

PERENCANAAN ULANG SALURAN DRAINASE BERWAWASAN LINGKUNGAN PADA PERUMAHAN SAWOJAJAR 2 RW12, DESA SEKARPURO, KABUPATEN MALANG

Audrey Calista Azzahro¹, 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 : audreycalista123@gmail.com¹, medipolinema@gmail.com², mohcharits2021@gmail.com³

ABSTRAK

Peningkatan jumlah penduduk mengakibatkan peningkatan pembangunan rumah sehingga mengurangi daerah resapan air seperti di Perumahan Sawojajar 2 RW12, Desa Sekarpuro, Kabupaten Malang. Pada saat hujan deras, daerah ini sering mengalami banjir dan genangan air. Untuk mengatasi masalah ini, dimensi saluran drainase perlu didesain ulang dan menggunakan berwawasan lingkungan sumur resapan di daerah tersebut. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui layout jaringan drainase, menghitung debit banjir rancangan, menentukan kapasitas dimensi saluran, menghitung jumlah sumur resapan yang dibutuhkan dan menghitung rancangan anggaran biaya. Data yang diperlukan yaitu peta topografi, data curah hujan dari 3 stasiun terdekat yaitu Jabung, Ciliwung dan Singosari mulai tahun 2013-2022, data tanah dari laboratorium uji tanah Politeknik Negeri Malang, harga satuan pokok pekerjaan Kabupaten Malang tahun 2022. Data tersebut diolah dengan menggunakan metode Log Pearson III, uji kesesuaian dengan metode Chi-Square dan Sminov-Kolmogorov dengan kala ulang 2 tahun, Intensitas hujan dengan metode Mononobe dan debit banjir rancangan dengan metode rasional. Hasil dari perencanaan ulang adalah arah aliran air dari selatan ke utara; curah hujan rancangan sebesar 72,3292 mm/hari; 0,4m kapasitas dari saluran drainase; drainase berwawasan lingkungan menggunakan sumur resapan dengan jumlah 35 sumur resapan yang diletakkan dilahan rumah; dan total rencana anggaran biaya yang diperlukan sebesar Rp. 1.054.731.532,714

Kata Kunci: berwawasan lingkungan; sumur resapan; perencanaan ulang

ABSTRACT

The increase in population results in an increase in construction and reduces the area of water infiltration such as in Sawojajar 2 RW 12, Sekarpuro, Malang District. During heavy rains, this area experienced numerous floods and puddles. To address these issues, the dimensions of the drainage channel needs to be redesigned environmentally using water infiltration tank. The purpose of this thesis was to determine the layout of the drainage system, to find out the discharge of planned flooding, to determine the capacity of the drainage channels, to figure out how many infiltration tanks are required, and to estimate the cost. The required data were topographic maps, rainfall data from 3 nearby stations of Jabung, Ciliwung, and Singosari 2013-2022, soil data from soil laboratory of State Polytechnic of Malang, and work unit price of Malang District 2022. The data were processed using the Log Pearson III method, the suitability test using the Chi – Square and Smirnov – Kolmogorov methods with a 2-year return period, rainfall intensity using the Mononobe method and designed flood discharge using the rational method. The redesign resulted in a flow water of drainage from south to north in a designed rainfall; 72.3292mm/day planned flooding discharge; 0.4m the capacity of the drainage channel; 35 environmentally infiltration tanks strategically placed on residential area; at IDR 1,054,731,532.714 the total estimated cost.

Keywords: *environmentally-based; infiltration tank; redesign*

1. PENDAHULUAN

Dengan semakin meningkatnya intensitas air hujan pada saat musim hujan maka peranan drainase sangat penting, tetapi banyak sekali ditemukan khususnya di daerah pemukiman warga yang padat penduduk terjadi banjir salah satu penyebabnya adalah belum maksimalnya fungsi drainase itu sendiri.

Banjir banyak dijumpai di daerah tersebut karena semakin banyak penduduk semakin banyak juga rumah yang dibangun mengakibatkan pada kurangnya daerah resapan air pada kawasan tersebut maka penulis melakukan perencanaan bangunan berwawasan lingkungan yaitu sumur resapan yang berfungsi sebagai pengurangan aliran pada permukaan untuk mencegah terjadinya genangan air secara berlebih dan menyebabkan banjir serta dapat dimanfaatkan untuk kemudian hari menjadi air cadangan dalam tanah.

Melihat permasalahan banjir yang terjadi dan sampai sekarang masih belum ditemukan solusi untuk menyelesaikan permasalahan itu maka penulis melakukan penelitian ulang terhadap saluran drainase yang berada di lokasi tersebut yang meliputi blok rumah (F, G, MU, D, E, H, I, K, MA, L, J, A, C, B) yang berada di Jalan Kapi Mantasti dan Jalan Kapi Pramuja yang diharapkan dapat mengurangi banjir yang sering terjadi.

2. METODE

Berikut adalah metode yang digunakan pada perencanaan ini:

A. Analisa Hidrologi

Uji Konsistensi

Uji konsistensi berarti menguji kebenaran dari data lapangan yang tidak dipengaruhi oleh kesalahan pada saat pengukuran. Jika data hujan tidak konsisten yang diakibatkan oleh berubahnya lingkungan di sekitar tempat penakar hujan dipasang. (Seomarto, 1987)

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 Metode rata – rata aljabar dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$P = \frac{\frac{1}{n}(P_1+P_2+P_3+\dots+P_n)}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n} \quad (1)$$

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 berdasarkan nilai koefisien kepencengan (*skewness*) dan nilai koefisien kepuncakan (*kurtosis*) (Suripin, 2004).

Standar Deviasi (DS)

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

Koefisien Kepencengan (*Skewness*)

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

Koefisien Kurtosis (*Curtosis*)

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

Keterangan :

- S = Standar Deviasi
- Ck = Koefisien Kepuncakan
- Cs = Koefisien kemencengan
- X = Rata-rata hujan (mm)
- Xi = Data hujan i
- n = Jumlah data

Uji Kesesuaian Distribusi

Uji kesesuaian atau distribusi bertujuan untuk mengukur tingkat kesesuaian distribusi serangkaian data hujan

Uji Simpangan Horizontal dengan metode *Smirnov-Kolmogorov*

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

Metode *Chi – Square*

$$\chi^2_{hit} = \frac{\sum(d_{empiris} - d_{teoritis})^2}{d_{teoritis}} \quad (6)$$

Waktu Konsentrasi

Berikut adalah rumus yang digunakan untuk menghitung waktu konsentrasi (tc). langkah pertama dari perhitungan tc yaitu lebih dahulu menghitung waktu air mengalir di area limpasan.

$$t_c = t_0 + t_d \quad (7)$$

$$t_0 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_0 \times \frac{n}{\sqrt{S}}\right)^{0,167} \quad (8)$$

$$t_d = \frac{L_s}{60v} \quad (9)$$

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 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, berikut:

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

Keterangan:

- I = Intensitas hujan (mm/jam)
- R24 = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm/hari)
- tc = Waktu konsentrasi hujan (jam)

Debit Banjir Rancangan

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

$$Q = 0,000278 \times C \times I \times A \quad (11)$$

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 (Yudo dan Setiyono 2008).

B. Analisa Hidrolika

Kecepatan Aliran Seragam

Rumus Kecepatan Aliran

Menggunakan rumus persamaan Manning sebagai berikut berikut

$$v = \frac{1}{n} \times (R)^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \quad (12)$$

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 untuk saluran berbahan tanah adalah 0,2 m/detik, untuk saluran berbahan pasangan ialah 0,6 m/detik.

Kecepatan maksimum ditentukan oleh kekasaran dinding dan dasar. Untuk pasangan batu kali v = 2 m/dt dan pasangan beton v = 3 m/dt

Kontrol Jenis Aliran

Aliran dikatakan kritis apabila kecepatan aliran sama dengan kecepatan gelombang gravitasi dengan amplitudo kecil. Jika kecepatan aliran lebih kecil daripada kecepatan kritis ($Fr < 1$), (Suripin, 2004:123).

Rumus untuk bilangan froude yaitu:

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot h}} \quad (13)$$

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:

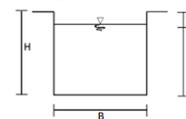
$$Q = V \times A \quad (14)$$

Keterangan :

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

Tinggi Jagaan

Tinggi jagaan pada saluran adalah jarak vertical dari puncak saluran ke permukaan air pada kondisi rencana.



Gambar 1 Bentuk Penampang Saluran
(Sumber : Chow, 1989)

Keterangan :

- H = Tinggi saluran
- B = Lebar dasar saluran
- h = Tinggi muka air
- W = Tinggi jagaan

Gorong - Gorong

Tipe Box Culvert

Pada penelitian ini merencanakan gorong -gorong dengan tipe box culvert karena pengerjaan lebih cepat, ramah lingkungan serta harga lebih murah dibanding tipe lainnya. Untuk ukuran bekisar 40 cm x 40 cm yang umumnya menggunakan mutu beton K-350.



Gambar 2 Gorong – Gorong Box Culvert
(Sumber : Google Image)

Inlet

Menurut Moduto (1998) Perhitungan debit inlet dapat digunakan dengan persamaan sebagai berikut yaitu :

$$Q_i = 0,36 \times g \times d^{3/2} \times L \quad (15)$$

Keterangan :

- Q_i = Kapasitas inlet kerb (m³/detik)
- L = Lebar bukaan inlet kerb (m)
- g = Gaya gravitasi (m/s²)

d = Kedalaman air dalam inlet ker

Sumur Resapan

Konstruksi Sumur Resapan

Ditjen Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum menetapkan data teknis sumur resapan air sebagai berikut:

1. Ukuran maksimum diameter 1,4 meter.
2. Ukuran pipa masuk diameter 110 mm
3. Ukuran pipa pelimpah diameter 110 mm.
4. Ukuran kedalaman 1,5 sampai dengan 3 meter.
5. Dinding dibuat dari pasangan bata atau batako dari campuran 1 semen : 4 pasir tanpa plester.
6. Rongga sumur resapan diisi dengan batu kosong 20/20 setebal 40 cm.
7. Penutup sumur resapan dari plat beton tebal 10 cm dengan campuran 1 semen: 2 pasir : 3 kerikil.

Debit Resapan

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

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

Langkah-langkah perancangan RAB adalah sebagai berikut:

1. Menyusun item pekerjaan
2. Menghitung volume pekerjaan
3. Membuat daftar harga satuan upah dan bahan
4. Menyusun analisa pekerjaan per item pekerjaan
5. Membuat Rencana Anggaran Biaya (RAB)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisa Hidrologi

Curah Hujan Maksimum Tahunan

Data curah hujan yang digunakan dari 3 stasiun terdekat dari lokasi studi merupakan data yang penting dalam perencanaan ulang drainase,. Berikut adalah data curah hujan maksimum pertahun yang ada di Stasiun Hujan Jabung, Stasiun Hujan Ciliwung, Stasiun Hujan Singosari selama 10 tahun terakhir.

Tabel 1 Data Curah Hujan Maksimum Tahunan

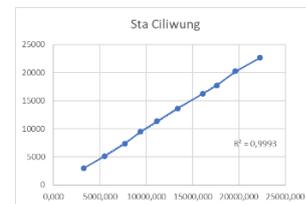
Tahun	Jumlah Curah Hujan Setahun		
	Jabung	Ciliwung	Singosari
2022	2851	2977	3703
2021	2990	2111	1444
2020	2197	2277	2237
2019	1579	2096	1699
2018	1418	1872	2182

2017	1712	2272	2741
2016	2167	2610	3249
2015	1440	1505	1653
2014	1627	2513	2313
2013	2664	2433	2682

(Sumber : Perhitungan Excel)

Uji Konsistensi

Pada Stasiun Ciliwung dapat dilihat jika tahun 2022 sampai tahun 2013 sangat konsisten terhadap garis, maka tidak perlu dilakukannya koreksi karena grafik kurva sangat konsisten, dan dapat disimpulkan maka data curah hujan Sta Ciliwung sangat konsisten terhadap Stasiun Jabung dan Stasiun Singosari



Gambar 3 Grafik Uji Konsistensi Stasiun Ciliwung

(Sumber : Perhitungan Excel)

Curah Hujan Rancangan

Sebelum menentukan metode apa yang akan digunakan dalam perhitungan curah hujan rancangan terlebih dulu menghitung Cs dan Ck untuk menentukan jenis sebaran Menghitung Standart Deviasi

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

$$S = \sqrt{\frac{3130,482}{10 - 1}}$$

$$S = 18,650$$

Menghitung nilai Koefisien Kepencengan (Cs)

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

$$Cs = \frac{10(19036,860)}{(10 - 1)(10 - 2)18,650^3}$$

$$Cs = 0,407$$

Menghitung nilai Koefisien Kurtosis (Ck)

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

$$Ck = \frac{10^2(2331140,368)}{(10 - 1)(10 - 2)(10 - 3)18,650^4}$$

$$Ck = 3,823$$

Pada perhitungan diatas didapatkan nilai Cs =0,408 dan nilai Ck = 3,823. Dapat disimpulkan menggunakan metode Log Pearson III untuk perhitungan curah hujan rancangan.

Lalu menghitung Standart Deviasi (s) serta Cs untuk kala ulang 2 tahun menggunakan data log dan mencari curah hujan rancangannya didapat 72,329 mm/hari

Tabel 2 Perhitungan untuk Kala Ulang 2 tahun

Rata-Rata	1,857
-----------	-------

Distribusi Log Pearson III (TR=2 THN)	Standart Deviasi (s)	0,111	
	Cs	-0,129	
	Kala Ulang (Tr)	2	tahun
	CS	G	(TABEL)
	-0,129	0,021	
	0	0,000	
	-0,2	0,033	
	log Xrancangan	1,859	
	Xrancangan	72,329	mm/hari
Peluang	50%		

(Sumber : Perhitungan Excel)

Uji Kesesuaian Distribusi

Uji keesesuaian ini menggunakan data uji simpangan horizontal dan juga uji simpangan vertikal Data Delta P Tabel dapat dilihat dari Tabel *Smirnov N* adalah 0,41 maka 41 % .
 Sehingga Delta P Max = 12,818 % < D0 = 41,000 % maka kesimpulannya adalah distribusi simpangan horizontal memenuhi

Tabel 3 Kesimpulan Uji Simpangan Horizontal

DELTA P MAX	12,818%
DELTA P TABEL	41,000%
KESIMPULAN	MEMENUHI

(Sumber : Perhitungan Excel)

Data X² Tabel dapat dilihat dari Tabel *Chi-Square* derajat kebebasan adalah 14,067
 Sehingga data X² Hitungan = 0,086 < X² Tabel = 14,067 maka kesimpulannya adalah distribusi simpangan vertikal memenuhi

Tabel 4 Kesimpulan Uji Simpangan Vertikal

X2 HITUNGAN	0,086
X2 TABEL	14,067
KESIMPULAN	MEMENUHI

(Sumber : Perhitungan Excel)

Waktu Konsentrasi

Waktu kosentrasi yaitu waktu yang diperlukan oleh air hujan yang jatuh untuk mengalir dari titik terjauh pada permukaan tanah dalam daerah tangkapan air ke saluran paling dekat (t0) dan waktu perjalanan air dari pertama masuk saluran dari hulu ke hilir (td), dan juga waktu kosentrasi dihitung dari limpasan jalan dan rumah

$$= t_0 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_0 \times \frac{n}{\sqrt{S}} \right)^{0,167}$$

$$= t_0 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 12,666 \times \frac{0,020}{\sqrt{0,700}} \right)^{0,167}$$

$$= t_0 = 0,933 \text{ menit}$$

$$= t_d = \frac{82,202}{60 \times 1,5}$$

$$= 0,913 \text{ menit}$$

Menghitung t_c

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

$$= t_c = 0,933 + 0,913$$

$$= t_c = 1,847 \text{ menit}$$

$$= t_c = 0,031 \text{ jam}$$

Intensitas Curah Hujan

Selanjutnya adalah perhitungan Intensitas Curah Hujan yang menggunakan metode Mononobe karena hanya ada data harian, Intensitas Curah Hujan dalam satuan mm/jam Menggunakan Curah Hujan Rancangan yang sudah dihitung didapat : 72,329 mm/hari

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

$$I = \frac{72,329}{24} \left(\frac{24}{0,031} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$I = 255,308 \text{ mm/jam}$$

Debit Banjir Rancangan

Untuk debit banjir rancangan ini menggunakan Metode Rasional.

Menghitung debit air hujan

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

$$Q = 0,002778 \times 0,45 \times 255,308 \times 0,122$$

$$Q = 0,03872 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Debit Air Kotor

Perhitungan debit air kotor ini didasari pada jumlah penduduk setiap rumah dan volume limbah yang dibuang = Jumlah rumah x jumlah penduduk x volume limbah = 7 x 5 x 300 = 10500 lt/org/hari = 0,0012 m3/org/dtk

Perhitungan Debit Kapasitas

Perihitungan debit kapasitas ini nanti nya akan digunakan pada perhitungan dimensi eksisting lama untuk menentukan mana saluran yang masih OK dan mana saluran yang akan di redesign

$$Q \text{ kapasitas} = Q \text{ hujan} + Q \text{ limbah} + Q \text{ saluran sebelumnya}$$

$$= Q \text{ kapasitas} = 0,038720 + 0,000122 + 0,003864$$

$$= Q \text{ kapasitas} = 0,042706 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Perhitungan Sumur Resapan

Menghitung muka air dalam sumur

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

$$= H = \frac{0,00355}{2,2 \times 0,00000124} \left(1 - 2,718^{-\frac{2,2 \times 0,00000124 \times 60,951}{3,14 \times 0,5^2}} \right)$$

$$= 1 \text{ m}$$

Menghitung debit sumur resapan

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

$$= Q_0 = 2,2 \times 0,00000124 \times 1$$

$$= Q_0 = 0,00000347 \text{ m}^3 / \text{dt}$$

Perhitungan Debit Kumulatif

Perihitungan debit kumulatif ini nanti nya akan digunakan pada perhitungan dimensi perencanaan baru untuk mengurangi debit yang ada pada saluran karena adanya inovasi yang berwawasan lingkungan yaitu sumur resapan.

B. Analisa Hidrolika

Dimensi lama yang telah dihitung memenuhi atau tidak, dan jika tidak akan dihitung dan direncanakan pada dimensi perencanaan baru

Dimensi Eksisting Lama

Menghitung kecepatan aliran saluran

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

$$=V = \frac{1}{0,015} \times 0,133^{\frac{2}{3}} \times 0,000860^{\frac{1}{2}}$$

$$= V = 0,5101 \text{ m/dt}$$

Menghitung debit hitung saluran

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,5101 \times 0,16$$

$$Q = 0,082 \text{ m}^3$$

Menghitung bilangan Froude (Fr)

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

$$= Fr = \frac{0,5101}{\sqrt{9,18 \cdot 0,4}}$$

$$= Fr = 0,258$$

- Kontrol untuk debit

Persyaratan pada control debit yaitu Q hit harus lebih besar pada Q rencana maka dari Q hitung dapat ditentukan

$$= Q \text{ hit} \geq Q \text{ Rencana (Oke/Memenuhi)}$$

$$= 0,082 \text{ m}^3 / \text{dt} \geq 0,392 \text{ m}^3 / \text{dt} - (\text{Tidak Oke/Memenuhi})$$

- Kontrol untuk kecepatan aliran saluran

Persyaratan pada kecepatan aliran untuk pasangan batu bata, batu kali tidak boleh melebihi kecepatan ijin yang ditentukan

= V ijin maksimum \geq V hit \geq V ijin minimum (Oke/Memenuhi)

$$= 2 \text{ m/dt} \geq 0,5101 \text{ m/dt} \geq 0,6 \text{ m/dt} - (\text{Tidak Oke/Memenuhi})$$

- Kontrol bilangan Froude

Persyaratan pada aliran saluran yaitu untuk bilangan froude tidak boleh lebih dari (1 sub kritis)

$$= F \leq 1 (\text{Oke/Memenuhi})$$

$$= 0,258 \leq 1 (\text{Oke/Memenuhi})$$

Dimensi Perencanaan Baru

Menghitung kecepatan aliran saluran

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

$$=V = \frac{1}{0,015} \times 0,155^{\frac{2}{3}} \times 0,000860^{\frac{1}{2}}$$

$$= V = 0,5644 \text{ m/dt}$$

Menghitung debit hitung saluran

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,5644 \times 0,225$$

$$Q = 0,127 \text{ m}^3$$

Menghitung bilangan Froude (Fr)

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

$$= Fr = \frac{0,5644}{\sqrt{9,18 \cdot 0,5}}$$

$$= Fr = 0,255$$

- Kontrol untuk debit

$$= Q \text{ hit} \geq Q \text{ Rencana (Oke/Memenuhi)}$$

$$= 0,409 \text{ m}^3 / \text{dt} \geq 0,392 \text{ m}^3 / \text{dt} - (\text{Oke/Memenuhi})$$

- Kontrol untuk kecepatan aliran saluran

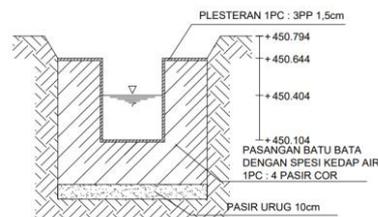
$$= V \text{ ijin maksimum} \geq V \text{ hit} \geq V \text{ ijin minimum (Oke/Memenuhi)}$$

$$= 2 \text{ m/dt} \geq 1,819 \text{ m/dt} \geq 0,6 \text{ m/dt} - (\text{Oke/Memenuhi})$$

- Kontrol bilangan Froude

$$= F \leq 1 (\text{Oke/Memenuhi})$$

$$= 0,821 \leq 1 (\text{Oke/Memenuhi})$$



Gambar 4 Dimensi Baru

(Sumber : Penggambaran AutoCad)

Elevasi Muka Air

Dan selanjutnya adalah kontrol muka air dimana perhitungan harus dinyatakan OK artinya adalah muka air harus berada dibawah elevasi tanah

Muka Air Awal = (Elevasi Awal Muka Air - Elevasi Muka Tanah Asli Awal)

$$\text{Muka Air Awal} = 449,237 - 449,437$$

$$\text{Muka Air Awal} = -0,200$$

Muka Air Akhir = (Elevasi Akhir Muka Air - Elevasi Muka Tanah Asli Akhir)

$$\text{Muka Air Akhir} = 449,016 - 449,416$$

$$\text{Muka Air Akhir} = -0,400$$

Pengecekan = Kontrol Muka Air Awal $<$ 0 ; Kontrol Muka Air Akhir $<$ 0

$$\text{Pengecekan} = -0,200 < 0 ; -0,400 < 0 (\text{OK})$$

Perhitungan Gorong – Gorong

Menghitung kecepatan aliran saluran

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

$$=V = \frac{1}{0,017} \times 0,120^{\frac{2}{3}} \times 0,002194^{\frac{1}{2}}$$

$$= V = 0,670 \text{ m/dt}$$

Menghitung debit hitung saluran

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,670 \times 0,120$$

$$Q = 0,080 \text{ m}^3$$

Menghitung bilangan Froude (Fr)

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

$$= Fr = \frac{0,670}{\sqrt{9,18 \cdot 0,3}}$$

$$= Fr = 0,391$$

- Kontrol untuk debit

$$= Q \text{ hit} \geq Q \text{ Rencana (Oke/Memenuhi)}$$

$$= 0,080 \text{ m}^3 / \text{dt} \geq 0,0734 \text{ m}^3 / \text{dt} - (\text{Oke/Memenuhi})$$

- Kontrol untuk kecepatan aliran saluran

= V ijin maksimum \geq V hit \geq V ijin minimum (Oke/Memenuhi)

$$= 3 \text{ m/dt} \geq 0,670 \text{ m/dt} \geq 0,2 \text{ m/dt} - (\text{Oke/Memenuhi})$$

- Kontrol bilangan Froude

$$= F \leq 1 \text{ (Oke/Memenuhi)}$$

$$= 0,391 \leq 1 \text{ (Oke/Memenuhi)}$$

Perhitungan Inlet

Salah satu bangunan pelengkap adalah inlet yang berfungsi untuk jalannya masuknya air dari permukaan jalan ke saluran. Untuk perencanaan ini menggunakan tipe curb inlet Q hujan dari jalan yaitu : 0,00380 m³/s

$$Q \text{ Inlet} = 0,36 \times g \times d^{3/2} \times L$$

$$Q \text{ Inlet} = 0,36 \times 9,81 \times 0,045^{3/2} \times 0,2$$

$$Q \text{ Inlet} = 0,00647 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Jumlah Inlet yang dibutuhkan} = Q \text{ hujan} / Q \text{ Inlet}$$

$$\text{Jumlah Inlet yang dibutuhkan} = 0,00380 / 0,00647$$

$$\text{Jumlah Inlet yang dibutuhkan} = 0,5630 = 1 \text{ unit Inlet}$$

Perhitungan Bak Kontrol

Salah satu bangunan pelengkap adalah bak kontrol yang berfungsi untuk inspeksi dan pemeliharaan saluran

1. Dari data dimensi ukuran gorong – gorong

$$b = 0,40 \text{ m dan } H = 0,40 \text{ m}$$

2. Serta dimensi saluran

$$b = 0,4 \text{ m dan } H = 0,50 \text{ m}$$

3. Menghitung dimensi bak kontrol

$$b = 0,4 + 0,2 = 0,6 \text{ m}$$

$$H = 0,50 \text{ (memakai saluran dengan dasar terendah)}$$

Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Pada perhitungan analisis rencana anggaran biaya didapatkan nantinya adalah total dari biaya yang dibutuhkan dalam pelaksanaan pekerjaan drainase ini dengan menggunakan data volume dan juga ahsp dengan total Rp. 1.054.731.532,714

4. KESIMPULAN

Bedasarkan hasil dari perencanaan saluran drainase pada Pada Perumahan Sawojajar 2 RW12, Desa Sekarpuro, Kabupaten Malang yang telah dibuat dapat disimpulkan bahwa :

1. Layout lokasi yang bertujuan untuk mengetahui arah aliran dibantu oleh aplikasi Altimeter
2. Pada perhitungan curah hujan rancangan menggunakan metode Log Pearson III, dan hasil dari perhitungan curah hujan rancangan untuk kala ulang 2 tahun adalah sebesar 72,3292 mm/hari
3. Debit banjir rancangan yang sudah dihitung paling besar yaitu 0,00273 dan paling rendah yaitu 0,07383
4. Kondisi saluran eksisting yang berada pada kawasan ini beberapa tidak dapat menampung debit dan kecepatan yang sudah direncanakan maka perlu tindakan redesign. Dimensi saluran yang direncanakan rata – rata menggunakan ukuran untuk lebar 0,4 m dan tinggi 0,45 m. Dan untuk beberapa saluran yang kondisinya masih bagus dan dapat menampung debit dan kecepatan tidak perlu dilakukan redesign dimensi untuk mehemat biaya serta tenaga yang diperlukan. Menggunakan bangunan inovasi berwawasan lingkungan yaitu sumur

resapan untuk mengurangi banjir yang terjadi dikawasan tersebut, yang akan dipasang pada halaman rumah yang masih memiliki lahan yang cukup untuk sumur resapan dan jumlah yang dibutuhkan adalah 35 sumur resapan

5. Total biaya yang diperlukan untuk merencanakan saluran drainase yang akan di redesign dan juga untuk sumur resapan sebesar Rp. 1.054.731.532,714

Saran

Penulis dapat menyarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Untuk perencanaan ulang saluran drainase selanjutnya dapat disarankan untuk menggunakan debit banjir rencana dengan kala ulang 25 tahun untuk mendapatkan curah hujan rancangan yang lebih besar.
2. Dapat juga menambahkan bangunan berwawasan lainnya seperti biopori untuk membantu sumur resapan agar tidak banyak air yang akan masuk ke saluran drainase.
3. Perlu membuat jadwal pembersihan pada saluran drainase dan juga sumur resapan agar tidak terjadi endapan lumpur, sampah dan juga tanaman liar yang dapat mengganggu kinerja saluran eksisting

DAFTAR PUSATAKA

- [1] Aininnadzifa, A., Pudjowati, U. R., & Zenurianto, M. (2022). PERENCANAAN ULANG DRAINASE BERWAWASAN LINGKUNGAN PADA PERUMAHAN GRIYA INTAN ASRI KACAMATAN MOJOROTO KOTA KEDIRI. *Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi (JOS-MRK)*, 3(4), 195-199.
- [2] Chow, Ven Te. 1985. *Hidrolika Saluran Terbuka*, Jakarta: Erlangga.
- [3] Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. 2002. *Petunjuk Teknis Tata Cara Penerapan Drainase Berwawasan Lingkungan di Kawasan Permukiman*.
- [4] Edison, S. (1997). *Drainase Perkotaan*. Gunadarma. Jakarta.
- [5] Halim, Asmar, 2011, *Drainasi Terapan*, UII Press, Yogyakarta.
- [6] Hasmar, H., & HA, I M (2002). *Drainase Perkotaan*. UII. Yogyakarta
- [7] Helmi, F., Suhardono, A., & Zenurianto, M. (2022). PERENCANAAN ULANG SISTEM DRAINASE BERWAWASAN LINGKUNGAN PADA PERUMAHAN GRAHA GARDENIA KECAMATAN PAKIS KABUPATEN MALANG. *Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi (JOS-MRK)*, 3(4), 174-180.
- [8] Kamiana, I Made. 2011. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [9] Nasional, B. S. (2002). SNI 03-2453-2002 *Tata Cara Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan Untuk Lahan Pekarangan*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [10] Manalu, M. I. A. (2014). *Perancangan Alat Ukur Konduktivitas Air (Conductivity Meter) Digital Dengan Sensor Resistif*. (Skripsi). Universitas Sumatera Utara, Medan.

- [11] Mulyanto, H. R. (2013). Penataan Drainase Perkotaan.
- [12] Moduto. 1998. Desain Perkotaan Volume 1. Bandung: Departemen Teknik Lingkungan ITB.
- [13] Peraturan Menteri PU No. 12 Tahun 2014 Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan.
- [14] Salihanura, S., & Harsanti, W. (2022). PERENCANAAN SALURAN DRAINASE DAN PENERAPAN ECODRAINAGE PADA PROYEK PEMBANGUNAN PERUMAHAN GRAND CLARYSA LUMAJANG. Jurnal Online.
- [15] Sari, K. E., Harisuseno, D., & Shafira, C. A. (2018). Pengendalian air limpasan permukaan dengan penerapan konsep ekodrainase (Studi kasus Kelurahan Oro-Oro Dowo Kota Malang). Plano Madani: Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota, 7(1), 24-36.
- [16] Sasongko, Joko. (1996). Teknik Sumber Daya Air, ErlanSasongko, Joko. (1996). Teknik Sumber Daya Air, Erlangga, Jakartagga, Jakarta.
- [17] SNI 2835-2008. 2008. Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Tanah Untuk Konstruksi Bangunan Gedung dan Perumahan. Badan Standarisasi Nasional. Bandung.
- [18] Soemarto. 1987. Hidrologi Teknik,. Surabaya: Usaha Nasional.
- [19] Soeparman, dan Suparmin, 2001, Pembuangan Tinja dan Limbah Cair, Jakarta: Buku kedokteran, EGC.
- [20] Suhudi, S., & Koten, S. W. (2020). Perencanaan Sistem Drainase Perumahan Istana Safira di Jalan Jambu Semanding Sumber Sekar, Dau, Kabupaten Malang-Jurnal. Perencanaan Sistem Drainase Perumahan Istana Safira di Jalan Jambu Semanding Sumber Sekar, Dau, Kabupaten Malang, 5(2), 147-158.
- [21] Suripin. 2004. Sistem Drainase Perkotaan yang berkelanjutan, Yogyakarta: Andi.
- [22] Umum, D. P. (1994). Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan (SNI 03-3424-1994). Direktorat Jenderal Bina Marga Indonesia.
- [23] Wicaksono, D. H. (2015). Evaluasi dan Perencanaan Ulang Saluran Drainase Pada Kawasan Perumahan Sawojajar Kecamatan Kedungkandang Kota Malang (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- [24] Yudo, S., dan Setiyono., 2008. Hasil survey air limbah domestik oleh BPPT, Nop.