Fr < 1 = 0,587 < 1 \rightarrow \text{subkritis (memenuhi)}$$

Berdasarkan hasil kontrol saluran pada Blok A (saluran 5-6), diketahui bahwa nilai bilangan Froude telah memenuhi yang disyaratkan. Apabila nilai Fr belum mencukupi, maka penyesuaian dilakukan dengan memperbesar dimensi saluran hingga nilai Froude memenuhi kriteria yang ditetapkan.

Perhitungan Gorong-Gorong



Gambar 7 Gorong-Gorong
Sumber : Penggambaran Pribadi 2025

Perhitungan gorong-gorong berdasarkan Faktor Kecepatan rencana (V_r)

- Debit hitung saluran

$$Q_{\text{hit}} = v \times A = 1,5 \times 0,67 = 1,000 \text{ m}^3/\text{dt}$$

- Bilangan froude (Fr)

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot h}} = \frac{1,5}{\sqrt{9,81 \cdot 0,67}} = 0,587$$

Kontrol debit saluran

Untuk kontrol debit saluran, dengan debit yang direncanakan sebesar $0,046 \text{ m}^3/\text{dt}$, maka harus dipastikan bahwa debit eksisting \geq debit rencana, yaitu:

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

$$1,000 \geq 0,046 \text{ (memenuhi)}$$

Kontrol kecepatan saluran

Persyaratan kecepatan aliran yang harus dipenuhi :

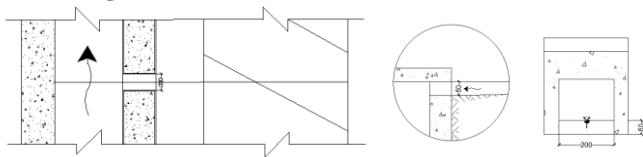
$$V_{\text{maksimum}} \geq V \geq V_{\text{minimum}}$$

$$2 \text{ m/dt} \geq 1,5 \geq 0,6 \text{ m/dt (memenuhi)}$$

Kontrol Fr

$$F_r < 1 = 0,587 < 1 \text{ (memenuhi)}$$

Perhitungan Inlet



Gambar 8 Curb Inlet

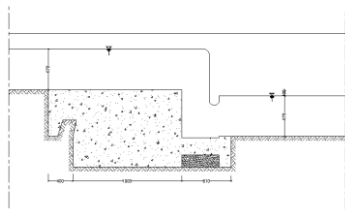
Sumber : Penggambaran Pribadi 2025

$$\begin{aligned} Q &= 0,36 \times g \times d^{3/2} \times L \\ &= 0,36 \times g \times 0,025^{3/2} \times 0,2 \\ &= 0,008 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

$$\text{Kebutuhan inlet} = \frac{Q_{\text{jalan}}}{Q_{\text{inlet}}} = \frac{0,046}{0,008} = 5,81 \rightarrow 6 \text{ inlet}$$

$$\text{Jarak} = \frac{L_d}{n} = \frac{126,224}{6} = 21 \text{ m}$$

Perhitungan Bangunan Terjun



Gambar 9 Bangunan Terjun

Sumber : Penggambaran Pribadi 2025

Untuk merencanakan dimensi saluran baru, apabila kemiringan S_{ds} lebih kecil dibandingkan dengan S_{mt} , atau apabila permukaan tanah memiliki kemiringan yang tajam, diperlukan konstruksi bangunan terjun

$$n = \frac{S_{mt}}{S_{ds}} = \frac{0,002}{0,002} = 1,013 \text{ m}$$

$$L = \frac{L_d}{n} = \frac{183,979}{2} = 91,990 \text{ m}$$

$$z = \frac{\Delta H S_{mt}}{n} = \frac{L \times S_{mt}}{n} = \frac{183,979 \times 0,002}{2} = 0,160 \text{ m}$$

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perencanaan sistem drainase Pada Simpang Tiga dibawah Jembatan Baru Ploso Kabupaten Jombang maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Kondisi saluran di lokasi penelitian saat ini tidak mampu menampung laju aliran yang direncanakan akibat penumpukan sedimen tanah, banyak sampah dantumbuhan. Oleh karena itu, diperlukan perancangan ulang secara menyeluruh.
2. Diperoleh hasil perhitungan curah hujan rancangan dengan metode Gumbel Tipe I sebesar $85,397 \text{ mm/hari}$ kala ulang 2 tahun.
3. Perencanaan dimensi disesuaikan dengan Q rancangan direncanakan menggunakan beton pracetak tipe *u-ditch* dengan ukuran dimensi terkecil lebar $0,4 \text{ m}$ dan tinggi $0,6 \text{ m}$; dimensi terbesar lebar $1,0 \text{ m} \times$ tinggi $1,0 \text{ m}$ serta perencanaan ini diterapkan inovasi berwawasan lingkungan, yaitu penggunaan sumur infiltrasi hujan dari buis beton dengan ukuran diameter 1 m kedalam 1 m .
4. Hasil pemodelan saluran eksisting menggunakan software SWMM 5.2 menunjukkan bahwa tingkat kesalahan pada perhitungan limpasan permukaan adalah sebesar $-0,12\%$, sedangkan kesalahan pada perhitungan rute aliran tercatat sebesar $-0,28\%$. Kemudian setelah dilakukan redesign pada perhitungan saluran kondisi ini menunjukkan bahwa debit aliran air yang masuk ke dalam saluran tidak melebihi kapasitas penampang saluran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Al Amin, M. Baitullah. (2020). *Permodelan Sistem Drainase Perkotaan Menggunakan SWMM*. Yogyakarta: Penerbit Deepublish
- [2] Chow Ven te, 1984, *Hidrolika Saluran Terbuka*, Erlangga: Jakarta
- [3] Halim, Asmar, 2011, *Drainasi Terapan*, UII Press, Yogyakarta.
- [4] Hasmar, H., & HA, I M (2002). *Drainase Perkotaan*. UII. Yogyakarta
- [5] Ibrahim, H. Bachtiar. (2009), *Rencana dan estimate Real of Cost*, penerbit Bumi Aksara, Jakarta.
- [6] Kamiana, I Made. 2011. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [7] Kusnaedi. 2007. *Sumur Resapan untuk Pemukiman Perkotaan dan Pedesaan*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- [8] Manalu, M. I. A. (2014). *Perancangan Alat Ukur Konduktivitas Air (Conductivity Meter) Digital Dengan Sensor Resistif*. (Skripsi). Universitas Sumatera Utara, Medan
- [9] Moduto. 1998. *Desain Perkotaan Volume 1*. Bandung: Departemen Teknik Lingkungan ITB.
- [10] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 12/PRT/M/2014 tentang *Penyelenggaraan Sistem Drainase Point A*.

- [11] Sasongko, Joko. (1996). *Teknik Sumber Daya Air*, ErlanSasongko, Joko. (1996). Teknik Sumber Daya Air, Erlangga, Jakartagga, Jakarta
- [12] SNI 03-3424-1994 “Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan”
- [13] SNI 2835-2008. 2008. *Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Tanah Untuk Konstruksi Bangunan Gedung dan Perumahan*. Badan Standarisasi Nasional. Bandung.
- [14] Nasional, B. S. (2002). SNI 03-2453-2002 *Tata Cara Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan Untuk Lahan Pekarangan*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional
- [15] Standart Perencanaan Irigasi. (2013). *Kriteria Perencanaan Jaringan Irigasi (KP-04)*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- [16] Soemarto. 1987. *Hidrologi Teknik*,. Surabaya: Usaha Nasional
- [17] Soeparman, dan Suparmin, 2001, *Pembuangan Tinja dan Limbah Cair*, Penerbit Buku Kedokteran, EGC, Jakarta.
- [18] Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang berkelanjutan*, Yogyakarta: Andi
- [19] Yudo, S., dan Setiyono., 2008. Hasil survey air limbah domestik oleh BPPT, Nop 2005 “*Perencanaan instalasi pengolahan limbah domestik di rumah susun karang anyar Jakarta. jurnal teknik lingkungan*”, Vol.9, No.1, Hal 31-40.