

PERENCANAAN ULANG SALURAN DRAINASE BERWAWASAN LINGKUNGAN PADA PERUMAHAN ZONA NEIGHBOURHOOD KECAMATAN PAKIS KABUPATEN MALANG

Galuh Jatiningtyas Maharani Putri^{1,*}, Medi Efendi², Moh. Charits³

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

Email: galuhjatiningtyas@gmail.com¹, medipolinema@gmail.com², mohcharits2021@gmail.com³

ABSTRAK

Berdasarkan hasil observasi banjir yang dilakukan pada 1 Februari 2023, diketahui penyebab banjir di Perumahan Zona Neighbourhood adalah terbatasnya kapasitas saluran drainase. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan ulang sistem drainase menggunakan sumur resapan. Perencanaan ulang meliputi perhitungan debit banjir rancangan, penentuan dimensi saluran, dan rencana anggaran biaya. Data yang dibutuhkan adalah: peta topografi, data curah hujan dari tiga stasiun terdekat yaitu Ciliwung, Jabung, dan Singosari dari tahun 2013 hingga 2022, data tanah yang diperoleh dari lab uji tanah Polinema, dan harga satuan pekerjaan tahun 2022 di Kabupaten Malang; kemudian dianalisis menggunakan *Log Pearson Type III*. Sedangkan Chi-Square dan Smirnov-Kolmogrov digunakan untuk menentukan kesesuaian distribusi pada periode kala ulang 2 tahun. Intensitas curah hujan rencana yang ditentukan dengan Metode Mononobe selanjutnya digunakan untuk menghitung debit banjir rancangan. Hasil dari perhitungan perencanaan: curah hujan rancangan adalah 72,329 mm/hari; debit banjir rancangan terbesar 0,08081 m²/detik; sumur resapan dengan diameter 1 meter dan kedalaman 1 meter; dimensi saluran terbesar adalah 0,9 m x 0,9 m; dan rencana anggaran sebesar Rp.1.521.616.662.

Kata kunci : drainase, perencanaan ulang, perumahan zona neighbourhood

ABSTRACT

Based on the results of a flood observation that was carried out on February 1 2023, it was known that the cause of flooding in Zona Neighbourhood Housing was the limited capacity of the drainage channels. This study aimed to re-design the drainage system using infiltration tanks. The re-design covered calculating the design flood discharge, determining the channel dimensions, and estimating the cost. The required data were: topographic maps, rainfall data from the three nearest stations namely Ciliwung, Jabung, and Singosari from 2013 to 2022, soil data obtained from the Polinema soil testing lab, and the 2022 unit price work in Malang District; later were analyzed using Log Pearson Type III. While Chi-Square and Smirnov-Kolmogrov were used to determine whether an underlying design distribution was appropriate in 2-year return period. The design rainfall intensity that was determined using Mononobe Method, later used to design flood discharge. The calculations reveal the redesign rainfall was at 72.329 mm/day; design flood discharge, 0.08081 m²/sec; infiltration tanks with the diameter of 1 meter and the depth of 1 meter; the largest channel dimension is 0.9 m x 0.9 m; and a budget plan of 1,521,616,662 IDR.

Keywords : drainage, re-design, zona neighbourhood housing

1. PENDAHULUAN

Perumahan Zona *Neighbourhood* yang terletak di Desa Mangliawan, Kecamatan Pakis, Kabupaten Malang. Perumahan ini memiliki luas wilayah 5,4 hektar yang terdiri dari 120 unit rumah. Berdasarkan hasil pengamatan pada tanggal 30/01/2023 di lokasi terdapat beberapa saluran

drainase eksisting yang kurang berfungsi dengan baik karena terdapat genangan pada saluran, tumbuhnya rumput liar, dan penumpukan sedimen tanah. Karena kondisi eksisting tersebut dapat menimbulkan luapan air ke jalan dan menimbulkan banjir yang terjadi pada tanggal 01/02/2023 dengan ketinggian banjir berkisar 20-30 cm yang

mengakibatkan air masuk ke beberapa teras rumah dan hanyutnya barang-barang di sekitar area rumah warga.

Oleh karena itu berdasarkan masalah tersebut maka diperlukan perencanaan ulang pada sistem drainase pada Perumahan *Zona Neighbourhood* ini serta penulis menambahkan inovasi berupa drainase berwawasan lingkungan (*eco-drainage*) yaitu sumur resapan.

2. METODE

Metode yang digunakan untuk penelitian dimulai dengan pengolahan data hujan, perhitungan debit rencana, evaluasi dimensi, perhitungan drainase berwawasan lingkungan, dan perhitungan rencana anggaran biaya.

Uji Konsistensi

Uji konsistensi ialah suatu pengujian untuk mengecek konsistensi data hujan yang digunakan pada suatu perencanaan. Uji konsistensi merupakan menguji kebenaran data di lapangan yang tidak dipengaruhi oleh kesalahan saat pengukuran. Andaikan data hujan tidak konsisten dan disebabkan oleh berubahnya atau terganggunya lingkungan sekitar tempat penakar hujan dipasang, maka seolah-olah terjadi penyimpangan terhadap *trend* (perubahan naik dan turun) (Soemarto,1987).

Apabila garis berbentuk lurus maka data tidak konsisten dengan mengalikan data setelah kurva berubah dengan perbandingan kemiringan setelah dan sebelum kurva patah.

$$f = \frac{m1}{m2} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

F = Faktor Koreksi

M1,M2 = Koefisien regresi (kemiringan garis regresi)

Curah Hujan Daerah

Rata – rata hujan dari suatu daerah dapat dihitung dengan berbagai cara yaitu Metode Rata-Rata Aljabar, Garis Isohyet dan *Polygon Thiessen*. (Suripin,2004) sebagai berikut :

Metode Rata – Rata Aljabar Metode ini biasa digunakan di daerah dengan topografi datar. Metode rata – rata aljabar cocok digunakan dengan luas DAS <500 km² dan yang akan digunakan dalam penelitian ini. Metode rata – rata aljabar dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$P = \frac{\frac{1}{n}(P1+P2+P3+\dots+Pn)}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n Pi}{n} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

- P = Tinggi curah hujan (mm)
- P1+ P2 + P3 +Pn = Curah hujan yang tertakar pada tiap pos (mm)
- n = Jumlah stasiun pengukur hujan

Curah Hujan Rancangan

Parameter statistik data curah hujan perlu diperkirakan untuk pemilihan distribusi yang sesuai untuk sebaran data adalah sebagai berikut bedasarkan nilai koefisien kepencengan (*skewness*) dan nilai koefisien kepuncakan (*kurtosis*) (Suripin, 2004).

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

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

$$Ck = \sqrt{\frac{n^2\sum(Xi-X)^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4}} \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan :

Ck = Koefisien Kepuncakan/ Kurtois

Cs = Koefisien Kemencengan/skewness

S = Standar Deviasi

\bar{X} = Rata-rata data hujan (mm)

Xi = Data hujan ke i

n = Jumla data

Pemilihan Jenis Distribusi

Berikut ini pemilihan jenis distribusi berdasarkan parameter diatas dapat menggunakan beberapa perhitungan analisis frekuensi

Tabel 1 Nilai Cs dan Ck sesuai dengan nilai distribusi

Jenis Sebaran	Syarat
Normal	Cs ≈ 0 Ck = 3
Gumbel Tipe I	Cs ≤ 1,1396 Ck ≤ 5,40002
Log Pearson Tipe III	Cs ≠ 0
Log Normal	Cs ≈ 3Cv + Cv ² = 3 Ck = 5,383

(Sumber : Suripin, 2004)

Uji Kesesuaian Distribusi

Bertujuan untuk mengukur tingkat kesesuaian distribusi serangkaian data hujan menggunakan metode uji *Smirnov-Kolmogorov* dan uji *Chi – Square*.

Uji Simpangan Horizontal dengan metode *Smirnov-Kolmogorov*

$$\Delta P = |P(\text{empiris}) - P(\text{teoritis})| \dots\dots\dots(6)$$

Metode *Chi – Square*

$$x^2_{hit} = \frac{\sum(d_{empiris} - d_{teoritis})^2}{d_{teoritis}} \dots\dots\dots(7)$$

Intensitas Curah Hujan

Menurut Suripin (2004) jika data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data harian, maka perhitungan intensitas hujan dapat dilakukan menggunakan rumus mononobe :

$$I = \frac{R24}{24} \left(\frac{24}{tc} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots(8)$$

$$tc = to + td \dots\dots\dots(9)$$

$$to = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_0 \times \frac{n}{\sqrt{S}} \right)^{0,167} \dots\dots\dots(10)$$

$$td = \frac{L_s}{60v} \dots\dots\dots(11)$$

Keterangan:

- I = Intensitas hujan (mm/jam)
- R24 = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm/hari)
- to = 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)
- t_c = Waktu konsentrasi hujan (jam)
- t_d = Waktu yang dibutuhkan air dari hulu sampai ke hilir saluran (m/menit)
- L_s = Panjang lintasan aliran dalam saluran (m)
- v = Kecepatan aliran di dalam saluran (m/detik)

Debit Banjir Rancangan

Rumus Rasional adalah metode dengan rumus yang paling sederhana dalam memperhitungkan debit banjir rancangan. Perhitungan ini menggunakan rumus sebagai berikut (Suripin, 2004) :

Metode Rasional

$$Q = 0,00278 \times C \times I \times A \dots\dots\dots(12)$$

Keterangan:

- Q = debit banjir rancangan (m³/detik)
- C = koefisien pengaliran (tabel)
- I = intensitas curah hujan (m/jam)
- A = luas daerah pengaliran (ha)

Debit Air Kotor

Air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha dan atau kegiatan permukiman, rumah makan (*restaurant*), perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama. Air limbah domestik umumnya mengandung senyawa polutan organik yang cukup tinggi, dan dapat diolah dengan proses pengolahan secara biologis (Yudo dan Setiyono, 2008).

Kecepatan Aliran Seragam

Rumus Kecepatan Aliran :

Menggunakan rumus persamaan *Manning* sebagai berikut berikut :

$$v = \frac{1}{n} \times (R)^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(13)$$

Keterangan:

- v = kecepatan aliran (m/detik)

n = koefisien kekasaran

s = kemiringan saluran

R = radius hidrolis

Kontrol Kecepatan

Dalam Peraturan Menteri PU No. 12 Tahun 2014, kecepatan minimum yang diizinkan adalah kecepatan yang paling rendah yang akan mencegah pengendapan dan tidak menyebabkan berkembangnya tanaman-tanaman air.

Umumnya kecepatan minimum ialah 0,2 m/detik - 0,6 m/detik dan Kecepatan maksimum untuk pasangan batu v = 2 m/detik dan pasangan beton v = 3 m/detik.

Kontrol Jenis Aliran

Aliran dikatakan kritis apabila kecepatan aliran sama dengan kecepatan gelombang gravitasi dengan amplitudo kecil. Gelombang gravitasi dapat dibangkitkan dengan merubah kedalaman. Jika kecepatan aliran lebih kecil daripada kecepatan kritis (Fr < 1), maka alirannya disebut subkritis, sedangkan jika kecepatan alirannya lebih besar daripada kecepatan kritis (Fr > 1), maka alirannya disebut superkritis (Suripin, 2004).

Rumus untuk bilangan *froude* yaitu:

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

Keterangan:

- Fr = Bilangan froude
- v = Kecepatan aliran (m/detik)
- g = Gaya gravitasi (m/detik²)
- h = Kedalaman Aliran (m)

Debit Saluran

Debit saluran yang mengalir dapat dihitung dengan menggunakan rumus persamaan kontinuitas sebagai berikut :

$$Q = V \times A \dots\dots\dots(15)$$

Keterangan :

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

Sumur Resapan

Debit resapan merupakan banyaknya volume air yang dapat meresap ke dalam tanah melalui bangunan resapan tiap satuan waktu. Bentuk yang digunakan dalam pembuatan bangunan resapan juga berperan besar untuk mempengaruhi besarnya debit resapan. Debit resapan yang sesuai dengan bentuk-bentuk bangunan resapan dapat dilihat di bawah ini (Suripin, 2004).

$$H = \frac{Q}{Fk} \left(1 - e^{-\frac{FKT}{\pi R^2}} \right) \dots\dots\dots(16)$$

Keterangan :

- H = Tinggi muka air dalam sumur (m)
- F = Faktor geometrik (m)

- Q = Debit air masuk (m³/detik)
- Q₀ = Debit resapan (m³/detik)
- T = Waktu pengaliran (detik)
- K = Koefisien permeabilitas tanah (m/detik)
- R = Jari-jari sumur (m)

Rencana Anggaran Biaya

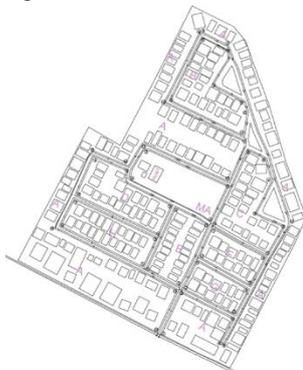
Rencana Anggaran Biaya ialah perhitungan rencana yang diperlukan untuk mengetahui biaya yang dibutuhkan untuk melakukan sebuah pekerjaan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah hasil dari perhitungan pada perencanaan saluran drainase ini, sebagai berikut :

Jaringan Drainase

Berikut ialah gambar skema jaringan drainase pada Perumahan Zona *Neighbourhood* Kecamatan Pakis Kabupaten Malang .



Gambar 1 Skema jaringan drainase
(Sumber : perhitungan,2023)

Data Jumlah Curah Hujan Setahun

Data curah hujan yang digunakan dalam analisa hidrologi pada perencanaan ini adalah 10 tahun terakhir periode tahun 2013 hingga 2022 menggunakan 3 (tiga) stasiun terdekat dari lokasi penelitian yaitu Stasiun Jabung, Stasiun Ciliwung, dan Stasiun Singosari.

Uji Konsistensi



Gambar 4 Grafik Uji Konsistensi Stasiun Jabung terhadap Stasiun Ciliwung dan Stasiun Singosari
(Sumber:Perhitungan,2023)

Perhitungan dilakukan menggunakan software microsoft excel dengan rumus perhitungan :

$$\begin{aligned}
 M1 &= \text{SLOPE}(\text{kom dx di Stasiun Jabung 2013-2017, Kom Sta. Singosari \& Sta. Ciliwung 2013-2017}) \\
 &= 0,822 \\
 M2 &= \text{SLOPE}(\text{kom dx di Stasiun Jabung 2018-2022, Kom Sta. Singosari \& Sta. Ciliwung 2018-2022}) \\
 &= 1,001 \\
 F &= \frac{M1}{M2} \\
 &= \frac{0,822}{1,001} \\
 &= 0,821
 \end{aligned}$$

Karena terdapat patahan pada grafik maka mengalikan faktor koreksi dengan data yang tidak konsisten untuk perhitungan curah hujan daerah.

Pemilihan Jenis Distribusi

Metode perhitungan yang digunakan ialah metode aljabar karena luas DAS kurang dari 500 km² .

Menghitung Standar Deviasi

$$\begin{aligned}
 S &= \sqrt{\frac{\sum(X - \bar{X})^2}{n - 1}} \\
 &= \sqrt{\frac{3130,482}{10 - 1}} \\
 &= 18,650
 \end{aligned}$$

Menghitung nilai Koefisien Kepencengan (Cs)

$$\begin{aligned}
 Cs &= \frac{n \sum(X - \bar{X})^3}{(n - 1)(n - 2)s^3} \\
 &= \frac{10(19036,860)}{(10 - 1)(10 - 2)18,650^3} \\
 &= 0,407
 \end{aligned}$$

Menghitung nilai Koefisien Kurtosis (Ck)

$$\begin{aligned}
 Ck &= \frac{n^2 \sum(X - \bar{X})^4}{(n - 1)(n - 2)(n - 3)s^4} \\
 &= \frac{10^2(2331140,368)}{(10 - 1)(10 - 2)(10 - 3)18,650^4} \\
 &= 3,823
 \end{aligned}$$

Didapatkan hasil perhitungan yaitu nilai Cs = 0,407 dan nilai Ck = 3,823. Dapat disimpulkan menggunakan metode Log Pearson III untuk perhitungan curah hujan rancangan.

Curah Hujan Rancangan

Pada curah hujan rancangan ini menggunakan perhitungan dengan metode Log Pearson III. Lalu menghitung Standar Deviasi (s) serta Cs pada kala ulang 2 tahun menggunakan data log dan mencari curah hujan rancangannya dan didapat nilai curah hujan rancangan 72,329 mm/hari.

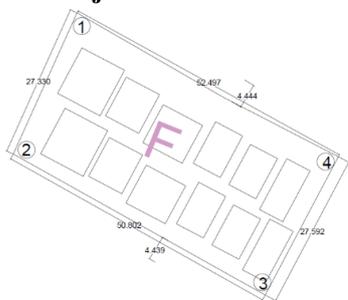
Uji Kesesuaian Distribusi

Perhitungan uji distribusi ini dilakukan dengan metode metode *Smirnov-Kolmogorov* untuk uji simpangan horizontal. Data Delta P Max < data Delta P Tabel, dan Data

Delta P Tabel didapat dari Tabel *Smirnov N* ialah jumlah $n = 10$ dan α (Derajat Kepercayaan) umumnya memakai 0,05 maka hasil yang didapat dari D_0 atau Data Delta P Tabel adalah 0,41 maka 41 %. Sehingga $\Delta P_{Max} = 12,818 \% < D_0 = 41,000 \%$ maka kesimpulannya adalah distribusi simpangan horizontal **memenuhi**.

Uji simpangan vertikal, Data X^2 Hitungan < dari data X^2 Tabel, dan Data X^2 Tabel dapat dilihat dari Tabel *Chi-Square* derajat kebebasan adalah dari (Jumlah data – jumlah variabel empiris – jumlah variabel teoritis – 1) = (10-1-1-1) = (7) dan α (Derajat Kepercayaan) umumnya memakai 0,05 maka hasil yang didapat dari X^2 Tabel adalah 14,067. Sehingga X^2 Hitungan = 0,086 < X^2 Tabel = 14,067 yang artinya distribusi simpangan vertical dengan metode *chi-square* ialah **memenuhi**.

Intensitas Curah Hujan



Gambar 2 Denah Blok F
(Sumber: Perhitungan, 2023)

- Menghitung waktu yang diperlukan air untuk mengalir dipermukaan lahan sampai ke saluran terdekat (t_0)

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

$$= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 13,7 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,577}} \right)^{0,167}$$

$$= 0,961 \text{ menit}$$

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

$$= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 2,22 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,020}} \right)^{0,167}$$

$$= 0,874 \text{ menit}$$

- Menghitung waktu perjalanan dari pertama masuk saluran drainase sampai ke titik keluaran t_d

$$t_d = \frac{L_d}{60 \times v}$$

$$= \frac{50,802}{60 \times 1,5}$$

$$= 0,564 \text{ menit}$$

- Menghitung t_c

$$t_c = t_0 \text{ maks} + t_d$$

$$= 0,961 + 0,564$$

$$= 1,525 \text{ menit}$$

$$= 0,025 \text{ jam}$$

- Intensitas Curah Hujan dalam satuan mm/jam
Menggunakan Curah Hujan Rancangan yang sudah dihitung didapat : 72,329 mm/hari.

$$I_{jalan} = \frac{R24}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$= \frac{72,329}{24} \left(\frac{24}{0,025} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$= 290,041 \text{ mm/jam}$$

$$I_{rumah} = \frac{R24}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$= \frac{72,329}{24} \left(\frac{24}{0,025} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$= 290,041 \text{ mm/jam}$$

Debit Banjir Rancangan

Perhitungan debit banjir rancangan menggunakan metode Rasional. Metode ini berlaku jika luas daerah aliran sungai < 500 ha.

Menghitung debit air hujan

$$Q = 0,002778 \times C \times I \times A$$

$$Q = 0,002778 \times 0,61 \times 290,041 \times 0,081$$

$$Q = 0,03992 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Debit Air Kotor

Perhitungan debit air kotor berasal pada jumlah penduduk setiap rumah dan volume limbah yang dibuang pada setiap rumah.

$Q_{Air \text{ Kotor}}$ = Jumlah rumah x jumlah penduduk x volume limbah

$$Q = \text{Jumlah penduduk} \times Q_{limbah}$$

$$= 36 \times 300$$

$$= 10800 \text{ lt/orang/hari}$$

$$= 0,000125 \text{ m}^3/\text{orang/detik}$$

Perhitungan Sumur Resapan

Menghitung muka air dalam sumur

$$H = \frac{Q}{FK} \left(1 - e^{-\frac{FKT}{\pi R^2}} \right)$$

$$= \frac{0,00355}{2,75 \times 0,00000135} \left(1 - 2,718^{-\frac{2,75 \times 0,00000135 \times 61,0735}{3,14 \times 0,5^2}} \right)$$

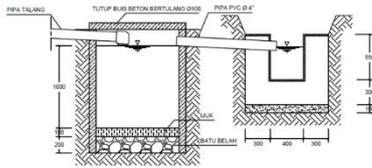
$$= 1 \text{ m}$$

Menghitung debit sumur resapan

$$Q_0 = F \times K \times H$$

$$= 2,75 \times 0,00000135 \times 1$$

$$= 0,00000371 \text{ m}^3/\text{detik}$$



Gambar 3 Sumur Resapan
(Sumber: Perhitungan, 2023)

Perhitungan Debit Kumulatif

Perhitungan pada saluran F 3-2:

Saluran F 3-2 tidak mendapat limpasan dari saluran sebelumnya, maka:

$$Q \text{ hujan} = 0,03992 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q \text{ limbah} = 0,000125 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q \text{ sal sebelumnya} = 0,0000$$

$$Q_{\text{Sumur}} = 0,00000371 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{kum}} &= Q \text{ hujan} + Q \text{ limbah} + Q \text{ saluran sebelumnya} - Q_{\text{sumur}} \\ &= 0,03992 + 0,000125 + 0,0000 - 0,00000371 \\ &= 0,400416 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Dimensi Eksisting Lama

Melakukan evaluasi saluran eksisting dengan data survey pada lokasi.

- Kontrol untuk debit (Q)

Syarat yang memenuhi untuk debit ialah,

$$Q = Q_{\text{hit}} \geq Q_{\text{Rencana}}$$

$$Q = 0,000 \text{ m}^3/\text{detik} \geq 0,225 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q = \text{Tidak Memenuhi}$$

- Kontrol untuk kecepatan aliran saluran (V)

Syarat memenuhi kecepatan aliran berdasarkan nilai minimum yaitu 0,6 m/detik dan nilai maksimum 2 m/detik

$$V = V_{\text{ijin maksimum}} \geq V_{\text{hit}} \geq V_{\text{ijin minimum}} \text{ (Oke/Memenuhi)}$$

$$V = 2 \text{ m/detik} \geq 0,000 \text{ m/detik} \geq 0,6 \text{ m/detik}$$

$$V = \text{Tidak Memenuhi}$$

- Kontrol bilangan Froude (Fr)

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g \cdot h}} < 1$$

$$= 0,000 < 1 Fr = \text{Memenuhi}$$

Perhitungan Perencanaan Dimensi Baru

Berikut merupakan contoh perhitungan dari perencanaan dimensi baru :

- Hasil data survey

$$\text{Lebar saluran (b)} = 0,4 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi saluran (H)} = 0,55 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi Jagaan (Fb)} &= \frac{1}{3} H \\ &= 0,2 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Muka Air (h)} = 0,4 \text{ m}$$

- Menghitung luas penampang basah saluran persegi (A)

$$\begin{aligned} A &= b \times h \\ &= 0,4 \times 0,55 \\ &= 0,16 \text{ m} \end{aligned}$$

- Menghitung keliling basah saluran persegi (P)

$$\begin{aligned} P &= b + (2 \times h) \\ &= 0,3 + (2 \times 0,4) \\ &= 1,20 \text{ m} \end{aligned}$$

- Menghitung jari-jari hidrolis persegi (R)

$$\begin{aligned} R &= \frac{A}{P} \\ &= \frac{0,16}{1,20} \\ &= 0,133 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_{\text{ren}} &= \frac{(\text{elv muka tanah asli awal} - \text{elv muka tanah asli akhir} - \text{galian})}{L_d} \\ &= \frac{(444,000 - (444,000 - 0,200))}{27,330} \\ &= 0,007 \end{aligned}$$

- Kontrol untuk debit (Q)

$$\begin{aligned} Q &= Q_{\text{hit}} \geq Q_{\text{Rencana}} \\ &= 0,226 \text{ m}^3/\text{detik} \geq 0,225 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= \text{Memenuhi} \end{aligned}$$

- Kontrol untuk kecepatan aliran saluran (V)

$$\begin{aligned} V &= V_{\text{ijin maksimum}} \geq V_{\text{hit}} \geq V_{\text{ijin minimum}} \text{ (Oke/Memenuhi)} \\ &= 2 \text{ m/detik} \geq 1,412 \text{ m/detik} \geq 0,6 \text{ m/detik} \\ &= \text{Memenuhi} \end{aligned}$$

- Kontrol bilangan Froude (Fr)

$$\begin{aligned} Fr &= \frac{V}{\sqrt{g \cdot h}} < 1 \\ &= 0,713 < 1 \end{aligned}$$

$$Fr = \text{Memenuhi}$$



Gambar 4 Saluran Dimensi Baru
(Sumber: Perhitungan, 2023)

Perhitungan Gorong – Gorong

Direncanakan gorong-gorong berpenampang persegi menggunakan *box culvert* sehingga dimensinya disesuaikan pada pabrikan.

- Kontrol untuk debit (Q)

$$\begin{aligned} Q &= Q_{\text{hit}} \geq Q_{\text{Rencana}} \\ &= 0,292 \text{ m}^3/\text{detik} \geq 0,225 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= \text{Memenuhi} \end{aligned}$$

- Kontrol untuk kecepatan aliran saluran (V)

$V = V \text{ ijin maksimum} \geq V \text{ hit} \geq V \text{ ijin minimum}$
(Oke/Memenuhi)

$V = 3 \text{ m/detik} \geq 1,218 \text{ m/detik} \geq 0,6 \text{ m/detik}$

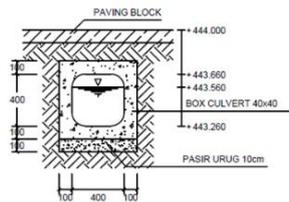
$V = \text{Memenuhi}$

- Kontrol bilangan Froude (Fr)

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g \cdot h}} < 1$$

$$= 0,615 < 1$$

Fr = **Memenuhi (Subkritis)**



Gambar 5 Gorong-Gorong
(Sumber: Perhitungan, 2023)

Perhitungan Inlet

Pada perencanaan ini digunakan curb inlet, berikut contoh perhitungannya :

Q hujan dari jalan yaitu : 0,0040 m³/detik

$$Q_{inlet} = 0,36 \times g \times d^{3/2} \times L$$

$$= 0,36 \times 9,81 \times 0,44^{3/2} \times 0,2$$

$$= 0,2090 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Jumlah Inlet yang dibutuhkan

$$\text{Inlet (n)} = \frac{Q_{hujan}}{Q_{inlet}}$$

$$= \frac{0,0040}{0,2090}$$

$$= 0,0195$$

$$= 1 \text{ unit inlet}$$

Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana Anggaran Biaya pada perencanaan ini meliputi perhitungan harga bahan, alat, dan upah pekerja serta biaya lain-lain yang berhubungan dengan perencanaan. Total biaya yang dibutuhkan untuk perencanaan saluran drainase pada lokasi penelitian sebesar Rp 1.521.616.662

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perencanaan ulang saluran drainase dengan menggunakan sumur resapan pada Perumahan Zona Neighbourhood Kecamatan Pakis Kabupaten Malang dapat disimpulkan bahwa :

1. Berdasarkan hasil survey dan perhitungan kondisi saluran eksisting pada lokasi penelitian tidak dapat menampung debit dan kecepatan yang direncanakan, serta kondisi saluran yang terdapat genangan, sedimen, dan tumbuhan yang tumbuh. Untuk

menentukan arah aliran digunakan aplikasi altimeter dengan garis kontur.

2. Curah Hujan pada kala ulang 2 tahun dari penelitian ini ialah 72,329 mm/hari.
3. Debit banjir rancangan yang dihasilkan dari perhitungan ialah berkisar antara 0,00079 m³/detik hingga 0,08081 m³/detik.
4. Dimensi saluran yang digunakan bervariasi. Dari hasil perhitungan didapat dimensi terkecil saluran yaitu lebar 0,2 meter dan tinggi 0,5 meter dan dimensi terbesar saluran yaitu lebar 0,9 meter dan tinggi 0,9 meter.
5. Sistem *eco-drainage* yang digunakan ialah sumur resapan dengan menggunakan buis beton ukuran diameter 1 meter dan kedalam 1 meter dan jumlah sumur resapan ialah 21 buah sumur.
6. Total biaya yang dibutuhkan untuk perencanaan saluran drainase pada lokasi penelitian sebesar Rp 1.521.616.662

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Peraturan Menteri PU No. 12 Tahun 2014 Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan
- [2] Soemarto. 1987. Hidrologi Teknik., Surabaya: Usaha Nasional
- [3] Suripin, 2004. Sistem Drainase Perkotaan yang berkelanjutan, Yogyakarta: Andi
- [4] Yudo, S., dan Setiyono., 2008. Hasil survei air limbah domestik oleh BPPT, Nop