

ANALISIS KAPASITAS DRAINASE TIPE U-DITCH (STUDI KASUS JALAN BAGONG KARIMATA SURABAYA)

¹ Syafinatun Naja, ² Mohammad Djaelani

^{1,2}University of Sunan Giri Surabaya,

ABSTRACT

The density of the population on Bagong Karimata Street will result in increased water usage, so that the waste water produced increases. Unfortunately, in some areas in urban areas, we often encounter several problems of channel conditions that are less considered, such as many piles of garbage and deposits that cause channel capacity to decrease so that it is necessary to update the dimensions of the drainage channel.

The process of analyzing the capacity of this drainage channel is carried out by looking at the value of flood discharge and discharge of residents' waste water. Flood discharge is obtained from rainfall data, catchment area, conveyance coefficient and rainfall intensity with the Gumbel method, Normal method, Log Normal method, and Log Pearson III method which are then tested for suitability with the Chi-Quadrat method and the Smirnov Kolomogorov method. Based on the data analysis that has been done, the rainfall discharge in the 2-year return period is 0.0376 m³/s, the 5-year return period is 0.0563 m³/s, the 10-year return period is 0.0695 m³/s and in the 25-year return period is 0.0871 m³/s. While the discharge of residents of the 2-year return period is 0.0031465 m³ / s, the 5-year return period is 0.0031962 m³ / s, the 10-year return period is 0.0032807 m³ / s, and in the 25-year return period is 0.0035480 m³ / s. So it can be seen that the U-Ditch drainage channel 40/60 can accommodate total discharge in the period up to the next 25 years.

Keywords: Kapasitas Drainase, Debit Air Buangan, *U-Ditch*

Pendahuluan

Menurut data Worldometers, Indonesia memiliki penduduk sebanyak 277,7 juta jiwa yang merupakan negara dengan penduduk terbanyak ke-4 di dunia setelah negara China, India, dan Amerika Serikat. Dengan padatnya penduduk ini tentunya menimbulkan pengaruh yang cukup besar terhadap siklus hidrologi dan tata guna lahan di perkotaan khususnya. Tata guna

lahan yang dimaksud seperti pemetaan area pemukiman, perdagangan, industri, fasilitas jalan, dan lain sebagainya. Akibatnya, hal tersebut dapat mengurangi daerah resapan air juga mempengaruhi koefisien pengaliran.

Banjir/genangan merupakan salah satu akibat dari adanya perubahan tata guna lahan tersebut. Padatnya penduduk akan mengakibatkan penggunaan air meningkat, sehingga air buangan yang dihasilkan pun meningkat. Sayangnya beberapa wilayah di perkotaan, seringkali kita temui beberapa masalah kondisi saluran yang kurang diperhatikan. Seperti banyak dijumpai baik tumpukan-tumpukan sampah yang menghambat saluran drainase, maupun endapan yang membuat kapasitas saluran drainase berkurang, sehingga dimensi saluran yang ada perlu diperbarui.

Seperti pada area Jalan Bagong Karimata yang sebenarnya tidak rentan akan banjir. Akan tetapi elevasi saluran drainase di area tersebut bergelombang akibat endapan sehingga menyebabkan aliran pada drainase tersebut lambat dan bahkan merubah arah alir yang sebenarnya. Maka dari itu, hal ini dilakukan untuk mengoptimalkan drainase di area tersebut untuk mengantisipasi agar tidak terjadi banjir/genangan.

Adapun upaya yang dilakukan oleh pemerintah setempat adalah memperbaiki dimensi saluran drainase menjadi berukuran 40/60 menggunakan tipe U-Ditch precast. Tipe ini dipilih dengan pertimbangan efisiensi waktu dan pemasangan yang relatif mudah sehingga tidak begitu mengganggu aktivitas lalu lintas harian yang cenderung padat pada area tersebut.

Berdasarkan uraian diatas, maka peneliti akan menghitung debit curah hujan setempat beserta debit air buangan yang masuk ke drainase tersebut agar kita mengetahui apakah dimensi yang sudah diperbarui tersebut dapat menampung debit yang masuk hingga 25 tahun mendatang.

Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan jenis penelitian kuantitatif. Sedangkan teknik pengambilan sampel yang diambil adalah *Sampling Purposive* yaitu pengambilan sampel berdasarkan pertimbangan peneliti tentang sample mana yang paling bermanfaat dan representative.

Adanya pembaharuan saluran drainase ini karena meningkatnya penduduk serta himbauan pemerintah untuk memperbaiki saluran drainase di wilayah

pemukiman. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada permasalahan yang ada, yaitu berubahnya arah pengaliran yang disebabkan oleh tumpukan sedimen.

Untuk teknik analisis data dimulai dengan penentuan hujan kawasan dengan menggunakan Metode Polygon Thiessen sehingga didapat curah hujan rerata daerah. Selanjutnya adalah menganalisis frekuensi data hujan untuk mendapatkan nilai hujan rencana dengan menggunakan distribusi probabilitas kontinu yang meliputi Metode Gumbel, Metode Normal, Metode Log Normal, dan Metode Log Pearson III. Namun sebelum itu kita harus menghitung rata-rata hujan harian maksimumnya terlebih dahulu.

Setelah itu, data-data tersebut diuji kesesuaiannya menggunakan Metode Chi Kuadrat dan Metode Smirnov Kolmogorov. Dari analisis data-data tersebut didapat hujan rata-rata, hujan maksimum, serta debit hujan rancangan. Berikut merupakan rumus debit hujan rancangan:

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

Nilai A merupakan nilai *Catchment Area* penelitian, sedangkan nilai *a* didapat berdasarkan tabel koefisien pengaliran berikut.

Tabel 1. Tabel Koefisien Pengaliran
Sumber: (Hadihardjaja, 1997)

Kondisi	Koefisien Pengaliran
Perumahan tidak begitu rapat (20 rumah/ha)	0,25 – 0,40
Perumahan kerapatan sedang (20 – 60 rumah/ha)	0,40 – 0,70
Perumahan rapat (60 – 160 rumah/ha)	0,70 – 0,80
Taman dan daerah rekreasi	0,20 – 0,30
Daerah Industri	0,80 – 0,90
Daerah perniagaan	0,90 – 0,95

Sedangkan rumus intensitas hujan adalah sebagai berikut:

$$I = \frac{XT}{24} \frac{24^{2/3}}{t_c}$$

Untuk mengetahui nilai intensitas hujan, maka kita harus mengetahui terlebih dahulu nilai t_c dengan menggunakan rumus berikut:

$$t_c = t_o + t_d$$

$$t_o = l/v$$

$$t_d = p_{sal}/v_{sal}$$

Dimana l merupakan lebar area sedangkan v merupakan kecepatan rata-rata berdasarkan kemiringan area. Kemiringan lokasi penelitian dapat dihitung sebagai berikut:

$$S = H_2 - H_1 / L$$

Besarnya debit air buangan dipengaruhi oleh jumlah penduduk. Berdasarkan SNI 03-6981-2004 bahwasanya kebutuhan air harian per orang adalah 150 ltr/orang/hari. Menurut (Suhardjono, 1984) pada jurnal (Wicaksono, Anwar, & Suroso, 2014) besarnya air buangan yang masuk ke saluran drainase diperkirakan sebesar 90% dari kebutuhan air penduduk. Berikut merupakan kebutuhan air penduduk per orang/hari :

$$\begin{aligned} q &= 90\% \cdot 150 \text{ liter/orang/hari} \\ &= 135 \text{ liter/orang/hari} \\ &= 1,5625 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{det/orang}. \end{aligned}$$

Adapun untuk menganalisis pertumbuhan penduduk, kita dapat menggunakan 3 metode yaitu

- Metode Aritmetik, dengan rumus $P_t = P_0 (1 + rt)$
- Metode Geometrik, dengan rumus $P_t = P_0 (1 + r)^t$
- Metode Eksponensial, dengan rumus $P_t = P_0 e^{rt}$

Hasil perhitungan dari ketiga metode tersebut kemudian dipilih yang paling besar nilainya. Kemudian debit air buangan dihitung dengan rumus berikut:

$$Q = \frac{(Pn \times q)}{A}$$

Dimana :

$$Q = \text{Debit Air Kotor/ha (m}^3/\text{det/ha)}$$

$$Pn = \text{Jumlah penduduk (orang)}$$

$$q = \text{Jumlah kebutuhan air kotor (m}^3/\text{det/orang)}$$

$$A = \text{Luas permukiman (ha)}$$

Setelah debit hujan rancangan dan debit air buangan diketahui, maka yang terakhir adalah menghitung kapasitas saluran menggunakan persamaan *Manning* dengan rumus sebagai berikut:

$$Debit = Q = V \times A = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \times A$$

Hasil dan Pembahasan

1. Hujan Rerata Daerah

Perhitungan hujan kawasan ini menggunakan Metode Polygon Thiessen. Dari ketiga stasiun hujan yang mencakup area penelitian (Sta. Wonokromo, Sta. Gubeng, dan Sta. Keputih), diperoleh rerata daerah seperti yang ditunjukkan di gambar berikut:



Gambar 1. Hujan Rerata Daerah dengan Metode Polygon Thiessen
(Sumber: Google Earth)

Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa Lokasi Penelitian sepenuhnya berada di wilayah stasiun hujan wonokromo, oleh karena itu penulis hanya menggunakan data stasiun hujan wonokromo untuk penelitiannya. Berikut tabel data hujan stasiun wonokromo:

Tabel 2. Tabel Data Hujan Stasiun Wonokromo

	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013
Jan	47	51	100	76	59	78	49	57	64	72
Feb	43	25	71	67	56	94	79	61	58	53
Mar	54	53	59	39	73	42	37	49	78	73
Apr	56	45	74	66	65	30	56	57	42	87
May	31	15	107	9	13	30	108	37	32	65
Jun	45	20	63	0	49	19	16	5	62	52
Jul	25	3	2	16	0	9	33	0	32	68
Aug	1	8,5	38	1	1	0	13	0	0	0
Sep	1	65	2	0	0	12	37	0	0	0
Oct	41	4,5	16	0	0	27	76	0	0	0
Nov	27,5	60	39	9	27	114	52	14	16	35
Dec	35,5	70	84	47	34	78	79	63	83	63
Maks	56	70	107	76	73	114	108	63	83	87
Jumlah	407	420	655	330	377	533	635	343	467	568

2. Hujan Rancangan

a. Metode Normal

1.) Rata-rata Hujan Harian Maksimum

Tabel 3. Metode Normal

No.	Tahun	Hujan Harian Maks.	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	2013	87	3,3	10,89
2	2014	83	-0,7	0,49
3	2015	63	-20,7	428,49
4	2016	108	24,3	590,49
5	2017	114	30,3	918,09
6	2018	73	-10,7	114,49
7	2019	76	-7,7	59,29
8	2020	107	23,3	542,89
9	2021	70	-13,7	187,69
10	2022	56	-27,7	767,29
Jumlah		837		3620,1
Xrt		83,7		
SD		20,06		

2.) Frekuensi Data Hujan

Tabel 4. Periode Ulang Tertentu dengan Metode Normal

No.	Periode Ulang	Xrt	Kt	S	XT
1	2	83,7	0	20,06	83,7
2	5	83,7	0,84	20,06	100,55
3	10	83,7	1,28	20,06	109,37
4	25	83,7	1,75	20,06	118,80

b. Metode Log Normal

1.) Rata-rata Hujan Harian Maksimum

Tabel 5. Metode Log Normal

No.	Tahun	Hujan Harian Maks.	Log X_i	Log $X_i - \text{Log } \bar{X}$	$(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^2$
1	2013	87	1,94	0,03	0,001
2	2014	83	1,92	0,01	0,000
3	2015	63	1,80	-0,11	0,013
4	2016	108	2,03	0,12	0,015
5	2017	114	2,06	0,15	0,021
6	2018	73	1,86	-0,05	0,002
7	2019	76	1,88	-0,03	0,001
8	2020	107	2,03	0,12	0,014
9	2021	70	1,85	-0,07	0,004
10	2022	56	1,75	-0,16	0,027
Jumlah			19,12		0,098
Log Xrt			1,91		
S Log X			0,10		

2.) Frekuensi Data Hujan

Tabel 6. Periode Ulang Tertentu dengan Metode Normal

No.	Periode Ulang	Log Xrt	Kt	S Log X	Log Xt	XT
1	2	1,91	0	0,10	1,91	81,57
2	5	1,91	0,84	0,10	2,00	99,77
3	10	1,91	1,28	0,10	2,04	110,88
4	25	1,91	1,75	0,10	2,09	124,11

c. Metode Gumbel

1.) Rata-rata Hujan Harian Maksimum

Tabel 7. Metode Gumbel

No.	Tahun	Hujan Harian Maks.	Xi - Xrt	(Xi - Xrt)^2
1	2013	87	66,94	4481,53
2	2014	83	62,94	3961,98
3	2015	63	42,94	1844,21
4	2016	108	87,94	7734,19
5	2017	114	93,94	8825,52
6	2018	73	52,94	2803,09
7	2019	76	55,94	3129,76
8	2020	107	86,94	7559,30
9	2021	70	49,94	2494,43
10	2022	56	35,94	1291,99
Jumlah		837		44126,00
Xrt		83,7		
Sx		20,06		

2.) Frekuensi Data Hujan

Tabel 8. Periode Ulang Tertentu dengan Metode Gumbel

No.	Periode Ulang	Xrt	Yt	Yn	Sn	Kt	Sx	XT
1	2	83,7	0,3668	0,4952	0,9496	-0,1352	20,06	80,9882
2	5	83,7	1,5004	0,4952	0,9496	1,0586	20,06	104,9300
3	10	83,7	2,2510	0,4952	0,9496	1,8490	20,06	120,7829
4	25	83,7	3,1993	0,4952	0,9496	2,8476	20,06	140,8112

d. Metode Log Pearson III

1.) Rata-rata Hujan Harian Maksimum

Tabel 9. Metode Log Pearson III

N o.	Tah un	Hujan Harian Maks.	Log Xi	Log Xi - Log Xrt	(Log Xi - Log Xrt)^2	(Log Xi - Log Xrt)^3
1	2013	87	1,94	0,03	0,001	0,00002
2	2014	83	1,92	0,01	0,000	0,00000
3	2015	63	1,80	-0,11	0,013	-0,00141
4	2016	108	2,03	0,12	0,015	0,00181

5	2017	114	2,06	0,15	0,021	0,00307
6	2018	73	1,86	-0,05	0,002	-0,00011
7	2019	76	1,88	-0,03	0,001	-0,00003
8	2020	107	2,03	0,12	0,014	0,00164
9	2021	70	1,85	-0,07	0,004	-0,00029
10	2022	56	1,75	-0,16	0,027	-0,00436
Jumlah			19,12		0,10	0,00035
Log Xrt			1,91			
S Log X			0,10			
Cs			0,042 4			

2.) Frekuensi Data Hujan

Tabel 10. Periode Ulang Tertentu dengan Metode Log Pearson III

No.	Periode Ulang	Log Xrt	Kt	S Log X	Log Xt	XT
1	2	1,91	0	0,10	1,91	81,57
2	5	1,91	0,84	0,10	2,00	99,77
3	10	1,91	1,28	0,10	2,04	110,88
4	25	1,91	1,75	0,10	2,09	124,11

3. Uji Kesesuaian Distribusi Probabilitas Continuu

a. Metode Chi Kuadrat

1.) Jumlah Kelas

Untuk menghitung jumlah kelas, kita gunakan rumus Kelas Distribusi (K) = $1 + 3,3 \log n$. Dimana n adalah jumlah data hujan (tahun).

$$\begin{aligned}\text{Kelas Distribusi (K)} &= 1 + 3,3 \log 10 \\ &= 1 + 3,3 \\ &= 4,3 \approx 5\end{aligned}$$

2.) Derajat Kebebasan (Dk) dan χ^2_{cr}

Derajat kebebasan diperoleh dari rumus $Dk = K - (p + 1)$ dimana p merupakan parameter hidro yang umumnya adalah bernilai 2.

$$\begin{aligned}Dk &= K - (p + 1) \\ &= 5 - (2 + 1) = 2\end{aligned}$$

Sedangkan nilai χ^2_{cr} diperoleh dari tabel nilai parameter Chi-Kuadrat kritis. Dengan nilai (n) = 10, $\alpha = 5\%$, dan $Dk = 2$, maka nilai $\chi^2_{cr} = 5,991$.

3.) Kelas Distribusi

Untuk menghitung kelas distribusi, karena nilai $K = 4,3$ maka interval distribusi dapat dihitung:

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

Maka interval distribusi adalah 20%, 40%, 60% dan 80%.

Presentase 20% dengan nilai $P_x = 0,2$

Presentase 40% dengan nilai $P_x = 0,4$

Presentase 60% dengan nilai $P_x = 0,6$

Presentase 80% dengan nilai $P_x = 0,8$

$T = 1/P_x$, maka diperoleh nilai T sebagai berikut:

Presentase 20% dengan nilai $T = 1/0,2 = 5$

Presentase 40% dengan nilai $T = 1/0,4 = 2,5$

Presentase 60% dengan nilai $T = 1/0,6 = 1,67$

Presentase 80% dengan nilai $T = 1/0,8 = 1,25$

4.) Interval Kelas

a.) Metode Normal

Nilai KT didapat berdasarkan nilai T .

Tabel 11. Uji Distribusi Probabilitas Normal dengan Metode Chi-Kuadrat

T	KT	XT
5	0,84	100,547
2,5	0,25	88,714
1,67	-0,25	78,686
1,25	-0,84	66,853

Dimana interval kelas diperoleh dengan rumus: $XT = X_{rt} + KT \times S$

Nilai x^2

Tabel 12. Nilai x^2 Distribusi Probabilitas Normal

Kelas	Interval	Ef	Of	Of-Ef	(Of-Ef) ² /Ef
1	> 100.547	2	3	1	0,5
2	88.714 - 100.547	2	0	-2	2
3	78.686 - 88.714	2	2	0	0
4	66.853 - 78.686	2	3	1	0,5
5	< 66.853	2	2	0	0
Jumlah		10	10		3

b.) Metode Log Normal

Nilai KT didapat berdasarkan nilai T .

Tabel 13. Uji Distribusi Probabilitas Log Normal dengan Metode Chi-Kuadrat

T	KT	S Log X	Log XT	XT
5	0,84	0,10	1,999	99,773
2,5	0,25	0,10	1,938	86,607
1,67	-0,25	0,10	1,885	76,818

1,25	-0,84	0,10	1,824	66,681
------	-------	------	-------	--------

Dimana interval kelas diperoleh dengan rumus:

$$\text{Log } X_T = \text{Log } X_{rt} + K_T \times S \text{ Log } X$$

Nilai x^2

Tabel 14. Nilai x^2 Distribusi Probabilitas Log Normal

Kelas	Interval	Ef	Of	Of-Ef	(Of- Ef)^2/Ef
1	> 99.773	2	3	1	0,5
2	86.607 - 99.773	2	1	-1	0,5
3	76.818 - 86.607	2	1	-1	0,5
4	66.681 - 76.818	2	3	1	0,5
5	< 66.681	2	2	0	0
Jumlah		10	10		2

c.) Metode Gumbel

Nilai K_T didapat berdasarkan nilai T .

$$Y_n = 0.4952$$

$$S_n = 0.9496$$

$$X_{rt} = 83.7$$

$$S = 20.06$$

Tabel 15. Uji Distribusi Probabilitas Gumbel dengan Metode Chi-Kuadrat

T	YT	KT	XT
5	1,500	1,058	104,920
2,5	0,672	0,186	87,428
1,67	0,087	-0,429	75,088
1,25	-0,476	-1,023	63,190

Dimana:

$$Y_t = -\ln \{-\ln (T-1) / T\}$$

$$K = Y_t - Y_n / S_n$$

$$K_t = (Y_t - Y_n) / S_n$$

$$X_T = X_{rt} + S * K$$

Nilai x^2

Tabel 16. Nilai x^2 Distribusi Probabilitas Gumbel

Kelas	Interval	Ef	Of	Of-Ef	(Of- Ef)^2/Ef
1	> 104.92	2	3	1	0,5
2	87.428 - 104.92	2	0	-2	2
3	75.088 - 87.428	2	3	1	0,5
4	63.19 - 75.088	2	2	0	0
5	< 63.19	2	2	0	0
Jumlah		10	10		3

d.) Metode Log Pearson III

Nilai T untuk berbagai periode ulang diinterpolasikan, sedangkan nilai KTr dihitung berdasarkan Nilai Cs = 0,0424.

Nilai Log Xrt = 1,91

Nilai S Log X = 0,10

Tabel 17. Uji Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III dengan Metode Chi-Kuadrat

T	KT	Log Xrt	S Log X	Log XT	XT
5	0,84	1,91	0,10	1,999	99,773
2,5	0,1233	1,91	0,10	1,924	84,014
1,67	-0,3852	1,91	0,10	1,871	74,367
1,25	-0,85	1,91	0,10	1,823	66,521

Dimana interval kelas diperoleh dengan rumus:

$$\text{Log XT} = \text{Log Xrt} + \text{KTr} \times \text{S Log X}$$

Nilai χ^2

Tabel 18. Nilai χ^2 Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III

Kelas	Interval	Ef	Of	Of-Ef	(Of-Ef) ² /Ef
1	> 99.773	2	3	1	0,5
2	84.014 - 99.773	2	1	-1	0,5
3	74.367 - 84.014	2	2	0	0
4	66.521 - 74.367	2	2	0	0
5	< 66.521	2	2	0	0
Jumlah		10	10		1

e.) Hasil

Nilai χ^2 kritis dengan $\alpha = 5\%$, dan Dk = 2 adalah 5,991 berdasarkan tabel Nilai Parameter Chi-Kuadrat Kritis χ^2_{cr} , maka diperoleh perbandingan nilai $\chi^2 < \chi^2_{cr}$ sebagai berikut:

Tabel 19. Tabel Perbandingan Nilai $\chi^2 < \chi^2_{cr}$

Distribusi Frekuensi	X2	X2cr	Keterangan
Gumbel	3	5,991	Oke
Normal	3	5,991	Oke
Log Normal	2	5,991	Oke
Log Pearson Type III	1	5,991	Oke

Setelah diuji menggunakan Metode Chi-Kuadrat, dapat disimpulkan bahwa perhitungan data curah hujan dapat menggunakan keempat metode tersebut. Namun, skala prioritas yang diambil nantinya adalah yang nilainya paling kecil, dari Metode Chi-Kuadrat ini diperoleh Distribusi Frekuensi yang nilainya paling kecil adalah Metode Log Normal dan Metode Log Pearson Type III.

b. Metode Smirnov Kolmogorov

Sebelum dilakukan pengujian dengan metode ini, kita perlu mengurutkan data curah hujan terlebih dahulu dari yang terbesar ke yang terkecil. Berikut merupakan urutan data curah hujan setelah diurutkan:

Tabel 20. Tabel Urutan Data Curah Hujan

No.	Tahun	Data Curah Hujan	Urutan dari yang terbesar
1	2013	87	114
2	2014	83	108
3	2015	63	107
4	2016	108	87
5	2017	114	83
6	2018	73	76
7	2019	76	73
8	2020	107	70
9	2021	70	63
10	2022	56	56

1.) Metode Normal

Tabel 21. Uji Kesesuaian Metode Smirnov Kolmogorov pada Distribusi Probabilitas Metode Normal

i	Urutan Xi	P(Xi)	f(t)	Luas dibawah Kurva	P'(Xi)	ΔP
1	2	3	4	5	6	7=6-3
1	114	0,091	1,51	0,9345	0,0655	0,0254
2	108	0,182	1,21	0,8869	0,1131	0,0687
3	107	0,273	1,16	0,877	0,123	0,1497
4	87	0,364	0,16	0,5636	0,4364	0,0728
5	83	0,455	-0,03	0,488	0,512	0,0575
6	76	0,545	-0,38	0,352	0,648	0,1025
7	73	0,636	-0,53	0,2981	0,7019	0,0655
8	70	0,727	-0,68	0,2483	0,7517	0,0244
9	63	0,818	-1,03	0,1515	0,8485	0,0303
10	56	0,909	-1,38	0,0838	0,9162	0,0071
Jumlah	837					
Xrt	83,7					
S	20,06					
Max						0,1497

2.) Metode Log Normal

Tabel 22. Uji Kesesuaian Metode Smirnov Kolmogorov pada Distribusi Probabilitas Metode LogNormal

i	Urutan Xi	Log Xi	P(Xi)	f(t)	Luas dibawah Kurva	P'(Xi)	ΔP
1	2	3	4	5	6	7	8=7-4
1	114	2,057	0,091	1,40	0,9192	0,0808	0,0101
2	108	2,033	0,182	1,17	0,879	0,121	0,0608
3	107	2,029	0,273	1,13	0,8708	0,1292	0,1435
4	87	1,940	0,364	0,27	0,6064	0,3936	0,0300
5	83	1,919	0,455	0,07	0,5279	0,4721	0,0176
6	76	1,881	0,545	-0,29	0,3859	0,6141	0,0686
7	73	1,863	0,636	-0,46	0,3228	0,6772	0,0408
8	70	1,845	0,727	-0,64	0,2611	0,7389	0,0116
9	63	1,799	0,818	-1,08	0,1401	0,8599	0,0417
10	56	1,748	0,909	-1,57	0,0582	0,9418	0,0327
Jumlah	837	19,115					
Log Xrt		1,912					
S Log X		0,104					
Max							0,1435

3.) Metode Gumbel

Tabel 23. Uji Kesesuaian Metode Smirnov Kolmogorov pada Distribusi Probabilitas Metode Gumbel

i	Urutan Xi	P(Xi)	f(t)	Yn	Sn	Yt	T	P'(Xi)	ΔP
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10=9-3
1	114	11	1,511	0,4952	0,9496	1,930	7,4	0,1351	10,8649
2	108	5,5	1,212	0,4952	0,9496	1,646	5,7	0,1754	5,3246
3	107	3,667	1,162	0,4952	0,9496	1,598	5,46	0,1832	3,4835
4	87	2,75	0,165	0,4952	0,9496	0,651	2,46	0,4065	2,3435
5	83	2,2	-0,035	0,4952	0,9496	0,462	2,14	0,4673	1,7327
6	76	1,833	-0,384	0,4952	0,9496	0,131	1,712	0,5841	1,2492
7	73	1,571	-0,534	0,4952	0,9496	-0,011	1,592	0,6281	0,9433
8	70	1,375	-0,683	0,4952	0,9496	-0,153	1,453	0,6882	0,6868
9	63	1,222	-1,032	0,4952	0,9496	-0,485	2,175	0,4598	0,7625
10	56	1,1	-1,381	0,4952	0,9496	-0,816	2,798	0,3574	0,7426
Jumlah	837								
Xrt	83,7								
S	20,06								
Max									10,8649

4.) Metode Log Pearson III

Tabel 24. Uji Kesesuaian Metode Smirnov Kolmogorov pada Distribusi Probabilitas Metode Log Pearson III

i	Urutan Xi	Log Xi	P(Xi)	f(t)	P'(Xi)	ΔP
1	2	3	4	5	6	7=6-4
1	114	2,057	0,0909	1,3957	0,1369	0,0460
2	108	2,033	0,1818	1,1703	0,0875	0,0943
3	107	2,029	0,2727	1,1315	0,0831	0,1896
4	87	1,940	0,3636	0,2689	0,0296	0,3340
5	83	1,919	0,4545	0,0727	0,0226	0,4319
6	76	1,881	0,5455	-0,2946	0,0174	0,5281
7	73	1,863	0,6364	-0,4625	0,0159	0,6205
8	70	1,845	0,7273	-0,6375	0,0143	0,7130
9	63	1,799	0,8182	-1,0767	0,0117	0,8064
10	56	1,748	0,9091	-1,5678	0,0106	0,8985
Jumlah	837	19,115				
Log Xrt		1,912				
S Log X		0,104				
Cs		0,0424				
Max		0,8985				

5.) Hasil

Dengan nilai $n = 10$, dan $\alpha = 5\%$, maka nilai ΔP kritis adalah 0,41. Berdasarkan tabel Nilai ΔP Kritis Metode Smirnov Kolmogorov, maka diperoleh perbandingan nilai ΔP hitung < ΔP kritis sebagai berikut:

Tabel 25. Tabel Perbandingan Nilai ΔP hitung < ΔP kritis

Hasil	Normal	Log Normal	Gumbel	Log Pearson Type III
Smirnov Hitung	0,1497	0,1435	10,8649	0,8985
Smirnov Kritis	0,41	0,41	0,41	0,41
Hipotesa	Oke	Oke	Tidak Oke	Tidak Oke

Setelah diuji menggunakan Metode Smirnov Kolmogorov, dapat disimpulkan bahwa perhitungan data curah hujan dapat menggunakan dua metode saja, yaitu Metode Normal dan Log Normal. Jika pada perhitungan uji distribusi probabilitas menggunakan Metode Chi-Kuadrat ini diperoleh distribusi frekuensi yang nilainya paling kecil adalah Metode Log Normal dan Metode Log Pearson Type III, maka kita menggunakan

perhitungan distribusi probabilitas curah hujan maksimum ini dengan **Metode Log Normal** karena baik diuji dengan Metode Chi-Kuadrat ataupun Metode Smirnov Kolmogorov hasilnya tetap memenuhi persyaratan.

4. Debit Hujan Rancangan

Tabel 26. Tabel Debit Curah Hujan

Tc	Xt	I	Q
13,25	81,57	12,6317	0,0376
13,25	99,77	18,9005	0,0563
13,25	110,88	23,3424	0,0695
13,25	124,11	29,2462	0,0871

Berdasarkan tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa debit curah hujan rencana dengan periode ulang 2 tahun adalah sebesar 0,0376 m³/dtk, periode ulang 5 tahun adalah sebesar 0,0563 m³/dtk, periode ulang 10 tahun adalah sebesar 0,0695 m³/dtk dan pada periode ulang 25 tahun adalah sebesar 0,0871 m³/dtk.

5. Debit Air Buangan Warga

Dari data penduduk yang diperoleh penulis, yang didapat hanya data jumlah penduduk secara keseluruhan, sedangkan penulis hanya membutuhkan data di area penelitian saja, yaitu di RW 5. Maka dari itu penulis membuat asumsi bahwa pertumbuhan penduduk di setiap RW Kelurahan Ngagel sama, dengan data jumlah penduduk di tahun 2022 sebagai patokannya. Berikut merupakan tabel jumlah penduduk di setiap RW Kelurahan Ngagel:

Tabel 27. Asumsi Jumlah Penduduk

RW	2018	2019	2020	2021	2022	2023
1	3545	3557	3545	3545	3538	3538
2	2062	2074	2062	2063	2056	2056
3	3293	3305	3293	3294	3287	3287
4	338	350	338	339	332	332
5	2676	2690	2676	2677	2669	2669
Tidak diketahui	1	1	1	1	1	1
	11915	11977	11915	11919	11883	11883

Berdasarkan data pertumbuhan penduduk tersebut, penulis memproyeksikan jumlah penduduk untuk periode ulang 2, 5 dan 10 tahun dengan metode aritmatika, metode geometri dan metode eksponensial. Berikut merupakan data proyeksi penduduk dengan ketiga metode tersebut:

Tabel 28. Proyeksi Jumlah Penduduk

	Aritmetik	Geometrik	Eksponensial
--	-----------	-----------	--------------

Periode Ulang	Rasio	Jumlah Penduduk	Rasio	Jumlah Penduduk	Rasio	Jumlah Penduduk
2	0,0052317	2697	0,0052317	2697	0,0052181	2697
5	0,0052317	2739	0,0052317	2740	0,0052181	2740
10	0,0052317	2809	0,0052317	2812	0,0052181	2812
25	0,0052317	3018	0,0052317	3041	0,0052181	3041

Dengan nilai $q = 0,108 \text{ m}^3/\text{det/orang}$, nilai $A = \text{Luas catchment area} = 13.393 \text{ m}^2 = 0,013393 \text{ km}^2 = 1,3393 \text{ ha}$. Maka dapat dihitung besarnya debit air buangan warga adalah sebagai berikut:

Tabel 29. Tabel Debit Air Buangan Warga

Periode Ulang	Aritmetik	Geometrik	Eksponensial
2	0.0031464	0.0031465	0,0031465
5	0.0031953	0.0031961	0,0031962
10	0.0032767	0.0032806	0,0032807
25	0.0035211	0.0035477	0,0035480

Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa pada metode eksponensial hasilnya lebih besar daripada metode yang lain, maka dari itu untuk debit air buangan warga ini menggunakan **Metode Eksponensial**.

Berdasarkan tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa debit air buangan warga dengan periode ulang 2 tahun adalah sebesar $0,0031465 \text{ m}^3/\text{dtk}$, periode ulang 5 tahun adalah sebesar $0,0031962 \text{ m}^3/\text{dtk}$, periode ulang 10 tahun adalah sebesar $0,0032807 \text{ m}^3/\text{dtk}$, dan pada periode ulang 25 tahun adalah sebesar $0,0035480 \text{ m}^3/\text{dtk}$.

6. Kapasitas Drainase

Diketahui saluran drainase ini memiliki kemiringan (S) = 0,5 (berdasarkan informasi di lapangan) dan nilai $n = 0,018$ (lihat tabel kekasaran manning lampiran no. 8). Sedangkan R merupakan hasil dari rumus $\frac{A \text{ (luas basah)}}{P \text{ (keliling basah)}}$. Untuk drainase type *U-Ditch* 40/60 ini dapat dihitung:

Diketahui:

$$H = 60 \text{ cm} = 0,6 \text{ m}$$

$$B = 40 \text{ cm} = 0,4 \text{ m}$$

Maka,

Dimisalkan $h = 0,248 \text{ m}$, maka W (Tinggi jagaan) dapat dihitung:

$$\begin{aligned} W &= \sqrt{0,5 \times h} \\ &= \sqrt{0,5 \times 0,248} = 0,352 \end{aligned}$$

Kontrol

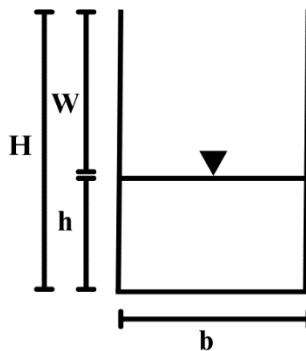
$$H = h + W$$

$$0,6 = 0,6 \quad \text{OK}$$

$$\begin{aligned}
 A &= B \times h \\
 &= 0,4 \times 0,248 = 0,0992 \text{ m} \\
 P &= B + (2 \times h) \\
 &= 0,4 + (2 \times 0,248) = 0,896 \text{ m} \\
 R &= \frac{A \text{ (luas basah)}}{P \text{ (keliling basah)}} \\
 &= \frac{0,0992}{0,896} = 0,1107
 \end{aligned}$$

Jadi, kapasitas drainase dapat dihitung:

$$\begin{aligned}
 Q &= V \times A = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \times A \\
 &= \frac{1}{0,018} \times 0,1107^{2/3} \times 0,5^{1/2} \times 0,013393 \text{ km}^2 \\
 &= 0,12145 \text{ m}^3/\text{dtk}
 \end{aligned}$$



Gambar 2. Dimensi Drainase

Adapun debit total diperoleh dari jumlah $Q_{\text{hujan}} + Q_{\text{air buangan}}$. Berikut merupakan tabel debit total drainase di Jalan Bagong Karimata:

Tabel 30. Debit Total

Periode Ulang	Q_{hujan}	$Q_{\text{air buangan}}$	Q_{Total}
2	0,03762	0,0031465	0,04077
5	0,05630	0,0031962	0,05949
10	0,06953	0,0032807	0,07281
25	0,08711	0,0035480	0,09066

Tabel 31. Perbandingan Debit Total dan Kapasitas Drainase

Periode Ulang	Q_{hujan}	$Q_{\text{air buangan}}$	Q_{Total}	Kapasitas
2	0,0376	0,0031	0,0408	0,12145
5	0,0563	0,0033	0,0596	0,12145
10	0,0695	0,0037	0,0733	0,12145
25	0,0871	0,0093	0,0964	0,12145

Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa $Q_{\text{Total}} < \text{Kapasitas drainase}$ sehingga dapat disimpulkan bahwa perhitungan kapasitas drainase type *U-Ditch* 40/60 dapat menampung debit total yang dihasilkan hingga 25 tahun mendatang.

Kesimpulan

1. Debit curah hujan di Jalan Bagong Karimata periode ulang 2 tahun adalah sebesar $0,0376 \text{ m}^3/\text{dtk}$, periode ulang 5 tahun adalah sebesar $0,0563 \text{ m}^3/\text{dtk}$, periode ulang 10 tahun adalah sebesar $0,0695 \text{ m}^3/\text{dtk}$ dan pada periode ulang 25 tahun adalah sebesar $0,0871 \text{ m}^3/\text{dtk}$.
2. Debit air buangan warga di Jalan Bagong Karimata periode ulang 2 tahun adalah sebesar $0,0031465 \text{ m}^3/\text{dtk}$, periode ulang 5 tahun adalah sebesar $0,0031962 \text{ m}^3/\text{dtk}$, periode ulang 10 tahun adalah sebesar $0,0032807 \text{ m}^3/\text{dtk}$, dan pada periode ulang 25 tahun adalah sebesar $0,0035480 \text{ m}^3/\text{dtk}$.
3. Setelah diketahui debit banjir rancangan dan debit air buangan warga, maka diperoleh debit total periode ulang 2 tahun sebesar $0,04077 \text{ m}^3/\text{dtk}$, periode ulang 5 tahun adalah sebesar $0,05949 \text{ m}^3/\text{dtk}$, periode ulang 10 tahun adalah sebesar $0,07281 \text{ m}^3/\text{dtk}$, dan pada periode ulang 25 tahun adalah sebesar $0,09066 \text{ m}^3/\text{dtk}$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa saluran drainase U-Ditch 40/60 di Jalan Bagong Karimata ini dengan kapasitas $0,12145 \text{ m}^3/\text{dtk}$ dapat menampung debit total selama 25 tahun.

Referensi

- Hadihardjaja, J. (1997). *Drainase Perkotaan*. Jakarta: Universitas Gunadarma.
- Hasmar, H. A. (2011). *Drainasi Terapan*. Yogyakarta: UII Press.
- Indarto. (2016). *HIDROLOGI, Metode Analisis dan Tool untuk Interpretasi Hidrograf Aliran Sungai*. Jakarta: Bumi Aksara, Imprint PT. Bumi Aksara Group.
- Kamiana, I. M. (2011). *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Suhardjono. (1984). *Drainasi*. Malang: FT UB.
- Wardani, N. K., Yulianti, E., & Surbakti, S. (2022). Kajian Kapasitas Sistem Saluran Drainase pada Kelurahan Kelutan Kecamatan Trenggalek. 11.
- Wicaksono, D. H., Anwar, R., & Suroso. (2014). Evaluasi dan Perencanaan Ulang Saluran Drainase pada Kawasan Perumahan Sawojajar Kecamatan Kedungkandang Kota Malang . 11.
- Yanti Defiana, S. M. (2019). Analisis Kapasitas Saluran Drainase di Jalan Siliwangi Kabupaten Ciamis . 15.