

## PERENCANAAN ULANG SISTEM DRAINASE PERKOTAAN DI JALAN BOROBUDUR – JALAN CANDI TELAGA WANGI KOTA MALANG

Shofi Nadia Firdausi<sup>1</sup>, Medi Effendi<sup>2</sup>, Winda Harsanti<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang, <sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang, <sup>3</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang

<sup>1</sup>[shofinadia@yahoo.com](mailto:shofinadia@yahoo.com), <sup>2</sup>[medipolinema@gmail.com](mailto:medipolinema@gmail.com), <sup>3</sup>[win\\_harsanti@rocketmail.com](mailto:win_harsanti@rocketmail.com)

### ABSTRAK

Dengan meningkatnya jumlah penduduk dan aktivitas pembangunan, menimbulkan dampak besar pada aliran permukaan yang menyebabkan berkurangnya daerah resapan air hujan, khususnya di Jl. Borobudur – Jl. Candi Telaga Wangi Kota Malang. Tujuan dari perencanaan ini adalah menghitung kapasitas debit eksisting, menghitung debit banjir rancangan, dan mengevaluasi dimensi saluran drainase. Untuk mengevaluasi sistem drainase perkotaan di Jl. Borobudur – Jl. Candi Telaga Wangi Kota Malang data yang dibutuhkan data curah hujan dari 3 stasiun terdekat yaitu Dinoyo, Blimbing dan Karangploso 10 tahun terakhir yakni pada tahun 2009 – 2018, data dimensi saluran dan data penduduk. Untuk menghitung curah hujan menggunakan metode rata-rata aljabar, kemudian untuk menentukan jenis distribusi menggunakan metode log pearson tipe III dengan ala ulang 10 tahun dan selanjutnya menghitung debit banjir rancangan menggunakan metode mononobe dan debit air saluran dengan menggunakan metode rasional. Dari hasil perhitungan diperoleh curah hujan rancangan sebesar 82.794 mm/hari; dimensi saluran paling besar memiliki lebar 1.1 m dan tinggi 1.1 m;

**Kata kunci** : lowokwaru; saluran drainase; debit.

### ABSTRACT

*With the increase in population and development activities, there will be a major impact on surface runoff which causes reduced rainwater catchment areas, particularly on Jl. Borobudur - Jl. Telaga Wangi Temple, Malang City. The purpose of this plan is to calculate the existing discharge capacity, calculate the design flood discharge, and evaluate the dimensions of the drainage channel. To evaluate the urban drainage system on Jl. Borobudur - Jl. Telaga Wangi Temple Malang City data required rainfall data from 3 closest stations, namely Dinoyo, Blimbing and Karangploso for the last 10 years, namely in 2009 - 2018, data on salura dimensions and population data. To calculate the rainfall using the algebraic average method, then to determine the type of distribution using the Pearson log type III method with a 10 year reset and then calculating the design flood discharge using the mononobe method and channel water discharge using the rational method. From the calculation results, the design rainfall is 82,794 mm / day; the largest channel dimensions are 1.1 m wide and 1.1 m high;*

**Keywords** : lowokwaru, drainage channels, discharge.

### 1. PENDAHULUAN

Semakin meningkatnya jumlah penduduk setiap tahunnya di Kota Malang, mengakibatkan aktifitas masyarakat juga semakin meningkat. Agar dapat mendukung aktifitas masyarakat tersebut, tentu aspek kenyamanan sangat diperlukan. Sebagian kecil faktor yang dapat menunjang tingkat kenyamanan pada suatu kota ialah adanya sistem sanitasi yang memadai, contohnya sistem drainase perkotaan.

Salah satu jenis drainase yang akan dibahas pada penelitian ini adalah drainase perkotaan, yang terletak di ruas Jl. Candi Telaga Wangi sampai ke Jl. Borobudur Malang,

Jawa Timur. Pada daerah tersebut banyak bangunan seperti perumahan, kafe, tempat makan, pasar dan lain-lain. Mengakibatkan di sepanjang jalan ini sering mengalami banjir (genangan air) yang disebabkan oleh sistem drainase yang kurang berfungsi dengan baik. Oleh karena itu tujuan dalam penelitian untuk mendapatkan hasil perencanaan terbaik dari perencanaan drainase perkotaan.

### Pengertian Drainase

Drainase merupakan usaha untuk mengalirkan kelebihan air dari suatu kawasan sehingga fungsi kawasan tersebut tidak terganggu. Drainase mempunyai arti

mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Drainase dapat juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan salinitas (Suripin, 2004).

**2. METODE**

**Uji Konsistensi**

Dalam perencanaan drainase, data hujan diuji terlebih dahulu konsistensinya. Uji konsistensi data curah hujan diperlukan untuk mengetahui apakah data tersebut konsisten ataupun inkonsisten. Apabila terjadi inkonsisten maka dilakukan koreksi pada data tersebut

Uji konsistensi dilakukan dengan metode Kurva Massa Ganda (*Double Kurve*). Dalam metode tersebut, nilai kumulatif seri data yang diuji dibandingkan dengan nilai kumulatif seri data stasiun referensi. Stasiun referensi dapat berupa rerata beberapa stasiun didekatnya (Suripin, 2004).

Untuk menghitung faktor koreksi, digunakan

**Persamaan 1 :**

$$F = m_1/m_2 \dots\dots\dots(1)$$

$$m = \frac{n \cdot \sum x_i \cdot y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{n \cdot \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

Dengan:

- F = Faktor koreksi
- m = gradien
- n = banyak data
- xi = nilai kumulatif seri data yang diuji
- yi = nilai kumulatif seri data stasiun referensi

**Curah Hujan Daerah**

Data hujan yang diperoleh dari alat penakar hujan merupakan hujan yang terjadi hanya pada satu tempat atau titik saja (*point rainfall*). Untuk kawasan yang luas, satu alat penakar hujan belum dapat menggambarkan hujan wilayah tersebut. Dalam hal ini diperlukan hujan kawasan yang diperoleh dari harga rata-rata curah hujan beberapa stasiun penakar hujan yang ada di dalam dan/atau di sekitar kawasan tersebut (Suripin, 2004). Curah hujan daerah dihitung dengan menggunakan metode aljabar **Persamaan 2:**

$$\bar{d} = \frac{\sum d_i}{n} \dots\dots\dots(2)$$

Dengan:

- $\bar{d}$  = Curah hujan rata-rata daerah (mm)
- $d_i$  = Curah hujan di stasiun i (mm)
- n = Jumlah data (jumlah stasiun)

**Analisis Frekuensi dan Probabilitas**

Analisis frekuensi data hidrologi berkaitan dengan besaran peristiwa-peristiwa ekstrim yang berkaitan dengan frekuensi kejadiannya melalui penerapan distribusi kemungkinan. Frekuensi hujan adalah besarnya

kemungkinan suatu besaran hujan disamai/dilampaui (Suripin, 2004).

Ada empat jenis distribusi frekuensi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi, yaitu: (Suripin, 2004).

- a. Distribusi Normal,
- b. Distribusi Log Normal,
- c. Disribusi Log-Person III, dan
- d. Distribusi Gumbel

Pemilihan distribusi ditetapkan berdasarkan nilai kepeuncangan (*skewness*) dengan **Persamaan 3** dan koefisien kepeuncakan (*kurtosis*) dengan **Persamaan 4**

$$Cs = \frac{n \cdot \sum (x - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2) \cdot S^3} \dots\dots\dots(3)$$

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

Keterangan :

- X = Data hujan (mm)
- $\bar{x}$  = Rerata data hujan (mm)
- n = Jumlah data

**Uji Kesesuaian Distribusi Hujan**

Diperlukan pengujian parameter untuk menguji kecocokan (*the goodness of fittest test*) distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut. Pengujian parameter yang sering dipakai adalah (a) chi-kuadrat dan (b) Smirnov-Kolmogorov (Suripin, 2004).

a. Uji Chi-Square dimaksudkan untuk menentukan bahwa persamaan distribusi yang telah dipilih dapat diwakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan  $\chi^2$ , yang dapat dihitung dengan **Persamaan 5 :**

$$\chi^2_{hitung} = \sum_{i=1}^G \frac{(d_{empiris} - d_{teoritis})^2}{d_{teoritis}} \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan :

- $\chi^2_{hitung}$  = Parameter Chi-Square terhitung
- $d_{empiris}$  = d berdasarkan kertas distribusi
- $d_{teoritis}$  = d berdasarkan teoritis

b. Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorof sering disebut juga uji kecocokan non-parametrik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu.  $\Delta P$  dapat dihitung dengan **Persamaan 6 :**

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

Mencari  $D_0$  untuk n tertentu dan  $\alpha$  tertentu, tergantung dari nilai keyakinan umumnya  $\alpha = 0,05$  Dengan syarat sesuai apabila  $\Delta P < D_0$  (Sesuai).

**Waktu Konsentrasi Hujan**

Waktu konsentrasi terdiri dari waktu terlama yang dibutuhkan oleh air hujan untuk mengalir di atas permukaan tanah ke saluran yang terdekat ( $t_0$ ) dan waktu yang diperlukan air hujan mengalir di dalam saluran ( $t_d$ ) (Suripin, 2004).

Waktu konsentrasi hujan dihitung dengan **Persamaan 6**.

$$t_c = t_0 + t_d \dots\dots\dots(6)$$

$$t_0 = \left[ \frac{2}{3} \times 3,28 \times L_0 \times \frac{nd}{\sqrt{s}} \right]^{0,167} \dots\dots\dots(7)$$

$$t_d = \frac{L_s}{60 \cdot V} \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan :

$t_c$  = waktu konsentrasi (jam).

$t_0$  = waktu terlama yang diperlukan oleh air hujan untuk mengalir di atas permukaan tanah ke saluran terdekat (menit).

$t_d$  = waktu yang diperlukan air hujan mengalir di dalam saluran (menit)

$L_0$  = panjang lintasan aliran di atas permukaan lahan (m).

$nd$  = angka koefisien hambatan

$s$  = kemiringan permukaan daerah pengaliran lahan.

$L_s$  = panjang lintasan aliran di saluran (m).

$V$  = kecepatan aliran pada saluran (m/detik)

Adapun koefisien hambatan untuk kondisi permukaan pada saluran drainase dapat dilihat pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Koefisien hambatan

NO	Kondisi Lapis Permukaan	Nd
1	Lapisan semen dan aspal beton	0,013
2	Permukaan licin dan kedap air	0,020
3	Permukaan licin dan kokoh	0,100
4	Tanah dengan rumput tipis	0,200
5	Padang rumput dan rerumputan	0,400
6	Hutan gundul	0,600
7	Hutan rimbun	0,800

Sumber: Perencanaan Sistem Drainase Jalan (Dinas PU, 2006)

**Intensitas Curah Hujan**

Soemarto (1995) menjelaskan apabila tidak ada waktu untuk mengamati besarnya intensitas curah hujan atau karena tidak adanya alat untuk mengamati, maka dapat ditempuh dengan **Persamaan 7**.

$$I = \frac{R24}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan:

$I$  = Intensitas hujan (mm/jam)

$t$  = Waktu konsentrasi (jam)

$R24$  = curah hujan maksimum harian (mm)

**Debit Banjir Rancangan**

Debit banjir rancangan adalah besarnya debit banjir kala ulang tertentu yang ditetapkan sebagai dasar penentuan kapasitas dan dimensi bangunan hidraulik. Rumus Rasional adalah metode yang paling sederhana dalam memperhitungkan debit banjir rancangan. Perhitungan ini menggunakan **Persamaan 9**.

$$Q = C \times I \times A \dots\dots\dots(9)$$

Keterangan :

$C$  = Koefisien pengaliran

$I$  = Intensitas hujan (mm/jam)

$A$  = Luas daerah pengaliran ( $m^2$ )

**Debit Limbah**

Dalam perencanaan saluran drainase perkotaan, air buangan dari limbah harus diperhatikan dengan baik, agar zat-zat yang mengganggu lingkungan dan kesehatan tidak menambah masalah baru. Kuantitas air limbah dapat diasumsikan 50% - 70% dari rata-rata pemakaian air bersih (120 – 140 liter/orang/hari).

**Dimensi Saluran**

Sebelum merencanakan dimensi saluran, hal yang harus diketahui terlebih dahulu adalah besar debit rencana berdasarkan curah hujan rancangan dan tata letak jaringan drainase, kemudian dihitung beban saluran secara kumulatif.

Bahan saluran juga direncanakan terlebih dahulu. Lapisan dasar dan dinding saluran drainase bisa terbuat dari beton, pasangan batu kali, batu merah, kayu, besi, plastik, dll, tergantung pada tersedia serta harga bahan, dan cara konstruksi saluran.

Langkah awal dalam perencanaan dimensi saluran adalah menghitung dimensi saluran dengan metode *Manning* pada **Persamaan 10** dan sebisa mungkin menyesuaikan dengan *slope* tanah asli. Jika profil muka tanah asli telah diubah bentuknya, maka perhitungan dimensi saluran diusahakan mengikuti elevasi tanah rencana. Perlu dilakukan pengecekan kecepatan dan bilangan *Froude* aliran pada tiap saluran, yang dihitung dengan **Persamaan 11**.

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(10)$$

$$\text{Bilangan Froude (Fr)} = \frac{V}{\sqrt{9,81 \times h}} \dots\dots\dots(11)$$

Keterangan :

$R$  = jari - jari hidrolis (m)

$n$  = koefisien kekasaran saluran

$S$  = kemiringan dasar saluran

$V$  = kecepatan rata- rata (m/dt)

Adapun nilai koefisien kekasaran saluran dapat dilihat pada **Tabel 2**.

**Tabel 2.** Nilai Koefisien Kekasaran Saluran

Tipe Saluran dan Deskripsinya	Minimum	Normal	Maksimum
<b>a. Semen</b>			
1. Acian	0,010	0,011	0,013
2. Adukan	0,011	0,013	0,015
<b>b. Beton</b>			
1. Dipoles dengan sendok kayu	0,011	0,013	0,015
2. Dipoles sedikit	0,013	0,015	0,016

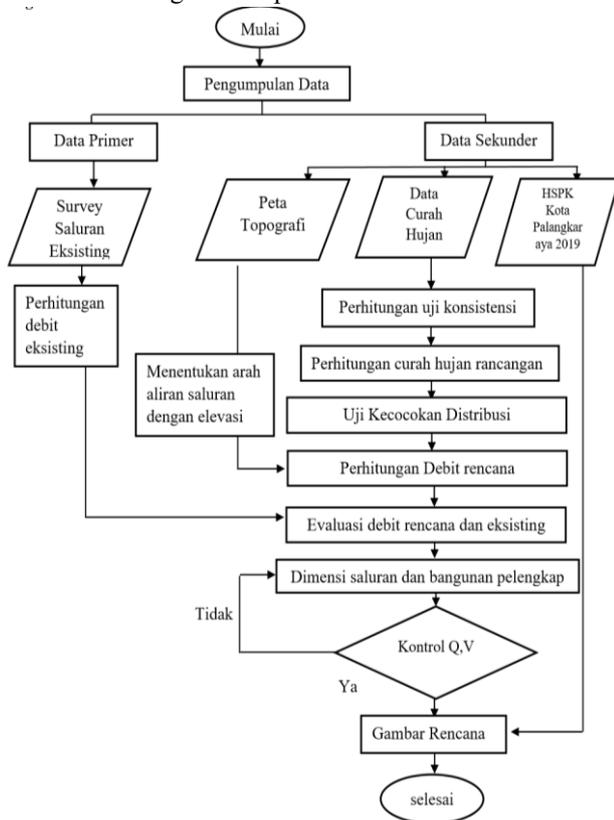
Sumber : Ven Te Chow, 1984

**Tabel 3.** Curah Hujan Maksimum yang Konsisten

No	Tahun	STA. Dinoyo	STA. Blimbing	STA. Karang plos
1	2009	103.00	73.00	68.00
2	2010	92.00	186.00	190.00
3	2011	70.00	113.00	91.00
4	2012	104.00	138.00	108.00
5	2013	68.00	97.00	84.77
6	2014	103.47	125.00	115.59
7	2015	49.56	100.26	73.76
8	2016	58.81	66.84	68.25
9	2017	41.93	108.61	102.38
10	2018	55.55	101.30	101.28

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berikut adalah diagram alir penelitian :



**Gambar 2.** Diagram Alir

**Analisis Data Curah Hujan**

Analisis data curah hujan dilakukan dengan pengujian konsistensi. Uji konsistensi dilakukan pada setiap stasiun hujan, hingga didapatkan data hujan yang konsisten.

**Curah Hujan Rancangan**

Curah hujan rancangan dihitung dengan menggunakan metode Log-Pearson tipe III, setelah sebelumnya diketahui nilai  $C_s = 1,428$  dan  $C_k = 6,333$  memenuhi syarat untuk penggunaan metode Log-Pearson, sehingga dilakukan perhitungan sebagai berikut, dengan hasil pada **Tabel 4.**

**Tabel 4.** Perhitungan Log-Pearson Tipe III

No	Tahun	X	Log.x
1	2009	56.67	1.75
2	2010	100.33	2.00
3	2011	48.00	1.68
4	2012	64.67	1.81
5	2013	54.35	1.74
6	2014	74.49	1.87
7	2015	48.07	1.68
8	2016	37.95	1.58
9	2017	62.60	1.80
10	2018	50.19	1.70

Rata <sup>2</sup>	=	1.76
Std. Dev	=	0.12
Cs	=	1.428
Log r ranc	=	1.918
r ranc	=	82.794

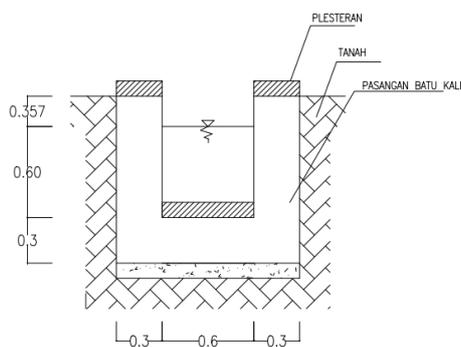
**Debit Banjir Rancangan**

Diperoleh hasil debit dari perhitungan komulatif Q jalan, Q pemukiman dan Q air kotor disalah satu contoh saluran yaitu sebesar 0,2561 m<sup>3</sup>/det.

**Dimensi Saluran**

Pada perencanaan saluran ini menggunakan persamaan  $b=h$  dengan pesangan berbentuk persegi. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh hasil menggunakan 7 varian dimensi yaitu 0,5 x 0,5 m ; 0,6 x 0,6 m ; 0,7 x 0,7 m ; 0,8 x 0,8 m ; 0,9 x 0,9 m ; 1,0 x 1,0 m ; 1,1 x 1,1 m.

Dengan material menggunakan batu kali dan gorong-gorong menggunakan U-ditch.



Gambar 1. Potongan Melintang Saluran

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perencanaan ulang saluran drainase di Jalan Borobudur – Jalan Candi Telaga Wangi, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Setelah dilakukan perhitungan evaluasi saluran eksisting Borobudur – Jalan Candi Telaga Wangi , hanya beberapa saluran yang tidak perlu melakukan redesain.
2. Dari hasil evaluasi yang dilakukan didapat bahwa  $Q_{eksisting} < Q_{rencana}$ , sehingga diperlukan perencanaan ulang saluran drainase pada Jalan Borobudur – Jalan Candi Telaga Wangi Kota Malang.
3. Debit yang harus ditampung saluran drainase bervariasi dimulai dari 0.0482 m<sup>3</sup>/detik hingga 2.1298 m<sup>3</sup>/detik.
4. Seluruh dimensi saluran yang direncanakan berbentuk persegi, dengan dimensi berbeda – beda, dari hasil perhitungan didapat dimensi terbesar memiliki lebar 1.1 m dan tinggi 1.5 m.

#### DAFTAR PUSTAKA

- (1) Afriyanti, F. A. 2017. Analisa Banjir D.I Sengkaling Kanan Akibat Alih Fungsi Saluran Irigasi Menjadi Saluran Drainase. *Jurnal Teknik Sipil*
- (2) Chow, V. T. 1959. Hidrolika Saluran Terbuka. Erlangga. Jakarta.
- (3) Fajriyanti, Annisa Wantri, 2019. Evaluasi dan perencanaan Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan Di Kawasan Jalan Raya Ampeldento – Jalan Raya Sekarpuro Kecamatan Pakis Kabupaten Malang.

- (4) Hasmar, H. 2011. Drainasi Terapan. Cetakan Pertama. Yogyakarta : UII Press
- (5) Ibrahim, Bachtiar. 2009. Rencana dan estimate Real of Cost, penerbit Bumi Aksara, Jakarta.
- (6) Kalsim, Dedi Kusnaedi. Teknik Drainase Bawah Permukaan. Jilid 1.Graha Ilmu. Yogyakarta.
- (7) Kodoatie, J. R. & R. Sjarief. 2005. Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu. Andy Offset. Yogyakarta.
- (8) Kusnaedi, 2011. Sumur Resapan Untuk Pemukiman Perkotaan dan Pedesaan. Dok Penebar Swadaya. Jakarta.
- (9) Linsley. R.K., & Franzini, J. B. 1991. Teknik Sumber Daya Air. Jilid 2. Edisi ke-Tiga. Erlangga. Jakarta
- (10) Merry. Y., Joko N., & Suardi N. (2012). Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Debit Limpasan Drainase Di Kota Bukittinggi. *Jurnal Teknik Sipil*