

PERENCANAAN ULANG SALURAN DRAINASE PADA JL. RAYA KEPUH – JL. S. SUPRIADI KOTA MALANG

Irbah Huwaida Chandra Gunawan¹, Agus Suhardono², Nawir Rasidi³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang^{2,3}

huwaidairbah@gmail.com¹, agussuhardono66@gmail.com², nawir.rasidi@polinema.ac.id³

ABSTRAK

Drainase diperlukan untuk mengalirkan dan membuang kelebihan air agar tidak terjadi genangan. Pada ruas Jl. Raya Kepuh-Jl. S. Supriadi kerap terdapat genangan air dikarenakan rusak dan kurang meratanya saluran drainase menyebabkan kerusakan jalan dan kemacetan. Drainase yang ada belum mampu menampung limpasan air hujan. Tujuan dari skripsi ini adalah merancang saluran drainase berwawasan lingkungan, mengevaluasi aspek hidrolika bangunan drainase, menghitung biaya konstruksi, dan merencanakan penjadwalan. Data yang dibutuhkan yaitu peta topografi, data hujan dari 3 stasiun terdekat: Sukun, Ciliwung, dan Wagir tahun 2010 sampai 2019, dan harga satuan pokok pekerjaan Kota Malang Tahun 2020. Data diolah menggunakan metode Log Pearson III, uji kesesuaian dengan metode Chi-Square dan Smirnov-Kolmogorov dengan kala ulang 10 tahun, intensitas hujan dengan metode Mononobe dan debit banjir rancangan dengan metode rasional. Hasil perhitungan diperoleh curah hujan rancangan sebesar 133.320 mm/hari; debit banjir rancangan sebesar 3,542 m³/detik; drainase berwawasan lingkungan menggunakan sumur resapan buis beton diameter 0,8 meter dengan kedalaman 2 meter; dimensi saluran terbesar untuk bahan beton u-ditch 1,4 x 1,4 m dan batu kali 0,8 m x 1,0 m; biaya pelaksanaan konstruksi sebesar Rp. 8,627,422,800; durasi total pekerjaan 13 minggu.

Kata kunci : evaluasi, saluran drainase, sumur resapan, rencana anggaran biaya, penjadwalan

ABSTRACT

Drainage is required to stream and drain excess water so that there are no puddles. On Raya Kepuh Street – S. Supriadi Street there is often a puddle of water because of damage and the lack of drainage system leads to road destruction and congestion. The Drainage has not been able to accommodate rainwater runoff. The data needed are topographic maps, rainfall data from the 3 closest stations: Sukun, Ciliwung, and Wagir in 2010 until 2019, and the price of the Malang Regency work principal in 2020. The data is processed using the Log Pearson III method, suitability test with Chi method –Square and Smirnov-Kolmogorov by a period of 10 years, rain intensity with the Mononobe method and design flood discharge with the rational method. The calculation results the design rainfall is 133,320 mm/day; design flood discharge of 3,542 m³/second; environmentally drainage using infiltration wells with dimensions of 0.8 meters with a depth of 2 meters; The largest channel dimension for concrete u-ditch 1,4 x 1,4 m and stone 0,8 x 1,0 m; construction costs of IDR. 8,627,422,800; Total duration of work 13 weeks.

Keywords : evaluation, drainage channels, infiltration wells, cost estimate, scheduling

1. PENDAHULUAN

Lokasi Studi terletak pada Kecamatan Sukun lebih tepatnya di Jl. Raya Kepuh – Jl. S. Supriadi sepanjang 3 km merupakan wilayah yang kerap terdapat genangan setinggi ±10 cm saat hujan. Genangan menyebabkan ruas lintas jalan

alternatif menuju arah Kabupaten Malang Kepanjen dan seterusnya ini mengalami kemacetan dan kerusakan yang diperparah dengan beban akibat kendaraan besar seperti truk dan bus. Saluran Drainase yang ada pada lokasi banyak yang mengalami kerusakan serta terdapat sumbatan sampah,

tanaman liar dan sedimen yang cukup tinggi menghambat limpasan air hujan tidak dapat tertampung ke saluran. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengevaluasi serta merencanakan kembali sistem saluran drainase berwawasan lingkungan agar dapat berfungsi dengan baik dan optimal untuk membuang limpasan air hujan pada ruas jalan dan kawasan sekitarnya tidak terdapat genangan yang dapat menghambat lalu lintas dan aktivitas masyarakat.

2. METODE P

Data Curah Hujan

Data hujan yang digunakan yaitu curah hujan harian maksimum tahunan dari tiga stasiun hujan yang mempengaruhi atau berada di sekitar lokasi yang diteliti dengan jangka waktu minimal 10 tahun terakhir. Data dapat didapatkan melalui Dinas BMKG.

Uji Konsistensi

Uji konsistensi data bertujuan untuk mengetahui kebenaran data curah hujan. Uji konsistensi dapat dilakukan dengan metode kurva massa ganda dengan langkah berikut:

- a. Menentukan stasiun dasar dan pembanding,
- b. Menghitung kumulatif data curah hujan tiap tahun pada stasiun dasar lalu plot ke kurva massa ganda,
- c. Menghitung rata-rata data curah hujan tahunan pada stasiun pembanding, lalu hitung kumulatif data rata-rata kemudian plot ke kurva massa ganda,
- d. Mengecek kurva massa ganda apabila terjadi patahan pada garis linier maka hitung nilai MI dan M2 yang didapat dari perhitungan regresi linear.

$$M = \frac{n \sum xi.yi - (\sum xi)(\sum yi)}{n \sum xi^2 - (\sum xi)^2} \tag{1}$$

$$F = M1/M2 \tag{2}$$

- e. Mengalikan data yang dikoreksi dengan faktor koreksi (F) lalu membuat grafik Kembali hingga nilai R > 0,995

Curah Hujan Daerah

Menggunakan metode rata-rata aljabar untuk daerah topografi yang rata atau datar dengan luas wilayah DAS < 500 km². Berikut rumus metode aljabar:

$$P = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n} \tag{3}$$

Keterangan:

- P = Tinggi curah hujan (mm)
- P₁, ... P_n = Curah hujan yang tertakar pada pos (mm)
- n = Jumlah stasiun pengukur hujan

Distribusi Curah Hujan Rancangan

Distribusi curah hujan dapat dilakukan dengan metode *Gumbel* atau *Log Pearson III*. Perhitungan menggunakan metode yang memenuhi syarat uji.

Tabel 1. Nilai Cs dan Ck sesuai dengan nilai distribusi

No	Jenis Sebaran	Syarat
1	<i>Gumbel Tipe I</i>	Cs ≤ 1,1396 Ck ≤ 5,4002
2	<i>Log Pearson III</i>	Cs ≠ 0

Sumber: Soemarto, 1999

$$Cs = \frac{n \cdot \sum(X - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2) S^3} \tag{4}$$

$$Ck = \frac{n^2 \cdot \sum(X - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3) S^4} \tag{5}$$

Keterangan:

- Ck = Koefisien kepuncakan
- Cs = Koefisien Kepencengan
- \bar{X} = Rerata data hujan (mm)
- S = Standar deviasi
- X = Data hujan (mm)

Uji Kesesuaian Distribusi

Uji kesesuaian distribusi diperlukan untuk mengukur tingkat kesesuaian distribusi serangkaian data hujan dengan distribusi teoritis tertentu.

- a. Metode *Smirnov-Kolmogorov* (Simpangan Horizontal)
 $\Delta P = \text{Pempiris} - \text{Pteoritis}$ (6)

- b. Metode *Chi - Square* (Simpangan Vertikal)
Rumus yang digunakan dalam perhitungan dengan metode Uji *Chi - Square* yaitu:

$$X^2_{hit} = \sum (d_{empiris} - d_{teoritis})^2 / d_{teoritis} \tag{7}$$

Keterangan:

- x² = Parameter *Chi-Square*
- d_{empiris} = d berdasarkan plot grafik
- d_{teoritis} = d berdasarkan teoritis

Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan merupakan kederasan hujan per satuan waktu. Menurut Suripin (2004) jika data hujan berupa data harian, perhitungan menggunakan rumus mononobe:

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

Keterangan:

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

Rumus untuk menghitung waktu konsentrasi (tc) yaitu dengan lebih dahulu menghitung waktu air mengalir di area limpasan.

$$tc = t_o + t_d \tag{9}$$

$$t_o = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_0 \times \frac{nd}{\sqrt{s}} \right]^{0,167} \tag{10}$$

$$t_d = \frac{Ls}{60V} \quad (11)$$

Keterangan:

- t_o = waktu air hujan masuk ke saluran (menit)
- n = koefisien hambatan (Tabel Manning)
- S = kemiringan lahan (%)
- L_o = panjang lintasan aliran pada permukaan lahan (m)
- t_c = waktu konsentrasi hujan (jam)

Debit Banjir Rancangan

Menggunakan metode rasional dengan rumus:

$$Q = 0,002778 C x I x A \quad (12)$$

Keterangan:

- Q = debit banjir rancangan (m^3/dt)
- C = koefisien pengaliran
- I = intensitas curah hujan (mm/jam)
- A = luas daerah pengaliran (ha)

Debit Resapan

Debit resapan merupakan banyaknya volume air yang dapat meresap ke dalam tanah melalui bangunan resapan tiap satuan waktu. Rumus untuk menghitung debit resapan yaitu:

$$Q_o = 5,5 R K H \quad (13)$$

Keterangan:

- Q_o = debit resapan (m^3/det)
- H = tinggi muka air dalam sumur (m)
- K = koefisien permeabilitas (m/det)
- R = jari-jari sumur (m)

Perencanaan Dimensi Saluran

Perencanaan dimensi saluran menggunakan rumus aliran seragam dengan asumsi memiliki kecepatan konstan. Rumus unsur-unsur geometris penampang persegi sebagai berikut:

$$A = b x h \quad (14)$$

$$P = b + 2h \quad (15)$$

$$R = A/P \quad (16)$$

Dimana:

- A = Luas penampang saluran (m^2)
- P = Keliling basah saluran (m)
- R = Jari-jari hidrolis (m)

Perhitungan dimensi menggunakan rumus Manning:

$$v = \frac{1}{n} x R^{\frac{2}{3}} x \sqrt{s} \quad (17)$$

Dimana:

- s = Kemiringan dasar saluran
- R = Jari-jari hidrolis (m)
- n = Kekasaran Manning

Dalam menentukan dimensi, sebaiknya gunakan ukuran yang umum dan terdapat di pabrikasi untuk mempermudah pekerjaan.

Inlet

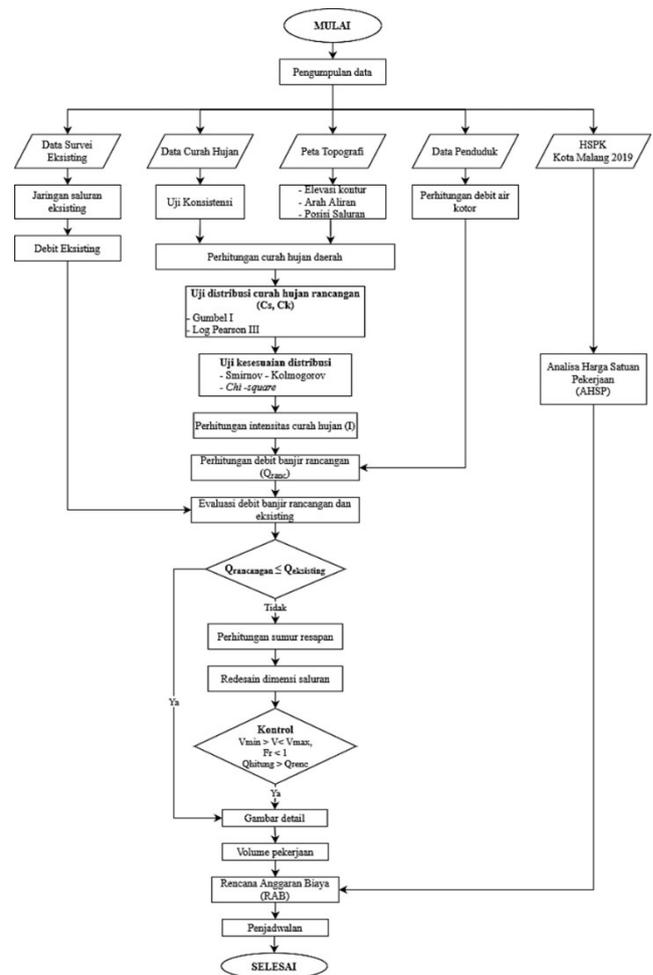
Menurut Meduto (1998) *curb inlet* dapat dihitung menggunakan rumus:

$$Q = 0,36 g d^{3/2} L \quad (18)$$

Dimana:

- Q = kapasitas inlet kerb ($m^3/detik$)
- L = lebar bukaan inlet kerb (m)
- g = gaya gravitasi (m/s^2)
- d = kedalaman air dalam inlet kerb (m)

Diagram alir metode evaluasi dan perencanaan ulang sistem drainase dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Flow Chart Perencanaan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Evaluasi dan perencanaan ulang saluran drainase dilakukan pada ruas Jalan Raya Kepuh – Jalan S. Supriadi sepanjang ± 3 km dengan lebar kisaran 6-10 meter.

Kondisi Eksisting

Jalan S. Supriadi (STA 0+000 s/d STA 2+300) Sebagian besar berupa saluran tertutup dengan inlet.

Inlet mengalami sumbatan akibat sampah. Saluran terbuka beberapa dinding rusak dan sedimen cukup tinggi. Menyebabkan limpasan air kembali ke jalan.

Pada Jalan Raya Kepuh (STA 2+400 s/d STA 3+600) seluruhnya menggunakan saluran tertutup dengan pemberian inlet kurang merata. Sehingga beberapa titik air menggenang di sisi jalan.

Tabel 2. Kondisi Eksisting Saluran

STA	Spesifikasi	Foto
0+000 – 0+100	- Bentuk saluran segi empat - Bahan beton - Ukuran 50 x 60 cm - Kondisi: dinding saluran roboh dengan sedimen	
0+600 – 0+700	- Bentuk Saluran segi empat - Bahan beton - Ukuran 65 x 40 cm - Kondisi: sisi saluran rusak, terdapat sedimen serta sampah	
1+600 – 1+700	- Saluran segi empat - Bahan beton - Ukuran 70 x 70 - Kondisi: sisi saluran runtuh, tutup saluran rusak	

Sumber: Hasil Survey Lapangan

Data Hujan

Data diambil dari stasiun terdekat dari lokasi studi. Stasiun hujan tersebut antara lain stasiun Sukun, stasiun Wagir, dan stasiun Ciliwung. Data yang dipakai adalah data curah hujan maksimum harian dari tahun 2010 sampai 2019.

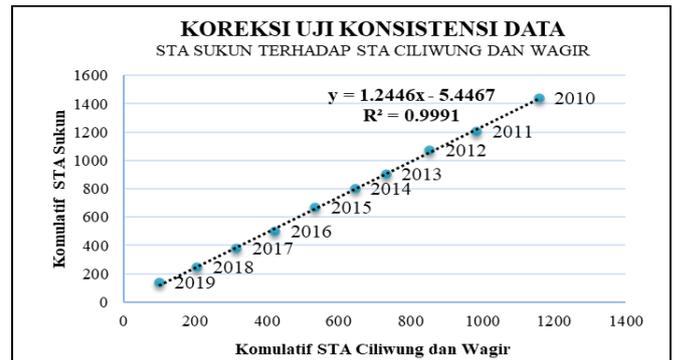
Uji Konsistensi

Uji konsistensi stasiun Sukun terhadap stasiun Wagir dan Ciliwung menunjukkan terdapat patahan pada grafik. Oleh karena itu perlu dilakukan koreksi. Koreksi dilakukan pada garis M2 yaitu data tahun 2012 sampai 2010.

Tabel 3. Uji Konsistensi Data Hujan Stasiun Sukun terhadap Stasiun Wagir dan Ciliwung Setelah Dikoreksi

Tahun	Curah Hujan Maksimum Setahun (d) (mm)					
	dx (Sta. Sukun)	Kum. dx (Sta. Sukun)	di			Kumulatif (Wagir & Ciliwung)
			Ciliwung	Wagir	Rata-rata Wagir & Ciliwung	
2019	135.00	135.00	82.00	116.00	99.00	99.00
2018	110.00	245.00	97.00	116.00	106.50	205.50
2017	132.00	377.00	104.00	115.00	109.50	315.00
2016	122.00	499.00	64.00	150.00	107.00	422.00
2015	170.00	669.00	98.00	125.00	111.50	533.50
2014	134.00	803.00	125.00	99.00	112.00	645.50
2013	101.00	904.00	93.00	79.00	86.00	731.50
2012	166.11	1070.11	138.00	105.00	121.50	853.00
2011	134.22	1204.33	113.00	150.00	131.50	984.50
2010	236.54	1440.86	186.00	160.00	173.00	1157.50

Sumber: Hasil Perhitungan



Gambar 2. Grafik Massa Ganda Stasiun Sukun terhadap Stasiun Wagir dan Ciliwung Setelah Dikoreksi

Berdasarkan hasil plot grafik, didapatkan nilai $R^2 = 0,999 > 0,995$ dianggap data konsisten dan tidak perlu dikoreksi kembali.

Curah Hujan Daerah

Data curah hujan daerah dapat dihitung melalui rekapitulasi curah hujan maksimum dari ketiga stasiun yang ditinjau dan dianggap telah konsisten.

Tabel 4. Curah Hujan Maksimum

Tahun	dmax
2019	101.577
2018	71.284
2017	86.727
2016	79.172
2015	71.667
2014	63.333
2013	56.000
2012	92.822
2011	84.139
2010	194.180

Sumber: Hasil Perhitungan

Curah Hujan Rancangan

Pada perhitungan didapatkan $S = 39,032$, $C_s = 2,467$ dan $C_k = 6,901$ maka perhitungan curah hujan rancangan menggunakan metode Log Pearson III. Dengan kala ulang 10 tahun, maka:

$$\begin{aligned} \text{Log } X &= \overline{\log X} + G \cdot S \\ &= 1,928 + 1,327 (0,148) = 133,320 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

Uji Kesesuaian Distribusi

Dilakukan dengan dua jenis pengujian yaitu uji simpangan horizontal (Smirnov-Kolmogorov) dan simpangan vertikal (*Chi Square*). Data didapatkan dengan membaca grafik hasil uji curah hujan rancangan.

Tabel 5. Uji Simpangan Horizontal

X Empiris	P empiris (%)	P Teoritis (%)	Δp
194.180	9,09	2.80	6.29
101.577	18,18	21.00	2.82
92.822	27,27	27.00	0.27
86.727	36,36	36.00	0.36
84.139	45,45	40.50	4.95
79.172	54,55	46.00	8.55
71.667	63,64	63.00	0.64
71.284	72,73	59.00	13.73
63.333	81,82	81.00	0.82
56.000	90,91	90.00	0.91
	Maks		13.73

Sumber: Hasil Perhitungan

Dengan nilai N = 10 dan α = 5% maka didapat nilai Do = 41%. Hasil perhitungan dapat disimpulkan 13,73% < 41%. Karena ΔP < Do, maka distribusi metode Log Pearson III dapat diterima.

Tabel 6. Uji Simpangan Vertikal

X Empiris	P empiris (%)	P teoritis (%)	X teoritis	x ² hit
194.180	9,09	2.80	150.000	13.012
101.577	18,18	21.00	110.000	0.645
92.822	27,27	27.00	92.000	0.007
86.727	36,36	36.00	86.000	0.006
84.139	45,45	40.50	84.000	0.000
79.172	54,55	46.00	75.000	0.232
71.667	63,64	63.00	71.000	0.006
71.284	72,73	59.00	69.000	0.076
63.333	81,82	81.00	63.000	0.002
56.000	90,91	90.00	56.000	0.000
	Jumlah		13,987	

Sumber: Hasil Perhitungan

Dengan α sebesar 5% maka nilai X^2_{tabel} yaitu 14.067. Karena nilai $X^2_{hit} < X^2_{tabel}$ (13,987 < 14.067), maka distribusi metode Log Pearson III dapat diterima.

Intensitas Curah Hujan (I)

STA 0+000 – 0+100 (Kanan) diketahui panjang lintasan aliran permukaan (Lo) dari gambar topografi untuk jalan 5 m dan pemukiman 76,79 m. Koefisien hambatan karena kekasaran permukaan daerah pengaliran (nd) yaitu 0,013 untuk lapisan semen, aspal, dan beton. Kemiringan jalan umumnya dipakai 0,02. Sedangkan pemukiman memiliki kemiringan 0,007. Dengan panjang saluran 100 meter, maka hasil perhitungan waktu konsentrasi dan intensitas hujan:

Tabel 7. Hasil Perhitungan t₀, t_d, t_c, dan Intensitas

Perhitungan	Jalan	Pemukiman
t ₀ (menit)	1,001	1,735
t _d (menit)	1,111	1,111
t _c (jam)	0,035	0,047
I (mm/jam)	430,331	352,754

Sumber: Hasil Perhitungan

Debit Banjir Rancangan

STA 0+000 – 0+100 (Kanan) diketahui luas daerah pengaliran (A) jalan 500 m² dan pemukiman 5611,542 m². Koefisien pengaliran (C) untuk jalan sebesar 0,7 (perkerasan aspal dan beton) dan pemukiman sebesar 0,4 (perkampungan). Maka debit air hujan pada saluran:

$$Q_{jalan} = 0,7 \times 0,000120 \text{ m/dt} \times 500 \text{ m}^2 = 0,042 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$Q_{pemukiman} = 0,4 \times 0,00009798 \text{ m/dt} \times 5611,542 \text{ m}^2 = 0,220 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Perhitungan Debit Air Kotor

Jumlah penghuni tiap keluarga diasumsikan 5 orang. Jumlah pemukiman 26 unit rumah. Daerah perumahan dengan rumah tipe tertentu untuk keluarga tunggal.

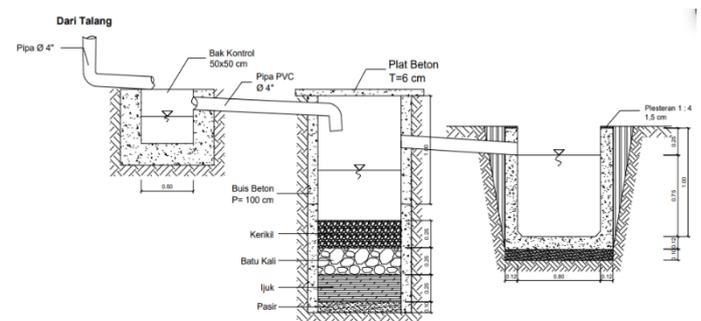
$$Q \text{ air kotor/orang} = 300 \text{ liter/orang/hari} = 0,00000347 \text{ m}^3/\text{orang/dt}$$

$$\text{Jumlah penduduk} = \text{jumlah pemukiman} \times \text{penghuni} = 26 \text{ rumah} \times 5 \text{ orang} = 130 \text{ orang}$$

$$Q \text{ kotor} = 130 \times 0,00000347 = 0,00045139 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Sumur Resapan

Sumur resapan direncanakan pada dasar saluran dengan diameter buis beton 80 cm dengan kedalaman 2 meter. Nilai koefisien permeabilitas (k) didapat dari hasil uji sampel tanah daerah Sukun di laboratorium tanah POLINEMA sebesar 0,00000000126 m/dt. Maka debit resapan untuk semua titik sumur didapatkan sebesar 0,0000055 m³/dt.



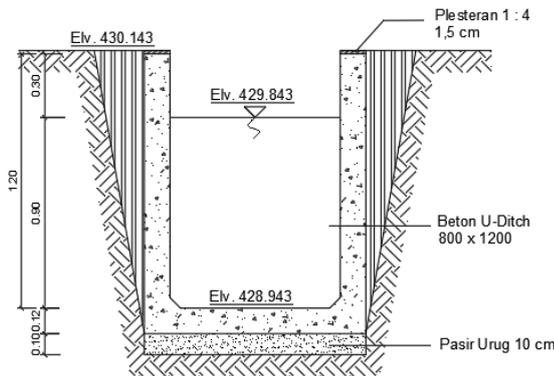
Gambar 3. Detail Sumur Resapan

Dimensi Saluran Eksisting

Dimensi eksisting didapat lebar saluran (b) 0,6 m dan kedalaman saluran (h) 0,4 m. Luas penampang saluran (A) = 0,24 m²; keliling basah (P) = 1,4 m; radius hidrolis saluran (R) = 0,171 m. Kecepatan aliran dengan bahan beton harus memenuhi kecepatan ijin antara 0,2 – 3 m/detik. Dengan nilai (v) = 3,222 m/dt, sehingga 3,0 ≥ 3,222 ≥ 0,2 **tidak memenuhi syarat** dan diperlukan perencanaan ulang.

Perencanaan Ulang Saluran Drainase

Dengan menggunakan bahan u-ditch, direncanakan lebar saluran (b) 0,8 m dan kedalaman saluran (h) 0,9 m. Luas penampang saluran (A) = 0,72 m²; keliling basah (P) = 2,6 m; radius hidrolis saluran (R) = 0,277 m. Kecepatan aliran dengan bahan beton harus memenuhi kecepatan ijin antara 0,2 – 3 m/detik. Dengan nilai (v) = 1,5 m/dt, sehingga $3,0 \geq 1,5 \geq 0,2$ memenuhi syarat. Untuk kontrol aliran, ditentukan dengan bilangan Froude < 1. Nilai Fr didapat sebesar 0,505, maka Fr memenuhi syarat. Untuk perencanaan gorong-gorong diberikan penutup *u-ditch* sesuai dimensi.



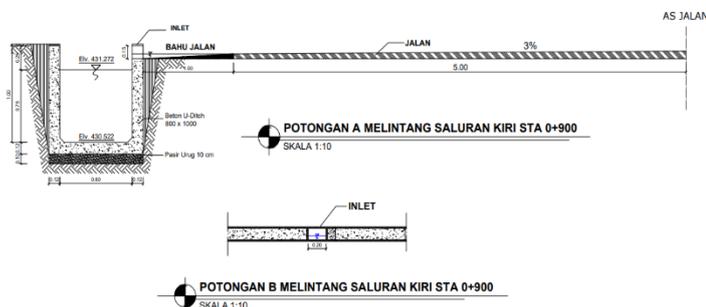
Gambar 4. Desain Saluran Drainase

Inlet

Inlet yang digunakan dalam perencanaan ini yaitu *curb inlet*. Jika Kemiringan jalan (s) = 0,03, lebar bukaan (L) = 0,2 m, tinggi air (d) = 0,05 m. Maka debit yang ditampung:
 $Q_{inlet} = 0,36 \times 9,81 \times 0,05^{3/2} \times 0,2 = 0,0079 \text{ m}^3/\text{dt}$.

Untuk menentukan jumlah inlet pada STA 0+900 – 0+800, diketahui $Q_{jalan} = 0,042 \text{ m}^3/\text{dt}$, maka dihitung dengan:

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan inlet} &= Q_{jalan} / Q_{inlet} \\ &= 0,042 / 0,0079 = 6 \text{ titik inlet} \end{aligned}$$



Gambar 5. Detail Saluran dengan Inlet

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perencanaan ulang saluran drainase pada ruas Jalan Raya Kepuh – Jalan S. Supriadi Kota Malang, dapat disimpulkan bahwa:

- Sebagian saluran drainase berupa saluran tertutup mengalami kerusakan, terdapat sedimen yang tinggi serta sampah. Media inlet tertutup sampah, sehingga limpasan air kembali ke jalan dan diperlukan perencanaan ulang.
- Total debit limpasan berasal dari jalan, pemukiman, dan debit air kotor. Dengan kala ulang 10 tahun memiliki besaran debit bervariasi mulai dari nilai terkecil 0,014 m³/detik sampai terbesar 3,542 m³/detik.
- Untuk menambah debit serap limpasan air pada titik rawan genangan tinggi dibuat sumur resapan diameter 0,8 m dan kedalaman 2 meter. Jumlah yang akan direncanakan untuk sisi kiri 10 buah dan sisi kanan sebanyak 11 buah.
- Saluran direncanakan menggunakan bahan u-ditch beton dan batu kali. Hasil perencanaan dimensi yang dibutuhkan bervariasi. Dari hasil perhitungan u-ditch beton didapatkan dimensi terkecil 0,6 x 0,6 m dan dimensi terbesar 1,4 x 1,4 m. Sedangkan saluran batu kali dimensi terkecil yaitu 0,6 x 0,8 m dan dimensi terbesar didapatkan 0,8 x 1,0 m
- Total biaya yang diperlukan dalam perencanaan saluran drainase sebesar Rp. 8,627,422,800
- Pelaksanaan pembangunan saluran drainase direncanakan memakan waktu selama 13 minggu.

DAFTAR PUSTAKA

- H. Hasmar, *Drainasi Terapan*. Yogyakarta: UII Press, 2011.
- Kamiana, I Made, *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2011.
- Kusanedi, *Sumur Resapan Untuk Pemukiman dan Pedesaan*. Jakarta: Penebar Swadaya, 2003.
- Moduto, *Drainase Perkotaan Volume I*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 1998.
- Soemarto, C. D., *Hidrologi Teknik*. Jakarta: Erlangga, 1999.
- Suripin, *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: ANDI, 2004.
- Triadmodjo, B., *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset, 2008.