

PERENCANAAN SISTEM DRAINASE LINGKUNGAN KAWASAN LOLOAN TIMUR, KABUPATEN JEMBRANA

Ketut Hedi Mahayana, I Ketut Nuraga, Putu Budiarnaya, Putu Ariawan
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Pendidikan Nasional
Jalan Bedugul No.39, Sidakarya, Denpasar

ABSTRACT :Bali is one of the provinces in central Indonesia that is famous for the comfort of its area. Of course this must be supported by adequate infrastructure such as drainage. With the increasing number of residents in each area such as in Jembrana Regency and inadequate drainage facilities, causing floods that disrupt the comfort of the area, drainage planning, especially secondary and tertiary channels, is necessary. in urban areas. Therefore the drainage planning there is adjusted to the planning standards that have been set and planned with dimensions using a return period (5 years) for secondary or tertiary channels. The purpose of the Final Project is to find out the plans for the environmental drainage system and analyze the dimensions of the channel drainage that can overcome inundation in the East Loloan area, Jembrana Regency. Data used are rainfall data from 2007-2016, using the RAPS method, Thiessen Polygon, type III log pearson, Smirnov-Kolmogrov, Talbot and Rational methods, the method used until you get a plan debit with an average of 0.3275 m³ / sec. Continuing to calculate the dimensional recommendations with a hydraulics counting using the principle of uniform flow. From the existing conditions in the East Loloan area, Jembrana Regency often experiences inundation because of the inadequate channel dimensions, therefore it is necessary to do a re-planning with dimensions that can accommodate a larger water discharge so that inundation does not occur as before with a count of planned new plans.

Keyword :*Drainage, Planning, Rational, Uniform Flow, Loloan Timur Region, Jembrana Regency.*

PENDAHULUAN

Perkotaan merupakan pusat segala kegiatan manusia, pusat produsen, pusat perdagangan, sekaligus pusat konsumen. Di daerah perkotaan tinggal banyak manusia, banyak terdapat fasilitas umum, transportasi, komunikasi, dan sebagainya. Saluran drainase di daerah perkotaan menerima tidak hanya air hujan, tetapi juga air buangan (limbah) rumah tangga dan limbah pabrik. Hujan yang jatuh di wilayah perkotaan kemungkinan besar terkontaminasi, manakala air itu memasuki dan melintasi atau berada pada lingkungan perkotaan tersebut. Setelah limbah domestik tersebut melewati perkotaan dan mengalir bersama air hujan kemudian membawa polutan.

Bencana banjir merupakan masalah yang harus dihadapi oleh penduduk yang bahkan di lokasi tertentu. Banjir atau genangan juga terjadi karena sistem yang berfungsi untuk

menampung genangan itu tidak mampu menampung debit yang mengalir. Banjir atau genangan di suatu kawasan pemukiman masih banyak terjadi di Kabupaten Jembrana. Salah satu daerah yang sering mengalami banjir adalah Lingkungan Mertasari, Kelurahan Loloan Timur, Kab. Jembrana. Hal ini terjadi karena pada jalan di Lingkungan Mertasari, Kelurahan Loloan Timur tersebut belum memiliki sistem drainase yang memadai.

Drainase merupakan hal yang penting untuk mendukung kenyamanan masyarakat sekitar, dalam hal ini maka perlu dilakukan perencanaan ulang yang dapat menanggulangi genangan atau banjir di daerah pemukiman, perencanaan dilakukan dengan beberapa metode dalam hidrologi sampai mendapat debit rancangan dan dengan aliran seragam pada hidrolika sehingga dapat memberikan dimensi

penampang baru yang bisa lebih efektif dalam mengatasi genangan.

Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

Bagaimana merencanakan sistem drainase lingkungan di kawasan Loloan Timur, Kabupaten Jembrana sehingga lebih mengoptimalkan sistem drainase di daerah tersebut?

TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Saluran Drainase

Drainase berasal dari bahasa Inggris yaitu drainage yang artinya mengalirkan, menguras, membuang atau mengalihkan air. Dalam bidang Teknik Sipil, drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan/lahan, sehingga fungsi kawasan/lahan tidak terganggu (Suripin, 2004).

2.1 Bentuk-bentuk saluran drainase

a. Trapesium

Pada umumnya saluran ini terbuat dari tanah akan tetapi tidak menutup kemungkinan dibuat dari pasangan batu dan beton. Saluran ini memerlukan cukup ruang. Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan serta air buangan domestik dengan debit yang besar.

b. Persegi

Saluran ini terbuat dari pasangan batu dan beton. Bentuk saluran ini tidak memerlukan banyak ruang dan areal. Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan serta air buangan domestik dengan debit yang besar.

c. Segitiga

Umumnya digunakan pada daerah permukiman sebagai saluran tersier. Keuntungannya dapat mengalirkan air

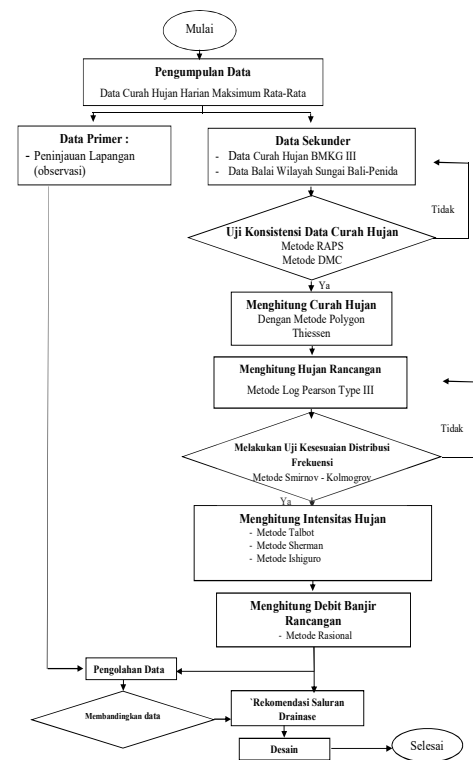
pada debit yang kecil. Kerugiannya sulit dalam pemeliharaan.

d. Setengah Lingkaran

Saluran ini terbuat dari pasangan batu atau dari beton dengan cetakan yang telah tersedia. Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan serta air buangan domestik dengan debit yang besar.

METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian



HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Uji Data Hujan

Data curah hujan harian maksimum yang dipakai dalam studi ini adalah data curah hujan sekunder tahun 2007 - 2016 yang di dapat dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika dan Balai Wilayah Sungai Bali – Penida. Curah hujan harian maksimum berdasarkan pencatat hujan di stasiun hujan Benel, Negara dan Dauh Waru

4.1.1 Metode *Rescaled Adjusted Partial Sums*(RAPS)

Data curah hujan yang diperoleh sebelum digunakan untuk keperluan analisis. Debit limpasan permukaan, terlebih dahulu akan diuji konsistensinya dengan metode *Rescaled Adjusted Partial Sums* (RAPS). Pengujian ini dilakukan dengan komulatif kuadrat penyimpangan terhadap nilai reratanya, kemudian membandingkan nilai hitung Q/\sqrt{n} dan R/\sqrt{n} dengan nilai statistiknya, tingkat kepercayaan tertentu.

No	Tahun	Curah Hujan Maksimum (mm)	Sk*	Dy ²	Sk**	Sk**
1	2007	37.80	-22.08	24.38	-1.121	1.121
2	2008	39.04	-20.84	21.72	-1.058	1.058
3	2009	46.38	-13.50	9.12	-0.686	0.686
4	2010	43.60	-16.28	13.26	-0.827	0.827
5	2011	98.00	38.12	72.65	1.936	1.936
6	2012	42.00	-17.88	15.99	-0.908	0.908
7	2013	44.00	-15.88	12.61	-0.807	0.807
8	2014	40.00	-19.88	19.76	-1.010	1.010
9	2015	98.00	38.12	72.65	1.936	1.936
10	2016	110.00	50.12	125.59	2.545	2.545
Jumlah		598.82		387.72		
Rerata		59.88		38.77		
n = 10						
Dy = 19.691						
Sk**Maks = 2.55						
Sk** Min = -1.12						
[sk**maks]						
Q = = 2.55						
R = Sk**maks - Sk**min = 3.66						

Tabel 4.1 : Hasil pengujian Konsistensi data curah hujan Sta. Benel (Sumber: Hasil Perhitungan)

No	Tahun	Curah Hujan Maksimum (mm)	Sk*	Dy ²	Sk**	Sk**
1	2007	21.48	-50.34	126.72	-1.613	1.613
2	2008	24.69	-47.13	111.08	-1.510	1.510
3	2009	25.29	-46.53	108.27	-1.491	1.491
4	2010	24.77	-47.05	110.70	-1.507	1.507
5	2011	113.00	41.18	84.78	1.319	1.319
6	2012	91.00	19.18	18.39	0.614	0.614
7	2013	74.00	2.18	0.24	0.070	0.070
8	2014	112.50	40.68	82.73	1.303	1.303
9	2015	78.50	6.68	2.23	0.214	0.214
10	2016	153.00	81.18	329.49	2.600	2.600
Jumlah		718.23		974.61		
Rerata		71.82		97.46		
n = 10						
Dy = 31.219						
Sk**Maks = 2.60						
Sk** Min = -1.61						
[sk**maks]						
Q = = 2.60						
R = Sk**maks - Sk**min = 4.213						

Tabel 4.2 : Hasil pengujian Konsistensi data curah hujan Sta. Negara(Sumber: Hasil Perhitungan)

No	Tahun	Curah Hujan Maksimum (mm)	Sk*	Dy ²	Sk**	Sk**
1	2007	27.08	-30.71	47.16	-2.050	2.050
2	2008	27.13	-30.66	47.00	-2.047	2.047
3	2009	75.00	17.21	14.81	1.149	1.149
4	2010	68.00	10.21	5.21	0.681	0.681
5	2011	35.00	-22.79	25.97	-1.521	1.521
6	2012	50.00	-7.79	3.03	-0.520	0.520
7	2013	61.00	3.21	0.51	0.214	0.214
8	2014	75.00	17.21	14.81	1.149	1.149
9	2015	66.70	8.91	3.97	0.595	0.595
10	2016	93.00	35.21	61.98	2.350	2.350
Jumlah		577.91		224.46		
Rerata		57.79		22.45		
n = 10						
Dy = 14.98						
Sk**Maks = 2.35						
Sk** Min = -2.05						
[sk**maks]						
Q = = 2.35						
R = Sk**maks - Sk**min = 4.40						

Tabel 4.3 : Hasil pengujian Konsistensi data curah hujan Sta. Dauh Waru (Sumber: Hasil Perhitungan)

4.1.2 Metode *Double Mess Curve*

Uji Konsistensi Data Hujan Stasiun Benel

Kumulatif Stasiun Benel = 37.80 + 39.04 = 76.84,

Rerata Stasiun Negara dan Stasiun Dauh Waru = "21.48+ 27.08" /"2" = 24.28

Kumulatif Rerata = 24.28 + 25.91 = 50.19

Tahun	CH. Sta. benel (mm)	Kumulatif (Sta. benel)	CH. Stasiun lain (mm)		Rerata	Kumulatif Rerata
			Sta. Negara	Sta. Dauh Waru		
2007	37.80	37.80	21.48	27.08	24.28	24.28
2008	39.04	76.84	24.69	27.13	25.91	50.19
2009	46.38	123.22	25.29	75.00	50.15	100.34
2010	43.60	166.82	24.77	68.00	46.39	146.72
2011	98.00	264.82	113.00	35.00	74.00	220.72
2012	42.00	306.82	91.00	50.00	70.50	291.22
2013	44.00	350.82	74.00	61.00	67.50	358.72
2014	40.00	390.82	112.50	75.00	93.75	452.47
2015	98.00	488.82	78.50	66.70	72.60	525.07
2016	110.00	598.82	153.00	93.00	123.00	648.07

Tabel 4.4 : Hasil UjiKonsistensi Curah Hujan Sta. Benel dengan Metode *Double Mess Curve* (Sumber: Hasil Perhitungan)

No	x	y	x ²	y ²	(xy)
1	24.28	37.80	589.52	1428.84	917.78
2	50.19	76.84	2519.04	3904.30	3856.60
3	106.34	123.22	10067.122	15183.17	12963.28
4	146.72	166.82	21526.76	27828.91	24475.83
5	220.72	264.82	48717.32	70129.63	58451.07
6	291.22	306.82	84808.09	94138.53	89352.12
7	358.72	350.82	128680.04	123074.67	125846.55
8	452.47	390.82	204729.10	152740.27	176834.33
9	525.07	488.82	275698.50	238944.99	256664.72
10	648.07	598.82	419994.72	358585.39	389077.28
Σ	2817.795	2895.6	1197331.20	1067058.78	1136839.15

Tabel 4.5 : Perhitungan Analisis Regresi linier Kumulatif Hujan Tahunan Sta. Benel(Sumber: Hasil Perhitungan)

4.1.3 Analisis Curah Hujan Pada DAS Tukad Ijo Gading

CH. Sta.Negara (mm)	Kumulatif (Sta. Negara)	CH. Stasiun lain (mm)		Rerata	Kumulatif Rerata
		Sta. Benel	Sta. Dauh Waru		
21.48	21.48	37.80	27.08	32.44	32.44
24.09	46.17	39.04	27.13	33.09	65.33
25.29	71.46	46.38	75.00	60.69	126.22
34.77	96.23	43.60	48.00	55.80	182.02
113.00	209.23	98.00	35.00	66.50	248.52
91.00	300.23	42.00	50.00	46.00	294.52
74.00	374.23	44.00	61.00	52.50	347.02
112.50	486.73	40.00	75.00	57.50	404.52
78.50	565.23	98.00	66.70	82.35	486.87
153.00	718.23	110.00	93.00	101.50	588.37

Tabel 4.6 : Hasil Uji Konsistensi Curah Hujan Sta. Negara dengan Metode Double Mess Curve(Sumber: Hasil Perhitungan)

No	Tahun	Stasiun Benel	Stasiun Negara	Stasiun Dauh Waru
1	2007	37.80	21.48	27.08
2	2008	39.04	24.69	27.13
3	2009	46.38	25.29	75.00
4	2010	43.60	24.77	68.00
5	2011	98.00	113.00	35.00
6	2012	42.00	91.00	50.00
7	2013	44.00	74.00	61.00
8	2014	40.00	112.50	75.00
9	2015	98.00	78.50	66.70
10	2016	110.00	153.00	93.00

Tabel 4.10 : Curah Hujan Rerata Daerah Pada DAS Ijo Gading(Sumber: Balai Wilayah Sungai Bali-Penida dan Badan Meteorologi,Klimatologi dan Geofisika III Denpasar)

No	x	y	x ²	y ²	(xy)
1	32.44	21.48	1052.3536	461.39	696.81
2	65.53	46.17	4293.53	2131.67	3025.29
3	126.22	71.46	15930.23	5106.53	9019.32
4	182.02	96.23	33129.46	9260.21	17515.30
5	248.52	209.23	61759.71	43777.19	51977.79
6	294.52	300.23	86739.09	90138.05	88422.24
7	347.02	374.23	120419.41	140048.09	129863.42
8	404.52	486.73	163632.39	236906.09	196889.59
9	486.87	565.23	237037.53	319484.95	275190.70
10	588.37	718.23	346173.37	515854.33	422581.39
Σ	2775.99	2889.22	1070167.05	1363168.52	1195200.87

Tabel 4.7 :Perhitungan Analisis Regresi linier Komulatif Hujan Tahunan Sta.Negara (Sumber: Hasil Perhitungan)



Gambar 4.1 Poligon Thiessen (DAS IjoGading) (Sumber : Map Info 2018 dan Hasil Perhitungan)

Tahun	CH. Sta. Dauh Waru (mm)	Kumulatif Sta. Dauh Waru	CH. Stasiun lain (mm)		Rerata	Kumulatif Rerata
			Sta. Benel	Sta. Negara		
2007	27.08	27.08	37.80	21.48	29.64	29.64
2008	27.13	54.21	39.04	24.69	31.87	61.51
2009	75.00	129.21	46.38	25.29	35.84	97.34
2010	68.00	197.21	43.60	24.77	34.19	131.53
2011	35.00	232.21	98.00	113.00	105.50	237.03
2012	50.00	282.21	42.00	91.00	66.50	303.53
2013	61.00	343.21	44.00	74.00	59.00	362.53
2014	75.00	418.21	40.00	112.50	76.25	438.78
2015	66.70	484.91	98.00	78.50	88.25	527.03
2016	93.00	577.91	110.00	153.00	131.50	658.53

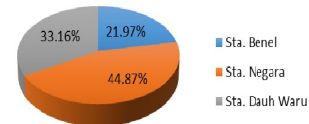
Tabel 4.8 : Hasil Uji Konsistensi Curah Hujan Sta. Dauh Waru dengan Metode Double Mess Curve(Sumber: Hasil Perhitungan)

No	Sta Hujan	Notasi	Luas DAS (km ²)	Persentase (%)
1	Sta. Benel	A1	14.13	21.97
2	Sta. Negara	A2	28.85	44.87
3	Sta. Dauh Waru	A3	21.32	33.16
Total			64.31	100.00

Tabel 4.11: Luas Pengaruh Masing-Masing Stasiun Curah Hujan Pada DAS Ijo Gading (sumber: Hasil Perhitungan)

No	x	y	x ²	y ²	(xy)
1	29.64	27.08	878.53	733.53	802.6512
2	61.51	54.21	3782.87	2938.72	3334.18605
3	97.34	129.21	9475.08	16695.22	12577.3014
4	131.53	197.21	17298.83	38891.7841	25938.0453
5	237.03	232.21	56180.85	53921.48	55036.5752
6	303.53	282.21	92127.43	79642.48	85657.7963
7	347.53	343.21	120768.38	117793.10	124422.205
8	438.78	418.21	192523.50	174899.60	183500.093
9	527.03	484.91	277735.35	235137.71	255550.698
10	658.53	577.91	433655.18	333979.97	380568.183
Σ	2847.41	2746.37	1215181.97	1054653.41	1127399.72

Tabel 4.9 : Perhitungan Analisis Regresi linier Komulatif Hujan Tahunan Sta.Dauh Waru(Sumber: Hasil Perhitungan)



Gambar 4.2 Persentase Luas Pengaruh Masing-Masing Stasiun Curah Hujan di DAS Ijo Gading (Sumber : Hasil Perhitungan)

No	Tahun	Sta.	Sta.	Sta.	P
		Benel	Negara	Dauh Waru	
		14.13	28.85	21.52	64.51
1	2007	37.80	21.48	27.08	26.92
2	2008	39.04	24.69	27.13	28.65
3	2009	46.38	25.29	75.00	46.41
4	2010	43.80	24.77	68.00	43.24
5	2011	98.00	113.00	35.00	83.84
6	2012	42.00	91.00	50.00	66.64
7	2013	44.00	74.00	61.00	63.10
8	2014	40.00	112.50	75.00	84.14
9	2015	98.00	78.50	66.70	78.87
10	2016	110.00	153.00	93.00	123.66

Tabel 4.12: Perhitungan Curah Hujan Harian Maksimum Rata-rata Menggunakan Metode Poligon Thiessen. (Sumber: Hasil Perhitungan)

4.2 Menghitung Curah Hujan Rancangan

Data curah hujan diurut dari curah hujan terkecil ke besar dan hasil perhitungan hujan rata – rata dengan menggunakan Poligon Thiessen.

$$(x_i - \bar{x}) = (26.92 - 64.55) = -37.62$$

$$[(x_i - \bar{x})]^2 = [(-37.62)]^2 = 1415.53$$

$$[(x_i - \bar{x})]^3 = [(-37.62)]^3 = -53257.03$$

$$[(x_i - \bar{x})]^4 = [(-37.62)]^4 = 2003715.11$$

Selanjutnya untuk hasil perhitungan Perhitungan Koefisien Skweness (Cs) dan Koefisien Kortunis (Ck) dapat dilihat ada Tabel

No	Curah Hujan Rerata Terurut	(xi-xr)	(xi-xr) ²	(xi-xr) ³	(xi-xr) ⁴
1	26.92	-37.62	1415.53	-53257.03	2003715.11
2	28.65	-35.89	1288.99	-46245.77	1650953.73
3	43.24	-21.30	453.87	-9609.23	205994.55
4	46.41	-18.14	329.02	-5907.99	108252.38
5	63.10	-1.45	2.10	-3.04	4.41
6	66.64	2.09	4.38	9.15	19.14
7	78.87	14.33	205.22	2939.90	42115.64
8	83.84	19.29	372.24	7181.84	138563.00
9	84.14	19.59	383.72	7516.60	147240.90
10	123.66	59.11	3493.98	206528.44	12307867.52
Jumlah	645.46	798.43	10903.286	16513726.38	
n	10				
Rerata x	64.55				

4.13

Tabel 4.13: Perhitungan Koefisien Skweness (Cs) dan Koefisien Kortunis (Ck) (Sumber: Hasil Perhitungan)

$$M4c = \frac{1}{n} \sum (x_i - \bar{x})^4 = \frac{1}{10} \times 16513726.38 = 1651372.638$$

$$M3c = \frac{1}{n} \sum (x_i - \bar{x})^3 = \frac{1}{10} \times 109032.86 = 10903.286$$

$$M2c = \frac{1}{n} \sum (x_i - \bar{x})^2 = \frac{1}{10} \times 7948.43 = 794.843$$

$$Cs = \frac{\frac{M3c}{(M2c)^{1.5}} \times n^2}{(n-1) \times (n-2)} = \frac{\frac{10903.286}{(794.843)^{1.5}} \times 10^2}{(10-1) \times (10-2)} = 0.676$$

$$Ck = \frac{\frac{M4c}{M2c^2} \times n^3}{(n-1) \times (n-2) \times (n-3)} = \frac{\frac{1651372.638}{794.843^2} \times 10^3}{(10-1) \times (10-2) \times (10-3)} = 5.186$$

Syarat Pengujian Agihan Data Untuk Menggunakan Analisis Frekuensi

Berdasarkan persyaratan pemilihan jenis distribusi / sebaran frekuensi, dengan Cs = 0.676 dan Ck = 5.186 , yang digunakan dengan sebaran yang cocok sesuai dengan syarat distribusi frekuensi yang ada pada Tabel 4.14 yang digunakan adalah metode Log Pearson Type III.

4.2.1 Analisis Curah Hujan Rancangan

No	Tahun	Curah Hujan Rerata (Xi)	Log Xi	(Log Xi - Log Xr)	(Log Xi - Log Xr) ²	(Log Xi - Log Xr) ³
1	2007	26.92	1.43	-0.33499	0.11222	-0.03759
2	2008	28.65	1.46	-0.30795	0.09483	-0.02920
3	2009	43.24	1.64	-0.12920	0.01669	-0.00216
4	2010	46.41	1.67	-0.09852	0.00971	-0.00096
5	2011	63.10	1.80	0.03490	0.00122	0.00004
6	2012	66.64	1.82	0.05862	0.00344	0.00020
7	2013	78.87	1.90	0.13181	0.01738	0.00229
8	2014	83.84	1.92	0.15834	0.02507	0.00397
9	2015	84.14	1.92	0.15987	0.02556	0.00409
10	2016	123.66	2.09	0.32711	0.10700	0.03500
Jumlah		645.46	17.65		0.41311	
n		10				
Rerata x		64.55	1.77		0.04131	
(Sd)			0.21			
(Cs)			-0.34			

Tabel 4.14. Analisis Curah Hujan Rancangan Metode Log Pearson Type III (Sumber : Hasil Perhitungan)

Untuk mengetahui nilai faktor frekuensi sebaran Log Pearson Type III (K_r), maka dilakukan langkah-langkah sebagai berikut; Probabilitas (P) = 100/Tr

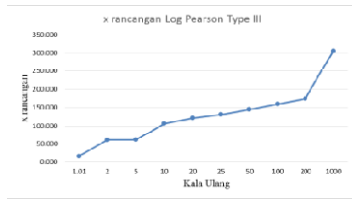
$$\text{Log } x \text{ rancangan} = (\text{Log } x) + K_r \cdot S_d$$

$$\text{Log } x \text{ rancangan} = 1.77 + (- 2.601 \times 0.21) = 1.208$$

$$x \text{ rancangan} = \text{antilog} = [10]^{1.208} = 16.1399$$

Tr	P	K	Log x	X rancangan (mm/hari)
1	1	3	4	5
1.01	99.01	-2.601	1.208	16.1399
2	50	0.064	1.739	60.080
5	20	0.082	1.783	60.640
10	10	1.235	2.030	107.099
20	5	1.498	2.086	121.887
25	4	1.644	2.117	131.004
50	2	1.847	2.161	144.802
200	0.5	2.219	2.240	173.970
1000	0.1	3.363	2.486	305.924

Tabel 4.15. Perhitungan Log Pearson Type III (Sumber: Hasil Perhitungan)



Gambar. 4.3 Curah Hujan rancangan Log Pearson Type III(Sumber: Hasil Perhitungan)

4.3 Perhitungan Uji Kesesuaian Distribusi
Perhitungan Uji Kesesuaian Distribusi Smirnov Kolmogorov untuk Distribusi Log Pearson III.Selanjutnya untuk hasil perhitungan Uji Kesesuaian Distribusi Smirnov Kolmogorof untuk Distribusi Log Pearson III dapat dilihat ada Tabel

No	x	Log x	P	Pr	Pn	ΔP	ΔPmax	
1	26.92	1.43	0.091	-1.504	91.700	0.082	0.009	0.881
2	28.05	1.45	0.182	-1.437	93.648	0.064	0.118	11.830
3	43.24	1.64	0.373	-0.603	104.538	0.045	0.227	22.735
4	46.41	1.67	0.394	-0.460	107.744	0.093	0.329	32.892
5	63.10	1.80	0.455	-0.165	116.659	0.734	0.279	22.907
6	66.04	1.82	0.545	0.274	113.327	0.847	0.301	30.114
7	78.87	1.90	0.636	0.415	110.077	0.919	0.283	28.286
8	83.84	1.92	0.727	0.739	105.657	0.953	0.228	22.616
9	84.14	1.92	0.818	0.746	1.162	0.978	0.100	16.020
10	123.66	2.09	0.909	1.527	1.301	0.987	0.078	7.789
Jumlah	17.46						0.329	32.892
Log e	1.77							
(Sd)	6.21							
(Cs)	-0.34							

Tabel 4.16 Tabel Uji Kesesuaian Distribusi Smirnov Kolmogorov untuk Distribusi Log Pearson Type III(Sumber: Hasil Perhitungan)

Dari perhitungan didapat
 $\Delta P_{max} = 0.329$

Dari tabel didapat Δ kritis dengan jumlah data (N)=10 maka ;

Keterangan diterima jika $\Delta_{cr} > \Delta P_{max}$
Keterangan ditolak jika $\Delta_{cr} < \Delta P_{max}$

Hasil Uji Kesesuaian Distribusi Smirnov Kolmogorov

α	Δ_{cr}	ΔP_{max}	Ket
0.2	0.33	0.329	diterima
0.1	0.37	0.329	diterima
0.05	0.41	0.329	diterima
0.01	0.49	0.329	diterima

Hasil uji kesesuaian distribusi Smirnov Kolmogorov Log Pearson III diterima

4.4 Analisa Intensitas Curah Hujan
Perhitungan Intensitas Curah Hujan dengan Mononobe

Untuk periode ulang 2 tahun

Dengan waktu 5 menit

$$I = 60.080/24 \cdot (24/5)^{(2/3)}$$

$$I = 2.503 \times 2.846$$

$$I = 7.123 \text{ mm/jam}$$

Dengan waktu 10 menit

$$I = 60.080/24 \cdot (24/10)^{(2/3)}$$

$$I = 2.503 \times 1.793$$

$$I = 4.487 \text{ mm/jam}$$

Hasil perhitungan dilanjutkan seperti disajikan pada tabel dibawah :

No	Waktu (menit)	Waktu (Jam)	Periode Ulang (mm/jam)					
			2	5	10	25	50	100
1	5	0.083	7.123	7.190	12.868	15.332	17.168	18.970
2	10	0.167	4.487	4.529	7.909	9.783	10.815	11.925
3	15	0.250	3.425	3.458	6.105	7.467	8.254	9.100
4	20	0.333	2.793	2.833	5.039	6.164	6.813	7.512
5	30	0.500	2.157	2.177	3.846	4.704	5.199	5.733
6	45	0.750	1.646	1.662	2.935	3.590	3.968	4.375
7	60	1.000	1.359	1.372	2.423	2.963	3.275	3.612
8	120	2.000	0.856	0.864	1.526	1.867	2.063	2.275
9	180	3.000	0.653	0.659	1.165	1.425	1.575	1.746
10	240	4.000	0.539	0.544	0.901	1.176	1.300	1.433
11	300	6.000	0.412	0.415	0.734	0.897	0.992	1.094

Tabel 4.15. Analisis Intensitas Hujan (Sumber : Hasil Perhatian)

No	t	I	Lt	P	P _a	Log t	Log I	Log t.Log I	(log t) ²	√t	L _{√t}	P _{√t}
1	5	7.123	35.617	50.742	253.700	0.696	0.853	0.596	0.489	2.24	15.928	113.462
2	10	4.487	44.874	20.137	201.369	1.000	0.652	0.652	1.000	3.16	14.190	63.678
3	15	3.425	51.368	11.727	175.912	1.176	0.533	0.629	1.383	3.87	13.283	49.420
4	20	2.793	114.701	32.891	657.810	1.301	0.759	0.987	1.693	4.47	25.648	147.091
5	30	2.157	64.720	4.854	139.622	1.477	0.334	0.469	2.182	5.48	11.816	25.491
6	45	1.646	74.086	2.710	121.971	1.653	0.217	0.358	2.733	6.71	11.844	18.182
7	60	1.359	81.342	1.847	110.818	1.778	0.133	0.237	3.162	7.75	10.527	14.307
8	120	0.856	102.730	0.733	87.956	2.079	-0.067	-0.140	4.323	10.95	9.378	10.029
9	180	0.653	117.604	0.427	76.837	2.255	-0.185	-0.417	5.086	13.42	8.766	5.727
10	240	0.539	129.439	0.291	69.811	2.380	-0.268	-0.618	5.665	15.49	8.355	4.506
11	300	0.412	148.171	0.189	60.985	2.556	-0.386	-0.986	6.535	18.97	7.809	3.214
Jumlah	28.393	964.857	126.328	1996.799	18.556	2.875	1.771	34.251	92.513	136.726	449.180	

Tabel 4.16. Perhitungan Intensitas Curah Hujan Dengan Kala Ulang 2 Tahun(Sumber: Hasil Perhitungan)

Perhitungan Intensitas Hujan Kala Ulang 2 Tahun Dengan Waktu 5 Menit Menggunakan Rumus Talbot

$$a = ("964.857 \times 126.328") - (1956.799 \times 28.393) / ("11 \times 126.328") - (28.393 \times 28.393) = 113.688$$

$$b = (28.393 \times 964.857) - (11 \times 1956.799) / ("11 \times 126.328") - (28.393 \times 28.393) = 10.063$$

$$I = a/(t+b)$$

$I = 113.688 / 5 + 10.063 = 7.548$
 α Talbot = $7.548 - 7.123 = 0.424$

Perhitungan Intensitas Hujan Kala Ulang 2 Tahun Menggunakan Dengan Waktu 5 Menit Rumus Sherman

$k = (2.575 \times 18.356) - (11 \times 1.771) / (11 \times 18.356) - (18.356 \times 18.356) = 0.698$

$I = a/t^k$
 $I = 1.399 / 5^{0.698} = 0.455$
 α Sherman = $0.455 - 7.123 = -6.668$

Perhitungan Intensitas Hujan Kala Ulang 2 Tahun Menggunakan Dengan Waktu 5 Menit Rumus Ishiguro

$a = (136.726 \times 126.328) - (449.109 \times 28.393) / (11 \times 126.328) - (28.393 \times 28.393) = 7.748$

$b = (28.393 \times 136.726) - (11 \times 449.109) / (11 \times 126.328) - (28.393 \times 28.393) = -1.814$
 $I = a / (\sqrt{t+b})$
 $I = 7.748 / (\sqrt{5}) + (-1.814) = 18.340$
 α Ishiguro = $18.340 - 7.123 = 11.216$

Selanjutnya Perhitungan Perbandingan Kecocokan Rumus-rumus Intensitas Curah Hujan Kala Ulang 2 Tahun dapat dilihat pada tabel

No	t	I Mononobe	I Talbot	α Talbot	I Sherman	α Sherman	I Ishiguro	α Ishiguro
1	5	7.123	7.548	0.424	0.455	-6.668	18.340	11.216
2	10	4.487	5.067	1.179	0.280	-4.768	5.745	1.258
3	15	3.425	4.536	1.112	0.211	-5.213	3.762	0.338
4	20	2.735	3.782	-1.953	0.173	-5.908	2.914	-2.821
5	30	2.157	2.838	0.080	0.130	-2.027	2.115	-0.042
6	45	1.646	2.065	0.418	0.088	-1.745	1.583	-0.063
7	60	1.359	1.623	0.264	0.080	-1.279	1.306	-0.053
8	120	0.856	0.874	0.018	0.050	-0.906	0.848	-0.008
9	180	0.653	0.598	-0.055	0.037	-0.616	0.668	0.014
10	240	0.539	0.455	-0.085	0.031	-0.570	0.566	0.027
11	360	0.412	0.307	-0.104	0.023	-0.389	0.452	0.040
		$\Sigma \alpha$	1.898			-28.088		0.906
		Rata-rata α	0.173			-2.553		0.091

Tabel 4.17. Perbandingan Kecocokan Rumus-rumus Intensitas Curah Hujan Kala Ulang 2 Tahun(Sumber: Hasil Perhitungan)

No	t	I	I _t	P	P _t	Log I	Log I _t	Log t/Log I	(log I) ²	\sqrt{t}	I \sqrt{t}	P \sqrt{t}
1	5	7.100	35.940	51.692	258.459	0.850	0.817	0.599	0.480	2.24	16.077	115.586
2	10	4.529	45.292	20.514	205.139	1.000	0.656	0.656	1.000	3.16	14.323	64.871
3	15	3.456	51.847	11.947	179.206	1.176	0.539	0.833	1.383	3.87	13.387	46.271
4	20	2.833	57.085	8.141	162.819	1.301	0.455	0.592	1.693	4.47	12.780	36.407
5	30	2.177	65.323	4.741	142.236	1.477	0.338	0.409	2.182	5.48	11.926	25.660
6	45	1.662	74.776	2.761	124.254	1.653	0.221	0.365	2.733	6.71	11.147	18.523
7	60	1.372	82.302	1.882	112.802	1.778	0.137	0.244	3.162	7.75	10.625	14.574
8	120	0.864	103.693	0.747	89.603	2.079	-0.063	-0.132	4.323	10.95	9.466	8.180
9	180	0.659	118.699	0.435	78.275	2.255	-0.181	-0.408	5.086	13.42	8.847	5.834
10	240	0.544	130.640	0.296	71.118	2.380	-0.264	-0.629	5.665	15.49	8.433	4.591
11	360	0.415	149.552	0.173	62.127	2.556	-0.382	-0.975	6.535	18.97	7.882	3.274
Jumlah		25.723	915.143	103.328	1486.128	18.356	2.313	1.445	34.251	92.511	124.673	344.080

Tabel 4.18. Perhitungan Intensitas Curah Hujan Dengan Kala Ulang 5 Tahun(Sumber: Hasil Perhitungan)

No	t	I Mononobe	I Talbot	α Talbot	I Sherman	α Sherman	I Ishiguro	α Ishiguro
1	5	12.698	10.300	-2.299	0.537	-12.161	4.865	-7.833
2	10	7.999	8.331	0.332	0.338	-8.337	6.629	-1.371
3	15	6.105	6.969	0.845	0.258	-5.846	9.185	3.080
4	20	5.039	5.961	0.921	0.213	-5.252	13.608	8.569
5	30	3.846	4.640	0.795	0.163	-3.683	20.856	67.011
6	45	2.935	3.483	0.548	0.124	-3.059	17.064	19.999
7	60	2.423	2.788	0.365	0.102	-2.320	8.340	-10.765
8	120	1.526	1.550	0.024	0.065	-1.581	3.232	-4.758
9	180	1.165	1.073	-0.091	0.049	-1.115	2.198	-3.363
10	240	0.961	0.821	-0.140	0.041	-1.002	1.732	-2.693
11	360	0.734	0.558	-0.175	0.031	-0.703	1.277	-2.011
		$\Sigma \alpha$		1.124		-45.070		25.869
		Rata-rata α		0.102		-4.097		2.352

Tabel 4.19. Perbandingan Kecocokan Rumus-rumus Intensitas Curah Hujan Kala Ulang 5 Tahun(Sumber: Hasil Perhitungan)

No	t	I	I _t	P	P _t	Log I	Log I _t	Log t/Log I	(log I) ²	\sqrt{t}	I \sqrt{t}	P \sqrt{t}
1	5	12.698	63.490	161.239	806.196	0.609	1.104	0.771	0.489	2.24	28.394	360.542
2	10	7.999	79.992	63.988	639.878	1.000	0.903	0.903	1.000	3.16	25.286	202.347
3	15	6.105	91.588	37.266	558.985	1.176	0.786	0.924	1.383	3.87	23.643	144.329
4	20	5.039	100.784	25.944	507.871	1.301	0.702	0.914	1.693	4.47	22.536	113.563
5	30	3.846	115.360	14.789	443.667	1.477	0.585	0.864	2.182	5.48	21.063	81.002
6	45	2.935	132.064	8.613	387.578	1.653	0.468	0.773	2.733	6.71	19.687	57.777
7	60	2.423	145.356	5.869	352.138	1.778	0.384	0.683	3.162	7.75	18.765	45.461
8	120	1.526	183.137	2.359	279.492	2.079	0.184	0.382	4.323	10.95	16.718	25.514
9	180	1.165	209.639	1.356	244.159	2.255	0.066	0.149	5.086	13.42	15.626	18.190
10	240	0.961	230.738	0.924	221.833	2.380	-0.017	-0.041	5.665	15.49	14.894	14.319
11	360	0.734	264.129	0.538	193.789	2.556	-0.134	-0.344	6.535	18.97	13.921	10.214
Jumlah		45.430	1616.267	322.305	4635.587	18.356	5.030	5.979	34.251	92.511	73.467	1073.267

Tabel 4.20. Perhitungan Intensitas Curah Hujan Dengan Kala Ulang 10 Tahun(Sumber: Hasil Perhitungan)

No	t	I Mononobe	I Talbot	α Talbot	I Sherman	α Sherman	I Ishiguro	α Ishiguro
1	5	7.100	5.888	-1.302	0.452	-6.737	8.283	1.093
2	10	4.520	4.717	0.188	0.285	-4.814	4.361	-0.168
3	15	3.456	3.935	0.478	0.217	-3.299	3.190	-0.257
4	20	2.853	3.375	0.522	0.180	-3.053	2.612	-0.241
5	30	2.177	2.627	0.450	0.137	-2.040	1.998	-0.380
6	45	1.662	1.975	0.310	0.105	-1.766	1.521	-0.311
7	60	1.372	1.578	0.267	0.086	-1.285	1.305	-0.667
8	120	0.864	0.878	0.034	0.054	-0.918	0.875	0.011
9	180	0.659	0.608	-0.052	0.041	-0.618	0.690	0.030
10	240	0.544	0.465	-0.079	0.034	-0.579	0.597	0.053
11	360	0.415	0.316	-0.099	0.026	-0.389	0.480	0.065
		$\Sigma \alpha$		0.636		-25.420		0.237
		Rata-rata α		0.058		-2.511		0.022

Tabel 4.21. Perbandingan Kecocokan Rumus-rumus Intensitas Curah Hujan Kala Ulang 10 Tahun(Sumber: Hasil Perhitungan)

No	Uraian: Q 10 tahun	Analisis	Hasil	Satuan	Keterangan
1	Jumlah tinggi hujan titik (mm/jam) (Q 10 Tahun)	data hasil analisis	778,539	mm/jam	
2	Taludung perangkap hujan di stasiun hujan: ukuran diameter 4 inchi		0,100	m	
3	Luas rabung hujan: $3/4 \times 3,14 \times (0,1)^2 =$		0,00785	m ²	
4	Intensitas Hujan titik jika diasumsikan t = 1 menit Maka curah hujan titik (mm) = $209,477/15,1439 =$ $f_i = \dots$ (mm/menit)		13,876	mm/menit	hitung Deden
5	Mencari volume hujan 1 jam atau tinggi hujan (dalam cm) atau tinggi hujan (dalam m)		0,012976	mm/menit	
6	Luas tabung hujan x tinggi hujan Volume hujan 1 jam atau Volume hujan (dalam m ³) atau Volume hujan (dalam liter)		0,000102	m ³ /menit	
7	Luas 1 ha jumlah tabung (luas 1 ha dibagi dengan luas 1 tabung)		10.000	m ²	
8	Volume hujan jumlah tabung x volume hujan 1 tabung		10,000/0,00785 = 1.273.885,4	liter	
9	Jadi volume hujan saat 1 ha untuk Q 10 tahun Untuk mudahnya (jika hujan dgn satuan mm/jam)		2162,607	liter/ha	
10	Adanya volume hujan dapat dilepaskan 2,78 x tinggi hujan (mm/jam)		2,778		
11	Untuk data hujan dalam mm/menit		$60 \times 2,78 =$ 166,666	2,162,61	

Tabel 4.30. Analisis Mencari Volume (l/dt/ha) Hujan (Luas) Konversi Dari Hujan Titik (Intensitas) (mm/menit atau mm/jam) Q 10 Tahun (Sumber: Hasil Perhitungan)

disamai atau dilampui 1 kali dalam 5 tahun atau 2 kali dalam 10 tahun atau 20 kali dalam 100 tahun.

Perencanaan debit rencana untuk drainase perkotaan dan jalan raya dihadapi dengan persoalan tidak tersedianya data aliran. Umumnya untuk menentukan debit aliran akibat air hujan diperoleh dari hubungan rasional antara air hujan dengan limpasannya (metode rasional). Untuk debit air limbah rumah tangga diestimasikan 25 liter perorang perhari. Adapun rumusan perhitungan debit rencana Metode Rasional adalah sebagai berikut:

No	Uraian: Q 25 tahun	Analisis	Hasil	Satuan	Keterangan
1	Jumlah tinggi hujan titik (mm/jam) (Q 25 Tahun)	data hasil analisis	1075,192	mm/jam	
2	Taludung perangkap hujan di stasiun hujan: ukuran diameter 4 inchi		0,100	m	
3	Luas rabung hujan: $3/4 \times 3,14 \times (0,1)^2 =$		0,00785	m ²	
4	Intensitas Hujan titik jika diasumsikan t = 1 menit Maka curah hujan titik (mm) = $256,233/15,1439 =$ $f_i = \dots$ (mm/menit)		17,020	mm/menit	hitung Deden
5	Mencari volume hujan 1 jam atau tinggi hujan (dalam cm) atau tinggi hujan (dalam m)		0,017920	mm/menit	
6	Luas tabung hujan x tinggi hujan Volume hujan 1 jam atau Volume hujan (dalam m ³) atau Volume hujan (dalam liter)		0,000141	m ³ /menit	
7	Luas 1 ha jumlah tabung (luas 1 ha dibagi dengan luas 1 tabung)		10.000	m ²	
8	Volume hujan jumlah tabung x volume hujan 1 tabung		10,000/0,00785 = 1.273.885,4	liter	
9	Jadi volume hujan saat 1 ha untuk Q 25 tahun Untuk mudahnya (jika hujan dgn satuan mm/jam)		2696,647	liter/ha	
10	Adanya volume hujan dapat dilepaskan 2,78 x tinggi hujan (mm/jam)		2,778		
11	Untuk data hujan dalam mm/menit		$60 \times 2,78 =$ 166,666	2,696,65	

Tabel 4.31. Analisis Mencari Volume (l/dt/ha) Hujan (Luas) Konversi Dari Hujan Titik (Intensitas) (mm/menit atau mm/jam) Q 25 Tahun (Sumber: Hasil Perhitungan)

4.6.1 Rekap Intensitas Hujan Berbagai Kala Ulang Tahun

Adapun hasil perhitungan intensitas hujan sesuai dengan kala ulang tahun seperti pada perhitungan sebelumnya maka hasil intensitas dapat disajikan seperti pada tabel dibawah ini :

Hujan Periode Ulang	I (mm/jam)
2	1,713
5	1,472
10	1,163
25	0,987
50	0,924

Tabel 4.33. Nilai Intensitas Untuk Kala Ulang T Tahun (Sumber: Hasil Perhitungan)

No	Uraian: Q 50 tahun	Analisis	Hasil	Satuan	Keterangan
1	Jumlah tinggi hujan titik (mm/jam) (Q 50 Tahun)	data hasil analisis	1052,615	mm/jam	
2	Taludung perangkap hujan di stasiun hujan: ukuran diameter 4 inchi		0,100	m	
3	Luas rabung hujan: $3/4 \times 3,14 \times (0,1)^2 =$		0,008	m ²	
4	Intensitas Hujan titik jika diasumsikan t = 1 menit Maka curah hujan titik (mm) = $283,22/15,1439 =$ $f_i = \dots$ (mm/menit)		17,544	mm/menit	hitung Deden
5	Mencari volume hujan 1 jam atau tinggi hujan (dalam cm) atau tinggi hujan (dalam m)		0,018	mm/menit	
6	Luas tabung hujan x tinggi hujan Volume hujan 1 jam atau Volume hujan (dalam m ³) atau Volume hujan (dalam liter)		0,000139	m ³ /menit	
7	Luas 1 ha jumlah tabung (luas 1 ha dibagi dengan luas 1 tabung)		10.000	m ²	
8	Volume hujan jumlah tabung x volume hujan 1 tabung		10,000/0,00785 = 1.273.885,4	liter	
9	Jadi volume hujan saat 1 ha untuk Q 50 tahun Untuk mudahnya (jika hujan dgn satuan mm/jam)		2923,939	liter/ha	
10	Adanya volume hujan dapat dilepaskan 2,78 x tinggi hujan (mm/jam)		2,778		
11	Untuk data hujan dalam mm/menit		$60 \times 2,78 =$ 166,666	2,923,93	

Tabel 4.32. Analisis Mencari Volume (l/dt/ha) Hujan (Luas) Konversi Dari Hujan Titik (Intensitas) (mm/menit atau mm/jam) Q 50 Tahun (Sumber: Hasil Perhitungan)

4.6.2 Penetapan Koefisien Pengaliran Drainase Jalan

Koefisien pengaliran adalah salah satu konsep penting dalam upaya pengendalian banjir. Dalam mencari debit rencana memerlukan nilai koefisien (C) yang berdasarkan pada ketentuan sebagai berikut seperti tabel dibawah ini :

4.6 Debit Rencana Dengan Metode Rasional

Debit maksimum yang akan dialirkan oleh saluran drainase untuk mencegah terjadinya genangan. Untuk drainase perkotaan dan jalan raya, sebagai debit rencana debit banjir maksimum periode 5 tahun, yang mempunyai makna kemungkinan banjir maksimum tersebut

Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran (C) P
1. Jalan beton dan jalan aspal	0.70 - 0.95
2. Jalan kerikil dan jalan tanah	0.40 - 0.70
3. Bahan jalan :	
- Tanah berbutir halus	0.40 - 0.65
- Tanah berbutir Kasar	0.10 - 0.20
- Batuau masif keras	0.70 - 0.85
- Batuau masif lunak	0.60 - 0.75
4. Daerah perkotaan	0.70 - 0.95
5. Daerah Pinggir Kota	0.60 - 0.70
6. Daerah industri	0.60 - 0.90
7. Pemukiman padat	0.40 - 0.60
8. Pemukiman tidak padat	0.20 - 0.40
9. Taman dan kebun	0.45 - 0.60
10. Persawahan	0.70 - 0.80
11. Perbukitan	0.75 - 0.90
12. Pegunungan	

Tabel. 4.34. Tabel Koefisien Pengaliran (C)
(sumber : Suripin, 2004)

Dari tabel diatas, berdasarkan survey lapangan ruas – ruas jalan di daerah Loloan Timur merupakan jalan aspal, dari segi daerah disana adalah daerah perkotaan, termasuk juga daerah persawahan atau banyak lahan hijau dan ada bagian daerahnya berada di kawasan pinggiran kota. Dengan demikian diambil koefisien pengaliran sebesar 0,70.

4.6.3 Menghitung Debit Banjir Dengan Metode Rasional

Limpasan permukaan air hujan yang jatuh pada daerah pengalirannya, yaitu bagian air hujan yang menjadi aliran permukaan, dihitung dengan rumus rasional, Soemarto (1987).

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



Gambar 4.4. Skema Aliran dan Catchment Drainase Kawasan Lingkungan Mertasari Kelurahan Loloan Timur.

No	Nama Jalan	Sisi	A (km2)
1	Jl. Pulau Natuna	ka	1.659
		ki	
2	Jl. Pulau Nias	ka	2.129
		ki	
3	Jl. Pulau Buton	ka	1.728
		ki	
4	Jl. Pulau Lembongan	ka	1.799
		ki	
5	Gg. A Lembongan	ka	0.375
		ki	
6	Jl. Gn. Merapi (1)	ka	1.262
		ki	
7	Jl. Gn. Merapi (2)	ka	0.793
		ki	
8	Gg. B Gn. Merapi	ka	0.273
		ki	
9	Gg. A Gn. Merapi	ka	0.518
		ki	
10	Jl. Gn. Batur	ka	1.311
		ki	

Tabel. 4.35 Catchment Area Per-ruas Jalan Di Daerah Loloan Timur (Sumber: Hasil Perhitungan)

4.6.4 Debit Banjir Rancangan

Dari data - data yang sudah diperoleh seperti pada ketentuan dan hasil perhitungan diatas maka dapat hitungan debit rencana sebagai berikut:

No	Nama Jalan	Sisi	C	I	A	Q	Q
				(mm/jam)	(km2)	(m3/det)	(m3/det)
1	Jl. Pulau Natuna	ka	0.7	1	1.472	1.659	0.473
		ki	0.7	1			0.236
2	Jl. Pulau Nias	ka	0.7	1	1.472	2.129	0.610
		ki	0.7	1			0.305
3	Jl. Pulau Buton	ka	0.7	1	1.472	1.728	0.485
		ki	0.7	1			0.247
4	Jl. Pulau Lembongan	ka	0.7	1	1.472	1.799	0.515
		ki	0.7	1			0.258
5	Gg. A Lembongan	ka	0.7	1	1.472	0.375	0.107
		ki	0.7	1			0.054
6	Jl. Gn. Merapi (1)	ka	0.7	1	1.472	1.262	0.362
		ki	0.7	1			0.181
7	Jl. Gn. Merapi (2)	ka	0.7	1	1.472	0.793	0.227
		ki	0.7	1			0.114
8	Gg. B Gn. Merapi	ka	0.7	1	1.472	0.273	0.076
		ki	0.7	1			0.038
9	Gg. A Gn. Merapi	ka	0.7	1	1.472	0.518	0.148
		ki	0.7	1			0.074
10	Jl. Gn. Batur	ka	0.7	1	1.472	1.311	0.376
		ki	0.7	1			0.188
11	Gg. A Gn. Batur	ka	0.7	1	1.472	0.556	0.156
		ki	0.7	1			0.078
12	Gg. B Gn. C Gn. Batur	ka	0.7	1	1.472	1.006	0.278
		ki	0.7	1			0.139
13	Gg. D Gn. Batur	ka	0.7	1	1.472	0.922	0.264
		ki	0.7	1			0.132
14	Gg. A	ka	0.7	1	1.472	0.312	0.080
		ki	0.7	1			0.040
15	Jl. A (menyusur SD 2 Loloan)	ka	0.7	1	1.472	0.841	0.230
		ki	0.7	1			0.115
16	Jl. Pura Wotalean	ka	0.7	1	1.472	4.487	1.285
		ki	0.7	1			0.643
17	Gg. 1A Pura Wotalean	ka	0.7	1	1.472	1.221	0.330
		ki	0.7	1			0.175
18	Gg. 1B Pura Wotalean	ka	0.7	1	1.472	0.852	0.237
		ki	0.7	1			0.095
19	Gg. 1C Pura Wotalean	ka	0.7	1	1.472	0.755	0.216
		ki	0.7	1			0.108
20	Gg. 1D Pura Wotalean	ka	0.7	1	1.472	0.454	0.120
		ki	0.7	1			0.060
21	Jl. AS	ka	0.7	1	1.472	0.454	0.120
		ki	0.7	1			0.060

Tabel 4.36 Debit Banjir Periode Ulang 5 Tahun Saluran Drainase (Sumber: Hasil Perhitungan)

4.7 Analisis Hidrolika

Saluran drainase biasanya menggunakan saluran berbentuk persegi atau trapesium dan menggunakan perumusan hidrolika saluran terbuka. Untuk saluran dengan bentuk persegi perhitungan menggunakan rumus sebagai berikut:

1. Saluran Bentuk Segi Empat

Untuk saluran berbentuk persegi digunakan rumus sebagai berikut :

$$Q = V.A$$

Dipakai penampang persegi panjang:

Luas penampang basah:

$$A = B.H$$

Keliling basah:

$$P = B + 2H$$

Kecepatan aliran:

$$V = K.R^{2/3}.S^{1/2}$$

Debit aliran:

$$Q = K.A.R^{2/3}.S^{1/2}$$

$$= K.(B.H) . S^{1/2}$$

$$= K . S^{1/2}$$

Dimana:

Debit saluran drainase (Qa)

Kemiringan saluran drainase (mengikuti kemiringan jalan)

Data kekasaran Strickler (sesuai KP-03)

Perbandingan B/H (B = lebar saluran dan H = kedalaman aliran)



Gambar. 4.5 Sebaran genangan-Kawasan loloan Timur Kabupaten Jembrana(Sumber: Hasil Perhitungan)

Dalam analisis hidrolika menggunakan patokan tabel devos yang disajikan sebagai dibawah ini :

Q (m ³ /s)	Kemiringan Saluran (1/m)	B (m)	H (m)	B/H
0.150	1.00	0.15	0.075	2.00
0.300	1.00	0.30	0.15	2.00
0.450	1.00	0.45	0.225	2.00
0.600	1.00	0.60	0.30	2.00
0.750	1.00	0.75	0.375	2.00
0.900	1.00	0.90	0.45	2.00
1.050	1.00	1.05	0.525	2.00
1.200	1.00	1.20	0.60	2.00
1.350	1.00	1.35	0.675	2.00
1.500	1.00	1.50	0.75	2.00
1.650	1.00	1.65	0.825	2.00
1.800	1.00	1.80	0.90	2.00
1.950	1.00	1.95	0.975	2.00
2.100	1.00	2.10	1.05	2.00
2.250	1.00	2.25	1.125	2.00
2.400	1.00	2.40	1.20	2.00
2.550	1.00	2.55	1.275	2.00
2.700	1.00	2.70	1.35	2.00
2.850	1.00	2.85	1.425	2.00
3.000	1.00	3.00	1.50	2.00

Tabel 4.37 Tabel Devos(Sumber: Suripin, M, 2004)

No	Ruas Saluran	Jenis Saluran	Qr	K	B	H	B/H	Cob2- H	Kemiringan	A	P	R	R ^{2/3}	Q hit	Q hit / Qr	Jagaan	H _{pas}	Dimensi (m)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	Jl. Palau Natusa	Terseki	0.238	70	0.55	0.60	0.9424459	0.00314	0.205	1.285	0.160	0.295	0.259	0.00	0.3	0.64	0.6	0.6
2	Jl. Palau Nias	Terseki	0.395	70	0.90	0.70	0.3232325	0.00400	0.226	1.346	0.168	0.305	0.305	0.00	0.4	0.72	0.7	0.7
3	Jl. Palau Baton	Terseki	0.247	70	0.60	0.60	0.3194655	0.00408	0.192	1.290	0.155	0.288	0.247	0.00	0.3	0.62	0.6	0.6
4	Jl. Palau Lombongan	Terseki	0.269	70	0.65	0.70	0.3120344	0.00312	0.219	1.236	0.165	0.301	0.269	0.00	0.3	0.61	0.6	0.6
5	Gg. A Lombongan	Terseki	0.054	70	0.65	0.70	0.3120344	0.00312	0.084	0.868	0.097	0.211	0.054	0.00	0.3	0.40	0.7	0.4
6	Jl. Gg. Merapi (1)	Terseki	0.191	70	0.68	0.70	0.2103128	0.00463	0.147	1.121	0.131	0.268	0.191	0.00	0.3	0.51	0.7	0.5
7	Jl. Gg. Merapi (2)	Terseki	0.114	70	0.68	0.70	0.1570703	0.00425	0.110	1.014	0.108	0.227	0.114	0.00	0.3	0.46	0.7	0.5
8	Gg. B Gg. Merapi	Terseki	0.029	70	0.44	0.40	0.1753242	0.00149	0.070	0.750	0.093	0.206	0.029	0.00	0.3	0.46	0.4	0.5
9	Gg. A Gg. Merapi	Terseki	0.074	70	0.90	0.40	0.1753036	0.00552	0.069	0.747	0.093	0.205	0.074	0.00	0.3	0.47	0.4	0.5
10	Jl. Gg. Batur	Terseki	0.188	70	0.58	0.60	0.2325569	0.00326	0.178	1.186	0.148	0.280	0.188	0.00	0.3	0.59	0.6	0.6
11	Gg. A Gg. Batur	Terseki	0.084	70	0.53	0.50	0.1642769	0.00565	0.082	0.829	0.089	0.214	0.084	0.00	0.3	0.46	0.5	0.5
12	Gg. B Dan C Gg. Batur	Terseki	0.167	70	0.40	0.50	0.3574369	0.00290	0.179	1.215	0.147	0.279	0.167	0.00	0.3	0.66	0.5	0.7
13	Gg. D Gg. Batur	Terseki	0.152	70	0.37	0.50	0.2287016	0.00421	0.118	0.914	0.122	0.245	0.152	0.00	0.3	0.54	0.5	0.5
14	Gg. A	Terseki	0.045	70	0.57	0.50	0.1194626	0.00338	0.060	0.739	0.081	0.187	0.045	0.00	0.3	0.42	0.5	0.4
15	Jl. A menuju SD 2 Lo Tim	Terseki	0.135	70	0.64	0.70	0.1416235	0.00414	0.089	0.983	0.101	0.217	0.135	0.00	0.3	0.47	0.7	0.4
16	Jl. Pura Mertasari	Terseki	0.643	70	0.80	0.70	0.7789336	0.00189	0.545	2.250	0.241	0.388	0.643	0.00	0.5	1.28	0.7	1.3
17	Gg. 1A Pura Mertasari	Terseki	0.175	70	0.56	0.60	0.6164114	0.00339	0.370	1.833	0.202	0.344	0.175	0.00	0.3	0.92	0.6	0.9
18	Gg. 1B Pura Mertasari	Terseki	0.083	70	0.48	0.50	0.1722881	0.00500	0.085	0.845	0.102	0.216	0.083	0.00	0.3	0.47	0.5	0.5
19	Gg. 1C Pura Mertasari	Terseki	0.168	70	0.64	0.70	0.1072377	0.01165	0.075	0.914	0.082	0.188	0.168	0.00	0.3	0.47	0.7	0.4
20	Gg. 1D Pura Mertasari	Terseki	0.065	70	0.52	0.60	0.1070741	0.00722	0.061	0.803	0.076	0.179	0.065	0.00	0.3	0.40	0.6	0.4
21	Jl. AB	Terseki	0.065	70	0.64	0.60	0.3168785	0.00029	0.190	1.232	0.154	0.287	0.065	0.00	0.3	0.62	0.6	0.6

Tabel 4.38 Perhitungan Dimensi Saluran Drainase (Sumber: Hasil Perhitungan)

No	Nama Jalan/Saluran	Sisi	Panjang Saluran (m)	Bentuk Penampang	Jenis Saluran	Dimensi Dihitung	Rekomendasi	
						B (lebar (m))	H (tinggi (m))	
1	Jl. Palau Natusa	Ka	305	persegi	Drainase	0.6	0.6	Perencanaan Drainase
2	Jl. Palau Nias	Ka	324	persegi	Drainase	0.7	0.7	Perencanaan Drainase
3	Jl. Palau Baton	Ka	309	persegi	Drainase	0.6	0.6	Perencanaan Drainase
4	Jl. Palau Lombongan	Ka	341	persegi	Drainase	0.7	0.4	Perencanaan Drainase
5	Gg. A Lombongan	Ka	85	persegi	Drainase	0.7	0.5	Perencanaan Drainase
6	Jl. Gg. Merapi (1)	Ka	139	persegi	Drainase	0.7	0.5	Perencanaan Drainase
7	Jl. Gg. Merapi (2)	Ka	258	persegi	Drainase	0.7	0.5	Perencanaan Drainase
8	Gg. B Gg. Merapi	Ka	88	persegi	Drainase	0.4	0.5	Perencanaan Drainase
9	Gg. A Gg. Merapi	Ka	147	persegi	Drainase	0.4	0.5	Perencanaan Drainase
10	Jl. Gg. Batur	Ka	282	persegi	Drainase	0.6	0.6	Perencanaan Drainase
11	Gg. A Gg. Batur	Ka	218	persegi	Drainase	0.5	0.5	Perencanaan Drainase
12	Gg. B Dan C Gg. Batur	Ka	397	persegi	Drainase	0.5	0.7	Perencanaan Drainase
13	Gg. D Gg. Batur	Ka	232	persegi	Drainase	0.5	0.5	Perencanaan Drainase
14	Gg. A	Ka	94	persegi	Drainase	0.5	0.4	Perencanaan Drainase
15	Jl. A menuju SD 2 Lo Tim	Ka	291	persegi	Drainase	0.7	0.4	Perencanaan Drainase
16	Jl. Pura Mertasari	Ka	992	persegi	Drainase	0.7	1.3	Perencanaan Drainase
17	Gg. 1A Pura Mertasari	Ka	251	persegi	Drainase	0.6	0.9	Perencanaan Drainase
18	Gg. 1B Pura Mertasari	Ka	133	persegi	Drainase	0.5	0.5	Perencanaan Drainase
19	Gg. 1C Pura Mertasari	Ka	125	persegi	Drainase	0.7	0.4	Perencanaan Drainase
20	Gg. 1D Pura Mertasari	Ka	110	persegi	Drainase	0.6	0.4	Perencanaan Drainase
21	Jl. AB	Ka	72	persegi	Drainase	0.6	0.6	Perencanaan Drainase

Tabel 4.39 Dimensi Saluran dan Rekomendasi Saluran Hitungan(Sumber: Hasil Perhitungan)

Lokasi studi di daerah Loloan Timur yang terjadi masalah genangan, karena faktor-faktor yang sudah dijelaskan pada latar belakang dan lokasi pemasangan u-ditch ataupun box culvert sesuai dengan keperluan yang bisa digambarkan sebagai berikut :



Gambar. 4.6. Layout Peta Keseluruhan Kelurahan Loloan Timur(Sumber: C.V Amertha Nirwana)

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari analisis dan perhitungan diatas dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Debit saluran drainase berkisar antara 0.039 m³/detik (gg. B Gn.Merapi) sampai 0.643 m³/detik (Jl. Pura Mertasari) atau dengan rata – rata debit sebesar 0.3275 m³/detik
- b. Adapun Dimensi dari 2 (Dua) Tipe Saluran yang direncanakan adalah :

1. Rencana saluran baru dengan desain Box Culvert berdimensi sebagai berikut :

No	Nama Jalan/Saluran	Tipe	Dimensi (Desain)	
			B (Balok) (m)	H (Balok) (m)
1	D. Jalan Merapi	Ba	0,30	0,40
		K1	0,30	0,40
2	D. Jalan Misa	Ba	0,30	0,40
		K1	0,30	0,40
3	D. Jalan Wana	Ba	0,40	0,40
		K1	0,40	0,40
4	D. Jalan Lembang	Ba	0,40	0,40
		K1	0,40	0,40
5	Gg. A Lembang	Ba	0,40	0,40
		K1	0,40	0,40
6	D. Gn. Merapi (C)	Ba	0,40	0,40
		K1	0,40	0,40
7	D. Gn. Merapi (C)	Ba	0,40	0,40
		K1	0,40	0,40
8	Gg. B Gn. Merapi	Ba	0,40	0,40
		K1	0,40	0,40
9	Gg. A Gn. Merapi	Ba	0,40	0,40
		K1	0,40	0,40
10	D. Gn. Batu	Ba	0,40	0,40
		K1	0,40	0,40
11	Gg. A Gn. Batu	Ba	0,40	0,40
		K1	0,40	0,40
12	Gg. B Gn. C-Gn. Batu	Ba	0,40	0,40
		K1	0,40	0,40
13	Gg. D Gn. Batu	Ba	0,40	0,40
		K1	0,40	0,40
14	Gg. A	Ba	0,40	0,40
		K1	0,40	0,40
15	D. A (Pura) SD 3 Loloan	Ba	0,40	0,40
		K1	0,40	0,40
16	D. Pura Mertasari	Ba	0,40	1,10
		K1	0,40	1,10
17	Gg. 1A Pura Mertasari	Ba	0,40	0,40
		K1	0,40	0,40
18	Gg. 1B Pura Mertasari	Ba	0,40	0,40
		K1	0,40	0,40
19	Gg. 1C Pura Mertasari	Ba	0,40	0,40
		K1	0,40	0,40
20	Gg. 1D Pura Mertasari	Ba	0,40	0,40
		K1	0,40	0,40
21	D. aB	Ba	0,40	0,40
		K1	0,40	0,40

(sumber: Hasil Perhitungan)

2. Rencana saluran baru dengan desain U – Ditch berdimensi sebagai berikut :

No	Nama Jalan/Saluran	Tipe	Dimensi (Desain)	
			B (Balok) (m)	H (Balok) (m)
1	D. Jalan Merapi	Ba	0,30	0,40
		K1	0,30	0,40
2	D. Jalan Misa	Ba	0,30	0,40
		K1	0,30	0,40
3	D. Jalan Wana	Ba	0,40	0,40
		K1	0,40	0,40
4	D. Jalan Lembang	Ba	0,40	0,40
		K1	0,40	0,40
5	Gg. A Lembang	Ba	0,40	0,40
		K1	0,40	0,40
6	D. Gn. Merapi (C)	Ba	0,40	0,40
		K1	0,40	0,40
7	D. Gn. Merapi (C)	Ba	0,40	0,40
		K1	0,40	0,40
8	Gg. B Gn. Merapi	Ba	0,40	0,40
		K1	0,40	0,40
9	Gg. A Gn. Merapi	Ba	0,40	0,40
		K1	0,40	0,40
10	D. Gn. Batu	Ba	0,40	0,40
		K1	0,40	0,40
11	Gg. A Gn. Batu	Ba	0,40	0,40
		K1	0,40	0,40
12	Gg. B Gn. C-Gn. Batu	Ba	0,40	0,40
		K1	0,40	0,40
13	Gg. D Gn. Batu	Ba	0,40	0,40
		K1	0,40	0,40
14	Gg. A	Ba	0,40	0,40
		K1	0,40	0,40
15	D. A (Pura) SD 3 Loloan	Ba	0,40	0,40
		K1	0,40	0,40
16	D. Pura Mertasari	Ba	0,40	1,10
		K1	0,40	1,10
17	Gg. 1A Pura Mertasari	Ba	0,40	0,40
		K1	0,40	0,40
18	Gg. 1B Pura Mertasari	Ba	0,40	0,40
		K1	0,40	0,40
19	Gg. 1C Pura Mertasari	Ba	0,40	0,40
		K1	0,40	0,40
20	Gg. 1D Pura Mertasari	Ba	0,40	0,40
		K1	0,40	0,40
21	D. aB	Ba	0,40	0,40
		K1	0,40	0,40

(Sumber: Hasil Perhitungan)

5.2 Saran

Saran yang bisa diberikan dari penulisan Tugas Akhir Perencanaan Sistem Drainase Lingkungan Kawasan Loloan Timur Kabupaten Jembrana adalah sebagai berikut:

- a. Perlu adanya pembuatan bak kontrol pada titik-titik ruas drainase guna memudahkan mengontrol sedimentasi dan sampah. Pemberian sanksi kepada siapapun yang melanggar aturan, terutama untuk yang membuang sampah pada saluran drainase.
- b. Untuk mengatasi permasalahan drainase pada kawasan Loloan Timur Kabupaten Jembrana perlu adanya perbaikan dan normalisasi saluran drainase, untuk mengembalikan fungsi drainase yang sesungguhnya. Normalisasi saluran drainase dapat dilakukan dengan membangun drainase baru yang memadai sesuai dengan kebutuhan. Berikut dapat di uraikan rekomendasi dimensi saluran drainase pada kawasan Loloan Timur Kabupaten Jembrana sesuai dengan hitungan debit kala ulang 5 tahun sehingga mendapat dimensi saluran yang baru.

Suripin, 2004, *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*, Andi, Yogyakarta

Sutawan, Ketut. 2014. Perhitungan Debit Rencana Dengan Metode Rasional Pada DAS Tukad Ijo Gading. Tugas Akhir, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mahasaraswati Denpasar.

Sri Harto. 1993. *Pengujian Konsistensi Data Curah Hujan*. PT. Gramedia. Jakarta.

Soewarno. 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*. Penerbit Nova. Bandung.

Takeda, K. 2006. *Hidrologi Untuk Pengairan*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.

Triadmodjo, B. 2008. *Hidrologi Terapan*, BetaOffset, Yogyakarta.

DAFTAR PUSTAKA

Arifin, M., 2009, *Evaluasi Kinerja Sistem Drainase Perkotaan di Wilayah Purwokerto*.

CD. Soemarto. Ir. BIE. Dipl. HE, 1987, 36. *Hidrologi Teknik, Usaha Nasional*, Surabaya.

Chay Asdak. 2002. *Hidrologi dan Sungai*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta

Denpasar Dalam Angka, 2017

Hadisusanto, Dipl.H, Dr. Ir. Drs. Nugroho. 2010. *Aplikasi Hidrologi*. Jogja Media Utama.

Mardiansyah, Y., Tarigan, A.D.M., 2012, *Evaluasi Sistem Drainase Kampus Universitas Sumatera Utara*.

Nirwana, Amertha. 2019. *Gambar Layout Peta Loloan Timur Kabupaten Jembrana*.