

Analisa Desain Saluran *U-Ditch* Pada Jl. Sp. Tuan – Mendalo Darat (Sp. Tiga) Tempino Bts. Provinsi Sumsel

Pino Ardiansyah¹, Azwarman^{2*}, Kiki Rizky Amalia³

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Batanghari Jambi

^{2,3}Dosen Teknik Sipil Universitas Batanghari Jambi

*Correspondence email: warman2789@gmail.com

Abstrak. Artikel ini bertujuan untuk menganalisa desain saluran *u-ditch* pada Jl. Sp. Tuan – Mendalo Darat (Sp. Tiga) Tempino Bts. Provinsi Sumsel atau lebih tepatnya Kecamatan Mestong, Kabupaten Muaro Jambi yang menjadi salah satu lokasi yang bermasalah di Provinsi Jambi, dimana terdapat genangan air pada jalan saat intensitas hujan tinggi. Analisis distribusi frekuensi metode *Gumbel* ini menggunakan nilai ekstrim. Nilai ekstrim dari intensitas hujan yang akan dicari adalah untuk beberapa periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun akan dibuat dalam bentuk perhitungan. Berdasarkan hasil perhitungan debit saluran, maka debit saluran yang ada adalah $Q = 11,726 \text{ m}^3/\text{detik}$ untuk ukuran penampang $1,50 \text{ m} \times 1,75 \text{ m}$.

Kata kunci: Saluran Drainase, *U-Ditch*, Genangan, Debit, Metode *Gumble*

PENDAHULUAN

Saluran drainase adalah salah satu bangunan pelengkap pada ruas jalan dalam memenuhi salah satu persyaratan teknis prasarana jalan. Saluran drainase jalan raya berfungsi untuk mengalirkan air yang dapat mengganggu pengguna jalan, sehingga badan jalan tetap kering. Pada umumnya saluran drainase jalan raya adalah saluran terbuka dengan menggunakan gaya gravitasi untuk mengalirkan air menuju *outlet*. Distribusi aliran dalam saluran drainase menuju outlet ini mengikuti kontur jalan raya, sehingga air permukaan akan lebih mudah mengalir secara gravitasi. Semakin berkembangnya suatu daerah, lahan kosong untuk meresapkan air secara alami akan semakin berkurang karena permukaan tanah yang tertutup aspal. Hal ini akan menambah kelebihan air yang tidak terbuang, kelebihan air ini jika tidak dapat dialirkan akan menyebabkan genangan.

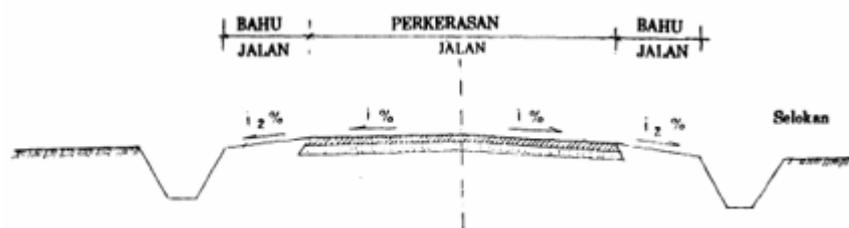
Tinjauan Pustaka

Drainase

Menurut Pd. T-02-2006-B dalam Perencanaan Sistem Drainase Jalan Raya, 2006, menyatakan bahwa drainase jalan raya merupakan sarana yang bersifat alami ataupun buatan yang berfungsi menyalurkan air permukaan maupun bawah tanah dengan bantuan gaya gravitasi, yang terdiri atas saluran samping dan gorong-gorong ke badan air penerima atau tempat peresapan buatan.

Fungsi Drainase Jalan

Menurut modul dasar-dasar perencanaan drainase jalan (PUSBIN-KPK, 2005) terdapat dua fungsi drainase jalan yaitu: memperkecil kemungkinan menurunnya daya dukung *subgrade* karena kadar airnya naik melebihi kadar air optimum sebagai akibat dari merembesnya air hujan ke dalam subgrade melalui pori-pori perkerasan jalan, atau berasal dari air tanah yang naik ke permukaan, dan memperkecil kemungkinan rusaknya perkerasan jalan sebagai akibat terendamnya perkerasan jalan oleh genangan air hujan.



Gambar 1. Tipikal Sistem Drainase Jalan
Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2006

U-Ditch

U-ditch adalah selokan/parit yang terbuat dari beton *precast* siap pakai yang berfungsi untuk konstruksi pengganti selokan atau drainase, produk ini memiliki bentuk seperti huruf U. *U-ditch* tidak terlepas dari penutupnya

atau *cover u-ditch* yang memiliki fungsi untuk menutupi permukaan *u-ditch*, dan saluran drainase tersebut dapat dikontrol kapan saja.



Gambar 2. U-Dict

Sumber: Dokumentasi Peneliti, 2019

Analisis Frekuensi Curah Hujan

Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Sedangkan kala ulang (*return period*) adalah waktu hipotetik dimana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui. Dalam hal ini tidak terkandung pengertian bahwa kejadian tersebut akan berulang secara teratur setiap kala ulang tersebut (Suripin, 2004).

Distribusi Gumbel

Menurut Gumbel (1941) persoalan yang merupakan harga ekstrim untuk menunjukkan bahwa dalam deret harga-harga ekstrim $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ mempunyai fungsi distribusi eksponensial ganda. Apabila jumlah populasi yang terbatas (sampel), maka dapat didekati dengan persamaan berikut ini :

$$X = \bar{X} + (K \cdot S) K = \frac{Y_T - Y_n}{S} Y_T = -Ln \left[-Ln \frac{T-1}{T} \right]$$

Intensitas Curah Hujan (I)

Intensitas curah hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Kurve intensitas hujan rencana, jika yang tersedia adalah hujan harian, dapat ditentukan dengan Rumus *Mononobe* (Kamiana, 2011). Bentuk umum dari rumus tersebut sebagai berikut :

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

Keterangan:

- I = Intensitas hujan (mm/jam)
- R_{24} = Curah hujan maksimum harian selama 24 jam (mm)
- T_c = Waktu konsentrasi (jam)

Untuk hujan yang terjadi selama 5 menit sampai 2 jam, persamaan intensitas durasi hujan dapat menggunakan rumus *Talbot*, *Ishiguro*, dan *Sherman* (Kamiana, 2011).

1. Rumus *Talbot*

$$I = \frac{a}{t + b}$$

$$a = \frac{\sum(t \times I) \times \sum(I^2) - \sum(I^2 \times t) \times \sum(I)}{N \times \sum(I^2) - \sum(I) \times \sum(I)}$$

$$b = \frac{\sum(t \times I) \times \sum(I) - N \times \sum(I^2 \times t)}{N \times \sum(I^2) - \sum(I) \times \sum(I)}$$

2. Rumus *Ishiguro*

$$I = \frac{a}{\sqrt{t} + b}$$

$$a = \frac{\sum(I \times \sqrt{t}) \times \sum(I^2) - \sum(I^2 \times \sqrt{t}) \times \sum(I)}{N \times \sum(I^2) - \sum(I) \times \sum(I)}$$

3. 3. Rumus Sherman

$$b = \frac{\sum(I \times \sqrt{t}) \times \sum(I) - N \times \sum(I^2 \times \sqrt{t})}{N \times \sum(I^2) - \sum(I) \times \sum(I)}$$

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

$$a = 10^{\text{Log } a}$$

$$\text{Log } a = \frac{\sum(\text{Log } I) \times \sum(\text{Log } t)^2 - \sum(\text{Log } t \times \text{Log } I) \times \sum(\text{Log } t)}{N \times \sum(\text{Log } t)^2 - \sum(\text{Log } t) \times \sum(\text{Log } t)}$$

$$n = \frac{\sum(\text{Log } I) \times \sum(\text{Log } t) - N \times \sum(\text{Log } t \times \text{Log } I)}{N \times \sum(\text{Log } t)^2 - \sum(\text{Log } t) \times \sum(\text{Log } t)}$$

Daerah Tangkapan (Catchment Area)

Daerah tangkapan (Catchment Area) adalah suatu daerah tangkapan hujan dimana batas wilayah tangkapannya ditentukan dari titik-titik elevasi tertinggi sehingga akhirnya membentuk poligon tertutup, dimana polanya disesuaikan dengan kondisi topografi dengan mengikuti arah aliran air.

Koefisien Pengaliran (C)

Koefisien Pengaliran (C) merupakan perbandingan antara jumlah air yang mengalir disuatu daerah akibat turun hujan. Berdasarkan hasil survey di lokasi penelitian dapat disimpulkan bahwa perumahan / pemukiman yang terdapat di Jl. Jambi Palembang Tempino Batas Sumatera Selatan termasuk tipe daerah aliran perumahan **Perkampungan**. Nilai koefisien pengaliran (C) untuk Rumus Rasional diambil 0,40 berdasarkan pada tabel yang dianggap seragam.

Waktu Konsentrasi (T_C)

Waktu Konsentrasi adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air dari titik yang paling jauh pada daerah aliran ke titik kontrol yang ditentukan di bagian hilir suatu saluran. Besarnya nilai T_C dapat dihitung dengan Rumus Kirpich (Kamiana, 2011).

$$T_c = \left(\frac{0,87 \times (L^2)}{1000 \times S} \right)^{0,385}$$

Analisis Debit Rencana

Debit rencana adalah debit maksimum dengan periode ulang tertentu (T) yang diperkirakan akan melalui suatu saluran drainase. Periode ulang adalah waktu hipotetik dimana suatu kejadian dengan nilai tertentu debit rencana akan disamai atau dilampaui 1 (satu) kali dalam jangka waktu hipotetik tersebut. Hal ini tidak berarti bahwa kejadian tersebut akan berulang secara teratur seperti periode ulang (Kamiana, 2011).

Metode Rasional:

$$Q = 0,278 \times C \times A \times I$$

Analisis Hidrolika

Kapasitas Saluran

Analisa untuk menghitung kapasitas saluran menggunakan persamaan kontonuitas dan rumus Manning, yaitu :

$$Q_s = A_s \times V$$

METODE PENELITIAN

Metode pengambilan data yang dilakukan adalah dengan cara melakukan survey dan pengamatan lapangan dan mengambil data dari instansi terkait. Menurut cara mendapatkan data yang digunakan terbagi menjadi dua macam, yaitu :

1. Data primer untuk penelitian ini berupa data yang berhubungan dengan bentuk dan gambaran saluran drainase yang terdapat pada Saluran Drainase, antara lain :
 - a. Saluran drainase di sini berbentuk persegi panjang dan panjang lintasan 350 meter, dengan bentuk persegi / u-ditch, memiliki lebar saluran 1,10 meter, panjang 1,00 meter, dan tinggi 1,25 meter.
 - b. Kemiringan dasar saluran yang diperoleh menggunakan aplikasi *GPS Essential* yang dilakukan di beberapa titik tinjauan disepanjang saluran drainase tersebut.
 - c. Foto dokumentasi
2. Data sekunder untuk penelitian ini antara lain :
 - a. Peta topografi adalah peta yang khusus menggambarkan bentuk relief tinggi dan rendahnya permukaan bumi secara luas dengan menggunakan garis-garis. Garis tersebut dinamakan garis kontur yaitu garis yang

menghubungkan daerah dengan ketinggian yang sama. Peta topografi yang diperoleh menggunakan aplikasi ArcGIS dan Google Earth Pro.

- b. Data jumlah penduduk juni 2020 dari Kantor Kepala Desa Suka Damai Kecamatan Mestong Kabupaten Muaro Jambi.
- c. Data curah hujan yang diperoleh dari kantor Balai Wilayah Sungai Sumatera (BWSS) IV Jambi tahun 2010 – 2019.

Tabel 1. Data Curah Hujan

No	Tahun	Curah Hujan Max (mm)
1	2010	131,8
2	2011	77,2
3	2012	79,3
4	2013	91,4
5	2014	76,2
6	2015	85,2
7	2016	70
8	2017	135,2
9	2018	115
10	2019	98,9

Sumber : Data Olahan, 2020

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis curah hujan rencana distribusi *Gumbel* untuk periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun:

Untuk $T = 2$ Tahun

$$Y_t = 0,3065 \text{ (tabel Reduced Variate)}$$

$$Y_n = 0,4952 \text{ (tabel Reduced Mean)}$$

$$S_n = 0,9497 \text{ (tabel Reduced Standart Deviation)}$$

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} = \frac{0,3065 - 0,4952}{0,9497} = -0,199$$

$$X_T = \bar{X} + (K \times S) = 96,020 + (-0,199 \times 23,631) = 91,317 \text{ mm}$$

$$P^{60} = \left[\frac{93+19}{2} \times \frac{X_t}{199} \right] = \left[\frac{93+19}{2} \times \frac{91,317}{199} \right] = 25,697 \text{ mm/menit}$$

$$P_i = (0,21 \ln(T) + 0,52) \times (0,54 t^{0,25} - 0,50) \times \left[\frac{P^{60}}{T} \right]$$

$$= (0,21 \times \ln(2) + 0,52) \times (0,54 \times 5^{0,25} - 0,50) \times \left[\frac{25,697 \times 60}{5} \right]$$

$$= 63,107 \text{ mm/menit}$$

Tabel 2. Analisa Curah Hujan Metode *Gumbel*

Periode Ulang (T) Tahun	Gumbel (mm)
2	91,317
5	121,020
10	139,694
25	161,469
50	180,788
100	198,161

Sumber : Data Olahan, 2020

Berdasarkan Nilai Kritis untuk Uji *Smirnov – Kolmogorov* dengan jumlah data $n = 10$ dan derajat kepercayaan $\alpha = 5\%$, maka didapatkan nilai ΔP_{kritis} adalah 0,41, sehingga didapat hasil sebagai berikut :

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Uji *Smirnov – Kolmogorov*

Rekapitulasi Hasil Uji <i>Smirnov – Kolmogorov</i>	
Metode Distribusi	$\Delta P_{maksimum} \leq \Delta P_{kritis}$
<i>Gumbel</i>	$0,132 \leq 0,41$

Sumber : Hasil Pengamatan, 2019

Dari hasil pengujian data curah hujan harian maksimum, didapatkan nilai $\Delta P_{maksimum}$ lebih kecil dari nilai ΔP_{kritis} , dengan demikian dapat disimpulkan bahwa Distribusi *Gumbel* dapat diterima.

Perhitungan Intensitas Curah Hujan (I)

Untuk hujan yang terjadi dengan durasi 5 menit sampai 2 jam, persamaan intensitas curah hujan menggunakan perhitungan persamaan garis regresi *Intensity Duration Frequency Curve* (Kurva IDF) dengan Metode *Talbot*, *Ishiguro*, dan *Sherman*.

Tabel 4. Rekapitulasi Perhitungan Standar Deviasi Rumus *Talbot*, *Ishiguro*, *Sherman* untuk Berbagai Periode Ulang

Periode Ulang (Tahun)	Metode <i>Talbot</i>	Metode <i>Ishiguro</i>	Metode <i>Sherman</i>
2	2,254	2,265	1,971
5	3,853	3,869	3,365
10	5,202	5,223	4,543
25	7,166	7,195	6,258
50	8,999	9,036	7,860
100	10,934	10,979	9,550

Sumber : Data Olahan, 2020

Dari analisis data diatas dapat dipilih rumus sebagai persamaan regresi intensitas hujan rencana adalah rumus yang menghasilkan standar deviasi terkecil. Mengacu pada tabel 4.25, dapat disimpulkan bahwa rumus yang sesuai untuk menentukan Kurva IDF dengan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun adalah rumus *Sherman*, karena memiliki nilai standar deviasi yang terkecil dibandingkan dengan rumus *talbot* maupun *ishiguro*.

Tabel 5. Rekapitulasi Perhitungan Intensitas Durasi

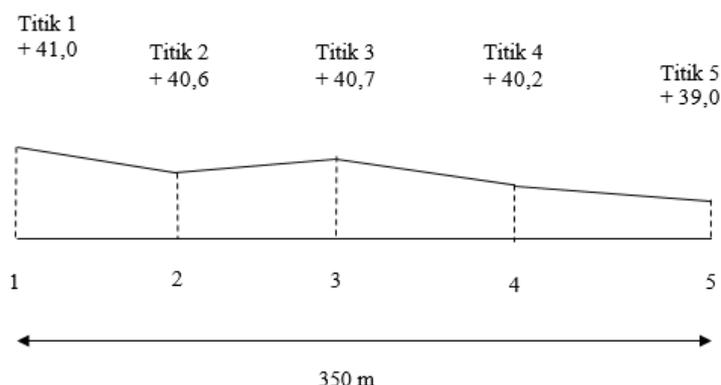
Durasi (menit)	Metode <i>Talbot</i> 10 Tahun (mm)	Metode <i>Ishiguro</i> 10 Tahun (mm)	Metode <i>Sherman</i> 10 Tahun (mm)
5	135,182	157,201	156,313
10	111,158	104,908	106,427
20	82,008	71,344	72,461
30	64,971	57,282	57,869
40	53,795	49,120	49,336
60	40,025	39,644	39,400
80	31,868	34,098	33,590
120	22,640	27,618	26,826

Sumber: Data Olahan, 2020

Kemiringan Dasar Saluran (S_0)

Pengukuran kemiringan dasar saluran dilakukan dengan menggunakan aplikasi *GPS Essentials* di titik awal sampai titik akhir saluran. Kemiringan dasar saluran (S_0) pada saluran drainase tersebut dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$S_0 = \frac{\text{Beda Tinggi}}{\text{Panjang Saluran}} = \frac{41,0 - 39,0}{350} = 0,0057$$



Gambar 3. Sketsa Kemiringan Dasar Saluran

Sumber : Hasil Pengamatan, 2020

Waktu Konsentrasi (T_c)

Besarnya nilai T_c dapat dihitung dengan Rumus Kirpich (Kamiana, 2011) sebagai berikut :

$$T_c = \left(\frac{0,87 \times (L^2)}{1000 \times S} \right)^{0,385} = \left(\frac{0,87 \times (0,157^2)}{1000 \times 0,0057} \right)^{0,385} = 0,1166 \text{ Jam}$$

Keterangan :

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

S = Kemiringan lahan

Analisis Debit Rencana

Besar intensitas hujan rencana dapat ditentukan dengan Rumus Mononobe (Kamiana, 2011) sebagai berikut:

$$I = \left(\frac{R_{24}}{24} \right) \times \left(\frac{24}{T_c} \right)^{2/3} = \left(\frac{39,400}{24} \right) \times \left(\frac{24}{0,1166} \right)^{2/3} = 57,230 \text{ mm/jam}$$

Keterangan :

I = Intensitas hujan (mm/jam)

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

T_c = Waktu konsentrasi (jam)

Adapun rumusan perhitungan debit rencana Metode Rasional dari hasil elevasi perhitungan diatas untuk debit banjir rencana ($Q_{rencana}$) periode ulang 10 tahun adalah sebagai berikut :

$$Q = 0,278 \times A_i \times C \times I = 0,278 \times 1,57 \times 0,40 \times 57,230 = 9,991 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Keterangan :

Q = Debit banjir rencana (m^3/detik)

A_i = Luas area daerah pengaliran (Km^2)

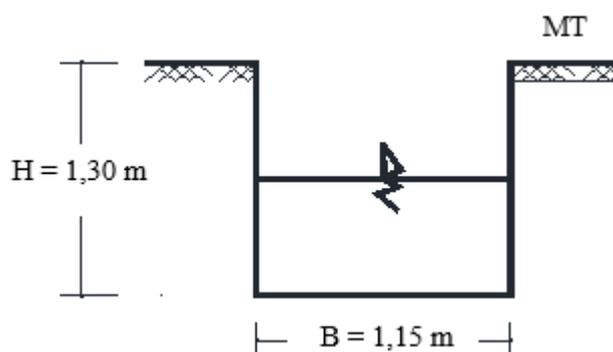
I = Intensitas curah hujan selama waktu konsentrasi (T_c) (mm/jam)

C = Koefisien pengaliran

Nilai debit rencana akan dibandingkan dengan nilai debit kapasitas yang telah dianalisa berdasarkan analisa hidrologi dan hidrolika. Jika nilai debit kapasitas ($Q_{saluran}$) lebih kecil dari nilai debit rencana ($Q_{rencana}$), maka dilakukan analisis dimensi ulang saluran drainase pada Jl. Jambi Palembang Tempino Batas Sumatera Selatan.

Analisis Kapasitas Penampang Saluran Drainase

Saluran Penampang Bentuk U-Ditch Saat Penelitian



Gambar 4. Saluran Penampang Bentuk U-Ditch

Sumber : Hasil Pengamatan, 2020

$$\text{Luas (A)} = b \times h = 1,15 \text{ m} \times 1,30 \text{ m} = 1,495 \text{ m}^2$$

$$\text{Keliling Basah (P)} = b + 2h = 1,15 \text{ m} + (2 \times 1,30 \text{ m}) = 3,750 \text{ m}$$

$$\text{Jari-jari Hidrolik (R)} = \frac{A}{P} = \frac{1,495}{3,750} = 0,399$$

$$\text{Kecepatan Aliran (V)} = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} = \frac{1}{0,011} \times 0,399^{2/3} \times 0,0057^{1/2} = 3,720 \text{ m/detik}$$

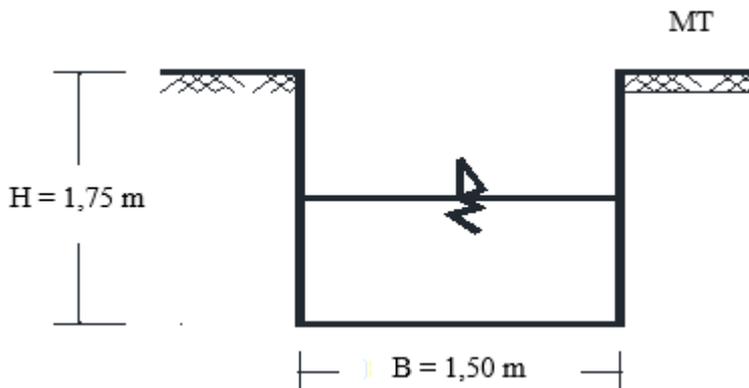
$$\text{Tinggi Jagaan (W)} = \sqrt{\frac{h}{2}} = \sqrt{\frac{1,30}{2}} = 0,806 \text{ m}$$

$$\text{Debit Aliran (Q)} = A \times V = 1,495 \times 3,720 = 5,561 \text{ m}^3/\text{detik} \leq 9,991 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$(Q_{saluran}) \leq (Q_{rencana}) \rightarrow (\text{Tidak Aman})$

Berdasarkan hasil perhitungan debit aliran (Q) di atas menunjukkan bahwa $Q_{\text{saluran}} \leq Q_{\text{rencana}}$ sehingga diperlukan perubahan desain pada saluran drainase tersebut. Saluran drainase yang dianjurkan pada Jl. Jambi Palembang Tempino Batas Sumatera Selatan agar menjadi saluran yang efektif dan efisien adalah sebagai berikut :

Saluran Penampang Bentuk U-Ditch Rencana



Gambar 5. Saluran Penampang Bentuk U-Ditch

Sumber : Hasil Pengamatan, 2020

$$\begin{aligned} \text{Luas (A)} &= b \times h = 1,50 \text{ m} \times 1,75 \text{ m} = 2,625 \text{ m}^2 \\ \text{Keliling Basah (P)} &= b + 2h = 1,50 \text{ m} + (2 \times 1,75 \text{ m}) = 5,00 \text{ m} \\ \text{Jari-jari Hidrolik (R)} &= \frac{A}{P} = \frac{2,625}{5,00} = 0,525 \\ \text{Kecepatan Aliran (V)} &= \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} = \frac{1}{0,011} \times 0,525^{2/3} \times 0,0057^{1/2} = 4,467 \text{ m/detik} \\ \text{Tinggi Jagaan (W)} &= \sqrt{\frac{h}{2}} = \sqrt{\frac{1,50}{2}} = 0,866 \text{ m} \\ \text{Debit Aliran (Q)} &= A \times V = 2,625 \times 4,467 = 11,726 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 6 \text{ m}^3/\text{detik} \geq 9,991 \text{ m}^3/\text{detik} \\ & (Q_{\text{saluran}}) \geq (Q_{\text{rencana}}) \rightarrow (\text{Aman}) \end{aligned}$$

SIMPULAN

1. Dari analisis distribusi frekuensi hujan rencana dengan menggunakan Metode *Gumbel* dalam periode ulang 10 tahun (2010 – 2019) yang paling ekstrim adalah Metode *Gumbel* dengan nilai **139,694 mm/jam**.
2. Dari analisis intensitas durasi hujan dengan menggunakan Metode *Talbot*, *Ishiguro*, dan *Sherman* dalam periode 10 tahun dan durasi 60 menit yang memiliki standar deviasi terkecil adalah Metode *Sherman* dengan nilai **39,400 m³/detik**.
3. Dengan saluran drainase penampang persegi dimensi saluran saat penelitian, B = 1,15 m dan H = 1,30 m didapatkan debit drainase 5,561 m³ /detik ≤ 9,991 m³ /detik.

Maka direncanakan penampang saluran berupa dimensi saluran drainase dengan penampang bentuk *U-Ditch* B = 1,50 m dan H = 1,75 m didapat debit sebesar Q = 11,726 m³ /detik.

DAFTAR PUSTAKA

Departemen Pekerjaan Umum. 2006. Pedoman Konstruksi dan Bangunan Nomor Pd. T-02-2006-B tentang Perencanaan Sistem Drainase Jalan Raya, sl.: Departemen Pekerjaan Umum.

Pusbin – KPK, 2005. Badan Pembinaan Konstruksi dan Sumber Daya Manusia. Pusat Pembinaan Kompetensi dan Pelatihan Konstruksi tentang Dasar-Dasar Perencanaan Drainase Jalan: Departemen Pekerjaan Umum.

Kamiana, I Made. 2011. Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Suripin. 2004. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. Edisi I. Yogyakarta: Andi.

Gumbel, E. J. 1941. The Return Period of Flood Flows. Ann6. Math. Statis, 12(2), 163-190