

EVALUASI DAN PERENCANAAN ULANG SALURAN DRAINASE BERWAWASAN LINGKUNGAN JALAN MAYJEN SUNKONO KOTA MALANG

Iqbal Miftachul Huda¹, Mohamad Zenurianto², Sutikno³

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

Email: iqbalmiftachulhuda@gmail.com¹, mzenurianto@polinema.ac.id², sutikno.civil@gmail.com³

ABSTRAK

Peningkatan debit limpasan permukaan merupakan salah satu efek dari peningkatan populasi Kota Malang, yang dapat menyebabkan banjir. Permasalahan sistem drainase di Kota Malang secara umum adalah terjadinya penurunan kualitas dan kuantitas saluran drainase. Untuk melakukan evaluasi sistem drainase pada area kajian dibutuhkan data curah hujan dari tiga stasiun terdekat (Bululawang, Sukun, dan Ciliwung) dari tahun 2011 hingga 2020, bersama dengan peta topografi, kondisi saluran, dan dimensinya, serta informasi tentang bangunan yang ada. Perencanaan dimulai dengan mengumpulkan data curah hujan maksimum tahunan untuk menguji konsistensi dengan kurva massa ganda. Kemudian, analisis curah hujan daerah dilakukan dengan metode rata-rata aljabar, analisis curah hujan rancangan dihitung dengan Gumbel Tipe I selama 5 tahun, uji kesesuaian distribusi dengan Chi-Square dan Smirnov-Kolmogorov. Selanjutnya, perhitungan debit banjir rancangan dilakukan menghitung debit limbah, menghitung debit kumulatif, dan menentukan dimensi saluran. Dilakukan survei lapangan untuk mengetahui kondisi dan ukuran saluran saat ini. Dengan kala ulang 5 tahun, curah hujan rencana sebesar 72.419 mm/hari dan debit banjir rencana untuk saluran kiri dan kanan masing-masing sebesar 1.282 m³/detik. Debit limbah yang dihasilkan dari pemukiman saluran kiri sebesar 0,1328 m³/detik dan untuk saluran kanan sebesar 0,0943 m³/detik. Hasil perencanaan ulang saluran menggunakan U-Ditch beton didapatkan dimensi 0.6x0.8 m, 0.8x0.8 m, 0.8x1.0 m, 1.0x1.0 m dan 1.0x1.2 m, dengan bangunan pelengkap untuk meningkatkan resapan air berupa sumur resapan sejumlah 60 unit. Estimasi biaya perencanaan ulang ini sebesar Rp 6.228.930.000.00

Kata kunci : perencanaan ulang, U-ditch, sumur resapan

ABSTRACT

The increase in surface runoff is one of the effects of the growing population in Malang City, which can lead to flooding. The general problem with the drainage system in Malang City is the decline in both the quality and quantity of drainage channels. To evaluate the drainage system in the study area, rainfall data from three nearby stations (Bululawang, Sukun, and Ciliwung) from 2011 to 2020, along with topographic maps, the condition and dimensions of the channels, and information about existing buildings, are needed. The planning process begins with collecting annual maximum rainfall data to test consistency with double mass curves. Rainfall analysis for the area is then carried out using the algebraic mean method, and design rainfall analysis is computed with Gumbel Type I for 5 years, with distribution suitability tested using Chi-Square and Smirnov-Kolmogorov tests. Next, design flood discharge is calculated by determining waste discharge, cumulative discharge, and channel dimensions. Field surveys are conducted to assess the current condition and size of the channels. With a 5-year recurrence interval, the design rainfall is 72.419 mm/day, and the design flood discharge for the left and right channels are 1.282 m³/second each. The waste discharge from the left channel settlement is 0.1328 m³/second, and from the right channel is 0.0943 m³/second. The redesign of the channels using concrete U-Ditch results in dimensions of 0.6x0.8 m, 0.8x0.8 m, 0.8x1.0 m, 1.0x1.0 m, and 1.0x1.2 m, with supplementary infrastructure to enhance water infiltration, including 60 infiltration wells. The estimated cost for this redesign is Rp 6,228,930,000.00.

Keywords: replanning, U-ditch, infiltration wells

1. PENDAHULUAN

Jalan Mayjen Sungkono di Kelurahan Arjowiningun, Kecamatan Kedungkandang Kota Malang merupakan salah satu wilayah yang sering mengalami banjir atau terjadi

genangan setelah turun hujan. Hal tersebut sesuai hasil survei lapangan yang telah dilakukan dan hasil pemetaan oleh Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD).

Sehubungan dengan masalah tersebut, perlu dilakukan evaluasi kondisi saluran drainase di jalan tersebut untuk keperluan perencanaan ulang sehingga dapat menghilangkan genangan dan meminimalisir resiko banjir saat hujan deras.

Tujuan dari perencanaan ini adalah untuk mengetahui kapasitas saluran eksisting pada saat ini, dan mendesain ulang saluran berwawasan lingkungan serta menghitung anggaran biaya yang dibutuhkan.

2. METODE

Data Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan berasal dari tiga stasiun hujan yang berada di dekat lokasi penelitian (Stasiun Ciliwung, Stasiun Bululawang, dan Stasiun Sukun) yang memiliki data curah hujan dari tahun 2011 hingga 2020..

Uji Konsistensi

Nilai akumulasi hujan tahunan setiap stasiun hujan dibandingkan menggunakan nilai akumulasi hujan rata-rata tahunan stasiun di sekitarnya untuk melakukan uji konsistensi. Metode Kurva Massa Ganda digunakan.

Curah Hujan Daerah

Curah hujan daerah dihitung menggunakan metode aljabar dan dianggap curah hujan rata-rata di wilayah yang bersangkutan (Suripin, 2004).

$$R = 1/n (R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n) \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

R = Curah hujan rata-rata (mm)
 R₁, R₂, ..., R_n = Curah hujan daerah (mm)
 n = Jumlah data

Distribusi Curah Hujan Rancangan

Untuk mendistribusikan curah hujan rancangan, metode Log Pearson type III atau Gumbel digunakan. Rumus untuk menentukan Cs dan Ck adalah sebagai berikut.

$$C_s = \frac{n \sum (x - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \dots \dots \dots (2)$$

$$C_k = \frac{n \sum (x - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

Ck = Koefisien kepuncakan
 Cs = Koefisien kepengcengan
 X = Data hujan (mm)
 $\bar{x}$ = Rerata data hujan (m)
 S = Standart deviasi

Tabel 1. Syarat Nilai Cs dan Ck sesuai nilai distribusi

No	Jenis Sebaran	Syarat
1.	Normal	Cs ≈ 0 dan Ck = 3
2.	Gumbel Type I	Cs ≤ 1.1396 dan Ck ≤ 5.4

4.	Log Person type III	Cs ≠ 0
5.	Log Normal	Cs ≠ 3bCv + Cv ² = 3 Ck = 5.382

Sumber: Suripin, 2004

Uji Kesesuaian Distribusi

Uji kesesuaian distribusi diperlukan untuk menentukan tingkat kesesuaian distribusi data hujan dengan menggunakan metode *Chi-Square* dan *Smirnov-Kolmogorov*.

a. Metode Smirnov-Kolmogorov

$$\Delta P = P_{\text{empiris}} - P_{\text{teoritis}} \dots \dots \dots (4)$$

b. Metode Chi – Square

$$X^2_{\text{hit}} = \sum \frac{(d_{\text{empiris}} - d_{\text{teoritis}})^2}{d_{\text{teoritis}}} \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan:

X² = Parameter Chi-Square
 d_{empiris} = d berdasarkan kertas distribusi
 d_{teoritis} = d berdasarkan teoritis

Intensitas Curah Hujan

Soewarno (1995) mengatakan bahwa intensitas curah hujan dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut jika tidak ada waktu atau alat untuk mengamatinnya:

$$I = \frac{R_{24}^2}{24} x \frac{24}{t_c} \dots \dots \dots (6)$$

Keterangan:

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
 R₂₄ = Curah hujan maksimum (mm/hari)
 T_c = Waktu Konsentrasi

Debit Banjir Rancangan

Debit banjir rancangan dapat dihitung dengan menggunakan rumus rasional berikut (Suripin, 2003):

$$Q = 0.0278 \times C \times I \times A \dots \dots \dots (7)$$

Keterangan:

Q = Debit banjir rancangan (m³/detik)
 C = Koefisien pengaliran
 I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
 A = Luas daerah pengaliran (m²)

Debit Resapan

Debit resapan adalah jumlah air yang dapat meresap melalui bangunan resapan setiap satuan waktu. Debit ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$Q_{\text{resapan}} = \frac{1}{2} \pi r^2 K \dots \dots \dots (8)$$

Keterangan:

Q_{resapan} = Debit resapan (m³/detik)
 K = Koefisien permeabilitas (m/detik)
 r = Jari-jari sumur (m)

Dimensi Saluran

Penentuan debit saluran U-ditch berbentuk persegi dihitung dengan rumus berikut:

$$Q = V \times A \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan:

Q = Debit pengaliran (m^3/detik)

V = Kecepatan rata-rata (m^3/detik)

A = Luas penampang basah saluran (m^2)

Kemiringan Saluran

Kemiringan saluran dapat direncanakan dengan menentukan kecepatan rencana saluran, menggunakan rumus berikut:

$$S = \frac{n \times v}{(R^3)^2} \dots\dots\dots (10)$$

Keterangan:

S = Kemiringan saluran

n = Koefisien kekasaran

v = Kecepatan aliran (m/dt)

R = Jari-jari hidrolis

Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran dalam saluran dapat dihitung dengan Rumus Manning, berikut (Suripin, 2003):

$$V = 1/n \times R^{2/3} \times S^{1/2} \dots\dots\dots (11)$$

Keterangan:

V = Kecepatan aliran (m/dt)

n = Koefisien kekasaran

R = Jari-jari hidrolis (m)

S = Kemiringan saluran

Bilangan Froude

Nisbah antara gaya gravitasi dan gaya inerti adalah parameter yang menentukan ketiga jenis aliran. Bilangan Froude (Fr) dihitung dengan cara berikut (Suripin, 2003):

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g \cdot h}} \dots\dots\dots (12)$$

Keterangan:

V = Kecepatan aliran (m/dt)

h = Kedalaman aliran (m)

g = Percepatan gravitasi (m/dt^2)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk jalur Jl. Mayjen Sungkono di Kecamatan Kedungkandang, Kota Malang, evaluasi dan perencanaan ulang saluran drainase berwawasan lingkungan dilakukan dengan panjang jalan 3.1 km serta lebar jalan 6 m.

Kondisi Eksisting

Drainase pada ruas Jl. Mayjen Sungkono, kondisinya kurang terawat bahkan beberapa saluran mengalami kerusakan.

Saluran drainase terdapat di sisi kanan dan kiri jalan. Kurangnya kesadaran masyarakat sekitar menyebabkan beberapa saluran memiliki endapan lumpur, sampah dan tanaman liar yang menghambat laju aliran air. Kondisi eksisting saluran digambarkan pada salah satu titik pengamatan sebagaimana ditampilkan pada tabel 2.

Tabel 2. Kondisi Eksisting Saluran Drainase

Sta	Bentuk	Ukuran	Kondisi
1+500	Persegi	0.6 x 0.6	
1+600	—	—	
1+600	Persegi	0.6 x 0.6	
1+700	—	—	

Sumber: Hasil Pengamatan

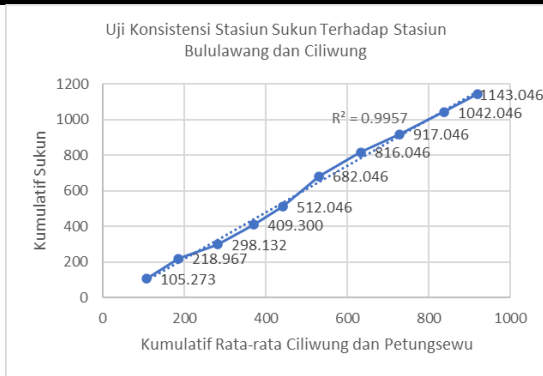
Uji Konsistensi

Hasil ujikonsistensi di stasiun Sukun terhadap stasiun Bululawang dan stasiun Ciliwung menunjukkan ada patahan grafik. Akibatnya, periode 2016–2020 harus dikoreksi.

Tabel 3. Uji Konsistensi Sta Sukun Terhadap 2 Stasiun

Tahun	Sta. S	Kum. Sta S	Kum. Rerata Sta. C dan Sta. B	Kum Sta. S
2020	125	125	107	105
2019	135	260	186	219
2018	94	354	282	298
2017	132	486	370	409
2016	122	608	442	512
2015	170	778	531	682
2014	134	912	633	816
2013	101	1013	729	917
2012	125	1138	837	1042
2011	101	1239	920	1143

Sumber: Hasil Perhitungan



Gambar 1. Grafik Kurva Massa Ganda Stasiun Sukun terhadap Stasiun Bululawang dan Ciliwung Setelah Koreksi

Curah Hujan Daerah

Data curah hujan maksimum dari ketiga stasiun digunakan. Untuk data curah hujan yang tidak konsisten, data yang dikoreksi pada uji konsistensi digunakan.

Tabel 4. Curah Hujan Maksimum

Tahun	Curah Hujan (mm)
2012	76.000
2016	71.623
2014	71.000
2013	64.667
2019	62.602
2017	57.120
2015	56.667
2018	53.853
2011	53.667
2020	37.280

Sumber: Hasil Perhitungan

Curah Hujan Rancangan

Perhitungan curah hujan rancangan dilakukan dengan metode Gumbel Tipe I dengan kala ulang 10 dan nilai $C_s = -0.6432$ dan $C_k = 0.7119$ berdasarkan data curah hujan maksimum. Nilai curah hujan rancangan adalah 72.419 mm/ hari.

Tabel 5. Perhitungan Uji Distribusi Metode Gumbel

No.	X	P teoritis	P empiris	Log X
1	76.000	9%	9%	1.881
2	71.623	18%	18%	1.855
3	71.000	27%	27%	1.851
4	64.667	36%	36%	1.811
5	62.602	45%	45%	1.797
6	57.120	55%	55%	1.757
7	56.667	50%	64%	1.753
8	53.853	80%	73%	1.731

9	53.667	90%	82%	1.730
10	37.280	99%	91%	1.571
Rerata Log (x)			1.774	
S			11.314	
Cs			-0.643	
Ck			4.592	
X rancangan			72.419	

Sumber: Hasil Perhitungan

Debit Banjir Rancangan

Q_{jalan} , Q_{lahan} , dan Q_{limbah} masing-masing saluran diperoleh dengan debit perhitungan kumulatif 0,048 m³/detik.

Dimensi Saluran

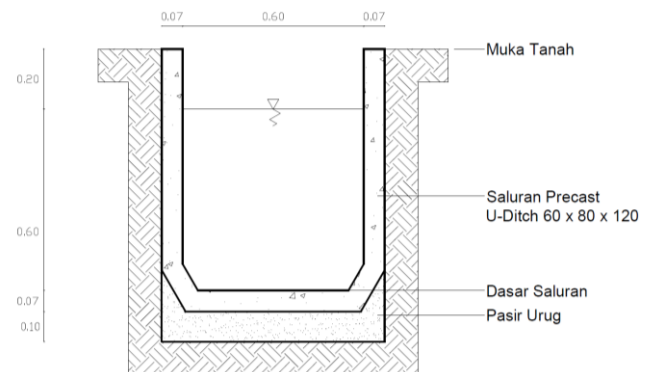
Saluran direncanakan berbentuk persegi dengan bahan beton precast berupa U-Ditch (gambar 2). Berdasarkan hasil perhitungan dimensi saluran terkecil 60 x 80 dan saluran terbesar 100 x 120 cm.

Tabel 6. Kondisi Saluran Eksisting

Saluran			Kontrol	
Awal	Akhir	Q (m ³ /dt)	V (m/dt)	Fr
43	44	OK	OK	Subkritis
44	45	OK	OK	Subkritis
45	46	Redesign	OK	Subkritis
46	47	Redesign	OK	Subkritis
47	48	Redesign	OK	Subkritis
48	49	Redesign	OK	Subkritis
49	50	Redesign	OK	Subkritis
50	51	Redesign	OK	Subkritis

Sumber: Hasil Perhitungan

Hasil kajian menunjukkan bahwa terdapat 30 saluran yang perlu dilakukan perencanaan ulang dengan total panjang 2646 m.



Gambar 2. Potongan Melintang Saluran U-Ditch

Sumur Resapan

Nilai permeabilitas tanah area penelitian adalah 0.00000583 m/detik, dan debit resapan adalah 0.000138 m³/detik. Diameter sumur resapan adalah 100 cm dan kedalamannya 200 cm. Contoh perhitungan dimensi sumur resapan:

1. Faktor Geometrik (F)

$$F = 5.5 \times R$$

$$F = 5.5 \times 0.5$$

$$F = 2.75$$

2. Menghitung kedalaman sumur resapan

$$H = \frac{Q}{F.K} \left[1 - e^{-\frac{F.K}{\pi \cdot r^2}} \right]$$

$$= \frac{0.036}{2.75 \cdot 0.00000583} \left[1 - e^{-\frac{2.75 \cdot 0.00000583}{\pi \cdot 0.5^2}} \right]$$

$$= 0.85 \approx 1 \text{ m}$$

3. Kapasitas sumur resapan

$$V = \pi \times r^2 \times H$$

$$= \pi \times 0.5^2 \times 1$$

$$= 0.79 \text{ m}^3$$

4. Debit resapan

$$Q_{\text{resapan}} = F \times K \times H$$

$$= 2.75 \times 0.00000583 \times 1.0$$

$$= 0.000138 \text{ m}^3/\text{detik}$$

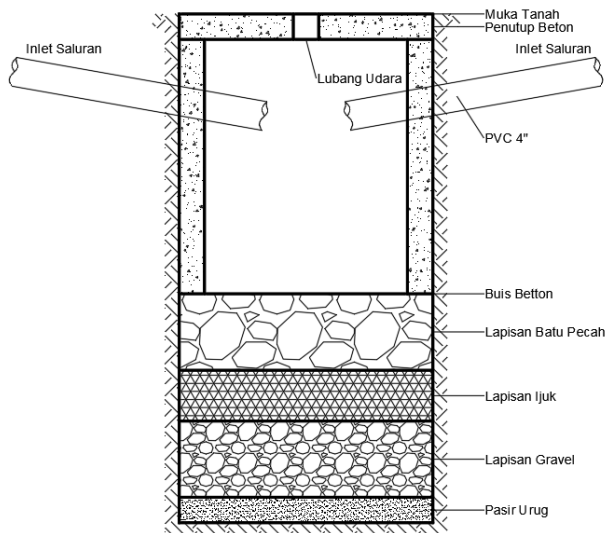
5. Waktu penuh sumur resapan

$$T = \frac{V}{Q_{\text{resapan}}}$$

$$= \frac{0.785}{0.000138}$$

$$= 5709.09 \text{ detik} \approx 95.15 \text{ menit}$$

Direncanakan lokasi penempatan sumur resapan pada lahan kosong dengan jarak antar sumur resapan sebesar 100 m



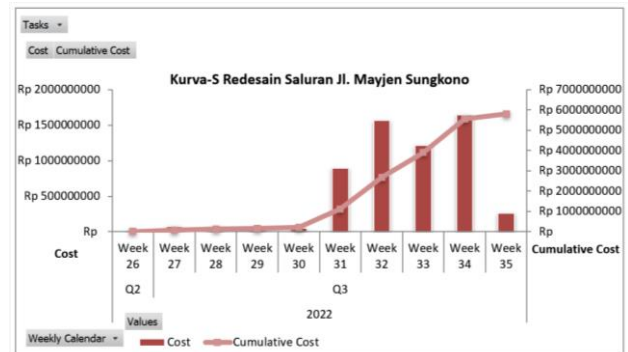
Gambar 3. Potongan Melintang Sumur Resapan

Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran untuk biaya pelaksanaan saluran drainase dan sumur resapan area penelitian adalah 6.228.930.000.00, berdasarkan perhitungan volume dan harga satuan pekerjaan.

Penjadwalan

Waktu yang dibutuhkan untuk pelaksanaan hasil perencanaan ulang selama 10 minggu, dengan kura S sebagai berikut:



Gambar 4. Kurva S

4. KESIMPULAN

Hasil perhitungan yang dilakukan untuk perencanaan ulang saluran drainase di Jl. Mayjen Sungkono, Kedungkandang, Kota Malang, menghasilkan kesimpulan berikut:

1. Kondisi pada saluran eksisting setelah dilakukan perhitungan debit dengan kala ulang 5 tahun terdapat beberapa saluran tidak dapat menampung debit yang direncanakan, maka diperlukan perencanaan ulang untuk beberapa saluran.
2. Debit banjir rancangan yang dihitung selama lima tahun dari limpasan jalan dan lahan, dengan nilai terkecil 0.052 m³/detik dan nilai tertinggi 1.282 m³/detik.
3. Dimensi U-ditch beton terkecil adalah 0,6m x 0,8m, dan yang terbesar adalah 1,0 m x 1,2 m. Direncanakan ada 60 lubang sumur resapan untuk bangunan pendukung, dengan sumur resapan ditempatkan di area kosong setiap 100 meter. Dua bak kontrol dan debit dapat teresap 23.55 m³/detik dengan waktu resap 95.15 menit.
4. Total anggaran biaya yang diperlukan dalam pelaksanaan hasil perencanaan ulang saluran drainase sepanjang 2946 m adalah sebesar Rp 6.228.930.000.00. Hitungan perkiraan Rp. 2.353.951/m² untuk biaya per m²

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Soemarto. CD. 1987. Hidrologi Teknik. Jakarta. Erlangga.
- [2] Soewarno. 1995. Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisis Data. Nova, Bandung.
- [3] Suripin. 2004. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. Andi Offset. Yogyakarta.
- [4] Hasmar, HA. Halim. 2002. Drainasi Perkotaan. Yogyakarta. UII Press
- [5] Chow, Ven Te. 1959. Hidrolika Saluran Terbuka. Jakarta. Erlangga.