

# ANALISA KAPASITAS SALURAN DRAINASE PADA JALAN HARYONO M.T KOTA BANJARMASIN

Fakhrurrazi<sup>1\*</sup>, Faryanto Effendie<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Sipil Dan Kebumihan, Politeknik Negeri Banjarmasin, Indonesia  
e-mail: \*<sup>1</sup>[fakhrurrazi@poliban.ac.id](mailto:fakhrurrazi@poliban.ac.id) (corresponding author)

## Abstrak

Pada tahun 2021 saluran drainase di Jalan Haryono. M. T Banjarmasin diperbaiki dan dibangun kembali agar tidak ada lagi permasalahan genangan. Untuk saluran dilakukan pengukuran dilapangan yaitu dimensi saluran, bahan saluran dan kemiringan saluran. Selanjutnya dihitung debit saluran ( $Q_s$ ). Bila  $Q_s$  lebih besar dari  $Q_h$ , maka saluran mampu mengalirkan aliran air hujan, dan tidak terjadi genangan pada lahan sekitar saluran. Dari hasil perhitungan, untuk tinggi curah hujan rancangan (periode ulang 2 tahun) didapatkan hasil adalah 89,645 mm dan hasil perhitungan debit hujan rancangan pada ruas saluran A1(saluran sisi hilir setelah perempatan jalan) adalah 0,511 m<sup>3</sup>/detik, debit hujan rancangan pada ruas saluran A2(saluran sisi hulu sebelum perempatan jalan) adalah 0,209 m<sup>3</sup>/detik sehingga debit hujan rencana total pada ruas saluran A1 adalah 0,720 m<sup>3</sup>/detik. Hasil dari debit eksisting saluran yang didapat ruas saluran A1 adalah 0,7511 m<sup>3</sup>/detik dan pada A2 adalah 0,7047 m<sup>3</sup>/detik. Dapat disimpulkan saluran dapat mengalirkan debit hujan rencana pada periode ulang 2 tahun, dengan dimensi saluran persegi, dengan dimensi lebar penampang ( $B$ ) = 0,8 m, tinggi penampang ( $H$ ) = 0,85 m dan kemiringan 0,00117. Saluran drainase di Jalan Haryono. M.T Banjarmasin dapat mengalirkan debit hujan rancangan pada periode ulang maksimum 2,2426 tahun dan tinggi hujan adalah 93,22 mm.

**Kata Kunci**— Analisa, Kapasitas Saluran, Saluran Drainase

## Abstract

In 2021, the drainage channels on Jalan Haryono M.T. Banjarmasin were repaired and reconstructed to prevent flooding issues. Field measurements were conducted for the channels, including dimensions, materials, and slopes. Subsequently, the channel discharge ( $Q_s$ ) was calculated. If  $Q_s$  exceeds  $Q_h$ , then the channels are capable of carrying rainwater flow without causing flooding in the surrounding areas. From the calculations, for the design rainfall height (2-year return period), the result obtained was 89.645 mm, and the calculated design rainfall discharge for section A1 (downstream channel after the road intersection) was 0.511 m<sup>3</sup>/second. The design rainfall discharge for section A2 (upstream channel before the road intersection) was 0.209 m<sup>3</sup>/second, resulting in a total planned rainfall discharge of 0.720 m<sup>3</sup>/second for section A1. The existing discharge results for section A1 were 0.7511 m<sup>3</sup>/second and for A2 were 0.7047 m<sup>3</sup>/second. It can be concluded that the channels can handle the planned rainfall discharge for a 2-year return period, with square channel dimensions: width ( $B$ ) = 0.8 m, height ( $H$ ) = 0.85 m, and slope of 0.00117. The drainage channels on Jalan Haryono M.T. Banjarmasin are capable of handling the design rainfall discharge for a maximum return period of 2.2426 years, with a rainfall height of 93.22 mm.

**Keywords**— Analysis, Channel Capacity, Drainage Channels

History of article:

Received: 30 September 2023, Revised: 20 Juni 2024, Published: 30 Juni 2024

## I. PENDAHULUAN

Drainase diartikan sebagai ilmu pengetahuan yang mengajarkan tentang usaha untuk mengalirkan air yang berlebih dalam konteks pemanfaatan yang tertentu. Drainase Perkotaan/terapan adalah ilmu drainase yang diterapkan mengkhususkan pengkajian pada kawasan perkotaan yang erat kaitannya dengan kondisi lingkungan sosial budaya yang ada di kawasan kota. (H.A Halim Hasmar, 2012).

Pada tahun 2021 saluran drainase (sebelah kiri dari tugu ikan kelabu) di Jalan Haryono M.T Banjarmasin diperbaiki dan dibangun kembali agar tidak ada lagi permasalahan genangan air yang dapat mengganggu aktivitas masyarakat di kawasan tersebut. Dengan adanya saluran drainase yang baru apakah saluran tersebut dapat mengalirkan debit hujan dengan baik serta periode ulang berapakah saluran tersebut dapat mengalirkan debit hujan secara maksimum. Oleh karena itu perlu dilakukan pengukuran pada dimensi saluran kondisi eksisting untuk analisa kapasitas saluran drainase dengan memperhitungkan pengaruh debit hujan periode ulang tertentu. Foto-foto saluran eksisting diperlihatkan Gambar 1.



Gambar 1. Saluran Drainase Eksisting

Tujuan Penelitian:

1. Menghitung Debit hujan periode ulang ( $Q_h$ ) pada saluran Jalan Haryono M.T.
2. Menghitung kapasitas saluran ( $Q_s$ ) pada Jalan Haryono M.T.
3. Analisa Kapasitas saluran drainase pada Jalan Haryono M.T

## II. METODE PENELITIAN

Langkah atau prosedur penelitian yaitu :

1. Lakukan Uji homogenitas (Uji-t) pada data-data dari 3 stasiun hujan untuk mengetahui apakah data-data tersebut berasal dari populasi yang sama (Homogen). Setelah dinyatakan homogen, maka selanjutnya dilakukan perhitungan hujan harian maksimum tiap tahun, misalnya dengan cara rata-rata aljabar. 2 Cara lain adalah dengan poligon Thiessen dan Isohyet.
2. Lakukan perhitungan Analisa Frekuensi yang terdiri dari perhitungan distribusi probabilitas (Gumbel, Normal, Log Normal, dan Log Pearson Type III) dan Uji distribusi probabilitas (Uji Chi-Kuadrat dan Uji Smirnov-Kolmogorof). Dari hasil perhitungan Analisa Frekuensi didapat nilai tinggi hujan rancangan atau tinggi hujan periode ulang tertentu ( $X_T$ ) yang nantinya digunakan dalam perhitungan debit hujan pada perhitungan drainase. Dalam penentuan tinggi hujan periode ulang pada perhitungan drainase adalah berdasarkan pada tabel 1.

TABEL 1. Kala Ulang Berdasarkan Tipologi Kota & Luas Daerah Pengaliran

Tipologi Kota	Catcment Area ( Ha )			
	< 10	10 – 100	100 – 500	> 500
Kota Metropolitan	2 thn	2 - 5 thn	5 - 10 thn	10 - 25 thn
Kota Besar	2 thn	2 - 5 thn	2 - 5 thn	5 - 20 thn
Kota Sedang	2 thn	2 - 5 thn	2 - 5 thn	5 - 10 thn
Kota Kecil	2 thn	2 thn	2 thn	2 - 5 thn

(Sumber: I Made Karmiana, 2011)

Hujan yang terjadi menyebabkan adanya air hujan yang kemungkinan, sebagian besar menggenang dan mengalir dipermukaan tanah (run off) dan sebagian

kecil meresap (infiltrasi) ke dalam tanah. Jika pada permukaan tanah terjadi genangan lebih besar dari infiltrasi, maka untuk pengaliran air digunakan drainase muka tanah.

Distribusi Probabilitas Gumbel dilakukan dengan rumus-rumus berikut:

$$X_T = X + S \times K \quad (1)$$

Keterangan rumus :

$X_T$  = tinggi hujan rencana periode ulang  $T$

$X$  = nilai rata-rata dari data hujan

$S$  = Standar deviasi dari data hujan

$K$  = faktor frekuensi gumbel ;  $K = (Y_t - Y_n) / S_n$

$Y_t$  = reduced variate =  $-\ln -\ln(T-1)/T$

$S_n$  = Reduced Standard deviasi

$Y_n$  = Reduced mean.

Perhitungan hujan rencana Distribusi Probabilitas Normal, dilakukan dengan rumus-rumus berikut:

$$X_T = X + K_T \times S \quad (2)$$

Keterangan rumus:

$X_T$  = Hujan rencana dengan periode ulang  $T$

$X$  = Nilai rata-rata dari data hujan ( $X$ ) mm.

$S$  = Standar deviasi dari data hujan ( $X$ ) mm.

$K_T$  = Faktor frekuensi, nilainya bergantung dari  $T$  pada tabel Variabel Reduksi Gauss

Perhitungan hujan rencana Distribusi Log Normal, dilakukan dengan rumus-rumus berikut:

$$\text{Log } X_T = \text{Log } X + K_T \times S \text{ Log } X \quad (3)$$

Keterangan rumus:

$\text{Log } X_T$  = nilai logaritmis hujan rencana dengan periode ulang  $T$

$\text{Log } X = (\sum \text{Log } X_i) / n$

$S \text{ Log } X = (\sum (\text{Log } X_i - \text{Log } X)^2 / (n-1))^{0,5}$

$K_T$  = Faktor Frekuensi, nilainya bergantung dari  $T$

Perhitungan hujan rencana Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III dengan rumus-rumus berikut:

$$\text{Log } X_T = \text{Log } X + K_T \times S \text{ Log } X \quad (4)$$

Keterangan Rumus :

$\text{Log } X_T$  = nilai logaritmis hujan rencana dengan periode ulang  $T$

$\text{Log } X = (\sum \text{Log } X_i) / n$

$S \text{ Log } X = (\sum (\text{Log } X_i - \text{Log } X)^2 / (n-1))^{0,5}$

$K_T$  = variabel standar, besarnya bergantung koefisien kepengcengan ( $C_s$  atau  $G$ )

$C_s = (n \sum (\text{Log } X_i - \text{Log } X)^3) / ((n-1)(n-2)(S \text{Log } X)^3)$

### Metode Chi-Kuadrat ( $X^2$ )

Rumus yang digunakan dalam perhitungan dengan metode Uji Chi-Kuadrat adalah Sebagai Berikut :

$$x^2 = \sum_{i=1}^n (Of - Ef) / Ef \quad (5)$$

Keterangan Rumus :

$x^2$  = Parameter Chi-Kuadrat terhitung

$Ef$  = Frekuensi yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelasnya

$Of$  = Frekuensi yang diamati pada kelas yang sama

$n$  = Jumlah sub kelompok

derajat nyata atau derajat kepercayaan ( $\alpha$ ) tertentu yang sering diambil adalah 5%. Derajat kebebasan ( $Dk$ ) dihitung dengan rumus :

$$Dk = K - (p+1) \quad (6)$$

$$K = 1 + 3,3 \log n \quad (7)$$

Keterangan rumus :

$Dk$  = derajat kebebasan

$P$  = banyaknya parameter, untuk uji chi-kuadrat adalah 2

$K$  = banyaknya kelas distribusi

$n$  = banyaknya data

selanjutnya distribusi probabilitas yang dipakai untuk menentukan curah hujan rencana adalah distribusi probabilitas yang mempunyai simpangan maksimum terkecil dan lebih kecil dari simpangan kritis atau dirumuskan sebagai berikut :

$$x^2 < x^2_{cr} \quad (8)$$

keterangan rumus :

$x^2$  = parameter chi-kuadrat terhitung

$x^2_{cr}$  = parameter chi-kuadrat kritis

prosedur perhitungan dengan menggunakan metode uji chi-kuadrat adalah sebagai berikut :

1. Urutkan data dari besar ke kecil atau sebaliknya
2. Menghitung jumlah kelas
3. Menghitung derajat kebebasan ( $Dk$ ) dan  $x^2_{cr}$
4. Menghitung kelas distribusi
5. Menghitung interval kelas
6. Perhitungan nilai  $x^2$
7. Bandingkan nilai  $x^2$  terhadap  $x^2_{cr}$

### Metode smirnov-kolmogorof (secara analitis)

Pengujian distribusi probabilitas dengan metode smirnov-kolmogorof dilakukan dengan langkah-langkah perhitungan sebagai berikut :

1. Urutkan data ( $X_i$ ) dari besar ke kecil atau sebaliknya

2. Tentukan peluang empiris masing-masing data yang sudah diurut tersebut  $P(X_i)$  dengan rumus tertentu, rumus weibull.
3. Tentukan peluang teoritis masing-masing data yang sudah diurut tersebut  $P'(X_i)$  berdasarkan persamaan distribusi probabilitas yang dipilih (Gumbel, Normal, dan sebagainya)
4. Hitung selisih ( $\Delta P_i$ ) antara peluang empiris dan teoritis untuk setiap data yang sudah diurut :  
$$\Delta P_i = P(X_i) - P'(X_i) \quad (9)$$
5. Tentukan apakah  $\Delta P_i < \Delta P$  kritis, jika “tidak” artinya distribusi probabilitas yang dipilih tidak dapat diterima, demikian sebaliknya

TABEL 2. Koefisien pengaliran (C) secara umum

Tipe Daerah Pengaliran	Kondisi	Koef
1. Rerumputan	Tanah pasir datar, 2 %	0.05 - 0.10
	Tanah pasir rata-rata, 2-7 %	0.10 - 0.15
	Tanah pasir curam, 7 %	0.15 - 0.20
	Tanah gemuk datar, 2 %	0.13 - 0.17
	Tanah gemuk rata-rata, 2-7 %	0.18 - 0.22
2. Daerah Bisnis	Tanah gemuk curam, 7 %	0.25 - 0.35
	Daerah Kota lama	0.75 - 0.95
3. Perumahan	Daerah pinggiran	0.50 - 0.70
	Daerah 'Single Family'	0.30 - 0.50
	"MultiUnit" terpisah-pisah	0.40 - 0.60
	"Multy Unit" tertutup	0.60 - 0.75
	"Sub Urban"	0.25 - 0.40
4. Industri	Daerah rumah Apartemen	0.20 - 0.70
	Daerah ringan	0.60 - 0.80
5. Pertanian, kuburan	Daerah berat	0.60 - 0.90
		0.10 - 0.25
6. Tempat bermain		0.20 - 0.35
7. Halaman kereta api		0.20 - 0.40
8. Daerah yang tidak dikerjakan		0.10 - 0.30
9. Jalan	Beraspal	0.70 - 0.95
	Beton	0.80 - 0.95
	Batu	0.70 - 0.95
10. Untuk berjalan		0.75 - 0.85
11. Atap		0.75 - 0.95

(Sumber: Wesli, 2008)

Perhitungan debit rancangan drainase umumnya menggunakan metode Rasional dan jika memiliki luas daerah kurang dari 0,8 km<sup>2</sup>, maka dapat dihitung kapasitas pengalirannya dengan rumus Metode rasional dapat digunakan untuk menghitung debit saluran. Rumus umum dari Metoda Rasional adalah:

$$Q \text{ hujan} = 0,278 \times (\sum C_i \times A_i) \times I \quad (10)$$

Keterangan :

Q = debit aliran (m<sup>3</sup>/det)

C<sub>i</sub> = koefisien pengaliran

A<sub>i</sub> = Luas daerah pengaliran (km<sup>2</sup>)

I = intensitas hujan (mm/jam)

Untuk intensitas hujan dianalisis berdasarkan rumus mononobe, yaitu :

$$I_t = (X_T/24)(24/t_c)^{2/3} \quad (11)$$

Keterangan :

I<sub>t</sub> = intensitas hujan (m/jam, m/detik)

X<sub>T</sub> = Tinggi hujan periode ulang (mm)

t<sub>c</sub> = waktu konsentrasi (jam, detik)

$$= ((0,87 \cdot L^2)/(1000 \cdot S))^{0,385}$$

Dalam penentuan dimensi saluran, kapasitas aliran akibat hujan harus dialirkan melalui saluran drainase sampai ke titik rencana hilir. Debit hujan yang dianalisis menjadi debit aliran untuk mendimensi saluran :

$$Q \text{ hujan} = Q \text{ saluran} = F_s \cdot V \quad (12)$$

Keterangan :

F<sub>s</sub> = luas tampang basah / desain saluran

V = kecepatan aliran (kecepatan rata-rata) air di saluran.

Secara teliti dan ekonomis, kecepatan aliran ditentukan berdasarkan formula Manning atau formula Chezy.

Formula Manning :

$$V = (1/n) \cdot R_s^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad (13)$$

Formula Chezy :

$$V = C \cdot (R_s \cdot I)^{0,5} \quad (14)$$

Keterangan :

V = Kecepatan rata-rata aliran

R<sub>s</sub> = Radius hidrolis yaitu penampang basah dibagi keliling basah = F<sub>s</sub>/P<sub>s</sub>

I = Kemiringan saluran drainase

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penentuan periode ulang tinggi hujan rencana, diperlukan data luas catchment area terhadap drainase yang ditinjau. Berikut perhitungannya:



Gambar 2. Peta Catchment Area

Keterangan:

- = Perdagangan
- = Perumahan
- = Jalan Aspal

Besar nilai koefisien pengaliran pada daerah penelitian berdasarkan tataguna lahan, dapat dilihat pada tabel 3 di bawah ini:

TABEL 3. Nilai Koefisien Pengaliran Pada Daerah Pengaliran (A1)

No	Tipe Area	Luas Wilayah (Km <sup>2</sup> ) (A1)	Koefisien Pengaliran (C)
1	Perdagangan	0,0124	0,90
2	Jalan Aspal	0,00388	0,90
3	Perumahan	0,0267	0,60
Total		0,04294	

Sumber: Hasil Perhitungan

TABEL 4. Nilai Koefisien Pengaliran Pada Daerah Pengaliran (A2)

No	Tipe Area	Luas Wilayah (Km <sup>2</sup> ) (A2)	Koefisien Pengaliran (C)
1	Perdagangan	0,006	0,90
2	Jalan Aspal	0,00199	0,90
3	Perumahan	0,011	0,60
Total		0,01817	

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan tabel 3 dan tabel 4 di atas didapatkan koefisien pengaliran yang dihitung berdasarkan tata guna lahan untuk wilayah perdagangan yaitu 0,90, jalan aspal yaitu 0,90 dan perumahan yaitu 0,60.

$$C = (C1.A1+C2.A2+C3.A3)/(A1+A2+A3)$$

Sehingga didapat:

$$C1 = 0,714 \quad C2 = 0,724$$

Dalam analisa frekuensi data hujan, guna memperoleh nilai hujan rencana atau debit rencana, beberapa distribusi probabilitas yang digunakan, yaitu:

1. Metode Distribusi Probilitas Gumbel
2. Metode Distribusi Probilitas Normal
3. Metode Distribusi Probilitas Log Normal
4. Metode Distribusi Probilitas Log Pearson Type III

Perhitungan Distribusi Probabilitas Gumbel dapat dilihat di tabel 5 dan tabel 6 dibawah ini:

TABEL 5. Perhitungan Distribusi Probabilitas Gumbel

No.	Tahun	Xi	Xi - X <sub>rata-rata</sub>	(Xi - X <sub>rata-rata</sub> ) <sup>2</sup>
1	2010	78,50	-15,790	249,324
2	2011	62,27	-32,023	1025,494
3	2012	71,00	-23,290	542,424
4	2013	78,17	-16,123	259,962
5	2014	94,53	0,243	0,059
6	2015	189,83	95,543	9128,529
7	2016	94,50	0,210	0,044
8	2017	108,27	13,977	195,347
9	2018	95,00	0,710	0,504
10	2019	70,83	-23,457	550,215
Jumlah		= 942,9	0,00	11951,90

Sumber: Hasil Perhitungan

TABEL 6. Perhitungan Hujan Rencana Dengan Metode Distribusi Probabilitas Gumbel.

Kala Ulang T (tahun)	Reduce Variated (Yt)	Faktor Frekuensi (k)	Hujan Rancangan (X <sub>r</sub> ) mm
2	0,3665	-0,13550	89,35

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari Tabel 6, didapat tinggi hujan rencana metode distribusi probabilitas gumbel sebesar 89,35 mm.

Perhitungan Distribusi Probabilitas Normal dapat dilihat di tabel 7 dan tabel 8 dibawah ini:



TABEL 7. Perhitungan Distribusi Probabilitas Normal

No.	Tahun	$X_i$	$X_i - X_{rata-rata}$	$(X_i - X_{rata-rata})^2$
1	2010	78,50	-15,790	249,324
2	2011	62,27	-32,023	1025,494
3	2012	71,00	-23,290	542,424
4	2013	78,17	-16,123	259,962
5	2014	94,53	0,243	0,059
6	2015	189,83	95,543	9128,529
7	2016	94,50	0,210	0,044
8	2017	108,27	13,977	195,347
9	2018	95,00	0,710	0,504
10	2019	70,83	-23,457	550,215
Jumlah	=	942,9	0,00	11951,90

Sumber: Hasil Perhitungan

TABEL 8. Perhitungan Hujan Rencana Dengan Metode Distribusi Probabilitas Normal

Kala Ulang T (tahun)	Faktor Frekuensi (k)	Hujan Rancangan ( $X_T$ ) mm
2	0	94,29

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari Tabel 8, didapat tinggi hujan rencana metode distribusi probabilitas normal sebesar 94,29 mm.

Perhitungan Distribusi Probabilitas Log Normal dapat dilihat di tabel 9 dan tabel 10 dibawah ini:

TABEL 9. Perhitungan Distribusi Probabilitas Log Normal

No.	Tahun	$X_i$	$\log X_i$	$\log X_i - \log X_{rata-rata}$	$(\log X_i - \log X_{rata-rata})^2$
1	2010	78,50	1,895	-0,058	0,003
2	2011	62,27	1,794	-0,158	0,025
3	2012	71,00	1,851	-0,101	0,010
4	2013	78,17	1,893	-0,060	0,004
5	2014	94,53	1,976	0,023	0,001
6	2015	189,83	2,278	0,326	0,106
7	2016	94,50	1,975	0,023	0,001
8	2017	108,27	2,034	0,082	0,007
9	2018	95,00	1,978	0,025	0,001
10	2019	70,83	1,850	-0,102	0,010
Jumlah	=	942,90	19,53	0,00	0,167

Sumber: Hasil Perhitungan

TABEL 10. Perhitungan Hujan Rencana Dengan Metode Distribusi Probabilitas Log Normal

Kala Ulang T (tahun)	Faktor Frekuensi (k)	$k \cdot S \cdot \log x$	$\log X_{rata-rata}$	X (mm)
2	0	0,0000	1,953	89,64

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari Tabel 10, didapat tinggi hujan rencana metode distribusi probabilitas log normal sebesar 89,64 mm.

Perhitungan Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III dapat dilihat di tabel 11 dan tabel 12 dibawah ini:

TABEL 11. Perhitungan Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III

No.	Tahun	$X_i$	$\log X_i$	$\log X_i - \log X_{rata-rata}$	$(\log X_i - \log X_{rata-rata})^2$	$(\log X_i - \log X_{rata-rata})^3$
1	2010	78,50	1,895	-0,058	0,003	-0,000192
2	2011	62,27	1,794	-0,158	0,025	-0,003965
3	1993	71,00	1,851	-0,101	0,010	-0,001038
4	1994	78,17	1,893	-0,060	0,004	-0,000211
5	1995	94,53	1,976	0,023	0,001	0,000012
6	1996	189,83	2,278	0,326	0,106	0,034597
7	1997	94,50	1,975	0,023	0,001	0,000012
8	1998	108,27	2,034	0,082	0,007	0,000551
9	1999	95,00	1,978	0,025	0,001	0,000016
10	2000	70,83	1,850	-0,102	0,010	-0,001070
Jumlah	=	942,90	19,53	0,00	0,167	0,028713

Sumber: Hasil Perhitungan

TABEL 12. Perhitungan Hujan Rencana Dengan Metode Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III

Kala Ulang T (tahun)	Faktor Frekuensi (k)	$k \cdot S \cdot \log x$	$\log X$	X (mm)
2	-0,2504	-0,0341	1,9184	82,87

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari Tabel 12, didapat tinggi hujan rencana metode distribusi probabilitas log pearson type III sebesar 82,87 mm.

Selanjutnya karena hasil ke empat distribusi probabilitas berbeda-beda, maka dalam penentuan nilai sebagai tinggi hujan rencana adalah dengan melakukan uji distribusi probabilitas. Uji distribusi probabilitas ada 2 yaitu metode uji chi kuadrat dan metode uji Smirnov

kolmogorof. Untuk uji Smirnov kolmogorof menggunakan metode analitis.

Untuk metode chi kuadrat diawali dengan mengurutkan data curah hujan dari besar ke kecil (diperlihatkan pada tabel 13), dan dilanjutkan Langkah perhitungan berikutnya, sebagai berikut:

TABEL 13. Data Curah Hujan Maksimum Tahunan Diurutkan Dari Besar Ke Kecil

No.	Xi (mm)	Xi diurutkan dari besar ke kecil (mm)
1	78,50	189,83
2	62,27	108,27
3	71,00	95,00
4	78,17	94,53
5	94,53	94,50
6	189,83	78,50
7	94,50	78,17
8	108,27	71,00
9	95,00	70,83
10	70,83	62,27

Sumber: Hasil Perhitungan

Menghitung jumlah kelas :

Jumlah data (n) = 10

Kelas distribusi (K) =  $1 + 3.3 \text{ Log}.n$   
=  $1 + 3.3 \text{ Log } 10 = 4.3 = 5$

Menghitung derajat kebebasan (DK) dan  $X^2_{cr}$

Parameter (p) = 2

Derajat Kebebasan (Dk) =  $K - (p + 1) = 5 - 2 + 1 = 2$

Nilai  $X^2_{cr}$  dengan jumlah data (n) = 10 ,  $\alpha = 5\%$  Dk = 2 ,  $X^2_{cr} = 5,991$

Menghitung kelas distribusi

Kelas Distribusi =  $1/5 \times 100\%$   
= 20%

Interval Distribusi adalah 20%, 40%, 60%, dan 80%

Persentase 20%

$P(x) = 1/20 \%$  diperoleh T = 5 tahun

Persentase 40%

$P(x) = 1/40 \%$  diperoleh T = 2,5 tahun

Persentase 60%

$P(x) = 1/60 \%$  diperoleh T = 1,67 tahun

Persentase 80%

$P(x) = 1/80 \%$  diperoleh T = 1,25 tahun

Menghitung interval distribusi

Perhitungan Interval Kelas Pada Distribusi Probabilitas Gumbel:

Dari jumlah data (n) = 10, maka didapat hasil:

$Y_n = 0,4952$

$S_n = 0,9497$

$$= -\text{Ln} - \text{Ln} \frac{T-1}{T} Y_t$$

$$= \frac{Y_t - Y_n}{S_n} K$$

Sehingga :

T = 5       $Y_t = 1,4999$       K = 1,0580

T = 2,5       $Y_t = 0,6717$       K = 0,1859

T = 1,67       $Y_t = 0,0874$       K = -0,4294

T = 1,25       $Y_t = -0,4759$       K = -1,0225

$\bar{X}$  rata-rata = 94,290

S = 36,442

Hitungan Interval Kelas:

$$X_T = \bar{X} \text{ rata-rata} + S. K$$

Sehingga :

X 5 =  $94,290 + 36,442 \times 1,058 = 132,884$  mm.

X 2,5 =  $94,290 + 36,442 \times 0,1859 = 101,064$  mm.

X 1,67 =  $94,290 + 36,442 \times -0,4294 = 78,643$  mm.

X 1,25 =  $94,290 + 36,442 \times -1,0225 = 57,028$  mm.

Perhitungan Interval Kelas Pada Distribusi Probabilitas Normal :

T = 5      KT = 0,84

T = 2,5      KT = 0,25

T = 1,67      KT = -0,25

T = 1,25      KT = -0,84

Hitungan Interval :

$$X_T = \bar{X} \text{ rata-rata} + S. KT$$

Sehingga :

X 5 =  $94,290 + 36,442 \times 0,84 = 124,901$  mm.

X 2,5 =  $94,290 + 36,442 \times 0,25 = 103,400$  mm.

X 1,67 =  $94,290 + 36,442 \times -0,25 = 85,180$  mm.

X 1,25 =  $94,290 + 36,442 \times -0,84 = 63,679$  mm.

Perhitungan Interval Kelas Pada Distribusi Probabilitas Log Normal :

T = 5      KT = 0,84

T = 2,5      KT = 0,25

T = 1,67      KT = -0,25

T = 1,25      KT = -0,84

Log  $\bar{X}$  rata-rata = 1,953

S Log x = 0,1363

Hitungan interval :

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X}_{\text{rata-rata}} + KT \cdot S \text{ Log } x$$

Sehingga :

$$\text{Log } X_5 = 1.953 + 0.84 \times 0,1363$$

$$X_5 = 116,687 \text{ mm.}$$

$$\text{Log } X_{2,5} = 1.953 + 0.25 \times 0,1363$$

$$X_{2,5} = 96,962 \text{ mm.}$$

$$\text{Log } X_{1,67} = 1.953 + (-0.25) \times 0,1363$$

$$X_{1,67} = 82,880 \text{ mm.}$$

$$\text{Log } X_{1,25} = 1.953 + (-0.84) \times 0,1363$$

$$X_{1,25} = 68,869 \text{ mm.}$$

Perhitungan Interval Kelas Pada Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III

Pada distribusi probabilitas log pearson type III, nilai KT dihitung berdasarkan nilai Cs , berdasarkan hitungan analisa Cs = 1.575 dan nilai T untuk berbagai periode ulang adalah :

$$T = 5 \quad KT = 0,6788$$

$$T = 2,5 \quad KT = -0,0956$$

$$T = 1,67 \quad KT = -0,3527$$

$$T = 1,25 \quad KT = -0,4828$$

$$\text{Log } \bar{X}_{\text{rata-rata}} = 1,953$$

$$S \text{ Log } x = 0,1363$$

$$C_s = 1,575$$

Perhitungan interval :

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X}_{\text{rata-rata}} + KT \cdot S \text{ Log } X$$

$$\text{Log } X_5 = 1.953 + 0,6788 \times 0.1363$$

$$X_5 = 110.929 \text{ mm.}$$

$$\text{Log } X_{2,5} = 1.953 + (-0,0956) \times 0.1363$$

$$X_{2,5} = 86.994 \text{ mm.}$$

$$\text{Log } X_{1,67} = 1.953 + (-0,3527) \times 0.1363$$

$$X_{1,67} = 80,250 \text{ mm}$$

$$\text{Log } X_{1,25} = 1.953 + (-0,4828) \times 0.1363$$

$$X_{1,25} = 77,040 \text{ mm.}$$

a. Menghitung nilai  $X^2$

TABEL 14. Perhitungan Nilai  $X^2$  pada Distribusi Probabilitas Normal

kelas	interval	Ef	Of	Of-Ef	(Of-Ef) <sup>2</sup> / Ef
1	>124,901	2	1	-1	0,5
2	103,400 -124,901	2	1	-1	0,5
3	85,180 -103,400	2	3	1	0,5
4	63,679 - 85,180	2	4	2	2
5	< 63,670	2	1	-1	0,5
Σ		10	10		$X^2$ 4

Sumber: Hasil Perhitungan

TABEL 15. Perhitungan Nilai  $X^2$  pada Distribusi Probabilitas Log Normal

kelas	interval	Ef	Of	Of-Ef	(Of-Ef) <sup>2</sup> / Ef
1	> 116,687	2	1	-1	0,5
2	96,962 -116,687	2	1	-1	0,5
3	82,880 - 96,962	2	3	1	0,5
4	68,869 - 82,880	2	4	2	2
5	< 68,869	2	1	-1	0,5
Σ		10	10		$X^2$ 4

Sumber: Hasil Perhitungan

TABEL 16. Perhitungan Nilai  $X^2$  pada Distribusi Probabilitas Gumbel

kelas	interval	Ef	Of	Of-Ef	(Of-Ef) <sup>2</sup> / Ef
1	> 132,844	2	1	-1	0,5
2	101,064 -132,844	2	1	-1	0,5
3	78,643 -101,064	2	3	1	0,5
4	57,028 -78,643	2	5	3	4,5
5	< 57,028	2	0	-2	2
Σ		10	10		$X^2$ 8

Sumber: Hasil Perhitungan

TABEL 17. Perhitungan Nilai  $X^2$  pada Distribusi Probabilitas Pearson Type III

kelas	interval	Ef	Of	Of-Ef	(Of-Ef) <sup>2</sup> / Ef
1	> 110,929	2	1	-1	0,5
2	86,994 -110,929	2	4	2	2
3	80,250 - 86,994	2	0	-2	2
4	77,040 - 80,250	2	2	0	0
5	< 77,040	2	3	1	0,5
Σ		10	10		$X^2$ 5

Sumber: Hasil Perhitungan

Hasil rekapitulasi nilai  $X^2$  dan  $X^2_{cr}$  pada analisa distribusi probabilitas dapat dilihat pada tabel dibawah :

TABEL 18. Rekapitulasi Nilai  $X^2$  Dan  $X^2_{cr}$  Pada Analisa Distribusi Probabilitas

Distribusi Probabilitas	$X^2$	$X^2_{cr}$	Keterangan
Normal	4	5,991	Diterima
Log Normal	4	5,991	Diterima
Gumbel	8	5,991	Tidak Diterima
Log pearson type III	5	5,991	Diterima

Sumber: Hasil Perhitungan

Kesimpulan dari tabel di atas adalah metode yang paling diterima atau digunakan untuk menganalisis seri data hujan yaitu metode Distribusi Probabilitas Normal dan metode Distribusi Probabilitas Log Normal karena nilai nya paling rendah, yaitu nilai  $X^2 < X^2_{cr}$ . Selanjtnya akan



dilanjutkan dengan uji smirnov-kolmogorof untuk penentuan tinggi hujan yang dipakai (yaitu antara hasil distribusi probabilitas normal dan log normal, mana nilai ΔP terkecil).

a. Uji Smirnov-Kolmogorof Pada Distribusi Probabilitas Gumbel

TABEL 19. Perhitungan Uji Smirnov Kolmogrof pada Distribusi Probabilitas Gumbel

No.	Xn	Xi	P(Xi)	f(t)	Yt	T	P'(Xi)	ΔP
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	78,50	189,83	0,09	2,62	2,985	20,294	0,05	-0,04
2	62,27	108,27	0,18	0,38	0,859	2,897	0,35	0,16
3	71,00	95,00	0,27	0,02	0,514	2,222	0,45	0,18
4	78,17	94,53	0,36	0,01	0,502	2,201	0,45	0,09
5	94,53	94,50	0,45	0,01	0,501	2,200	0,45	0,00
6	189,83	78,50	0,55	-0,43	0,084	1,664	0,60	0,06
7	94,50	78,17	0,64	-0,44	0,075	1,656	0,60	-0,03
8	108,27	71,00	0,73	-0,64	-0,112	1,487	0,67	-0,05
9	95,00	70,83	0,82	-0,64	-0,116	1,483	0,67	-0,14
10	70,83	62,27	0,91	-0,88	-0,339	1,328	0,75	-0,16
Total =	942,90	mm						
Rerata =	94,29	mm						
S =	36,44	mm						

Sumber: Hasil Perhitungan

Keterangan Tabel :

Kolom 1 = Data Hujan (mm)

Kolom 2 = Data hujan diurut dari besar ke kecil (mm)

Kolom 3 = Peluang empiris =  $1/(n+1) = 1/(10+ 1) = 0,09$  (contoh baris 1)

Kolom 4 = untuk distribusi probabilitas gumbel

$KT = (Xi - Xrerata)/S$  dimana  $KT = f(t)$

Nilai  $\bar{X}$ rerata = 94,290 Nilai S = 36,44

$f(t) = (Xi - Xrerata)/S$

$= (189,83 - 94,290) / 36,44 = 2,62$

Kolom 5 = ditentukan berdasarkan nilai  $Yn$ ,  $Sn$ , dan K atau  $f(t)$

untuk nilai  $f(t) = 2,62$ ;  $Yn = 0,4952$ ;  $Sn = 0,9497$

jadi,  $(f(t) \times Sn) + Yn = (2,62 \times 0,9497) + 0,4952 = 2,985$

Kolom 6 = interpolasi berdasarkan kertas probabilitas gumbel (yaitu trial and eror untuk mendapatkan nilai T menggunakan rumus  $Yt = -Ln -Ln ((T-1)/T)$ , dimana nilai  $Yt$  mengambil data pada kolom 5), maka untuk  $Yt = 2,985$  dapat dihitung  $T = 20,294$  tahun.

Kolom 7 = Peluang teoritis

$= 1/T = 1/20,294 = 0,05$  (contoh pada baris 1)

Kolom 8 = kolom (7) – kolom (3)

$= 0,05 - 0,09 = -0,04$  (contoh baris 1)

Kesimpulan berdasarkan tabel 19 dapat dilihat bahwa :

Simpangan maksimum ( $\Delta P$  maksimum) = 0,18. Jika jumlah data 10 dan  $\alpha$  (derajat kepercayaan) adalah 5% maka didapat  $\Delta P$  kritis = 0,41. Jadi  $\Delta P$  maksimum <  $\Delta P$  kritis, dengan demikian distribusi probabilitas gumbel dapat diterima untuk menganalisis data hujan diatas.

b. Uji Smirnov-Kolmogorof Pada Distribusi Probabilitas Normal

TABEL 20. Perhitungan Uji Smirnov Kolmogrof pada Distribusi Probabilitas Normal

No.	Xn	Xi	P(Xi)	f(t)	P'(Xi)	ΔP
	1	2	3	4	5	6
1	78,50	189,83	0,09	2,62	0,0044	-0,09
2	62,27	108,27	0,18	0,38	0,3520	0,17
3	71,00	95,00	0,27	0,02	0,4920	0,22
4	78,17	94,53	0,36	0,01	0,4960	0,13
5	94,53	94,50	0,45	0,01	0,4960	0,04
6	189,83	78,50	0,55	-0,43	0,6664	0,12
7	94,50	78,17	0,64	-0,44	0,6700	0,03
8	108,27	71,00	0,73	-0,64	0,7389	0,01
9	95,00	70,83	0,82	-0,64	0,7389	-0,08
10	70,83	62,27	0,91	-0,88	0,8106	-0,10
Total =	942,90	mm				
Rerata =	94,29	mm				
S =	36,44	mm				

Sumber: Hasil Perhitungan

Keterangan Tabel :

Kolom 1 = data hujan

Kolom 2 = data hujan diurut dari besar ke kecil (mm)

Kolom 3 = Peluang empiris =  $1/(n+1) = 1/(10+ 1) = 0,09$  (baris 1)

Kolom 4 = untuk distribusi probabilitas normal

$KT = (Xi - Xrerata)/S$  dimana  $KT = f(t)$

Nilai  $\bar{X}$ rerata = 94,29 Nilai S = 36,44

$f(t) = (Xi - Xrerata)/S$

$= (189,83 - 94,29) / 36,44 = 2,62$

Kolom 5 = peluang teoritis, (1 – luas dibawah kurve normal sesuai dengan nilai  $f(t)$ , yang ditentukan dengan tabel pada lampiran), untuk nilai  $f(t) = 2,62$  maka luas wilayah dibawah kurve normal adalah 0,9956 sehingga nilai kolom (4) baris (1) =  $1 - 0,9956 = 0,0044$  ; demikian seterusnya untuk baris berikutnya cara perhitungannya adalah sama.

Kolom 6 = kolom (5) – kolom (3)

$= 0,0044 - 0,09 = -0,09$

Kesimpulan berdasarkan tabel 20 dapat dilihat bahwa :

Simpangan maksimum ( $\Delta P$  maksimum) = 0,22

Jika jumlah data 10 dan  $\alpha$  (derajat kepercayaan) adalah 5% maka didapat  $\Delta P$  kritis = 0,41.

Jadi  $\Delta P$  maksimum <  $\Delta P$  kritis, dengan demikian distribusi probabilitas normal dapat diterima untuk menganalisis data hujan diatas.

c. Uji Smirnov-Kolmogorof Pada Distribusi Probabilitas Log Normal

TABEL 21. Perhitungan Uji Smirnov Kolmogrof pada Distribusi Probabilitas Log Normal

No.	Xn	Xi	Log Xi	P(Xi)	f(t)	P'(Xi)	$\Delta P$
	1	2	3	4	5	6	7
1	78,50	189,83	2,2784	0,09	2,39	0,0084	-0,08
2	62,27	108,27	2,0345	0,18	0,60	0,2743	0,09
3	71,00	95,00	1,9777	0,27	0,18	0,4286	0,16
4	78,17	94,53	1,9756	0,36	0,17	0,4325	0,07
5	94,53	94,50	1,9754	0,45	0,17	0,4325	-0,02
6	189,83	78,50	1,8949	0,55	-0,42	0,6628	0,12
7	94,50	78,17	1,8930	0,64	-0,44	0,6700	0,03
8	108,27	71,00	1,8513	0,73	-0,74	0,7704	0,04
9	95,00	70,83	1,8502	0,82	-0,75	0,7734	-0,04
10	70,83	62,27	1,7943	0,91	-1,16	0,8770	-0,03
Total =	942,90	mm					
Rerata =	94,29	mm	1,953				
Std Dev =	36,44	mm	0,1363				

Sumber: Hasil Perhitungan

Keterangan Tabel :

Kolom 1 = Data hujan

Kolom 2 = Data hujan diurut dari besar ke kecil (mm)

Kolom 3 = Nilai log hujan diurut dari besar ke kecil (mm)

Kolom 4 = Peluang empiris =  $1/(n+1) = 1/(10+ 1) = 0,09$  (baris 1)

Kolom 5 = Untuk distribusi probabilitas log normal

$KT = (Log Xi - Log \bar{X}) / SlogX$ , dimana  $KT = f(t)$

Nilai  $\bar{X}$  rerata = 1,953, Nilai S Log X = 0,1363

$f(t) = (Log Xi - Log \bar{X}) / SlogX$

=  $(2,2784 - 1,953) / 0,1363 = 2,39$

Kolom 6 = peluang teoritis, (1 - luas dibawah kurve normal sesuai dengan nilai f(t), yang ditentukan dengan tabel pada lampiran), untuk nilai f(t) 2,39 maka luas wilayah dibawah kurve normal adalah 0,9959 sehingga nilai kolom (5) baris (1) =  $1 - 0,9916 = 0,0084$ ; demikian seterusnya untuk baris berikutnya cara perhitungannya adalah sama.

Kolom 7 = kolom (6) – kolom (4)

=  $0,0084 - 0,09 = -0,08$

Kesimpulan berdasarkan tabel 21 dapat dilihat bahwa : Simpangan maksimum ( $\Delta P$  maksimum) = 0,16 jika jumlah data 10 dan  $\alpha$  (derajat kepercayaan) adalah 5% maka didapat  $\Delta P$  kritis = 0,41.

Jadi  $\Delta P$  maksimum <  $\Delta P$  kritis, dengan demikian distribusi probabilitas log normal dapat diterima untuk menganalisis data hujan diatas.

d. Uji Smirnov-Kolmogorof Pada Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III

TABEL 22. Perhitungan Uji Smirnov Kolmogrof Pada Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III

No.	Xn	Xi	Log Xi	P(Xi)	f(t)	P'(Xi)	$\Delta P$
	1	2	3	4	5	6	7
1	78,50	189,83	2,2784	0,09	2,39	0,03	-0,06
2	62,27	108,27	2,0345	0,18	0,60	0,23	0,04
3	71,00	95,00	1,9777	0,27	0,18	0,36	0,09
4	78,17	94,53	1,9756	0,36	0,17	0,36	0,00
5	94,53	94,50	1,9754	0,45	0,17	0,36	-0,09
6	189,83	78,50	1,8949	0,55	-0,42	0,56	0,01
7	94,50	78,17	1,8930	0,64	-0,44	0,56	-0,08
8	108,27	71,00	1,8513	0,73	-0,74	0,66	-0,07
9	95,00	70,83	1,8502	0,82	-0,75	0,66	-0,16
10	70,83	62,27	1,7943	0,91	-1,16	0,79	-0,12
Total =	942,90	mm					
Rerata =	94,29	94,29	1,953				
Std Dev =	36,44	36,44	0,1363				

Sumber: Hasil Perhitungan

Keterangan Tabel :

Kolom 1 = Data hujan

Kolom 2 = Data hujan diurut dari besar ke kecil (mm)

Kolom 3 = Nilai log hujan diurut dari besar ke kecil (mm)

Kolom 4 = Peluang empiris =  $1/(n+1) = 1/(10+ 1) = 0,09$  (baris 1)

Kolom 5 = untuk distribusi probabilitas log pearson tipe iii

$KT = (Log Xi - Log \bar{X}) / SlogX$ , dimana  $KT = f(t)$

Xi- Nilai  $\bar{X}$  rerata = 1,953 Nilai S Log X = 0,1363

$f(t) = (Log Xi - Log \bar{X}) / SlogX$

=  $2,2784 - 1,953 / 0,1363 = 2,39$

Kolom 6 = Nilai Peluang dengan menggunakan nilai f(t). Ditentukan berdasarkan nilai Cs. Cs = 1,575 dan nilai KT

atau  $f(t)$  pada tabel lampiran. Demikian seterusnya untuk baris berikutnya cara perhitungannya adalah sama  
 $Kolom\ 7 = kolom\ (6) - kolom\ (4)$   
 $= 0,03 - 0,09 = -0,06$

Kesimpulan berdasarkan tabel 22 dapat dilihat bahwa Simpangan maksimum ( $\Delta P$  maksimum) = 0,16  
 Jika jumlah data 10 dan  $\alpha$  (derajat kepercayaan) adalah 5% maka didapat  $\Delta P$  kritis = 0,41. jadi  $\Delta P$  maksimum <  $\Delta P$  kritis, dengan demikian distribusi probabilitas log pearson type III dapat diterima untuk menganalisis data hujan diatas.

TABEL 23. Rekapitulasi Uji Smirnov Kolmogrof dari analisa 4 distribusi Probabilitas

No	Distribusi	$\Delta P$ maks	$\Delta P$ Tabel		Kesimpulan
			5%	1%	
1	Normal	0,22	0,41	0,490	Diterima
2	Log Normal	0,16	0,41	0,490	Diterima
3	Gumbel	0,18	0,41	0,490	Diterima
4	Log Pearson III	0,16	0,41	0,490	Diterima

Sumber: Hasil Perhitungan

Kesimpulan pada tabel di atas adalah semua uji smirnov kolmogrof dapat diterima. Namun mengacu pada rekapitulasi dari hasil uji chi kuadrat, yang paling diterima dari tabel tersebut adalah Distribusi Probabilitas Normal, dan Log Normal. Pada uji smirnov-kolmogorof dari 2 distribusi probabilitas tersebut, yang akan dipakai disini adalah distribusi Log Normal karena nilai  $\Delta P$  maks nya lebih kecil dibandingkan  $\Delta P$  maks distribusi probabilitas Normal. Jadi tinggi hujan rencana (periode ulang 2 tahun) adalah hasil perhitungan distribusi probabilitas Log Normal yaitu 89,64 mm.

**Menghitung Debit Rancangan**

Perhitungan waktu konsentrasi ( $t_c$ ) dengan kemiringan saluran ( $S$ ) 0,00117 dan ( $S$ ) 0,00103 dapat dilihat pada tabel 24 dan 25 di bawah ini:

TABEL 24. Waktu Konsentrasi ( $T_c$ ) A1

No	Area	L (Km)	S	$t_c$ (jam)
1	A1	0,32355	0,00117	0,374

Sumber: Hasil Perhitungan

TABEL 25. Waktu Konsentrasi ( $T_c$ ) A2

No	Area	L (Km)	S	$t_c$ (jam)
1	A2	0,16575	0,00103	0,235

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan tabel 24 dan tabel 25 di atas didapatkan panjang saluran ( $L$ ) per wilayah.

Perhitungan kemiringan saluran ( $S$ ) :

$$S = (t_1 - t_2) / s$$

$$S_1 = (1,23 - 0,85) / 323,55 = 0,00117$$

$$S_2 = (1,02 - 0,85) / 165,75 = 0,00103$$

Perhitungan waktu konsentrasi ( $t_c$ ) dengan menggunakan rumus kirpich :

$$\text{Waktu konsentrasi, } t_c = ((0,87 \cdot L^2) / (1000 \cdot S))^{0,385}$$

Waktu konsentrasi untuk wilayah A1 ( $t_{c1}$ ) :

$$t_{c1} = ((0,87 \cdot 0,32355^2) / (1000 \cdot 0,00117))^{0,385}$$

$$t_{c1} = 0,374 \text{ jam}$$

Waktu konsentrasi untuk wilayah A2 ( $t_{c2}$ ) :

$$t_{c2} = ((0,87 \cdot 0,16575^2) / (1000 \cdot 0,00103))^{0,385}$$

$$t_{c2} = 0,235 \text{ jam}$$

Perhitungan intensitas hujan dengan rumus Mononobe seperti persamaan di bawah ini:

$$\text{Intensitas Hujan } (I_t) = (X_T / 24) \cdot (24/t_c)^{2/3}$$

Untuk perhitungan intensitas hujan rencana menggunakan distribusi probabilitas log normal dengan  $X_2 = 89,64$  mm.

Perhitungan intensitas hujan ( $I_{t1}$ ) untuk wilayah A1 :

$$I_{t1} = (89,64/24) \cdot (24/0,374)^{2/3}$$

$$= 59,906 \text{ mm/jam}$$

Perhitungan intensitas hujan ( $I_{t2}$ ) untuk wilayah A2 :

$$I_{t2} = (89,64/24) \cdot (24/0,235)^{2/3}$$

$$= 81,561 \text{ mm/jam}$$

Perhitungan jumlah  $A_i \times C_i$  terdapat pada tabel 26 di bawah ini:

TABEL 26. Jumlah  $A_i \times C_i$

No	$A_i$ (Km <sup>2</sup> )	$C_i$	$A_i \times C_i$ (Km <sup>2</sup> )
A1	0,04294	0,714	0,0307
A2	0,01817	0,724	0,0132

Sumber: Hasil Perhitungan

Persamaan debit rancangan adalah sebagai berikut:

$$Q = 0,278 \times I_t \times (\sum A_i \times C_i)$$

$$Q_1 = 0,278 \times 59,906 \times 0,0307$$

$$Q_1 = 0,511 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_2 = 0,278 \times 81,561 \times 0,0132$$

$$Q_2 = 0,298$$

(Dikalikan 0,7, karena pada saluran A2 mengalirkan debit hujan ke A1 hanya 70% debit hujan, sedangkan

30% debit hujan disalurkan ke saluran drainase pada Jalan Simpang Telawang).

$$Q_2 = 0,298 \cdot 0,7$$

$Q_2 = 0,209 \text{ m}^3/\text{detik}$  (debit rencana yang dialirkan ke saluran A1)

$$Q_{total} = 0,511 + 0,209$$

$$Q_{total} = 0,720 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Bentuk saluran drainase di Jl. Haryono. M. T Banjarmasin adalah persegi.

Panjang saluran (L) = 323,55 m

Lebar penampang basah (B) = 0,8 m

Tinggi penampang basah (H) = 0,85 m

Koefisien manning (n) = 0,013

Luas Penampang Basah (FS)

$$F_s = B \times H$$

$$= 0,8 \times 0,85$$

$$= 0,68 \text{ m}^2$$

Keliling Penampang Basah (PS)

$$P_s = B + 2H$$

$$= 0,8 + (2 \times 0,85)$$

$$= 2,5 \text{ m}$$

Jari-jari Hidrolis (Rs)

$$R_s = F_s / P_s$$

$$= 0,68 / 2,5$$

$$= 0,2720$$

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

$$= 1/0,013 \cdot 0,2720^{2/3} \cdot 0,00117^{1/2}$$

$$= 1,1046 \text{ m/detik}$$

$$Q = F_s \cdot V$$

$$= 0,68 \times 1,1046$$

$$= 0,7511 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Syarat = Q Rancangan ≤ Q Saluran

Perhitungan syarat Q rancangan ≤ Q Saluran dapat dilihat pada tabel 27 di bawah ini:

TABEL 27. Perbandingan Q Rancangan dengan Q Saluran sisi hilir setelah perempatan jalan (A1)

Periode Ulang (Tahun)	Q rancangan	Q saluran	Syarat Q rancangan ≤ Q saluran
2	0,720	0,7511	Memenuhi Syarat

Sumber: Hasil Perhitungan

Bentuk saluran drainase di Jl. Haryono. M.T Banjarmasin adalah persegi.

Panjang saluran (L) = 165,75 m

Lebar penampang basah (B) = 0,8 m

Tinggi penampang basah (H) = 0,85 m Koefisien manning (n) = 0,013

Luas Penampang Basah (FS)

$$F_s = B \times H$$

$$= 0,8 \times 0,85$$

$$= 0,68 \text{ m}^2$$

Keliling Penampang Basah (PS)

$$P_s = B + 2H$$

$$= 0,8 + (2 \times 0,85)$$

$$= 2,5 \text{ m}$$

Jari-jari Hidrolis (RS)

$$R_s = F_s / P_s$$

$$= 0,68 / 2,5$$

$$= 0,2720 \text{ m}$$

Debit Aliran Permukaan (Q2)

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

$$= 1/0,013 \cdot 0,2720^{2/3} \cdot 0,001031^{1/2}$$

$$= 1,0364 \text{ m/detik}$$

$$Q = F_s \times V$$

$$= 0,68 \times 1,0364$$

$$= 0,7047 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Syarat = Q Rancangan ≤ Q Saluran

Perhitungan syarat Q rancangan ≤ Q Saluran dapat dilihat pada tabel 28 di bawah ini:

TABEL 28. Perbandingan Q Rancangan dengan Q Saluran sisi hulu sebelum perempatan jalan (A2)

Periode Ulang (Tahun)	Q rancangan	Q saluran	Syarat Q rancangan ≤ Q saluran
2	0,298	0,7047	Memenuhi Syarat

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan perhitungan pada tabel 27 dan table 28 dapat diketahui bahwa saluran eksisting memenuhi syarat (aman atau tidak terjadi luapan pada saluran).

Mengetahui periode ulang maksimum debit air hujan yang dapat dialirkan pada saluran drainase di Jalan Haryono. M.T. Banjarmasin.

$$QHujan = Q_2 + Q_1$$

$$QHujan = 0,209 + 0,511$$

$$QHujan = 0,720 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Menentukan pertambahan debit hujan rencana (%) :

$$Q_2 = 0,209 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_2 = 0,209 / 0,720 = 0,2903 = 29,03\%$$

$$Q_1 = 0,511 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_2 = 0,511 / 0,720 = 0,7097 = 70,97\%$$

Berdasarkan perhitungan diatas maka dapat disimpulkan bahwa pada saluran Q1 (area A1) mengalir debit hujan dari Q2 (area A2) sebesar 29,03% dari total debit di Q1. Sedangkan debit hujan yang berasal dari area A1 adalah 70,97% dari total debit di Q1.

### Menentukan Debit Hujan Rencana Maksimum

Menghitung debit hujan rencana maksimum untuk dialirkan pada saluran A1 dan saluran A2.

Menentukan selisih debit ( $\Delta Q_H$ ):

$$\Delta Q_H = Q_{\text{saluran}} - Q_{\text{rencana total}}$$

$$\Delta Q_H = 0,7511 - 0,7200$$

$$\Delta Q_H = 0,0311 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$\Delta Q_2 = 0,0311 \times 0,2903$$

$$\Delta Q_2 = 0,009028 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$\Delta Q_1 = 0,0311 \times 0,7097$$

$$\Delta Q_1 = 0,02207 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Berdasarkan perhitungan diatas maka dapat disimpulkan bahwa pada saluran Q2 dapat dimaksimalkan dengan penambahan debit hujan rencana sebesar 0,009028 m<sup>3</sup>/detik dan pada saluran Q1 dapat dimaksimalkan dengan penambahan debit hujan rencana sebesar 0,02207 m<sup>3</sup>/detik.

Masuk keperhitungan debit hujan rencana maksimum yang dialirkan pada saluran A1 :

$$Q_{H2} = 0,209 + 0,009028$$

$$Q_{H2} = 0,21803 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_{H1} = 0,511 + 0,02207$$

$$Q_{H1} = 0,53307 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Masuk keperhitungan pada saluran A2 yang akan disalurkan pada saluran A1 :

$$Q_{\text{total}H1} = 0,7511 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_{H2} = 0,21803 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_H = Q_H \text{ pada saluran A2} \times 0,7$$

$$0,21803 = Q_{H2} \times 0,7$$

$$Q_{H2} = 0,21803 / 0,7$$

$$Q_{H2} = 0,31147 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Berdasarkan perhitungan diatas maka debit hujan maksimum pada saluran A1 yaitu 0,53307 m<sup>3</sup>/detik dan pada saluran A2 yaitu 0,31147 m<sup>3</sup>/detik. Debit hujan rencana maksimum pada saluran A2 yang akan dialirkan pada saluran A1 yaitu 0,21803 m<sup>3</sup>/detik.

Menentukan periode ulang maksimum pada saluran A2 :

Diketahui:

$$Q_{H2} = 0,31147 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$\sum A_i \cdot C_i = 0,0132 \text{ Km}^2$$

$$t_c = 0,235 \text{ jam}$$

Maka:

$$Q = 0,278 \times I_t \times (\sum A_i \times C_i)$$

$$0,31147 = 0,278 \cdot ((X_T/24) \cdot (24/0,235)^{2/3}) \cdot 0,0132$$

$$X_T = 93,221 \text{ mm} = 93,22 \text{ mm}$$

Masuk ke perhitungan Log Normal :

Diketahui :

$$\text{Log } X = 1,953 \text{ mm}$$

$$S \log X = 0,136$$

$$\text{Log } X_T = 93,221 \text{ mm}$$

$$\text{Log } X_T = \text{Log } X + K \cdot S \text{ Log } X$$

$$\text{Log } 93,221 = 1,953 + K \cdot 0,136$$

$$1,9695 = 1,953 + K \cdot 0,136$$

$$K = 0,1213$$

Menentukan periode ulang maksimum dengan  $K = 0,1213$  dengan cara interpolasi:

$K = 0,1213$  maka periode ulang  $T = 2,2426$  tahun

Maka:  $X_{2,2426} = 93,221 \text{ mm}$

Dapat disimpulkan bahwa periode ulang maksimum pada saluran A2 yang dapat dialirkan pada saluran A1 adalah 2,2426 tahun, dimana tinggi hujan sebesar 93,221 mm.

Menentukan periode ulang maksimum pada saluran A1 :

Diketahui:

$$Q_{H1} = 0,53307 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$\sum A_i \cdot C_i = 0,0307 \text{ Km}^2$$

$$t_c = 0,374 \text{ jam}$$

Maka:

$$Q = 0,278 \times I_t \times (\sum A_i \times C_i)$$

$$0,53307 = 0,278 \cdot ((X_T/24) \cdot (24/0,374)^{2/3}) \cdot 0,0307$$

$$X_T = 93,5104 \text{ mm}$$

Masuk ke perhitungan Log Normal :

Diketahui:

$$\text{Log } X = 1,953 \text{ mm}$$

$$S \log X = 0,136$$

$$\text{Log } X_T = 93,5104 \text{ mm}$$

$$\text{Log } X_T = \text{Log } X + K \cdot S \text{ Log } X$$

$$\text{Log } 93,5104 = 1,953 + K \cdot 0,136$$

$$1,9708 = 1,953 + K \cdot 0,136$$

$$K = 0,1313$$

Menentukan periode ulang maksimum dengan  $K = 0,1313$  dengan cara interpolasi:

$$\text{Maka: } X_{2,2626} = 93,5104 \text{ mm}$$

Dapat disimpulkan bahwa periode ulang maksimum pada saluran A1 yang dialirkan adalah 2,2626 tahun, dimana tinggi hujan sebesar 93,5104 mm.

#### Penentuan Periode Ulang Maksimum :

Diketahui pada saluran A2:

$$Q_{H2} = 0,31147 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$T = 2,2426 \text{ tahun.}$$

$$X_{2,2426} = 93,221 \text{ mm}$$

Diketahui pada saluran A1:

$$Q_{H1} = 0,53307 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$T = 2,2626 \text{ tahun.}$$

$$X_{2,2626} = 93,5104 \text{ mm}$$

Untuk menentukan periode ulang maksimum pada saluran A1 dan saluran A2 maka yang digunakan adalah periode ulang terkecil yaitu 2,2426 tahun. Kesimpulan akhir adalah saluran pada A2 dan saluran pada A1 maksimal mengalirkan pada periode ulang 2,2426 tahun dengan tinggi hujan rerata 93,221 mm.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan Hasil Analisa Kapasitas Saluran Drainase Pada Jalan Haryono M.T Kota Banjarmasin, dapat disimpulkan adalah sebagai berikut:

Debit hujan periode ulang ( $Q_h$ ) pada saluran Jalan Haryono M.T adalah debit rancangan periode ulang 2 tahun pada saluran A1(saluran hilir) adalah 0,511  $m^3/\text{detik}$ , pada saluran A2(saluran hulu) adalah 0,209  $m^3/\text{detik}$  (debit hujan rencana total adalah 0,720  $m^3/\text{detik}$ ), dimana tinggi hujan rancangan adalah 89,645 mm.

Kapasitas saluran( $Q_s$ ) pada Jalan Haryono M.T adalah 0,7511  $m^3/\text{detik}$  (dimensi lebar penampang (B) = 0,80 m dan tinggi penampang basah (H) = 0,85 m, dan kemiringan 0,00117) pada ruas saluran A1(saluran hilir), dan 0,7047  $m^3/\text{detik}$  (dimensi lebar penampang (B) = 0,80 m dan tinggi penampang basah (H) = 0,85 m, dan kemiringan 0,00103) pada ruas saluran A2(saluran hulu). Dari hasil Analisa kapasitas saluran drainase pada Jalan Haryono M.T didapat Periode hujan ulang maksimum adalah 2,2426 tahun dengan tinggi hujan 93,221 mm.

#### REFERENSI

- ASSHTO, 1987, Highway Drainage Guidefnes, ASSHTO, Washington DC
- Cedergren H., R, 1974, Drainage of Highway and Airfield Pavement, John Wiew and Sons, Toronto, Canada.
- Cemica , J., N., 1995, Soil Mechanics, John Wittey and Sons.
- Das, B., M., 1994, Principles of Geotechnical Engineering, PWS Publishing Company.
- Engineering, Votume 1, Elseiver PC, Amsterdarn.
- Hardjoso, P., 1987, Drainasi, Laboratorium P4S, FT UGM.
- Hasmar, H.A. Halim. 2012, Drainase Terapan, UII Press, Yogyakarta.
- Karmiana, I Made. 2011, Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Kinori , 1970, Manual of Surface Drainage
- Lee et at, 1983 , Geotechnical Engineering, Pitman.
- Lambe et at, 1979, Soil Mechanics, Willey Eastern Limited.
- Shaw, E., M., 1984, Hydrology in Practice, V., N., Reinhold United Kingdom, London
- Sunjoto, 1989, Pengembangan Sistem Drainasi di Indonesia, Ceramah Ilmiah Dalam Rangka 25 Tahun Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Suripin, 2004, Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan, Andi Offset, Jakarta
- Triatmodjo, Bambang. 2008, Hidrologi Terapan, Beta Offset, Yogyakarta.