

PERENCANAAN ULANG SALURAN DRAINASE MENGGUNAKAN SUMUR INJEKSI KECAMATAN LOWOKWARU KELURAHAN MOJOLANGU KOTA MALANG

Syahrul Ferdiansyah¹, Ikrar Hanggara², Sutikno³

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: ferdisyahrul@gmail.com¹, i.hanggara@polinema.ac.id², sutikno.civil@gmail.com³

ABSTRAK

Drainase merupakan salah satu bangunan yang penting untuk menerima limpasan air hujan yang dapat menyebabkan genangan maupun banjir pada suatu wilayah. Salah satu pemukiman di Kota Malang yang berlokasi di Jalan Candi Badut, Kelurahan Mojolangu Kecamatan Lowokwaru dan sekitarnya merupakan pemukiman yang padat dengan fungsi drainase yang kurang baik. Oleh karena itu perlu dilakukan perencanaan ulang saluran drainase pada wilayah tersebut. Data-data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan yang berasal dari Satelit JAXA selama 20 tahun terakhir, peta topografi, data saluran eksisting, data harga satuan upah, alat dan bahan. Berdasarkan hasil analisis perhitungan diperoleh curah hujan rancangan sebesar 117,9 milimeter per-hari. Upaya untuk mencegah banjir yaitu dengan membuat penambahan resapan area menggunakan sumur injeksi berdiameter 0,8 meter dengan kedalaman 1 meter yang berjumlah 15 unit dan ditempatkan pada beberapa titik tertentu. Berdasarkan hasil perhitungan, saluran drainase direncanakan menggunakan beton precast jenis U-Ditch dengan dimensi terkecil, yaitu lebar dasar (b) sebesar 0,4 meter dan tinggi saluran (h) sebesar 0,5 meter, dan dimensi terbesar menggunakan saluran dengan lebar dasar (b) sebesar 0,6 meter dan tinggi saluran (h) sebesar 0,7 meter. Estimasi biaya yang dibutuhkan dalam proyek ini sebesar Rp.1.927.978.000,00.

Kata kunci : perencanaan ulang; sumur injeksi; U-Ditch

ABSTRACT

Drainage is one of the important construction for receive run off water that can be cause inundation or flood of an area. One of the residence area in Malang City located on Jalan Candi Badut, Mojolangu Village, Lowokwaru District and its surroundings is a dense residence area with poor drainage function. Therefore, it is necessary to redesign the drainage channel in the area. The data used in this study are rainfall data obtained from JAXA Satellite for the last 20 years, topographic maps, existing channel data and unit price data for wages, tools and materials. According to the results of the calculation analysis, the designed rainfall is 117.9 milimeter per-day. As an effort to prevent flooding is making additional infiltration area by using injection wells with a diameter of 0.8 meter with a depth of 1 meter was held, totaling 15 units and placed at certain points. According to the result final calculation, the drainage channel is planned using precast concrete U-Ditch type with the smallest dimension is using base width channel is 0.4 meter and height channel is 0.5 meter, and the largest dimension is using base width channel is 0.6 meter and height channel is 0.7 meter. Estimated cost that needed in this project is IDR 1,927,978,000.00.

Keywords: redesign; injection well; U-Ditch

1. PENDAHULUAN

Berdasarkan informasi yang diperoleh dari web resmi Kecamatan Lowokwaru (2023) bahwa Kecamatan Lowokwaru merupakan salah satu kecamatan yang terletak di Kota Malang. Kecamatan ini memiliki luas 20,89 km² yang terdiri dari 12 kelurahan. Menurut Badan Pusat Statistik Kota Malang khususnya pada Kelurahan Mojolangu ini memiliki jumlah penduduk sebanyak 21.226 jiwa.

Berdasarkan data dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Malang bahwa terdapat 37 titik banjir yang terjadi di Kota Malang. Berdasarkan hasil wawancara dengan warga kelurahan mojolangu, banjir disebabkan oleh luapan air Sungai yang mengalami penyempitan. Pada Kelurahan Mojolangu saat ini sudah terdapat saluran drainase, tetapi masih belum memadai untuk menampung air hujan saat terjadinya curah hujan yang tinggi sehingga menyebabkan air hujan meluap dan menggenangi menuju ruas jalan dan Kawasan sekitarnya. Selain dikarenakan oleh luapan air Sungai yang mengalami penyempitan juga ada faktor lain yang menyebabkan meluapnya air hujan dari saluran drainase ke jalan, seperti kurangnya daerah resapan air yang dapat menjadi pemicu terjadinya banjir, adanya sampah dan sedimentasi di dasar saluran, kurangnya dan tersumbatnya saluran inlet pada drainase yang menyebabkan air tidak dapat mengalir masuk kedalam saluran drainase.

Berdasarkan uraian diatas, solusi efektif yang dapat dilakukan adalah merencanakan ulang sistem saluran drainase dengan perencanaan dimensi dan saluran inlet yang tepat dengan rancangan anggaran biaya yang ekonomis, agar dapat berfungsi dengan baik dan optimal untuk menghindari terjadinya luapan air hujan yang berlebihan ke ruas jalan dan kawasan sekitarnya.

2. METODE

Metode yang dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian ini yaitu dimulai dari pengolahan data hujan, evaluasi debit rencana dan eksisting, perhitungan dimensi saluran drainase baru, perhitungan sumur injeksi, serta menghitung RAB yang dibutuhkan.

Analisa Hidrologi

Uji konsistensi metode RAPS (*Rescaled Adjust Partial Sum*) merupakan pengujian untuk individual stasiun (*stand alone station*). Uji Konsistensi ini digunakan untuk menguji ketidakkonsistenan antar data dalam stasiun itu sendiri. Pengujian dilakukan dengan cara menghitung nilai kumulatif penyimpangannya terhadap nilai rata-rata (mean). Bila nilai Q/\sqrt{n} dan R/\sqrt{n} hitung yang didapat lebih kecil dari nilai Q/\sqrt{n} dan R/\sqrt{n} syarat, maka data dinyatakan konsisten.

Langkah-langkah perhitungan uji konsistensi data dengan Metode Raps adalah sebagai berikut:

1. Menghitung rerata hujan tahunan:

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n}$$

2. Menghitung SK^* :

$$SK^* = X_i - \bar{X}$$

3. Menghitung Dy^2 :

$$Dy^2 = \frac{(SK^*)^2}{n}$$

4. Menghitung SK^{**} :

$$SK^{**} = \frac{SK^*}{Dy}$$

5. Menghitung Q_{hitung} :

$$Q_{hitung} = Maks|SK^{**}|$$

6. Menghitung R_{hitung} :

$$R_{hitung} = Maks SK^{**} - Min SK^{**}$$

7. Menghitung $Q/\sqrt{n_{hitung}}$:

$$Q/\sqrt{n_{hitung}} = \frac{Q_{hitung}}{\sqrt{n}}$$

8. Menghitung $R/\sqrt{n_{hitung}}$:

$$R/\sqrt{n_{hitung}} = \frac{R_{hitung}}{\sqrt{n}}$$

9. Apabila nilai Q/\sqrt{n} dan R/\sqrt{n} hitung $< Q/\sqrt{n}$ dan R/\sqrt{n} syarat, maka data dinyatakan konsisten.

Keterangan:

X_i = data hujan ke-i

\bar{X} = data hujan rata-rata

n = jumlah data

SK^* = simpangan mutlak

SK^{**} = nilai konsistensi data

Dy = simpangan rata-rata

Q = nilai statistic Q

R = nilai statistic (*range*)

Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi dan jenis distribusi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi yaitu seperti distribusi Log Pearson Tipe III. Berikut ini merupakan langkah perhitungan distribusi Log Pearson III:

- a) Mengubah data ke dalam bentuk logaritma, $X = \log X$

- b) Menghitung rata-rata:

$$\log \bar{X} = \frac{\sum \log x_i}{n}$$

- c) Menghitung standar deviasi:

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

- d) Mencari nilai G berdasarkan Cs dan kala ulang

- e) Membuat persamaan log X:

$$\log X_{rancangan} = \log \bar{x} + G.S$$

- f) Menghitung nilai X rancangan untuk kala ulang yang dikehendaki.

Keterangan:

X_{ranc} = curah hujan rancangan (mm/hari)

x = data curah hujan (mm/hari)

\bar{x} = rata-rata data curah hujan (mm/hari)

G = nilai konstanta berdasarkan kala ulang dan Cs

S log \bar{X} = standar deviasi (mm/hari)

Cs = koefisien kepengcengan

Untuk mengetahui distribusi yang digunakan sudah sesuai atau tidak, maka dilakukan uji kesesuaian distribusi menggunakan metode uji *Smirnov-Kolmogorov* untuk pengujian horizontal dan uji *Chi-Square* untuk

pengujian vertikal. Berikut rumus uji simpangan vertikal Metode *Chi-Square*

$$X^2_{hit} = \frac{(X_{empiris} - X_{teoritis})^2}{X_{teoritis}}$$

Berikut rumus uji simpangan horizontal menggunakan metode *Smirnov-Kolmogorov*.

$$|\Delta P| = |P_{empiris} - P_{teoritis}|$$

Intensitas curah hujan merupakan laju curah hujan atau tinggi air persatuan waktu pada saat terjadi hujan di suatu area dengan satuan mm/menit, mm/jam, atau mm/hari. Perhitungan intensitas curah hujan diperhitungkan dengan metode Mononobe :

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

Keterangan:

- I = intensitas curah hujan (mm/jam)
- R₂₄ = curah hujan rancangan dengan peluang tertentu (mm/hari)
- t = durasi hujan (jam)

Debit air hujan adalah debit banjir yang dipakai untuk dasar perencanaan pengendalian banjir yang dinyatakan menurut kala ulang tertentu.

Rumus Rasional adalah metode yang paling sederhana dalam memperhitungkan debit banjir rancangan. Perhitungan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Q_{ah} = C \cdot I \cdot A$$

Keterangan:

- Q = debit banjir rancangan (m³/detik)
- C = koefisien limpasan/pengaliran
- I = intensitas curah hujan (mm/jam)
- A = luas daerah pengaliran (m²)

Air limbah adalah air bekas yang tidak dapat dipergunakan lagi untuk tujuan semula baik dari aktivitas dapur, kamar mandi atau cuci baik dari lingkungan rumah tinggal, bangunan umum atau instansi, bangunan komersial dan sebagainya. Debit air limbah dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$Q_{ak} = \frac{P \cdot x \cdot (q \cdot x \cdot 70\%)}{A}$$

Keterangan:

- Q_{ak} = Debit air kotor (m³/detik/Km²)
- P = Jumlah Penduduk (orang)
- q = Jumlah kebutuhan air bersih (liter/detik/orang)
- A = Luas daerah (Km²)

Secara teoritis, volume dan efisiensi sumur injeksi dapat dihitung berdasarkan keseimbangan air yang masuk kedalam sumur dan air yang meresap ke dalam tanah dan dapat dituliskan sebagai berikut:

$$H = \frac{Q}{F \cdot k \cdot K} \left(1 - e^{-\frac{F \cdot k \cdot K \cdot x \cdot T}{\pi \cdot x \cdot r^2}} \right)$$

$$Q_o = F \cdot K \cdot H$$

Keterangan :

- Q = debit air terserap oleh sumur resapan (m³ /s)
- k = permeabilitas tanah (m/s)
- F = faktor geometri

r = jari-jari

T = waktu pengaliran

Analisa Hidrolika

Kecepatan aliran saluran dapat dihitung dengan menggunakan rumus persamaan Manning berikut:

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

Keterangan:

V = kecepatan aliran(m/detik)

n = koefisien kekasaran

s = kemiringan saluran

R = radius hidrolik

Debit yang mengalir pada saluran dihitung dengan rumus kontinuitas, yaitu:

$$Q = V \cdot A$$

Keterangan:

Q = debit pada saluran (m³/detik)

V = kecepatan aliran (m/detik)

A = luas penampang saluran (m²)

Rencana anggaran biaya suatu proyek adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah dan alat, Anggaran biaya sangat berperan penting bagi proses proyek konstruksi dimana memiliki fungsi sebagai pengendali sumber daya seperti material, tenaga kerja, dan pekerjaan lainnya.

RAB = Σ (Volume × Harga Satuan Pekerjaan)

Rumus harga satuan pekerjaan adalah sebagai berikut:

$$HSP = \sum (\text{Koefisien} \times \text{Harga satuan pasar})$$

Keterangan :

Koefisien = angka pengali

Harga satuan pasar = harga yang berlaku pada saat itu

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Konsistensi

Berikut ini merupakan perhitungan uji konsistensi metode RAPS dengan bantuan ms.excel:

No	Tahun	Data Hujan	Xi- X _{rerata}	Sk*	Dy ²	Sk**	Sk**
1	2004	70	-24	-24	29,8	-0,40	0,40
2	2005	57	-37	-37	69,1	-0,60	0,60
3	2006	72	-22	-22	24,7	-0,36	0,36
4	2007	112	18	18	16,1	0,29	0,29
5	2008	46	-48	-48	116,3	-0,78	0,78
6	2009	55	-39	-39	75,3	-0,63	0,63
7	2010	73	-21	-21	22,5	-0,34	0,34
8	2011	111	17	17	14,2	0,27	0,27
9	2012	194	100	100	498,0	1,62	1,62
10	2013	68	-26	-26	35,0	-0,43	0,43
11	2014	44	-50	-50	124,1	-0,81	0,81
12	2015	79	-15	-15	11,4	-0,24	0,24

13	2016	84	-9	-9	4,5	-0,15	0,15
14	2017	82	-12	-12	7,1	-0,19	0,19
15	2018	48	-46	-46	104,5	-0,74	0,74
16	2019	50	-44	-44	98,5	-0,72	0,72
17	2020	94	0	0	0,0	0,00	0,00
18	2021	165	71	71	250,0	1,14	1,14
19	2022	308	214	214	#####	3,46	3,46
20	2023	70	-24	-24	29,0	-0,39	0,39
Jumlah		1879	Jumlah		#####		
Rerata		94					
Banyak Data (n)		20					
Dy		61,79					
Q _{hitung}		3,46					
R _{hitung}		4,27					
Q/n ^{0,5} _{hitung}		0,77					
R/n ^{0,5} _{hitung}		0,95					

Kesimpulan			
α	Q/n ^{0,5}	R/n ^{0,5}	Keterangan
1%	1,42	1,60	KONSISTEN
5%	1,22	1,43	KONSISTEN

Pemilihan distribusi hujan rancangan menggunakan nilai koefisien kepercengan (Cs) dan koefisien kepuncakan (Ck). Pada perhitungan diatas didapatkan nilai Cs = 2,420 < dan nilai Ck = 6,497, maka perhitungan curah hujan rancangan menggunakan metode Log Pearson III.

Uji distribusi bertujuan untuk melihat kesesuaian metode distribusi yang digunakan untuk data hujan tersebut.

Uji Kesesuaian Horizontal Smirnov-Kolmogorov		
No	P _{teoritis}	Selisih P
1	0,02	0,03
2	0,05	0,05
3	0,11	0,03
4	0,18	0,01
5	0,24	0,00
6	0,28	0,01
7	0,35	0,02
8	0,39	0,01
9	0,43	0,00
10	0,48	0,00
11	0,52	0,00
12	0,6	0,03
13	0,63	0,01
14	0,65	0,02
15	0,71	0,00
16	0,72	0,04
17	0,8	0,01
18	0,88	0,02
19	0,89	0,01
20	0,91	0,04

Do 0,29
 ΔP 0,05
 Hasil Memenuhi 5%

Uji Kesesuaian Vertikal Chi-Square		
No	X _{teoritis}	Selisih Kuadrat/X _{teoritis}
1	230	26,36
2	190	0,07
3	160	0,14
4	115	0,08
5	111	0,00
6	96	0,05
7	87	0,07
8	83	0,01
9	79	0,00
10	73	0,00
11	72	0,00
12	68	0,05
13	66	0,19
14	63	0,32
15	57	0,00
16	54	0,02
17	49	0,01
18	47	0,03
19	45	0,01
20	42	0,11

Jumlah X² Hitung 27,54
 df 17
 Jika Derajat Kepercayaan=5%
 Nilai X² Tabel 27,59
 Hasil Memenuhi

Pada perhitungan debit banjir rancangan, metode yang digunakan adalah metode rasional. Metode ini berlaku jika luas daerah aliran sungai kurang dari 300 ha. Diambil contoh pada perhitungan saluran S14 titik A-O7.

$$Q_{ah} = C \cdot I \cdot A$$

$$= 0,45 \times 0,000096 \times 6571$$

$$= 0,024 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_{ah \text{ Komulatif}} = S14(A - O7) + \left(\frac{1}{2} S7(L - O5)\right)$$

$$= 0,284 + \left(\frac{1}{2} 0,043\right)$$

$$= 0,305 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Keterangan:

- Q = debit banjir rancangan (m³ /detik)
- C = koefisien limpasan/pengaliran
- I = intensitas curah hujan (m/detik)
- A = luas daerah pengaliran (m²)

Debit air kotor dihitung berdasarkan jumlah penduduk dan besar volume limbah yang dibuang. Diambil contoh pada perhitungan saluran S14 titik A-O7, untuk.

- a) Jumlah penghuni tiap rumah diasumsikan 4 orang
 20 X 4 = 80 orang

b) Menghitung debit air kotor

$$Q_{ak} = \frac{P \times (q \times 70\%)}{A}$$

$$= \frac{80 \times (0,00000347 \times 70\%)}{0,49}$$

$$= 0,00105$$

c) Menghitung Q_{ak} kumulatif

$$Q_{ak} \text{ kumulatif} = S14(A - 07) + \left(\frac{1}{2} S7(L - 05)\right)$$

$$= 0,00105 + \left(\frac{1}{2} 0,00131\right)$$

$$= 0,00105 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Keterangan:

Q_{ak} = Debit air kotor ($\text{m}^3/\text{detik}/\text{Km}^2$)

P = Jumlah Penduduk (orang)

q = Jumlah kebutuhan air bersih (liter/detik/orang)

A = Luas daerah (Km^2)

Berikut perhitungan sumur injeksi pada saluran S14 titik

A-O7:

s = 0,577 (Kemiringan Atap)

n = 0,020 (Koefisien Hambatan)

C = 0,6 (Koefisien Limpasan)

Lo = 12 m (Panjang Atap)

Ls = 5 m (Lebar Atap)

A = $12 \times 5 = 60 \text{ m}^2$ (Luas Atap)

R = 0,4 m (Jari-jari Sumur)

K = 0,00000176 (Koefisien Permeabilitas Tanah)

a) Mencari nilai F (Faktor Geometrik)

$$F = 5,5 \times R$$

$$= 5,5 \times 0,4$$

$$= 2,20$$

b) Menghitung to

$$t_o = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_o \times \frac{n}{\sqrt{s}}\right)^{0,167}$$

$$= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 12 \times \frac{0,020}{\sqrt{0,577}}\right)^{0,167}$$

$$= 0,940 \text{ menit}$$

c) Menghitung td

$$t_d = \frac{L_s}{\frac{60 \times v}{5}}$$

$$= \frac{60 \times 15}{60 \times 15}$$

$$= 0,056 \text{ menit}$$

d) Menghitung tc

$$t_c = t_o + t_d$$

$$= 0,940 + 0,056$$

$$= 0,996 \text{ menit}$$

$$= 0,019 \text{ jam}$$

$$= 68,1 \text{ detik}$$

e) Menghitung Intensitas Curah Hujan

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

$$= \frac{117,91}{24} \left(\frac{24}{0,019}\right)^{\frac{2}{3}}$$

$$= 576,062 \text{ mm/jam}$$

f) Menghitung debit air hujan pada atap

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A$$

$$= 0,278 \times 0,6 \times 576,062 \times 0,00006$$

$$= 0,0058 \text{ m}^3/\text{detik}$$

g) Menghitung kedalaman sumur resapan (H)

$$H = \frac{Q}{F \times K} \left(1 - e^{-\frac{F \times K \times T}{\pi \times r^2}}\right)$$

$$= \frac{0,0058}{2,20 \times 0,00000176} \left(1 - e^{-\frac{2,20 \times 0,00000176 \times 68,1}{3,14 \times 0,4^2}}\right)$$

$$= 0,8 \text{ m}$$

$$= 1 \text{ m}$$

h) Menentukan Q_s

$$Q_s = F \times K \times H$$

$$= 2,20 \times 0,00000176 \times 1$$

$$= 2,20 \times 0,00000176 \times 1$$

$$= 0,00000387 \text{ m}^3/\text{detik}$$

i) Menentukan Q_s Total

$$Q_s \text{ Total} = Q_s \times \text{Jumlah Sumur}$$

$$= 0,00000387 \times 15$$

$$= 0,000058080 \text{ m}^3/\text{detik}$$

j) Total Reduksi

$$\text{Total Reduksi} = (Q_{rencana} - Q_s \text{ Total}) \times 100\%$$

$$= (0,306 - 0,000058080) \times 100\%$$

$$= 31\%$$

Analisa Hidrolika

Pada perhitungan dimensi saluran eksisting, diambil contoh pada saluran S14 titik A-O7, untuk perhitungan selengkapnya tersedia pada lampiran.

Diketahui dimensi eksisting pada saluran sebagai berikut:

Panjang Saluran (Ld) = 142 m

Lebar (b) = 0,17 m

Tinggi (H) = 0,35 m

Tinggi Air (h_{air}) = 0,23 m

a) Menghitung Luas Penampang (A) berbentuk persegi

$$A = b \times h_{air}$$

$$= 0,17 \times 0,23$$

$$= 0,04 \text{ m}^2$$

b) Menghitung Keliling Basah Saluran (P)

$$P = b + (2h_{air})$$

$$= 0,17 + (2 \times 0,23)$$

$$= 0,6 \text{ m}$$

c) Menghitung Jari-Jari Hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{P}$$

$$= \frac{0,04}{0,6}$$

$$= 0,062 \text{ m}$$

d) Menghitung Kemiringan Saluran (S)

$$S = \frac{\text{Elevasi Awal} - \text{Elevasi Akhir}}{Ld}$$

$$= \frac{480 - 479}{142}$$

$$= 0,0127 \text{ m}$$

- e) Menghitung Kecepatan Aliran (V)

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

$$= \frac{1}{0,015} \times 0,062^{\frac{2}{3}} \times 0,0127^{\frac{1}{2}}$$

$$= 1,183 \text{ m/detik}$$

- f) Kontrol Kecepatan Aliran (V) dengan syarat $0,6 < V < 3$

$$\text{Kontrol } V = 0,6 < V < 3$$

$$= 0,6 < 1,183 < 3$$

Hasil = Memenuhi

- g) Menghitung Debit Banjir Eksisting (Q) berbentuk persegi

$$Q = A \times V$$

$$= 0,04 \times 1,183$$

$$= 0,047 \text{ m}^3/\text{detik}$$

- h) Menghitung Debit Banjir Eksisting Kumulatif (Q) berbentuk persegi

$$Q_{ah \text{ Kumulatif}} = S14(A - O7) + \left(\frac{1}{2}\right) S7(L - O5)$$

$$= 0,047 + \left(\frac{1}{2}\right) 0,279$$

$$= 0,187 \text{ m}^3/\text{detik}$$

- i) Kontrol Q, dengan syarat Debit Banjir Eksisting > Debit Banjir Rancangan

$$\text{Kontrol } Q = 0,187 \text{ m}^3/\text{detik} < 0,306 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Hasil = Tidak Memenuhi

Pada perhitungan dimensi saluran baru, diambil contoh pada saluran S14 titik A-O7, untuk perhitungan selengkapnya tersedia pada lampiran.

Diketahui dimensi eksisting pada saluran sebagai berikut:

$$\text{Panjang Saluran (Ld)} = 142 \text{ m}$$

$$\text{Lebar (b)} = 0,40 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi (H)} = 0,50 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi Air (h}_{\text{air}}) = 0,33 \text{ m}$$

- a) Menghitung Luas Penampang (A) berbentuk persegi

$$A = b \times h_{\text{air}}$$

$$= 0,40 \times 0,33$$

$$= 0,13 \text{ m}^2$$

- b) Menghitung Keliling Basah Saluran (P)

$$P = b + (2h_{\text{air}})$$

$$= 0,40 + (2 \times 0,33)$$

$$= 1,1 \text{ m}$$

- c) Menghitung Jari-Jari Hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{P}$$

$$= \frac{0,13}{1,1}$$

$$= 0,125 \text{ m}$$

- d) Menghitung Kemiringan Saluran Asli (S)

$$S = \frac{\text{Elevasi Awal} - \text{Elevasi Akhir}}{Ld}$$

$$= \frac{480 - 479}{142}$$

$$= 0,0127 \text{ m}$$

- e) Menghitung Kemiringan Saluran Rencana (S)

$$S = \frac{\text{Elevasi Awal} - (\text{Elevasi Akhir} - \text{Galian})}{Ld}$$

$$= \frac{480 - (479 - 0,15)}{142}$$

$$= 0,0138 \text{ m}$$

- f) Menghitung Kecepatan Aliran (V)

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

$$= \frac{1}{0,015} \times 0,125^{\frac{2}{3}} \times 0,0138^{\frac{1}{2}}$$

$$= 1,958 \text{ m/detik}$$

- g) Kontrol Kecepatan Aliran (V) dengan syarat $0,6 < V < 3$

$$\text{Kontrol } V = 0,6 < V < 3$$

$$= 0,6 < 1,958 < 3$$

Hasil = Memenuhi

- h) Menghitung Debit Banjir Eksisting (Q) berbentuk persegi

$$Q = A \times V$$

$$= 0,13 \times 1,958$$

$$= 0,261 \text{ m}^3/\text{detik}$$

- i) Menghitung Debit Banjir Eksisting Kumulatif (Q) berbentuk persegi

$$Q_{ah \text{ Kumulatif}} = S14(A - O7) + \left(\frac{1}{2}\right) S7(L - O5)$$

$$= 0,261 + \left(\frac{1}{2}\right) 0,279$$

$$= 0,401 \text{ m}^3/\text{detik}$$

- j) Kontrol Q, dengan syarat Debit Banjir Eksisting > Debit Banjir Rancangan

$$\text{Kontrol } Q = 0,401 \text{ m}^3/\text{detik} > 0,306 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Hasil = Memenuhi

- k) Menghitung Elevasi Awal Rencana Saluran

1. Elevasi Muka Air Awal
= Elevasi Muka Tanah Asli - Tinggi Jagaan
= 480,46 - 0,17
= 480,29
2. Elevasi Dasar Pasangan
= Elevasi Muka Air Awal - h_{air}
= 480,29 - 0,33
= 479,96
3. Elevasi Atas Pasangan
= Elevasi Muka Air Awal + Tinggi Jagaan
= 480,29 + 0,17
= 480,46

- l) Menghitung Elevasi Akhir Rencana Saluran

1. Elevasi Muka Air Akhir
= Elevasi Muka Air Awal - (Ld x S Rencana) + Galian
= 480,29 - (142 x 0,0138) + 0,15
= 478,479
2. Elevasi Dasar Pasangan
= Elevasi Muka Air Akhir - h_{air}
= 478,479 - 0,33
= 478,15
3. Elevasi Atas Pasangan

- = Elevasi Muka Air Akhir + Tinggi Jagaan
 = 478,479 + 0,17
 = 478,65
- m) Kontrol Muka Air
1. Kontrol Muka Air Awal
 = Elevasi Muka Air Awal – Elevasi Tanah Asli Awal
 = 480,29 – 480,46
 = -0,17
 2. Kontrol Muka Air Akhir
 = Elevasi Muka Air Akhir – Elevasi Tanah Asli Akhir
 = 478,479 – 478,65
 = -0,17
 3. Kontrol Muka Air Awal dan Akhir
 = Kontrol Muka Air Awal dan Akhir < - 0,1
 = -0,17 ; -0,17 < -0,1
 = Memenuhi

Pada perhitungan gorong-gorong, diambil contoh pada saluran S16 titik D-E, untuk perhitungan selengkapnya tersedia pada lampiran.

Diketahui dimensi eksisting pada saluran sebagai berikut:

Panjang Saluran (Ld) = 6 m
 Lebar (b) = 0,60 m
 Tinggi (H) = 0,60 m
 Tinggi Air (h_{air}) = 0,40 m

- a) Menghitung Luas Penampang (A) berbentuk persegi
 $A = b \times h_{air}$
 = 0,60 X 0,40
 = 0,24 m²
- b) Menghitung Keliling Basah Saluran (P)
 $P = b + (2h_{air})$
 = 0,60 + (2 X 0,40)
 = 1,4 m
- c) Menghitung Jari-Jari Hidrolis (R)
 $R = \frac{A}{P}$
 = $\frac{0,24}{1,4}$
 = 0,171 m
- d) Menghitung Kemiringan Saluran Asli (S)
 $S = \frac{Elevasi\ Awal - Elevasi\ Akhir}{Ld}$
 = $\frac{481,06 - 481,03}{6}$
 = 0,005 m
- e) Menghitung Kecepatan Aliran (V)
 $V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$
 = $\frac{1}{0,014} \times 0,171^{\frac{2}{3}} \times 0,005^{\frac{1}{2}}$
 = 1,581 m/detik
- f) Kontrol Kecepatan Aliran (V) dengan syarat 0,6 < V < 3

Kontrol V = 0,6 < V < 3
 = 0,6 < 1,581 < 3

Hasil = Memenuhi

- g) Menghitung Debit Banjir Eksisting (Q) berbentuk persegi
 $Q = A \times V$
 = 0,24 X 1,581
 = 0,379 m³/detik
- h) Menghitung Debit Banjir Eksisting Komulatif (Q) berbentuk persegi
 $Q_{ah\ Komulatif} = S16(C - D) + S16(D - E)$
 = 0,379 + 0,283
 = 0,662 m³/detik
- i) Kontrol Q, dengan syarat Debit Banjir Eksisting > Debit Banjir Rancangan
 Kontrol Q = 0,662 m³/detik > 0,317 m³/detik
 Hasil = Memenuhi
- j) Menghitung Elevasi Awal Rencana Saluran
1. Elevasi Muka Air Awal
 = Elevasi Muka Tanah Asli – Tinggi Jagaan
 = 481,06 - 0,20
 = 480,860
 2. Elevasi Dasar Pasangan
 = Elevasi Muka Air Awal – h_{air}
 = 480,860 - 0,40
 = 480,460
 3. Elevasi Atas Pasangan
 = Elevasi Muka Air Awal + Tinggi Jagaan
 = 480,860 + 0,20
 = 481,06
- k) Menghitung Elevasi Akhir Rencana Saluran
1. Elevasi Muka Air Akhir
 = Elevasi Muka Air Awal – (Ld x S Rencana)
 = 480,860 – (6 x 0,005)
 = 480,830
 2. Elevasi Dasar Pasangan
 = Elevasi Muka Air Akhir – h_{air}
 = 480,830 - 0,40
 = 480,430
 3. Elevasi Atas Pasangan
 = Elevasi Muka Air Akhir + Tinggi Jagaan
 = 480,830 + 0,20
 = 481,030
- l) Kontrol Muka Air
- a) Kontrol Muka Air Awal
 = Elevasi Muka Air Awal – Elevasi Tanah Asli Awal
 = 480,860 – 481,06
 = -0,20
 - b) Kontrol Muka Air Akhir
 = Elevasi Muka Air Akhir – Elevasi Tanah Asli Akhir
 = 480,830 – 481,03

- = -0,20
 c) Kontrol Muka Air Awal dan Akhir
 = Kontrol Muka Air Awal dan Akhir < -
 0,1
 = -0,20 ; -0,20 < -0,1
 = Memenuhi

Inlet yang posisinya tegak lurus atau membentuk sudut tertentu terhadap jalan raya disebut dengan nama Curb Inlet, berikut contoh perhitungan curb inlet pada saluran S14 titik A-O7:

- Ld = 142 m (Panjang Saluran)
 Lo = 2,72 m (Lebar Jalan)
 S = 0,02 (Kemiringan Jalan)
 L = 0,20 m (Lebar Bukaannya)
 g = 9,81 (Gaya Gravitasi)
- a) Menghitung tinggi muka air (d)
 $d = L_o \times S$
 $= 2,72 \times 0,02$
 $= 0,05 \text{ m}$
- b) Menghitung debit tampung (Qi)
 $Q_i = 0,36 \times g \times d^{3/2} \times L$
 $= 0,36 \times 9,81 \times 0,05^{3/2} \times 0,20$
 $= 0,01 \text{ m}^3/\text{detik}$
- c) Menghitung jumlah inlet
 Qrencana / Qinlet
 $= 0,306 / 0,01$
 $= 17$
- d) Jarak pemasangan inlet
 Ld / Jumlah Inlet
 $= 142 / 17$
 $= 8,4 \text{ m}$

Rencana Anggaran Biaya digunakan untuk mengetahui jumlah biaya yang terdapat dalam suatu proyek. Jumlah biaya didapatkan dari perkalian antara volume pekerjaan dengan harga satuan setiap pekerjaan. Berdasarkan hasil Analisa perhitungan dapat diketahui biaya total perencanaan ulang saluran drainase pada Lokasi studi sebesar Rp.1.927.977.864,00.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari Pencanaan Ulang Saluran Drainase Menggunakan Sumur Injeksi Kecamatan Lowokwaru Kelurahan Mojolangu Kota Malang disimpulkan bahwa :

1. Beberapa saluran eksisting pada daerah studi mengalami sedimentasi yang disebabkan oleh kecepatan aliran yang tidak memenuhi, tumpukan sampah yang menyebabkan saluran tersumbat, dan dimensi saluran yang tidak dapat menampung debit rancangan yang telah dihitung untuk kala ulang 5 tahun.
2. Berdasarkan analisis perhitungan yang telah dilakukan besaran debit rancangan yang didapatkan untuk kala ulang 5 tahun bervariasi mulai dari yang terkecil 0,019 m³/detik sampai terbesar 0,682 m³/detik.
3. Perencanaan ulang saluran menggunakan beton pracetak jenis U-Ditch dengan dimensi terkecil

yaitu b = 0,40 m dan h = 0,50 m, sedangkan yang terbesar yaitu b = 0,60 m dan h = 0,70 m.

4. Berdasarkan analisis perhitungan yang telah dilakukan, dimensi untuk sumur injeksi yang digunakan berdiameter 0,8 m dan kedalamannya sedalam 1 m, sumur injeksi direncanakan sebanyak 15 unit dan ditempatkan pada titik yang telah ditentukan.
5. Total anggaran biaya keseluruhan yang diperlukan dalam perencanaan ulang saluran drainase pada Lokasi studi sebesar Rp.1.927.977.864,00.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Achmad Fadrian NurJadid, Agus Suhardono, Mohaham Charits. (2021). Perencanaan Ulang Sistem Drainase Pada Jalan Desa Tamanharjo Desa Watugede, Kecamatan Singosari Kabupaten Malang. *Jurnal Online Skripsi – MRK Volume 2 no.4*
- [2] Anonim. (1997). *Drainase Perkotaan*. Jakarta: Gunadarma.
- [3] Badan Pusat Statistik (BPS). “Jumlah Penduduk Menurut Kelurahan di Kota Malang 2020”. Katalog BPS diakses dari <https://malangkota.bps.go.id/indicator/12/56/1/jumlah-penduduk-kecamatan-lowokwaru-menurut-kelurahan-dan-jenis-kelamin.html>, diakses pada tanggal 01 Januari 2024 pada jam 14.49 WIB.
- [4] BPK. “Perwali Kota Malang Nomor 10 Tahun 2022”. diakses pada 13 Januari 2024 19.44 WIB, dari <https://peraturan.bpk.go.id/Details/226662/perwali-kota-malang-no-10-tahun-2022>,
- [5] Chow, Ven Te. (1985). *Hidrolika Saluran Terbuka*. Jakarta: Erlangga.
- [6] Earth, Google. (2023). “Jalan Candi Sari Utara Kota Malang”. Diakses pada tanggal 14 Desember 2023.
- [7] Nadia Shofi Firdausi, Medi Efendi, Winda Harsanti. (2021). Perencanaan Ulang Sistem Drainase Perkotaan di Jalan Borobudur – Jalan Candi Telaga Wangi Kota Malang. *Jurnal Online Skripsi – MRK Volume 2, (1), 24-28*.
- [8] Nadya Silvana Permata Sari, Mohamad Zenurianto, Ayisya Cindy Harifa. (2022). Perencanaan Ulang Saluran Drainase Pemukiman Berwawasan Lingkungan Pada Kawasan Jalan Tembaga, Blimbing, Kota Malang. *Jurnal Online Skripsi – MRK Volume 4 no.1*
- [9] Sharaku.eorc.jaxa.jp. (2024). Diakses pada 30 Maret 2024 <https://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMaP/index.html>
- [10] Suripin. (2004). *Sistem Drainase Yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Penerbit Andi Offset.
- [11] Topographic-map.com. (2023) Topographic Mojolangu. Diakses pada 12 Januari 2024 <https://en-us.topographic-map.com/mapmlb41h/Mojolangu/?center7.9411%2C112.63789&base=2&zoom=16>