

# TINJAUAN PERHITUNGAN DEBIT LIMPASAN PERMUKAAN DENGAN METODE RASIONAL MODIFIKASI (STUDI KASUS DRAINASE MIKRO KAMPUS ITENAS)

**ROBY RAMDHANI, FRANSISKA YUSTIANA**

Program Studi Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional

Email: robyramdhani811@gmail.com

## **ABSTRAK**

*Debit air limpasan adalah volume air hujan per satuan waktu yang tidak mengalami infiltrasi sehingga harus dialirkan melalui saluran drainase. Saluran drainase mikro kampus Itenas outlet ke-2 diperiksa dengan membandingkan debit saluran eksisting dan debit rencana menggunakan Metode Rasional Modifikasi. Intensitas curah hujan ditentukan oleh rumus Sherman dan diubah menjadi kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF). Intensitas curah hujan maksimum ditentukan oleh analisis frekuensi dengan distribusi Log Pearson Tipe III dan kala ulang yang digunakan untuk saluran tersebut adalah lima tahun. Saluran eksisting yang ditinjau merupakan saluran kombinasi persegi dan setengah lingkaran yang memiliki dimensi lebar 0,9 m, kedalaman 0,65 m, dan diameter 0,3 m. Perhitungan debit saluran eksisting dengan rumus kecepatan manning didapat debit sebesar 1,4747 m<sup>3</sup>/detik. Debit saluran masih dapat menampung debit rencana Metode Rasional Modifikasi sebesar 0,5313 m<sup>3</sup>/detik.*

**Kata kunci:** Debit, Rasional Modifikasi, Intensitas, Mononobe

## **1. PENDAHULUAN**

Debit air limpasan adalah volume air hujan per satuan waktu yang tidak mengalami infiltrasi sehingga harus dialirkan melalui saluran drainase. Perhitungan debit limpasan permukaan sangat penting dalam perencanaan dan desain sistem drainase, pengendalian banjir, serta pengelolaan sumber daya air secara umum. Metode Rasional adalah salah satu metode yang telah digunakan secara luas dalam perhitungan debit limpasan permukaan. Modifikasi Metode Rasional bertujuan untuk memperbaiki estimasi debit limpasan yang lebih efektif dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti koefisien limpasan, bentuk daerah aliran, kondisi infiltrasi, dan tata guna lahan yang berbeda. Dalam tugas akhir ini, fokus penelitian akan difokuskan pada analisis perhitungan debit limpasan permukaan dengan menggunakan Metode Rasional Modifikasi. Tujuan utama tugas akhir ini adalah untuk mendapatkan debit rencana dan membandingkan keakuratan perhitungan debit antara Metode Rasional konvensional dan Metode Rasional Modifikasi.

## **2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 ANALISIS FREKUENSI**

Dalam Penelitian ini ada beberapa jenis distribusi yang dapat dipakai untuk menentukan besarnya curah hujan rencana, seperti distribusi Gumbel, Normal, Log Pearson III, dan Log

Normal. Dari hasil perhitungan parameter statistik melalui pengukuran dispersi dan uji kecocokan, maka distribusi yang dapat digunakan adalah Distribusi Log Pearson Tipe III.

$$\text{Log } X_t = \overline{\text{Log } X} + (K_t \times S \text{ Log } X) \quad \dots(1)$$

Keterangan:

- Log  $X_t$  = Nilai logaritma hujan rencana dengan periode ulang T (mm)
- (Log  $\bar{X}$ ) = Nilai rata-rata dari Log X (mm)
- S Log X = Standar deviasi dari Log X
- $K_t$  = Variabel standar, besarnya bergantung koefisien skewness (G atau  $C_s$ )

## 2.2 INTENSITAS RENCANA

Perhitungan Intensitas rencana durasi pendek (Irencana) dari hasil perhitungan hujan rencana ( $X_t$ ) menggunakan rumus Mononobe misal 5 menit, 30 mnit, 60 menit, dan jam-jaman.

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

Keterangan:

- I = Intensitas hujan (mm/jam)
- $R_{24}$  = Curah hujan maksimum 24 jam (mm)
- t = Lamanya curah hujan (jam)

## 2.3 ANALISIS INTENSITAS DURASI FREKUENSI (IDF)

Hasil curah hujan rencana dengan kala ulang tertentu menggunakan distribusi terpilih maka selanjutnya dapat dilakukan analisis IDF dengan menggunakan persamaan Talbot, Sherman, dan Ishiguro. Dipilih rumus berdasarkan selisih terkecil yaitu rumus intensitas Sherman.

$$I = \frac{a}{t^n} \quad \dots(3)$$

$$a = \frac{\sum(\log I) \cdot \sum(\log t)^2 - \sum(\log t \cdot \log I) \cdot \sum(\log t)}{N \cdot \sum(\log t)^2 - \sum(\log t) \cdot \sum(\log t)} \quad \dots(4)$$

$$n = \frac{\sum(\log I) \cdot \sum(\log t) - N \cdot \sum(\log t \cdot \log I)}{N \cdot \sum(\log t)^2 - \sum(\log t) \cdot \sum(\log t)} \quad \dots(5)$$

Keterangan:

- I = Intensitas hujan (mm/jam)
- t = Lamanya curah hujan (jam)
- N = Banyaknya data
- a,b,n = Konstanta intensitas hujan

## 2.4 WAKTU KONSENTRASI (TC)

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air dari titik yang paling jauh pada daerah aliran ke titik yang ditentukan di bagian hilir suatu saluran. Metode Kirpich merupakan metode yang biasa digunakan untuk menghitung waktu konsentrasi.

$$T_c = 0,0195 \left( \frac{L}{S} \right)^{0,77} \quad \dots(6)$$

dengan:

- $T_c$  = Waktu konsentrasi (menit)
- L = Panjang saluran utama dari hulu sampai outlet (m)
- $S_0$  = Kemiringan dasar saluran

## 2.5 ANALISIS DEBIT RENCANA

Debit rencana adalah debit limpasan terbesar dengan suatu kemungkinan terjadi, atau debit dengan suatu kemungkinan periode ulang tertentu. Metode Rasional Modifikasi merupakan pengembangan dari metode Rasional, dimana waktu konsentrasi curah hujan yang terjadi lebih lama. Metode Rasional Modifikasi mempertimbangkan pengaruh tampungan ( $C_s$ ) dalam memperkirakan debit puncak limpasan.

$$Q_R = 0,00278 \cdot C_s \cdot C \cdot I \cdot A \quad \dots(7)$$

$$C_s = \frac{2T_c}{2T_c + T_d} \quad \dots(8)$$

$$T_d = \frac{L}{V \times 60} \quad \dots(9)$$

Keterangan:

- $Q_R$  = Debit limpasan rencana ( $m^3/det$ )
- $C_s$  = Koefisien tampungan
- $C$  = Koefisien pengaliran
- $I$  = Intensitas hujan selama waktu konsentrasi ( $mm/jam$ )
- $A$  = Luas daerah aliran ( $Ha$ )
- $T_d$  = Waktu untuk menempuh saluran terpanjang (menit)

## 2.6 ANALISIS KAPASITAS SALURAN DRAINASE

Debit hujan yang dianalisa menjadi debit aliran digunakan untuk merencanakan dimensi saluran drainase. Apabila dimensi saluran drainase diketahui, maka untuk menghitung debit saluran digunakan rumus pada persamaan berikut. Kecepatan rata-rata aliran di dalam saluran dapat dihitung dengan menggunakan Rumus Manning.

$$Q_s = V \times A \quad \dots(16)$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S_0^{1/2} \quad \dots(17)$$

dengan:

- $Q_s$  = Debit Saluran ( $m^3/detik$ )
- $V$  = Kecepatan aliran ( $m/detik$ )
- $A$  = Luas penampang basah ( $m^2$ )
- $n$  = Koefisien kekasaran manning
- $R$  = Jari-jari hidrolis ( $m$ )
- $S_0$  = Kemiringan dasar saluran

**Tabel 2.1 Koefisien Kekasaran Manning (n)**

Bahan	Koefisien Manning (n)
Besi tuang dilapis	0,014
Kaca	0,010
Saluran beton	0,013
Bata dilapis mortar	0,015
Pasangan batu disemen	0,025
Saluran tanah bersih	0,022
Saluran tanah	0,030
Saluran dengan dasar batu dan tebing rumput	0,040
Saluran pada galian batu cadas	0,040

(Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum Drainase Perkotaan, 2014)

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa dua data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari survei lapangan, data yang didapat yaitu dimensi saluran dan kemiringan dasar saluran. Data sekunder berupa data curah hujan harian yang didapat

dari website data online BMKG, dan data luas lahan ITENAS diapat dari badan keuangan ITENAS. Penelitian ini mempunyai tahap-tahap yaitu data curah hujan harian maksimum dihitung parameter statistiknya untuk menentukan pola distribusi dan diuji kecocokannya dengan uji Chi-kuadrat dan Smirnov Kolmogorov. Kemudian dari distribusi yang terpilih yaitu distribusi Log Pearson Tipe III dilakukan perhitungan hujan rencana (Xt) dengan kala ulang 5 tahun. Setelah mendapat hujan rencana lalu manghitung intensitas rencana durasi pendek dengan menggunakan rumus Mononobe. Kemudian dipilih rumus intensitas yang dipakai untuk analisis debit rencana berdasarkan selisih terkecil intensitas rencana. Debit rencana dihitung menggunakan metode Rasional Modifikasi dari debit rencana yang didapat dibandingkan dengan debit eksisting apabila debit eksisting lebih kecil dibanding debit rencana maka dilakukan perhitungan dimensi saluran rencana

#### 4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 ANALISIS FREKUENSI

Dari data curah hujan maksimal dilakukan perhitungan parameter statistik melalui pengukuran dispersi dan uji kecocokan. maka distribusi yang dapat digunakan adalah Distribusi Log Pearson Tipe III.

**Tabel 4.1 Data Curah Hujan Harian Maksimum**

Tahun	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Curah Hujan Harian Maksimum	122,9	73,5	83,0	68,4	62,0	77,7	112,6	73,5	85,2	83,3

(Sumber: Data Online Pusat Database BMKG)

Berdasarkan perhitungan analisis frekuensi menggunakan distribusi Log Pearson Tipe III dengan kala ulang 5 tahun, maka diperoleh hasil Hujan rencana (Xt) seperti berikut

**Tabel 4.2 Hasil Analisis Frekuensi Distribusi Log Pearson Tipe III Kala Ulang 5 Tahun**

T	Kt	log Xt	Xt
5	0,7885	1,9887	97,4317

##### 4.2 INTENSITAS RENCANA

Menghitung Intensitas rencana durasi pendek (Irencana) menggunakan rumus Mononobe. Intensitas rencana digunakan untuk analisis Intensitas Durasi Frekuensi (IDF). Didapat intensitas rencana durasi menitan seperti berikut.

**Tabel 4.3 Intensitas Rencana dengan Rumus Mononobe**

T(menit)	I rencana (mm/menit)
5	177,0451
30	53,6187
60	33,7777
180	16,2386
360	10,2297
720	6,4443

### 4.3 ANALISIS INTENSITAS DURASI FREKUENSI (IDF)

Berdasarkan hasil perhitungan deviasi standar terkecil dan grafik kurva IDF maka rumus intensitas yang sesuai untuk distribusi Log Pearson Tipe III kala ulang 5 tahun adalah intensitas hujan rumus Sherman dengan  $a=517,6831$  dan  $n=0,6667$ .

**Tabel 4.4 Perhitungan Standar Deviasi antara I rencana dan I hitungan**

Kala Ulang 5 Tahun	t	(I Talbot - I rencana) <sup>2</sup>	(I Sherman - I rencana) <sup>2</sup>	(I Ishiguro - I rencana) <sup>2</sup>
	5	348,7502	0,0000	151,1782
	30	411,3249	0,0000	58,7576
	60	127,2816	0,0000	14,0221
	180	1,8377	0,0000	0,0204
	360	1,0790	0,0000	0,6959
	720	3,0402	0,0000	1,5073
Jumlah	893,3136	0,0000	226,1815	
Standar Deviasi	13,3665	8,6226E-13	6,7258	

### 4.4 WAKTU KONSENTRASI (Tc)

Perhitungan waktu konsentrasi (Tc) menggunakan rumus Kirpich dengan Panjang saluran terpanjang L = 294,18 m dan kemiringan dasar saluran  $S_0 = 0,72\%$ .

$$T_c = 0,0195 \left( \frac{L}{S} \right)^{0,77}$$

$$T_c = 0,0195 \left( \frac{294,18}{0,0072 \times 100} \right)^{0,77}$$

$$T_c = 1,9986 \text{ menit}$$

### 4.5 ANALISIS DEBIT RENCANA

Intensitas curah hujan berdasarkan waktu konsentrasi dapat dihitung menggunakan persamaan terpilih yaitu rumus Sherman dengan nilai  $a = 517,6831$  dan  $n = 0,6667$  karena mempunyai standar deviasi terkecil.

$$I \text{ Sherman} = \frac{a}{t^n}$$

$$I \text{ Sherman} = \frac{517,6831}{1,9986^{0,6667}}$$

$$I \text{ Sherman} = 326,2647 \text{ mm/menit}$$

Perhitungan Koefisien Tampung (Cs) dengan nilai  $T_d = 2,0625$  menit

$$C_s = \frac{2T_c}{2T_c + T_d}$$

$$C_s = \frac{2 \times 1,9986}{(2 \times 1,9986) + 2,0625}$$

$$C_s = 0,6596$$

Analisi debit rencana menggunakan Metode Rasional Modifikasi dengan koefisien limpasan (C)= 0,8497 dan luas daerah aliran (A)= 1,0451 Ha, didapat debit rencana seperti berikut.

$$Q_R = 0,00278 \times C_s \times C \times I \times A$$

$$Q_R = 0,00278 \times 0,6596 \times 0,8497 \times 326,2647 \times 1,0451$$

$$Q_R = 0,5313 \text{ m}^3/\text{detik}$$

#### **4.6 ANALISIS KAPASITAS SALURAN DRAINASE**

Saluran yang di tinjau pada penelitian ini yaitu penampang saluran kombinasi persegi dan setengah lingkaran dengan lebar 0,9 m, tinggi 0,65 m, dan diameter 0,3 m. Didapatkan hasil luas penampang saluran (A)= 0,6204 m<sup>2</sup> dan kecepatan aliran menggunakan rumus maning sebesar (V)= 2,3772 m/detik. Debit saluran dapat dihitung seperti berikut.

$$Q_S = V \times A$$

$$Q_S = 2,3772 \times 0,6204$$

$$Q_S = 1,4747 \text{ m}^3/\text{detik}$$

### **5. KESIMPULAN**

Dari data curah hujan yang didapat dari website Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Kota Bandung kemudian diolah dan dianalisis sehingga diperoleh distribusi curah hujan yang cocok digunakan pada penelitian ini adalah Log Pearson Tipe III. Pemilihan rumus intensitas hujan dipilih berdasarkan analisis frekuensi dengan distribusi Log Pearson tipe III dan periode ulang 5 tahun adalah rumus Intensitas Sherman. Analisis debit rencana dengan menggunakan Metode Rasional Modifikasi didapat debit sebesar 0,5313 m<sup>3</sup>/detik. Dimensi saluran eksisting dengan lebar 0,9 m, tinggi 0,65 m, dan diameter 0,3 m dengan kecepatan aliran menggunakan rumus manning 2,6698 m/detik didapat debit sebesar 1,4747 m<sup>3</sup>/detik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dimensi saluran eksisting masih dapat menampung debit rencana.

### **DAFTAR RUJUKAN**

- BMKG. (2023). Data Curah Hujan Harian. Dipetik Januari 5, 2023, dari Data Online Pusat Database [https://dataonline.bmkg.go.id/data\\_iklim](https://dataonline.bmkg.go.id/data_iklim).
- Tofan, M. & Yustiana, F. (2017). Kajian Kapasitas Dimensi Saluran Drainase Pada Jalan Aipati Agung Kelurahan Baleendah, Bandung Institut Teknologi Nasional Bandung
- Krisnayanti, D. S., Hunggurami, E., & Dhima-Wea, K. N. (2017). Studi Perencanaan Drainase Kota Seba Kabupaten Sabu Raijua. Universitas Nusa Cendana Kupang.
- Peraturan Kementerian Pekerjaan Umum Drainase Perkotaan (Nomor 12/PRT/M/2014). Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.