

Evaluasi Kinerja Saluran Drainase pada Ruas Jalan Mesjid Raya Kecamatan Lasusua Kabupaten Kolaka Utara

Mahmud

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Nahdlatul Ulama Sulawesi Tenggara, Jl. Meyjen Katamso Kota
Kendari- 93116, Indonesia

Email: mmoedra@gmail.com

Dikirim: 12 Juni 2023

Direvisi: 9 Januari 2024

Diterima: 22 Januari 2024

ABSTRAK

Ruas jalan Mesjid Raya Lasusua merupakan kawasan yang sering tergenang air walaupun diguyur hujan beberapa jam saja. Hal ini disebabkan tidak berfungsinya sistem jaringan drainase untuk mengalirkan debit limpasan yang begitu banyak. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi kondisi saluran drainase jalan raya serta mengevaluasi kondisi kapasitas tampung saluran eksisting drainase pada ruas jalan Mesjid Raya Lasusua. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif, yaitu metode perhitungan dan penjabaran dari hasil pengolahan data lapangan. Perhitungan data curah hujan mengikuti Pedoman Perencanaan Drainase dari Departemen Pekerjaan Umum dan Standar Nasional Indonesia (SNI). Analisis distribusi curah hujan dilakukan dengan distribusi Normal, Log Normal, Log Person III dan Gumbel. Kemudian di uji kesesuaian dengan uji chi kuadrat dengan taraf pengujian 0,05, hasil curah hujan yang memenuhi syarat adalah Log Person III dengan nilai curah hujan 542,98 mm. Dengan rumus Van Breen, didapat nilai intensitas curah hujan untuk periode ulang 5 tahun sebesar 103,27 mm/jam. Hasil penelitian didapatkan debit banjir rencana (Q_r) dengan menggunakan rumus rasional dengan periode ulang 5 tahun sebesar 0,350 m³/detik sedangkan kapasitas daya tampung saluran (Q_s) sebesar 0,253 m³/detik sehingga $Q_r > Q_s$ dalam hal ini saluran drainase jalan mesjid raya tidak mampu menampung debit limpasan sehingga perlu mendimensi ulang.

Kata kunci: drainase jalan raya, debit rencana, kapasitas saluran, limpasan

1. PENDAHULUAN

Dalam bagian perencanaan jalan raya terdapat tujuan untuk melindungi jalan raya dari air permukaan dan air tanah. Dengan kata lain drainase merupakan salah satu faktor penting dalam pekerjaan jalan raya. Menurut Suripin (2004) drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang atau mengalihkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase juga dapat diartikan sebagai suatu tindakan untuk mengurangi air yang berlebihan, baik itu air permukaan maupun air bawah tanah (Suhardjono, 2013). Drainase juga dapat diartikan sebagai suatu cara pembuangan kelebihan air yang tidak diinginkan pada suatu daerah.

Pada saat kondisi curah hujan yang tinggi mengakibatkan saluran drainase tidak mampu menampung limpahan air hujan yang akibatnya berdampak pada peningkatan debit air yang berakibat terjadinya genangan air, terutama di jalan raya. Pada hakekatnya drainase jalan raya (saluran tepi jalan) berfungsi sebagai saluran permukaan untuk mengalirkan air permukaan dari badan jalan, dengan asumsi menampung luasan daerah tangkapan air (catchment area) dalam lingkungan sekitarnya yang terbatas, termasuk drainase pada lereng atau bukit yang berada di sisi jalan. Aliran air dalam suatu saluran dapat berupa aliran saluran terbuka (open channel flow) maupun aliran pipa (pipa flow). Kedua jenis aliran tersebut sama dalam banyak hal, namun berbeda dalam satu hal yang penting. Aliran saluran terbuka harus memiliki permukaan bebas (free surface), sedangkan aliran pipa tidak demikian, karena air harus mengisi seluruh saluran. Permukaan bebas dipengaruhi oleh tekanan udara. Aliran pipa, yang terkurung dalam saluran tertutup, tidak terpengaruh langsung oleh tekanan udara, kecuali oleh tekanan hidrolik (Chow, 1997).

Tujuan penelitian saluran drainase jalan raya ialah sebagai berikut:

- Mencegah terkumpulnya air hujan (genangan) yang dapat mengganggu transportasi.
- Menjaga kadar air tanah badan/pondasi jalan tersebut berumur panjang.
- Mencegah berkurangnya kekuatan bahan-bahan penutup.

- d. Mengurangi berubah-ubah volume tanah dasar.
- e. Mencegah kerusakan karena hasilnya pasir halus pada perkerasan rigid dan mencegah timbulnya gelombang pada perkerasan fleksibel.
- f. Mencegah erosi tanah.
- g. Mencegah kelongsoran lereng.
- h. Menambah keindahan kota

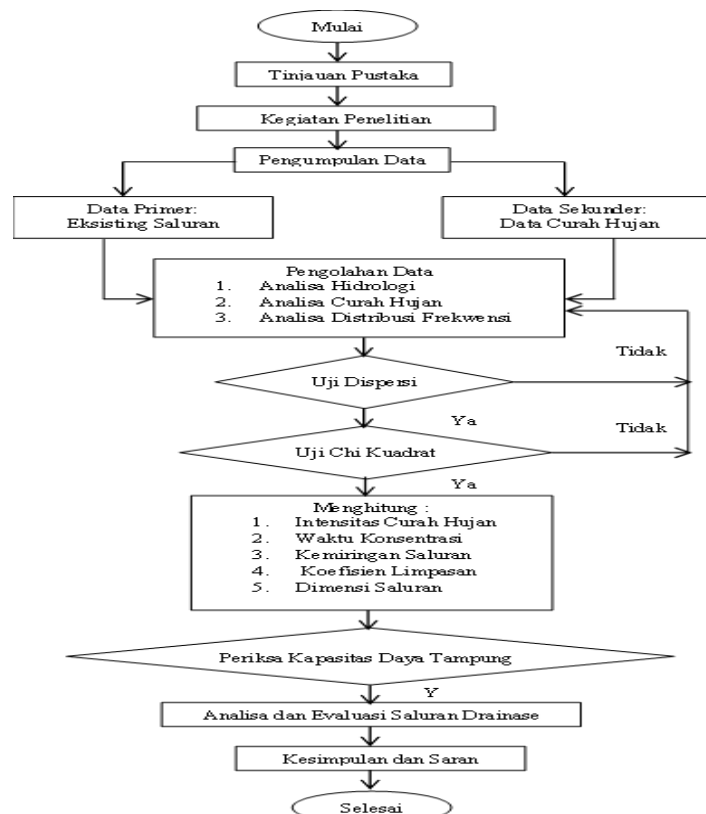
Adapun permasalahan drainase perkotaan yang sering terjadi dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. Permasalahan drainase karena ulah manusia, seperti:
 1. Perubahan tata guna lahan didaerah aliran sungai (DAS).
 2. Perubahan fungsi saluran irigasi menjadi saluran drainase.
 3. Pembuangan sampah ke saluran drainase.
 4. Kawasan kumuh di sepanjang sungai atau saluran drainase.
 5. Infrastruktur drainase kurang berfungsi (bendungan dan bangunan air).
- b. Permasalahan drainase karena alam, seperti:
 1. Erosi dan sedimentasi.
 2. Curah hujan.
 3. Kondisi fisiografi / geofisik sungai.
 4. Kapasitas sungai atau saluran drainase yang kurang memenuhi.
 5. Pengaruh pasang naik air laut (black water).

Selain permasalahan di atas, salah satu permasalahan yang selalu timbul setiap tahun pada musim hujan adalah banjir dan genangan air. Banjir dan genangan air disebabkan oleh fungsi drainase yang belum tertangani secara menyeluruh, kurangnya kesadaran dan partisipasi masyarakat dalam memelihara saluran drainase yang terjadi di sekitarnya menyebabkan penyumbatan saluran drainase oleh industri maupun sampah rumah tangga (Manullang, 2018; Riman, 2011). Genangan atau banjir juga pada umumnya terjadi karena adanya hujan lebat dengan durasi lama sehingga meningkatkan volume air dan mempercepat akumulasi aliran permukaan (run off) pada permukaan tanah (Haryono, 1999).

2. METODE PENELITIAN

Berikut ini merupakan tahapan-tahapan prosedur pelaksanaan penelitian yang dilakukan, yakni:



Gambar 1. Flowchart Penelitian

2.1 Perhitungan Curah Hujan (Hidrologi)

- a. Curah Hujan Rata-rata dan Maksimum Daerah

$$\bar{X} = 1/n \sum(X)$$

- b. Analisis Distribusi Frekuensi

1. Distribusi Normal

Distribusi normal dapat dituliskan dalam bentuk rata-rata dan simpangan sebagai berikut:

$$P(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(x - \mu)^2}{2\sigma^2} \right]$$

Keterangan:

$P(x)$ = fungsi densitas peluang normal (ordinat kurva normal)

x = variabel acak kontinu

μ = rata-rata nilai X

σ = simpangan baku nilai X

Berikut rumus umum untuk distribusi normal yaitu:

$$K_T = \frac{X_T - \bar{X}}{S}$$

Keterangan:

X_T = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T -tahunan

$\bar{X}$ = nilai rata-rata variat

S = standart deviasi nilai variat

K_T = faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matematik dsitribusi peluang yang akan digunakan untuk analisis peluang

2. Distribusi Log Normal

Hitungan distribusi log normal dilakukan dengan tabel yang sama dengan tabel distribusi normal. Jika variabel acak $Y = \log X$ terdistribusi secara normal, maka X dikatakan mengikuti distribusi Log Normal. Distribusi Log Normal dapat dituliskan dalam bentuk rata-rata dan simpangan bakunya, sebagai berikut (Suripin, 2004):

$$P(x) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(Y - \mu_Y)^2}{2\sigma_Y^2} \right]; x > 0$$

Keterangan:

$P(x)$ = peluang log normal.

x = nilai variat pengamatan.

σ_Y = deviasi standar nilai variat Y .

μ_Y = nilai rata-rata populasi Y .

Apabila nilai $P(X)$ digambarkan pada kertas, maka peluang logaritmik akan merupakan persamaan garis lurus, sehingga dapat dinyatakan sebagai model matematik dengan persamaan (Suripin, 2004):

$$Y_T = \bar{Y} + K_T S$$

Keterangan:

Y_T = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T -tahunan

$\bar{Y}$ = nilai rata-rata hitung variat

S = deviasi standar nilai variat.

K_T = faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periodeulang dan tipe mode matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang.

3. Distribusi Log Pearson III

$$\log = X_T = \log X + K.S$$

Keterangan:

K = variabel standart (standardized variabel) untuk X yang besarnya tergantung keofisien kemencengan G .

4. Distribusi Gumbel

Analisis frekuensi Gumbel tersebut dilakukan dalam persamaan sebagai berikut:

$$X = X + sK$$

Faktor probabilitas K untuk harga-harga ekstrim Gumbel dapat dinyatakan dalam persamaan:

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n}$$

Keterangan:

Y_n = *reduced mean* yang tergantung jumlah sampel/data n

S_n = *reduced standart deviation* yang juga tergantung pada jumlah sampel/data n

Y_{Tr} = *reduced variate*, yang dapat dihitung dengan persamaan berikut ini

$$Y_{Tr} = -\ln \left\{ -\ln \frac{T_r - 1}{T_r} \right\}$$

Nilai *Reduced Mean*, Y_n sebagai fungsi periode ulang, *Reduced Standart Deviation*, S_n dan *Reduced Variate*, Y_{Tr} sebagai fungsi periode ulang.

c. Uji Kecocokan

1. Uji Dispersi

$$X_{Tr} = x + K \cdot S_x$$

Keterangan:

X_{Tr} = besarnya curah hujan untuk periode ulang Tr tahun (mm)

Tr = periode ulang (tahun)

x = curah hujan maksimum rata-rata selama tahun pengamatan (mm)

S_x = standart deviasi

K = faktor frekwensi

2. Uji Chi Kuadrat Dsitribusi Log Pearson III

Uji chi-kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan ini menggunakan parameter X^2 , yang dapat dihitung dengan rumus berikut (Suripin, 2004):

$$X_h^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Keterangan:

X_h^2 = parameter chi-kuadrat.

G = jumlah sub kelompok.

O_i = jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok i.

E_i = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok i.

2.2 Debit Banjir Rencana (Qr)

a. Analisis Intensitas Curah Hujan (I)

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

$$I = \frac{90\% \cdot X_t}{4}$$

Keterangan:

I = Intensitas hujan (mm/jam)

t = Lamanya hujan (jam)

R_{24} = Curah hujan maksimum harian (selama 24 jam) (mm)

X_t = Besarnya curah hujan untuk periode ulang T tahun (mm)/ 24 jam

b. Waktu Konsentrasi (T_c) dan Kemiringan Saluran (S)

Waktu konsentrasi dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$t_c = t_0 + t_D$$

$$t_0 = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{n}{\sqrt{s}} \right] \text{menit}$$

$$t_D = \frac{L_s}{60 V} \text{menit}$$

Keterangan:

t_c = Waktu konsentrasi (jam)

t_0 = *Inlet time*, waktu yang diperlukan air hujan untuk mengalir di permukaan tanah dari titik terjauh ke saluran terdekat (jam)

t_D = *Conduit time*, waktu yang diperlukan air hujan untuk mengalir di dalam saluran sampai ke tempat pengukuran (jam).

n = Angka kekasaran Manning

s = Kemiringan lahan.

L = Panjang lintasan aliran di atas permukaan lahan (m).

L_s = Panjang lintasan aliran di dalam saluran/ sungai (m).

V = Kecepatan aliran didalam saluran (m/detik).

c. Luas (A) dan Koenfisien Pengaliran (C)

$$C = \frac{\sum C_i A_i}{\sum A_i}$$

d. Perhitungan Debit Banjir Rencana (Q_r)

$$Q_r = 0,278 I \sum_{i=1}^n C_i A_i$$

Keterangan:

C_i = luasan dengan nilai C yang berbeda

$\sum A_i$ = penjumlahan semua luasan dengan nilai C yang berbeda

2.3 Analisis Hidrolika

a. Perhitungan Kecepatan Aliran (V)

Rumus untuk menghitung kecepatan aliran dalam saluran menggunakan rumus sebagai berikut:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

b. Perhitungan Daya Tampung Debit Saluran (Q_s)

$$Q_s = V \cdot A$$

3. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Data Teknis Jalan

Berdasarkan data yang didapatkan dari lokasi, didapatkan beberapa informasi mengenai data teknis jalan, sebagai dipaparkan Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Detail Teknis Jalan Mesjid Raya

Hal	Keterangan
Nama Jalan	Jalan Poros Mesjid Raya
Fungsi Jalan	Jalan Lokal
Konstruksi	Aspal
Lebar (m)	6
Panjang (m)	893
Luas (m ²)	5.358
Lebar Trotoar (m)	1,5
Lebar Plot Perumahan (m)	10

3.2 Data Teknis Saluran

Berdasarkan hasil pengukuran di lokasi, didapatkan data teknis saluran drainase (eksisting) untuk saluran drainase Jalan Mesjid Raya, sebagai dipaparkan Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Detail Drainase Jalan Mesjid Raya

Hal	Drainase Jalan Raya
Jenis Penampang	Trapeسيوم
Material	Pasangan batu gunung
Lebar Atas (m)	0,9
Lebar Bawah (m)	0,7
Kedalaman (m)	0,6
Sudut (°)	1 : m
Panjang (m)	893

3.3 Analisis Perhitungan

Analisis perhitungan merupakan suatu proses pengolahan data-data mentah yang diperoleh dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi IV Provinsi Sulawesi Tenggara dan pengamatan langsung.

a. Perhitungan Curah Hujan (Hidrologi)

Data curah hujan dalam penelitian ini menggunakan data curah hujan bulanan dari stasiun pencatat curah hujan dengan jangka waktu 15 tahun terakhir dari tahun 2007 sampai 2021. Data stasiun yang digunakan merupakan stasiun curah hujan terdekat dengan lokasi penelitian yakni Stasiun Lasusua Kolaka Utara. Tabel 3 berikut ini adalah data curah hujan tersebut, yaitu:

Tabel 3. Data Curah Hujan Maksimum Stasiun Lasusua

TAHUN	BULAN											
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
2007	247.85	263.67	290.04	332.23	311.13	311.13	100.2	137.11	94.92	137.11	205.66	337.5
2008	237.3	258.4	216.21	358.59	137.11	342.77	305.86	232.03	168.75	263.67	400.78	448.24
2009	427.15	184.57	363.87	274.22	237.3	152.93	184.57	42.19	10.55	163.48	163.48	253.12
2010	363.87	469.34	437.7	268.95	253.12	305.86	321.68	311.13	363.87	427.15	226.76	290.04
2011	284.77	205.66	242.58	279.49	274.22	179.3	142.38	58.01	210.94	94.92	158.2	448.24
2012	300.59	295.31	506.25	337.5	363.87	152.93	205.66	110.74	89.65	105.47	47.46	284.77
2013	342.77	189.84	316.41	400.78	226.76	268.95	311.13	137.11	116.02	47.46	242.58	348.05
2014	205.66	168.75	337.5	300.59	274.22	258.4	253.12	152.93	5.27	137.11	116.02	342.77
2015	205.66	305.86	210.94	247.85	152.93	179.3	94.92	42.19	21.09	110.74	131.84	348.05
2016	232.03	342.77	268.95	406.05	237.3	353.32	110.74	73.83	179.3	247.85	263.67	263.67
2017	274.22	210.94	332.23	247.85	432.42	279.49	216.21	163.48	232.03	258.4	253.12	295.31
2018	268.95	258.4	274.22	200.39	184.57	242.58	121.29	63.28	100.2	79.1	210.94	348.05
2019	237.3	311.13	242.58	311.13	189.84	390.23	94.92	89.65	116.02	253.12	31.64	89.65
2020	205.66	268.95	348.05	326.95	384.96	379.69	295.31	195.12	232.03	232.03	237.3	321.68
2021	506.25	184.57	332.23	235.79	280.33	177.99	176.71	375.9	311.23	198.27	341.32	352.21

*Keterangan: 0 = hujan kurang dari 0,5 mm

Satuan milimeter (mm)

Sumber: Balai Wilayah Sungai Sulawesi IV Provinsi Sulawesi Tenggara

1. Curah Hujan Rata-rata dan Maksimum Daerah

Setelah data curah hujan tersebut lengkap, maka selanjutnya ialah menghitung curah hujan maksimum dan rata-rata tahunan daerah dan curah hujan maksimum dan rata-rata bulanan daerah yaitu dipaparkan Tabel 4 dan Tabel 5 berikut.

Tabel 4. Data Curah Hujan Maksimum dan Rata-rata

No.	TAHUN	Max Tahun (mm)	Rata-rata Tahun (mm)
1	2007	337.5	230.71
2	2008	448.24	280.81
3	2009	427.15	204.79
4	2010	469.34	336.62
5	2011	448.24	214.89
6	2012	506.25	233.35
7	2013	400.78	245.66
8	2014	342.77	212.70
9	2015	348.05	170.95
10	2016	406.05	248.29
11	2017	432.42	266.31
12	2018	348.05	196.00
13	2019	390.23	196.43
14	2020	384.96	285.64
15	2021	506.25	289.40

Tabel 5. Data Curah Hujan Maksimum Bulanan

No.	BULAN	Max Bulan (mm)	Rata-rata Bulan (mm)
1	JAN	506.25	289.34
2	FEB	469.34	261.21
3	MAR	506.25	314.65
4	APR	406.05	301.89
5	MEI	432.42	262.67
6	JUN	390.23	264.99
7	JUL	321.68	195.65
8	AGU	375.9	145.65
9	SEP	363.87	150.12
10	OKT	427.15	183.73
11	NOV	400.78	202.05
12	DES	448.24	318.09

2. Analisis Distribusi Frekuensi

Dalam menentukan distribusi frekuensi curah hujan dapat dilakukan berbagai cara analisis distribusi curah hujan. Mengacu pada landasan teori yang sudah ada dalam penelitian ini, analisis frekuensi curah hujan dilakukan dengan distribusi Normal, Log Normal, Log Person III dan Gumbel menggunakan hasil perhitungan sebelumnya pada Tabel 4. Setelah didapatkan hasil data curah hujan maksimum rata-rata tersebut. Selanjutnya data perlu diurutkan dari yang terbesar hingga keterkecil seperti dalam Tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6. Data Curah Hujan Maksimum Tahunan Setelah Diurutkan

No.	TAHUN	Curah Hujan Max (mm)
1	2012	506.25
2	2021	506.25
3	2010	469.34
4	2008	448.24
5	2011	448.24
6	2017	432.42
7	2009	427.15
8	2016	406.05
9	2013	400.78
10	2019	390.23
11	2020	384.96
12	2015	348.05
13	2018	348.05
14	2014	342.77
15	2007	337.5

Selanjutnya data tersebut digunakan dalam analisis statistik untuk distribusi Normal, Log Person, Log Person III dan Gumbel. Selanjutnya dipilih distribusi frekuensi yang sesuai dengan nilai uji kesesuaian data dengan pengujian Chi kudrat.

a. Distribusi Normal

Dalam perhitungan distribusi normal (Tabel 7) dibutuhkan nilai curah hujan rata-rata dan standar deviasi, yakni:

1. Rata-rata Curah Hujan (X)

$$X = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{6.196,28}{15} = 413,09 \text{ mm}$$

2. Standar Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X}_i)^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{44.198,14}{15 - 1}}$$

$$= 56,19$$

3. Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}_i} = \frac{56,19}{413,09} = 0,24$$

4. Koefisien Skewness (Cs)

$$Cs = \frac{n \sum (X_i - \bar{X}_i)^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{15(526.168,31)}{(15-1)(15-2)(56,19)^3} = 0,24$$

5. Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{100 \sum (X_i - \bar{X}_i)^4}{(n-1)(n-2)S^4} = \frac{100(257.709.461,29)}{(15-1)(15-2)(56,19)^4} = 14,21$$

Tabel 7. Hasil Analisis Frekuensi Distribusi Normal

NO	TAHUN	Max Tahun (Xi)	(Xi-X)	(Xi-X) ²	(Xi-X) ³	(Xi-X) ⁴
1	2012	506.25	93.16	8,679.66	808,637.18	75,336,412.92
2	2021	506.25	93.16	8,679.66	808,637.18	75,336,412.92
3	2010	469.34	56.25	3,164.59	178,022.82	10,014,614.18
4	2008	448.24	35.15	1,235.85	43,445.92	1,527,326.68
5	2011	448.24	35.15	1,235.85	43,445.92	1,527,326.68
6	2017	432.42	19.33	373.83	7,227.87	139,748.37
7	2009	427.15	14.06	197.81	2,782.20	39,130.71
8	2016	406.05	(7.04)	49.50	(348.22)	2,449.85
9	2013	400.78	(12.31)	151.42	(1,863.29)	22,928.39
10	2019	390.23	(22.86)	522.37	(11,938.86)	272,866.51
11	2020	384.96	(28.13)	791.03	(22,248.11)	625,735.38
12	2015	348.05	(65.04)	4,229.59	(275,073.09)	17,889,470.33
13	2018	348.05	(65.04)	4,229.59	(275,073.09)	17,889,470.33
14	2014	342.77	(70.32)	4,944.25	(347,656.31)	24,445,569.51
15	2007	337.5	(75.59)	5,713.14	(431,829.79)	32,639,998.54
Jumlah		6,196.28	(0.00)	44,198.14	526,168.31	257,709,461.29
X		413.09				

Menentukan nilai faktor frekuensi (K_T) yang dapat dilihat dalam Tabel nilai variabel reduksi gauss dengan rumus:

$$X_r X = K_T S$$

Maka untuk periode ulang 2,5,10, 25, dan 50 didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut:

$$a. T_2 = 413,09 + (0 \times 56,19) = 413,09 \text{ mm}$$

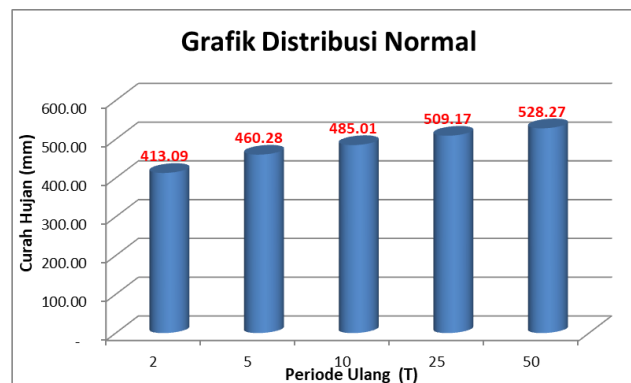
$$b. T_5 = 413,09 + (0,84 \times 56,19) = 460,28 \text{ mm}$$

$$c. T_{10} = 413,09 + (1,28 \times 56,19) = 485,01 \text{ mm}$$

$$d. T_{25} = 413,09 + (1,71 \times 56,19) = 509,17 \text{ mm}$$

$$e. T_{50} = 413,09 + (2,05 \times 56,19) = 528,27 \text{ mm}$$

Dari perhitungan di atas maka dapat digambarkan grafik seperti Gambar 2 di bawah ini.

**Gambar 2.** Grafik Curah hujan Distribusi Normal

b. Distribusi Log Normal

Tabel 8. Hasil Analisis Frekuensi Distribusi Log Normal

NO	TAHUN	Max Tahun (Xi)	Log Xi	Log Xi-Log X	(Log Xi-Log X) ²	(Log Xi-Log X) ³	(Log Xi-Log X) ⁴
1	2012	506.25	2.70	0.09	0.01	0.00	0.00
2	2021	506.25	2.70	0.09	0.01	0.00	0.00
3	2010	469.34	2.67	0.06	0.00	0.00	0.00
4	2008	448.24	2.65	0.04	0.00	0.00	0.00
5	2011	448.24	2.65	0.04	0.00	0.00	0.00
6	2017	432.42	2.64	0.02	0.00	0.00	0.00
7	2009	427.15	2.63	0.02	0.00	0.00	0.00
8	2016	406.05	2.61	(0.00)	0.00	(0.00)	0.00
9	2013	400.78	2.60	(0.01)	0.00	(0.00)	0.00
10	2019	390.23	2.59	(0.02)	0.00	(0.00)	0.00
11	2020	384.96	2.59	(0.03)	0.00	(0.00)	0.00
12	2015	348.05	2.54	(0.07)	0.00	(0.00)	0.00
13	2018	348.05	2.54	(0.07)	0.00	(0.00)	0.00
14	2014	342.77	2.54	(0.08)	0.01	(0.00)	0.00
15	2007	337.5	2.53	(0.08)	0.01	(0.00)	0.00
Jumlah		6,196.28	39.18	0.00	0.05	0.00	0.00
Y		413.09	2.61				

Dalam perhitungan distribusi Log Normal (Tabel 8) dibutuhkan nilai curah hujan rata-rata dan standar deviasi, yakni:

1. Rata-rata Curah Hujan (X)

$$\text{Log } X = (\sum_{i=1}^n \log X_i) / n = 39,18 / 15 = 2,61 \text{ mm}$$

2. Koefisien Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,05}{15-1}} = 0,06$$

3. Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{\log \bar{X}} = \frac{0,06}{2,61} = 0,02$$

4. Koefisien Skewness (Cs)

$$Cs = \frac{n \sum (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{15 (0,0001)}{(15-1)(15-2)(0,06)^3} = 0,05$$

5. Koefisien kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{n^2 \sum (\log X_i - \log \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} = \frac{100(0,003)}{(15-1)(15-2)(0,06)^4} = 13,49$$

Selanjutnya menganalisis distribusi Log Normal dengan memperhatikan nilai Log X dan Nilai KT seperti pada distribusi normal yaitu:

$$K_r = Y + K_r \cdot S$$

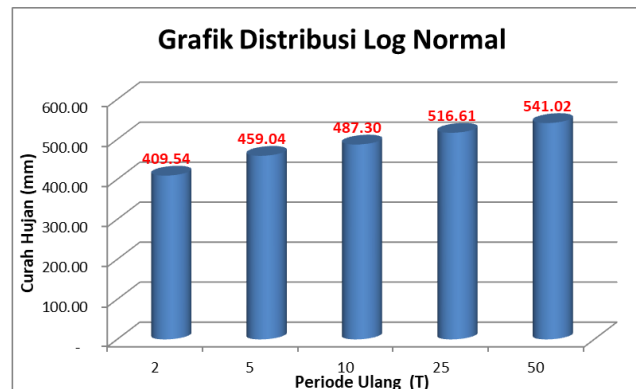
Sementara, untuk curah hujan rencana yang didapatkan:

$$X = 10^{YT}$$

Untuk periode ulang 2, 5, 10, 25 dan 50 berikut didapatkan dari hasil perhitungan sebagai berikut:

- a. $Y_2 = 2,61 + (0 \times 0,06) = 2,61$
 $X = 10^{2,61} = 409,54 \text{ mm}$
- b. $Y_5 = 2,61 + (0,84 \times 0,06) = 2,66$
 $X = 10^{2,66} = 459,04 \text{ mm}$
- c. $Y_{10} = 2,61 + (1,28 \times 0,06) = 2,69$
 $X = 10^{2,69} = 487,30 \text{ mm}$
- d. $Y_{25} = 2,61 + (1,71 \times 0,06) = 2,71$
 $X = 10^{2,71} = 516,61 \text{ mm}$
- e. $Y_{50} = 2,61 + (2,05 \times 0,06) = 2,73$
 $X = 10^{2,73} = 541,02 \text{ mm}$

Dari perhitungan di atas maka dapat digambarkan hasilnya dengan grafik Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Grafik Curah Hujan Distribusi Log Normal

c. Distribusi Log Pearson III

Tabel 9. Hasil Analisis Frekuensi Distribusi Log Pearson III

NO	TAHUN	Max Tahun (Xi)	Log Xi	Log Xi-Log X	(Log Xi-Log X) ²	(Log Xi-Log X) ³	(Log Xi-Log X) ⁴
1	2012	506.25	2.70	0.09	0.01	0.00	0.00
2	2021	506.25	2.70	0.09	0.01	0.00	0.00
3	2010	469.34	2.67	0.06	0.00	0.00	0.00
4	2008	448.24	2.65	0.04	0.00	0.00	0.00
5	2011	448.24	2.65	0.04	0.00	0.00	0.00
6	2017	432.42	2.64	0.02	0.00	0.00	0.00
7	2009	427.15	2.63	0.02	0.00	0.00	0.00
8	2016	406.05	2.61	(0.00)	0.00	(0.00)	0.00
9	2013	400.78	2.60	(0.01)	0.00	(0.00)	0.00
10	2019	390.23	2.59	(0.02)	0.00	(0.00)	0.00
11	2020	384.96	2.59	(0.03)	0.00	(0.00)	0.00
12	2015	348.05	2.54	(0.07)	0.00	(0.00)	0.00
13	2018	348.05	2.54	(0.07)	0.00	(0.00)	0.00
14	2014	342.77	2.54	(0.08)	0.01	(0.00)	0.00
15	2007	337.5	2.53	(0.08)	0.01	(0.00)	0.00
Jumlah		6,196.28	39.18	0.00	0.05	0.00	0.00
Y		413.09	2.61				

Dalam perhitungan distribusi Log Normal III (Tabel 9), dibutuhkan beberapa parameter yakni curah hujan rata-rata ($\bar{X}$) dan standar deviasi (S) dan nilai kemencengan (G) dengan perhitungan sebagai berikut:

1. Rata-rata Curah Hujan ($\bar{X}$)

$$\text{Log } \bar{X} = (\sum_{i=1}^n \log X_i) / n = 39,18 / 15 = 2,61 \text{ mm}$$

2. Koefisien Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\log X_i - \log \bar{X}_i)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,05}{15-1}} = 0,06$$

3. Koefisien Kemiringan/Kemencengan (G)

$$G = \frac{n \sum (\log X_i - \log \bar{X}_i)^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{15 (0,0001)}{(15-1)(15-2)(0,06)^3} = 0,047$$

4. Koefisien Variasi (C_v)

$$C_v = \frac{S}{\log \bar{X}_i} = \frac{0,06}{2,61} = 0,02$$

5. Koefisien Skewness (C_s)

$$C_s = \frac{n \sum (\log X_i - \log \bar{X}_i)^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{15 (0,0001)}{(15-1)(15-2)(0,06)^3} = 0,05$$

6. Koefisien kurtosis (C_k)

$$C_k = \frac{n^2 \sum (\log X_i - \log \bar{X}_i)^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} = \frac{100(0,003)}{(15-1)(15-2)(0,06)^4} = 13,49$$

Didapatkan koefisien kemiringan (G) sebesar 0,047, maka nilai tabel harga untuk periode ulang T bisa dicari menggunakan interpolasi. Berikut ini Tabel 10 koefisien G dengan nilai K sebagai berikut:

Tabel 10. Nilai K Koefisien Kemencangan (G) Periode Ulang (T)

No.	Periode Ulang (T)	Koefisien (G)	Nilai K
1.	2	0,047	-0,008
2.	5	0,047	0,839
3.	10	0,047	1,286
4.	25	0,047	1,767
5.	50	0,047	2,077

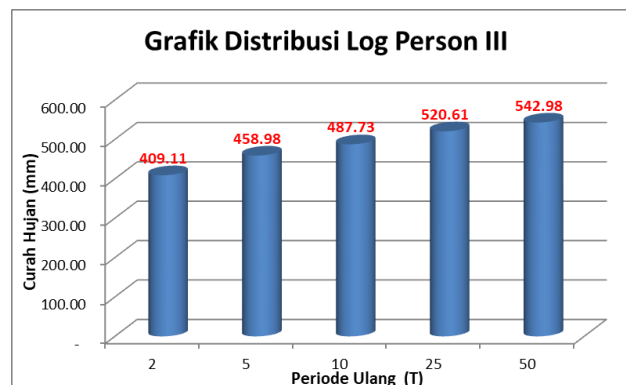
Setelah menghitung nilai koefisien kemiringan (G) dengan nilai periode ulang sebesar 2, 5, 10, 25, dan 50 tahun dengan nilai harga K. Maka selanjutnya menghitung frekuensi curah hujan dengan rumus Log Pearson III:

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

Maka, berikut ini adalah perhitungan Log Pearson III untuk setiap periode ulangnya, yaitu:

- $\text{Log } X_2 = 2,61 + (-0,008 \times 0,06) = 2,61$
 $X_2 = 10^{2,61} = 409,11 \text{ mm}$
- $\text{Log } X_5 = 2,61 + (0,839 \times 0,06) = 2,66$
 $X_5 = 10^{2,66} = 458,98 \text{ mm}$
- $\text{Log } X_{10} = 2,61 + (1,286 \times 0,06) = 2,69$
 $X_{10} = 10^{2,69} = 487,73 \text{ mm}$
- $\text{Log } X_{25} = 2,61 + (1,767 \times 0,06) = 2,72$
 $X_{25} = 10^{2,72} = 520,61 \text{ mm}$
- $\text{Log } X_{50} = 2,61 + (2,077 \times 0,06) = 2,73$
 $X_{50} = 10^{2,73} = 542,98 \text{ mm}$

Dari perhitungan di atas dapat dilihat hasil grafik dari perhitungan curah hujan dengan distribusi Log Pearson III pada Gambar 4 di bawah ini.

**Gambar 4.** Grafik Curah Hujan Distribusi Log Pearson III

d. Distribusi Gumbel

Dalam perhitungan distribusi Gumbel dibutuhkan nilai curah hujan rata-rata dan standar deviasi dengan perhitungan sebagai berikut:

- Rata-rata Curah Hujan (X)
 $X = \Sigma x/n = 6.196,28/15 = 413,09 \text{ mm}$
- Standar Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\Sigma (X_i - \bar{X}_i)^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{44.198,14}{15 - 1}} = 56,19$$

- Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}_i} = \frac{56,19}{413,09} = 0,24$$

- Koefisien Skewness (Cs)

$$Cs = \frac{n \Sigma (X_i - \bar{X}_i)^3}{(n - 1)(n - 2)S^3} = \frac{15(526.168,31)}{(15 - 1)(15 - 2)(56,19)^3} = 0,24$$

5. Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{100 \sum (X_i - \bar{X}_i)^4}{(n-1)(n-2)S^4} = \frac{100(257.709.461,29)}{(15-1)(15-2)(56,19)^4} = 14,21$$

Setelah mendapat nilai rata-rata curah hujan dan simpangan bakunya, maka didapatkan nilai *Reduced Mean* (Yn), *Reduced Standard Deviation* (Sn) dan *Reduced Variate* (Ytr) pada Tabel 11 dan Tabel 12.

Tabel 11. Hasil Analisis Frekuensi Distribusi Gumbel

NO	TAHUN	Max Tahun (Xi)	(Xi-X)	(Xi-X) ²	(Xi-X) ³	(Xi-X) ⁴
1	2012	506.25	93.16	8,679.66	808,637.18	75,336,412.92
2	2021	506.25	93.16	8,679.66	808,637.18	75,336,412.92
3	2010	469.34	56.25	3,164.59	178,022.82	10,014,614.18
4	2008	448.24	35.15	1,235.85	43,445.92	1,527,326.68
5	2011	448.24	35.15	1,235.85	43,445.92	1,527,326.68
6	2017	432.42	19.33	373.83	7,227.87	139,748.37
7	2009	427.15	14.06	197.81	2,782.20	39,130.71
8	2016	406.05	(7.04)	49.50	(348.22)	2,449.85
9	2013	400.78	(12.31)	151.42	(1,863.29)	22,928.39
10	2019	390.23	(22.86)	522.37	(11,938.86)	272,866.51
11	2020	384.96	(28.13)	791.03	(22,248.11)	625,735.38
12	2015	348.05	(65.04)	4,229.59	(275,073.09)	17,889,470.33
13	2018	348.05	(65.04)	4,229.59	(275,073.09)	17,889,470.33
14	2014	342.77	(70.32)	4,944.25	(347,656.31)	24,445,569.51
15	2007	337.5	(75.59)	5,713.14	(431,829.79)	32,639,998.54
Jumlah		6,196.28	(0.00)	44,198.14	526,168.31	257,709,461.29
X		413.09				

Tabel 12. Nilai Yn, Sn, dan Ytr untuk Periode Ulang (T)

No.	Periode Ulang (T)	Jumlah Tahun (N)	Yn	Sn	Ytr
1.	2	15	0.5128	1.0206	0.3668
2.	5	15	0.5128	1.0206	1.5004
3.	10	15	0.5128	1.0206	2.251
4.	25	15	0.5128	1.0206	3.1993
5.	50	15	0.5128	1.0206	3.9028

Sumber: Tabel Ketentuan

Selanjutnya menghitung curah hujan rencana untuk periode ulang 2, 5, 10, 25 dan 50 tahun yang direncanakan setelah mendapat nilai Yn, Sn, dan Ytr dengan distribusi Gumbel berikut :

$$X_{tr} = X + (Y_{tr} - Y_n / s_n) \cdot S$$

$$T_2 = 413,09 + ((0,3668 - 0,5128)/1,0206) \times 56,19 = 405,05 \text{ mm}$$

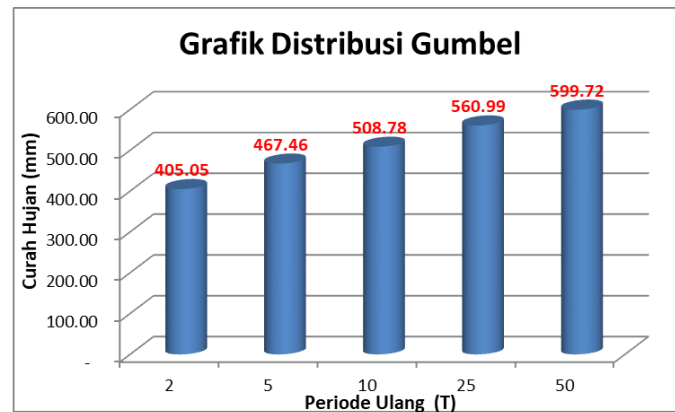
$$T_5 = 413,09 + ((1,5004 - 0,5128)/1,0206) \times 56,19 = 467,46 \text{ mm}$$

$$T_{10} = 413,09 + ((2,2510 - 0,5128)/1,0206) \times 56,19 = 508,78 \text{ mm}$$

$$T_{25} = 413,09 + ((3,1993 - 0,5128)/1,0206) \times 56,19 = 560,99 \text{ mm}$$

$$T_{50} = 413,09 + ((3,9028 - 0,5128)/1,0206) \times 56,19 = 599,72 \text{ mm}$$

Berikut ini hasil grafik dari perhitungan curah hujan menggunakan distribusi Gumbel pada Gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5. Grafik Curah Hujan Distribusi Log Pearson III

3. Uji Kecocokan

a. Uji Dispersi

Setelah menghitung distribusi Normal, Log Normal, Log Pearson III dan Gumbel, maka didapat hasil data Curah Hujan (X_{tr}) pada Tabel 13 dibawah ini.

Tabel 13. Nilai Curah Hujan Rencana (X_{tr}) dengan Distribusi Frekuensi

No	Periode Ulang (T)	Distribusi Frekwensi (mm)			
		Normal	Log Normal	Log Person III	Gumbel
1	2	413.09	409.54	409.11	405.05
2	5	460.28	459.04	458.98	467.46
3	10	485.01	487.30	487.73	508.78
4	25	509.17	516.61	520.61	560.99
5	50	528.27	541.02	542.98	599.72

Uji dispersi ini dilakukan berdasarkan perhitungan di bawah ini, maka didapatkan hasil dari uji dispersi sebagai pada Tabel 14 berikut.

Tabel 14. Nilai Uji Dispersi Distribusi Frekuensi Curah Hujan

No	Jenis Distribusi	Syarat	Perhitungan	Kesimpulan
1	Normal	$C_s = 0$	0.24	tidak memenuhi
		$C_k = 3$	14.21	tidak memenuhi
2	Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v = 0.162$	0.05	tidak memenuhi
		$C_k = C_v^3 + 6C_v^2 + 15C_v + 16C_v^2 + 3 = 3.047$	13.49	tidak memenuhi
3	Log Person III	$C_s = 0$	0.05	memenuhi
		$C_k = 0$	13.49	memenuhi
4	Gumbel	$C_s = 1.14$	0.24	tidak memenuhi
		$C_k = 5.4$	14.21	tidak memenuhi

b. Uji Chi Kuadrat Dsitribusi Log Pearson III

Tujuan Uji Chi-kuadrat ini untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang telah terpilih dapat mewakili distribusi sampel data yang dianalisis. Penentuan keputusan ini menggunakan parameter X^2 , yang dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$X^2 = \sum_{i=1}^n (o_i - E_i)^2 / E_i$$

Pada pengujian uji dispersi hanya Log Pearson III (Tabel 15) yang memenuhi, maka selanjutnya hanya distribusi Log Pearson III saja yang dipakai untuk uji chi kuadrat sebagai berikut.

1. Kelas

$$G = 1 + (3,3 \log n) = 1 + (3,3 \log 15) = 4,88 = 5$$

2. Derajat Kebebasan (DK)

$$Dk = G - R - 1 = 5 - 2 - 1 = 2$$

3. $E_i = n / G = 15/5 = 3$

4. $\Delta X = X_{min} - 1/4 \Delta X = 2,5 - (2,71/15)/5 = 2,464$

Tabel 15. Nilai Uji Chi Kuadrat Distribusi Log Pearson III

Nilai Batas Tiap Kelas	O _i	E _i	(O _i -E _i) ²	(O _i -E _i) ² /E _i
2.5000<X _i <2.5410	4	3.00	1.00	0.33
2.5410<X _i <2.5820	1	3.00	4.00	1.33
2.5820<X _i <2.6230	3	3.00	-	-
2.6230<X _i <2.6640	4	3.00	1.00	0.33
2.6640<X _i <2.7100	3	3.00	-	-
Jumlah	15	15	6	2

Dengan menggunakan taraf nyata pengujian (α) = 0,05 atau setara 5% dan DK = 2, diperoleh distribusi chi kudrat X_{tabel}^2 sebesar 5,991. Dari hasil perhitungan diatas didapatkan X^2 hitung sebesar $2,0 < X^2 \text{ tabel} = 5,991$, sehingga dapat diambil keputusan bahwa metode yang dipakai untuk pemilihan curah hujan rencana yaitu metode distribusi Log Pearson III sudah memenuhi syarat. Selanjutnya nilai sebesar 458,98 mm periode ulang 5 tahun untuk menghitung Intensitas Curah Hujan

b. Debit Banjir Rencana (Q_r)

Debit banjir rencana merupakan debit maksimum rencana di sungai atau bangunan air lainnya dengan periode ulang tertentu yang dapat dialirkan oleh saluran tersebut tanpa membahayakan lingkungan sekitar dan stabilitas saluran tersebut. Debit rencana tersebut dilakukan dengan menganalisis data curah hujan maksimum pada stasiun curah hujan kemudian melakukan pengamatan dan perhitungan dilokasi saluran drainase tersebut.

1. Analisis Intensitas Curah Hujan (I)

Selanjutnya untuk menghitung saluran drainase, diperlukan perhitungan intensitas curah hujan yang akan digunakan untuk menghitung debit banjir. Untuk drainase jalan raya sudah ada ketentuan pada tabel yaitu menggunakan periode ulang 5 tahun. Perhitungan Intensitas curah hujan ini menggunakan rumus Van Breen sebagai berikut.

$$I = 90\% \times X_{tr} / 4 = 90\% \times 458,98 / 4 = 103,27 \text{ mm/jam}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan angka 103,27 mm / Jam untuk periode ulang 5 tahun yang akan digunakan untuk mengevaluasi sistem jaringan drainase jalan raya dengan rumus Van Breen.

2. Waktu Konsentrasi (T_c) dan Kemiringan Saluran (S)

Waktu konsentrasi (t_c) adalah waktu yang dibutuhkan saat air hujan pada titik awal hulu saluran sampai dengan pada titik hilir saluran. Terlebih dahulu menghitung kemiringan dari hulu ke hilir dari saluran terjauh (t₁) yaitu:

Menghitung kemiringan.

$$S = (13 - 12) \times 100\% / 893 = 0,0011198 = 0,11\%$$

Menghitung waktu konsentrasi:

$$t_c = t_1 + t_2$$

di mana n = 0,025 untuk saluran pasangan batu mortar

V = kecepatan aliran 1,5 m/det untuk saluran pasangan batu mortar

$$t_{aspal} = (2/3 \times 3,28 \times 6 \times 0,025 / \sqrt{0,0011})^{0,167} = 1,464 \text{ menit}$$

$$t_{trotoar} = (2/3 \times 3,28 \times 1,5 \times 0,025 / \sqrt{0,0011})^{0,167} = 1,161 \text{ menit}$$

$$t_{perumahan} = (2/3 \times 3,28 \times 10 \times 0,025 / \sqrt{0,0011})^{0,167} = 1,594 \text{ menit}$$

$$t_1 = 1,464 + 1,161 + 1,594 = 4,220 \text{ menit}$$

Waktu untuk mencapai inlet saluran (t₂) sepanjang L dari ujung saluran sebagai berikut :

$$t_2 = L / (60 \times V) = 893 / (60 \times 1,5) = 9,922 \text{ menit}$$

Waktu konsentrasi(t_c) total dari waktu pencapaian awal saluran dan waktu pencapaian inlet yang didapatkan sebagai berikut:

$$t_c = t_1 + t_2 = 4,220 + 9,922 = 14,14 \text{ menit}$$

3. Luas (A) dan Koefisien Pengaliran (C)

Dalam penelitian sistem jaringan drainase jalan raya ini, koefisien pengaliran (C) mengacu pada SNI 03-3424-1994 tentang Tata Cara Perencanaan Drainase permukaan Jalan Raya. Maka didapatkan nilai koefisien pengaliran (C) untuk menghubungkan kondisi permukaan tanah tertentu, sebagai berikut:

1. Koefisien C1 (Jalan Beton dan Aspal) = 0,95
2. Koefisien C2 (Jalur Hijau / Tanah) = 0,70
3. Koefisien C3 (Trotoar) = 0,85
4. Koefisien C4 (Perumahan) = 0,60

Sementara, untuk perencanaan luas daerah aliran untuk jalan raya dihitung dengan perhitungan sebagai berikut yaitu:

1. Luas A1 (Jalan Aspal) $= 6 \text{ m} \times 893 \text{ m} = 5.358 \text{ m}^2$
2. Luas A2 (Jalur Hijau / Tanah) $= 1,0 \text{ m} \times 893 \text{ m} = 893 \text{ m}^2$
3. Luas A3 (Trotoar) $= 1,5 \text{ m} \times 893 \text{ m} = 1.339,5 \text{ m}^2$
4. Luas A4 (Perumahan) $= 10 \text{ m} \times 893 \text{ m} = 8.930 \text{ m}^2$

Total luas Area (A) pada perhitungan diatas sekitar $16.520,50 \text{ m}^2$

Selanjutnya menghitung nilai koefisien gabungan (C_w) yang perhitungannya sebagai berikut:

$$C_w = \frac{(C_1 \times A_1) + (C_2 \times A_2) + (C_3 \times A_3) + (C_4 \times A_4) + \dots + (C_n \times A_n)}{A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + \dots + A_n}$$

$$C_w = \frac{(0,95 \times 5.358) + (0,7 \times 893) + (0,85 \times 1.339,5) + (0,6 \times 8.930)}{5.358 + 893 + 1.339,5 + 8.930}$$

$$C_w = 0,739$$

Koefisien pengaliran gabungan (C) didapat hasil sebesar 0,739

4. Perhitungan Debit Banjir Rencana (Q_r)

Perhitungan debit banjir rencana yang digunakan dalam penelitian ini ialah menggunakan metode debit banjir rasional dengan periode ulang 5 tahun.

$$Q_r = 0,2778 \cdot C \cdot I \cdot A \text{ (satuan } \text{Km}^2\text{)}$$

Sebelumnya sudah didapatkan nilai koefisien pengaliran (C) 0,748. Nilai intensitas curah hujan (I) $103,27 \text{ mm / Jam}$ dengan periode ulang 5 tahun dan luas aliran (A) $16.520,50 \text{ m}^2 = 0,0165205 \text{ Km}^2$.

Maka dapat dihitung debit banjir rencana untuk periode ulang 5 tahun sebagai berikut:

$$Q_r = 0,2778 \times 0,739 \times 103,27 \times 0,0165205 = 0,350 \text{ m}^3/\text{detik}$$

c. Analisis Hidrolika

Analisis hidrolika bertujuan untuk mengetahui kemampuan penampang dalam menampung debit air oleh saluran drainase dengan panjang sebesar 893 m.

1. Perhitungan Kecepatan Aliran (V)

Rumus untuk menghitung kecepatan aliran dalam saluran menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Untuk memperoleh nilai radius Hidrolik (R) dibutuhkan nilai luas penampang dan keliling basah.

Luas penampang (A) menggunakan rumus sebagai berikut:

$$A = (B + mh)h \text{ atau,}$$

$$A = \left[\left(\frac{a+B}{2} \right) \times h \right] = \left[\left(\frac{0,9+0,7}{2} \right) \times 0,6 \right] = 0,48 \text{ m}^2$$

Keliling basah (P) didapatkan dengan rumus sebagai berikut:

$$P = [B + 2h] = [0,7 + 2 \times 0,6] = 1,90 \text{ m}$$

Dapat dihitung nilai rumus hidrolik (R) sebesar:

$$R = A / P = 0,48 / 1,90 = 0,25 \text{ m}$$

Untuk tinggi jagaan saluran (freeboard) sebesar:

$$W = \sqrt{0,5 \cdot h} = \sqrt{0,5 \cdot 0,6} = 0,548 \text{ m}$$

Maka, kecepatan aliran (V) untuk saluran drainase, dapat dihitung sebagai berikut:

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} = \frac{1}{0,025} \cdot 0,25^{2/3} \cdot 0,0011^{1/2} = 0,535 \text{ m/det}$$

Kecepatan aliran (V) dari hasil perhitungan didapatkan 0,535 m/detik. Sementara, kecepatan aliran yang diizinkan bagi pasangan batu adalah 1,5 m/detik. Artinya kecepatan aliran (V) sebesar 0,535 m/det bisa dipakai.

2. Perhitungan Daya Tampung Debit Saluran (Q_s)

Perhitungan daya tampung debit saluran dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Q_s = V \cdot A = 0,535 \times 0,48 = 0,257 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan nilai daya tampung debit saluran (Q_s) sebesar $0,257 \text{ m}^3/\text{detik}$ nilainya kurang dari debit banjir rencana (Q_r) sebesar $0,350 \text{ m}^3/\text{detik}$. Ini membuktikan bahwa saluran drainase eksisting tidak mampu menampung debit banjir rencana. Salah satu permasalahan kurangnya dimensi saluran eksisting dalam menampung limpasan, selain itu juga kondisi pada saluran terdapat banyak sampah, kondisi jalanan yang cekung, arah aliran yang tidak tepat serta kurang lubang buangan dari jalan menuju saluran eksisting. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 16 berikut.

Tabel 16. Hasil Identifikasi dan perhitungan

Identifikasi saluran	Identifikasi dan hasil perhitungan Drainase
Bentuk Saluran	Trapesium
Material Saluran	Batu gunung
Lebar Atas Saluran	0.9 m
Lebar Bawah Saluran	0.7 m
Kedalaman Saluran	0.6 m
Panjang Saluran	893 m
Intensitas Curah Hujan	103.27 mm/jam
Waktu Konsentrasi	14.14 menit
Kemiringan Saluran	0.0011
Kecepatan Aliran	0.535 m/detik
Debit Aliran	$Q_r = 0.350 \text{ m}^3/\text{detik}$
	$Q_s = 0.257 \text{ m}^3/\text{detik}$

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan evaluasi sistem jaringan drainase di lingkungan jalan Poros Mesjid Raya Kecamatan Lasusua maka dapat disimpulkan bahwa dimensi saluran drainase yang ada (eksisting) sangat kecil karena hanya mampu menampung debit air (Q_s) sebesar $0,257 \text{ m}^3/\text{detik}$. Kapasitas daya tampung saluran drainase (eksisting) sebesar ($Q_s = 0,257 \text{ m}^3/\text{detik}$), lebih kecil dari pada kapasitas debit banjir rencana ($Q_r = 0,350 \text{ m}^3/\text{detik}$), sehingga kapasitas saluran tidak mampu menampung aliran air yang mengakibatkan terjadinya genangan air atau banjir. Ini membuktikan bahwa saluran drainase eksisting tidak mampu menampung debit banjir rencana sehingga terjadi genangan air atau banjir di jalan raya

DAFTAR PUSTAKA

- Chow, V.T., 1997. Hidrolika Saluran Terbuka, Terjemahan. Erlangga, Jakarta.
- Haryono, S., 1999. Drainase Perkotaan. PT.Mediatama Saptakarya, Jakarta.
- Manullang, K.P., 2018. Evaluasi Sistem Jaringan Drainase Jalan Raya (Studi Kasus: Lingkungan Jalan Nusantara Raya Perumnas 3 Kota Bekasi) (doctoral). Universitas Negeri Jakarta.
- Riman, -, 2011. Evaluasi Sistem Drainase Perkotaan di Kawasan Kota Metropolitan Surabaya. Widya Teknika 19. <https://doi.org/10.31328/jwt.v19i2.25>
- Suhardjono, S., 2013. Drainase Perkotaan. Universitas Brawijaya, Malang.
- Suripin, S., 2004. Sistem drainase perkotaan yang berkelanjutan. Andi.