

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Hidrologi

Analisa hidrologi digunakan untuk memprediksi debit air rencana pada saluran drainase. Analisa ini mencakup pengujian konsistensi data curah hujan, perhitungan curah hujan maksimum, perhitungan curah hujan rerata daerah, perhitungan curah hujan rancangan, sampai analisa perhitungan debit total rencana. Dapat dilihat pada tabel 4.1 yang menunjukkan data curah hujan dari tahun 2015 sampai tahun 2024.

Tabel 4. 1 Data Curah Hujan Maksimum

No	Tahun	Curah Hujan Maksimum (mm)		
		Gunung Gangsir	Bangil	Bekacak
1.	2015	401	406	361
2.	2016	330	321	548
3.	2017	385	423	495
4.	2018	427	523	307
5.	2019	307	465	509
6.	2020	509	459	556
7.	2021	368	394	393
8.	2022	485	504	471
9.	2023	406	573	399
10	2024	501	527	478

4.1.1 Pengujian konsistensi Data Curah Hujan Dengan Metode Kurva Massa Ganda

Uji konsistensi data diperlukan untuk mengevaluasi ulang data curah hujan yang telah diperoleh dan untuk mengetahui kebenaran data lapangan. Jenis alat yang digunakan, lokasi penempatan alat dan cuaca yang selalu berubah-ubah menjadi faktor yang dapat mempengaruhi data di setiap stasiun curah hujan sehingga perlu dilakukan pengujian kembali. Pada pengujian konsistensi data curah hujan penelitian ini menggunakan metode kurva massa ganda untuk tiga stasiun tangkap hujan terdekat yaitu Stasiun Gunung Gangsir, Stasiun Bangil dan Stasiun Bekacak.

Berikut ini adalah Analisa hasil uji konsistensi data curah hujan dari tiap stasiun curah hujan :

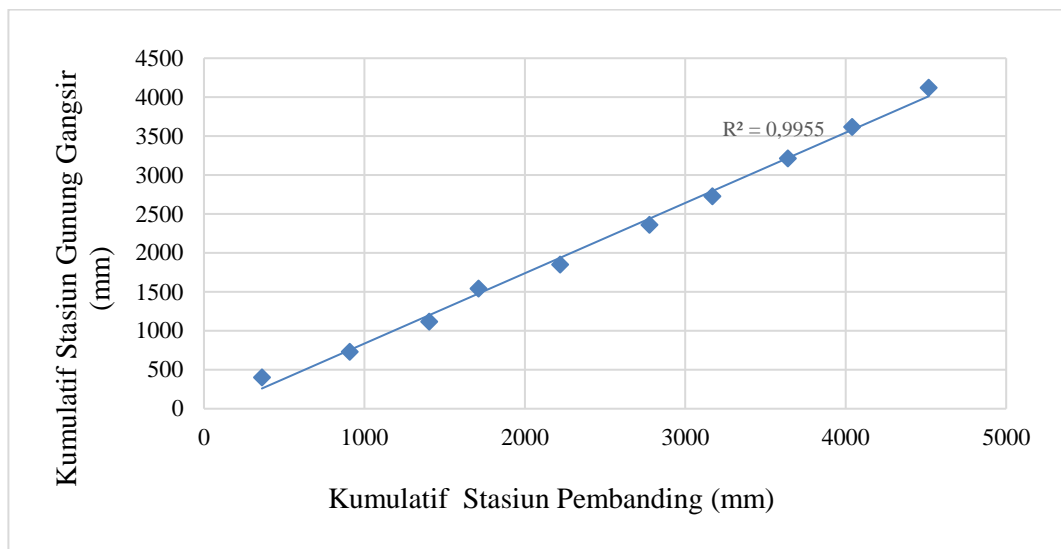
1. Stasiun Hujan Gunung Gangsir

Tabel 4. 2 Nilai Kumulatif Stasiun Gunung Gangsir

No	Tahun	Curah Hujan Maksimum (mm)					
		Gunung Gangsir	Kumulatif Gunung Gangsir	Bangil	Bekacak	Rata-Rata Bangil Bekacak	Kumulatif Bangil Bekacak
1.	2015	401	401	406	361	384	384
2.	2016	330	731	321	548	435	818
3.	2017	385	1116	423	495	459	1277
4.	2018	427	1543	523	307	415	1692
5.	2019	307	1850	465	509	487	2179
6.	2020	509	2359	459	556	508	2687
7.	2021	368	2727	394	393	394	3080
8.	2022	485	3212	504	471	488	3568
9.	2023	406	3618	573	399	486	4054
10.	2024	501	4119	527	478	503	4556

Sumber : Hasil Perhitungan

Untuk nilai kumulatif Stasiun Gunung Gangsir akan di plot sebagai nilai absis Y dan nilai kumulatif rata-rata Stasiun Bangil dan Bekacak akan di plot sebagai nilai absis X pada grafik Analisa massa ganda. Berikut hasil grafik dari data pada tabel 4.1.



Grafik 4. 1 Analisa Uji Konsistensi Data Hujan Stasiun Gunung Gangsir

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa sebaran data pada Stasiun Gunung Gangsir adalah konsisten dengan kecenderungan sebaran data hujan yang membentuk garis lurus dengan $R^2 = 0,996$.

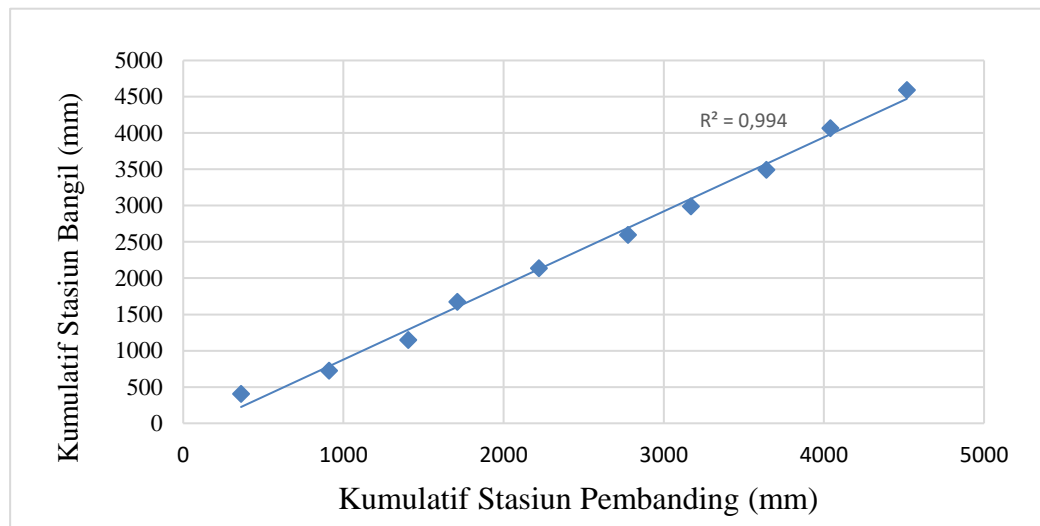
2. Stasiun Hujan Bangil

Tabel 4. 3 Nilai Komulatif Stasiun Bangil

No	Tahun	Curah Hujan Maksimum (mm)					
		Bangil	Kumulatif Bangil	Gunung Gangsir	Bekacak	Rata-Rata Gunung Gangsir Bekacak	Kumulatif Gunung Gangsir Bekacak
1.	2015	406	406	401	361	381	381
2.	2016	278	727	330	548	439	820
3.	2017	253	1150	385	495	440	1260
4.	2018	354	1673	427	307	367	1627
5.	2019	322	2138	307	509	408	2035
6.	2020	459	2597	509	556	533	2568
7.	2021	394	2991	368	393	381	2948
8.	2022	504	3495	485	471	478	3426
9.	2023	573	4068	406	399	403	3829
10.	2024	314	4595	501	478	490	4318

Sumber : Hasil Perhitungan

Untuk nilai kumulatif Stasiun Bangil akan di plot sebagai nilai absis Y dan nilai kumulatif rata-rata Stasiun Gunung Gangsir dan Bekacak akan di plot sebagai nilai absis X pada grafik Analisa massa ganda. Berikut hasil grafik dari data pada tabel 4.2.



Grafik 4. 2 Analisa Uji Konsistensi Data Hujan Stasiun Bangil

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa sebaran data pada Stasiun Bangil adalah konsisten dengan kecenderungan sebaran data hujan yang membentuk garis lurus dengan $R^2 = 0,994$.

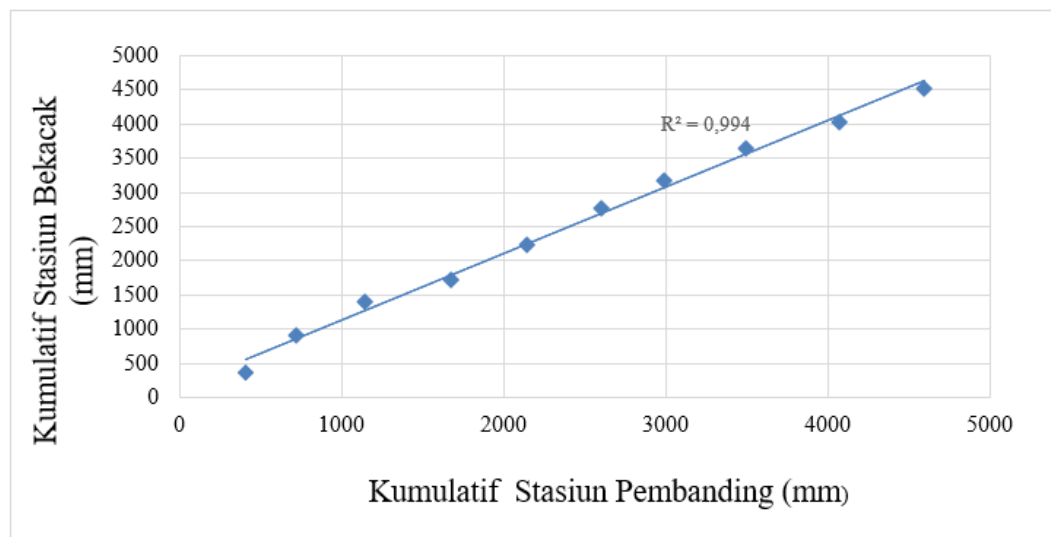
3. Stasiun Hujan Bekacak

Tabel 4. 4 Nilai Komulatif Stasiun Bekacak

No	Tahun	Curah Hujan Maksimum (mm)					
		Bekacak	Kumulatif Bekacak	Gunung Gangsir	Bangil	Rata-Rata Gunung Gangsir Bangil	Kumulatif Gunung Gangsir Bangil
1.	2015	361	361	401	406	404	404
2.	2016	548	909	330	321	326	729
3.	2017	495	1404	385	423	404	1133
4.	2018	307	1711	427	523	475	1608
5.	2019	509	2220	307	465	386	1994
6.	2020	556	2776	509	459	484	2478
7.	2021	393	3169	368	394	381	2859
8.	2022	471	3640	485	504	495	3354
9.	2023	399	4039	406	573	490	3843
10.	2024	478	4517	501	527	514	4357

Sumber : Hasil Perhitungan

Untuk nilai kumulatif Stasiun Bekacak akan di plot sebagai nilai absis Y dan nilai kumulatif rata-rata Stasiun Gunung Gangsir dan Bangil akan di plot sebagai nilai absis X pada grafik Analisa massa ganda. Berikut hasil grafik dari data pada tabel 4.3.



Grafik 4. 3 Analisa Uji Konsistensi Data Hujan Stasiun Bekacak

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa sebaran data pada Stasiun Bekacak adalah konsisten dengan kecenderungan sebaran data hujan yang membentuk garis lurus dengan $R^2 = 0,994$.

4.1.2 Analisa Curah Hujan Rata-Rata Daerah

Perhitungan curah hujan rata-rata daerah dilakukan menggunakan metode rata-rata aljabar. Dari hasil analisa perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.5 yang merupakan perhitungan curah hujan rata-rata daerah di bawah ini.

Dapat dihitung sebagai berikut :

$$D = \frac{D_1 + D_2 + D_3}{n}$$
$$D = \frac{77 + 129 + 47}{3}$$
$$D = \frac{253}{3}$$

$$D = 84,333 \text{ mm}$$

Tabel 4. 5 Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata Daerah

No	Tahun	Stasiun Hujan			Curah Hujan Rata-Rata Daerah (mm)
		Gunung Gangsir	Bangil	Bekacak	
1.	2015	77	129	47	84,333
2.	2016	64	73	86	74,333
3.	2017	74	69	63	68,667
4.	2018	93	83	89	88,333
5.	2019	67	46	73	62,000
6.	2020	103	110	92	101,667
7.	2021	115	141	64	106,667
8.	2022	140	133	100	124,333
9.	2023	81	63	69	71,000
10.	2024	111	97	90	99,333

Sumber : Hasil Perhitungan

4.1.3 Analisa Distribusi Frekuensi Curah Hujan

Analisa frekuensi digunakan untuk menentukan analisa curah hujan yang akan dipakai dalam evaluasi dan perencanaan drainase ini, harus dilakukan analisa perhitungan dengan beberapa parameter statistik untuk menentukan perhitungan curah hujan rencana, analisa statistik ini berkaitan dengan analisis data yang meliputi rata-rata, simpangan baku, koefisien variasi dan koefisien *skewness* (kemencengan). Berikut pada tabel 4.6 merupakan perhitungan untuk menentukan analisa perhitungan curah hujan rancangan.

a. Rata-Rata (\bar{x})

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{880,6667}{10}$$

$$\bar{x} = 88,067$$

b. Simpangan Baku / Standar Deviasi (S_d)

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$$S_d = \sqrt{\frac{3522,84}{10 - 1}}$$

$$S_d = 19,784$$

c. Koefisien Kepencengan (C_s)

$$C_s = \frac{\frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{S_d^3}$$

$$C_s = \frac{\frac{10}{(10-1)(10-2)} (3522,84)}{19,784^3}$$

$$C_s = 0,063$$

d. Koefisien Kurtosis (C_k)

$$C_k = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{(n-1)(n-1)(n-3) S_d^4}$$

$$C_k = \frac{10^2 (2623882,42)}{(n-1)(n-1)(n-3) 19,784^4}$$

$$C_k = 3,398$$

e. Koefisien Variasi (C_v)

$$C_v = \frac{S_d}{\bar{x}}$$

$$C_v = \frac{19,784}{88,07}$$

$$C_v = 0,224$$

Tabel 4. 6 Analisa Distribusi Frekuensi

No	Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm/hari)	$(X_i - \bar{x})$	$(X_i - \bar{x})^2$	$(X_i - \bar{x})^3$	$(X_i - \bar{x})^4$
1.	2015	84,33	-3,733	13,94	-52,03	194,26
2.	2016	74,33	-13,733	188,60	-2590,17	35571,64
3.	2017	68,67	-19,400	376,36	-7301,38	141646,85
4.	2018	88,33	0,2667	0,0711	0,0190	0,0051
5.	2019	62,00	-26,067	679,47	-17711,55	461680,99
6.	2020	101,67	13,600	184,96	2515,46	34210,20
7.	2021	106,67	18,600	345,96	6434,86	119688,32
8.	2022	124,33	36,267	1315,27	47700,50	1729938,10
9.	2023	71,00	-17,067	291,27	-4971,03	84838,86
10.	2024	99,33	11,267	126,94	1430,17	16113,20
Jumlah		880,667	Σ	3522,844	25454,84	2623882,42
Rata-rata		88,067				

Sumber : Hasil Perhitungan

Setelah nilai koefisien kepeccengan dan koefisien kepuncakan diketahui nilainya, maka dapat menentukan penggubnaan metode distribusi apa yang sesuai, dapat dilihat pada tabel 4.7 berikut ini :

Tabel 4. 7 Syarat Penentuan Distribusi

Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Analisa	Keterangan
Normal	$C_s \approx 0$	0,063	Tidak Memenuhi
	$C_k \approx 3,00$	3,398	Tidak Memenuhi
Log Normal	$C_s = 0,82$	0,063	Tidak Memenuhi
	$C_k = 4,22$	3,398	Tidak Memenuhi
Log Person Tipe III	$C_s \neq 0$	0,063	Memenuhi
	C_k ; Tidak ada ketentuan	3,398	

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil perhitungan parameter statistik diatas data metode yang dapat digunakan untuk perhitungan curah hujan rancangan pada data yang dimiliki adalah metode *Log Pearson Type III*.

- **Perhitungan Curah Hujan Rencana Dengan Metode *Log Pearson Type III***

Perhitungan curah hujan dengan periode ulang tertentu dihitung dengan menggunakan analisa frekuensi dengan metode *Log Pearson type III* dengan alasan bahwa koefisien puncak dan koefisien kepengcengan data yang tersedia memenuhi syarat dengan metode tersebut maka dapat dihitung parameter statistik data sebagai berikut :

a. Rata-rata \bar{x}

$$\text{Log } \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\text{Log } \bar{x} = \frac{880,6667}{10}$$

$$\bar{x} = 88,067 \text{ mm}$$

b. Standar Deviasi (S_d)

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log} x_i - \text{Log} \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$$S_d = \sqrt{\frac{0,084469}{10 - 1}}$$

$$S_d = 0,097$$

c. Koefisien Kemencengan (C_s)

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log} x_i - \text{Log} \bar{x})^3}{(n - 1)(n - 2)(S_d)^3}$$

$$C_s = \frac{10 \times 0,000775}{(10 - 1)(10 - 2)(0,0969)^3}$$

$$C_s = 0,118$$

Dari perhitungan diatas dapat dilihat pada tabel 4.8 berikut :

Tabel 4. 8 Perhitungan *Log Person tipe III*

No	Tahun	Xi	Log Xi	(LogXi-Log \bar{x})	(LogXi-Log \bar{x}) ²	(LogXi-Log \bar{x}) ³
1.	2015	84,3333	1,9260	-0,0091	0,0001	0,0000
2.	2016	74,3333	1,8712	-0,0639	0,0041	-0,0003
3.	2017	68,6667	1,8367	-0,0983	0,0097	-0,0010
4.	2018	88,3333	1,9461	0,0111	0,0001	0,0000
5.	2019	62,0000	1,7924	-0,1427	0,0204	-0,0029
6.	2020	101,6667	2,0072	0,0721	0,0052	0,0004
7.	2021	106,6667	2,0280	0,0930	0,0086	0,0008
8.	2022	124,3333	2,0946	0,1595	0,0254	0,0041
9.	2023	71,0000	1,8513	-0,0838	0,0070	-0,0006
10.	2024	99,3333	1,9971	0,0620	0,0038	0,0002
Jumlah		880,6667	19,3506	Σ	0,084469	0,000775
\bar{x}		88,0667	1,9351			

Sumber : Hasil Perhitungan

Untuk nilai $C_s = 0,118$ dan T (Periode Ulang) tertentu maka nilai faktor G_t , untuk sebaran *Log Pearson Type III* hujan rencana kala ulang 2, 5, dan 10 tahun dapat dilihat pada tabel 4.9 perhitungan nilai K_t berikut :

Tabel 4. 9 Perhitungan Nilai K_t

C_s	Periode Ulang Tahun		
	2	5	10
0,2	-0,033	0,830	1,301
0,118	-0,019	0,835	1,293
0,0	0,000	0,842	1,282

Sumber : Hasil Perhitungan

- Perhitungan interpolasi kala ulang 2 tahun

$$C_{s_x} = 0,118$$

$$C_{s_1} = 0,2 \text{ pada probabilitas } 50 \% \text{ harga } G_{t_1} = -0,033$$

$$C_{s_2} = 0,0 \text{ pada probabilitas } 50 \% \text{ harga } G_{t_2} = 0,000$$

$$K_{t_x} = G_{t_1} + \frac{(G_{t_2} - G_{t_1})}{(C_{s_2} - (C_{s_1}))} \times (C_{s_2} - (C_{s_x}))$$

$$K_{t_x} = -0,033 + \frac{(0,0000 - (-0,033))}{0,2 - 0,0} \times (0,000 - 0,118)$$

$$K_{t_x} = -0,014$$

- Perhitungan *Log RT* kala ulang 2 tahun

$$\text{Log RT} = \text{Log } \bar{x} + Gt \times Sd$$

$$\text{Log RT} = 1,9351 + (-0,0195 \times 0,0969)$$

$$\text{Log RT} = 1,933$$

- Perhitungan RT dengan antilog

$$\text{RT} = 10^{\text{LogRT}}$$

$$\text{RT} = 10^{1,933}$$

$$\text{RT} = 85,736 \text{ mm}$$

Maka besarnya curah hujan rencana periode ulang T tahun dengan metode *Log Pearson Type III* dapat disajikan dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 4. 10 Curah Hujan Rencana Periode Ulang T Tahun dengan Metode Log Pearson Type III

Periode Ulang	Curah Hujan
(mm)	(mm)
2	85,736
5	103,739
10	114,907

Sumber : Hasil Perhitungan

A. Uji Kesesuaian Distribusi pada *Log Pearson type III* Dengan Metode *Smirnov Kolmogorov*

Uji Smirnov Kolmogorov atau disebut dengan uji kecocokan non parametrik karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Pada probabilitas *Log Person Type III* ini data diurutkan mulai dari yang paling terbesar sampai ke yang terkecil. Berikut data yang diketahui :

$$S_n = \frac{m}{n + 1} = \frac{1}{10 + 1} = 9,09 \%$$

Untuk menghitung nilai Pt :

$$Y_n = 0,4952$$

$$S_n = 0,9496$$

$$\text{Log } x_i = 2,0946$$

$$\text{Log } x_i = \bar{x} + (k \times S_d)$$

$$2,0946 = 1,9351 + (k \times 0,0969)$$

$$k = \frac{2,0946 - 1,9351}{0,0969}$$

$$k = 1,647$$

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

$$1,647 = \frac{Y_t - 0,4952}{0,9496}$$

$$Y_t = 0,4952 + (1,6467 \times 0,9496)$$

$$Y_t = 2,0589$$

$$Y_t = -L_n - L_n \frac{T-1}{T}$$

$$2,0589 = -L_n - L_n \frac{T-1}{T}$$

$$T = 6,830$$

$$P'(x_i) = \frac{1}{T}$$

$$P'(x_i) = \frac{1}{6,830}$$

$$P'(x_i) = 0,146$$

Tabel 4. 11 Perhitungan Probalitas

NO	Log Xi	P(Xi)	K	P'(Xi)	$\Delta P = P(x_i) - P'(Xi)$
1	2,095	0,091	1,647	0,146	-0,056
2	2,028	0,182	0,959	0,162	0,020
3	2,007	0,273	0,744	0,209	0,064
4	1,997	0,364	0,640	0,330	0,033
5	1,946	0,455	0,114	0,490	-0,036
6	1,926	0,546	-0,094	0,544	0,001
7	1,871	0,637	-0,659	0,608	0,029
8	1,851	0,727	-0,865	0,308	-0,081
9	1,837	0,818	-1,015	0,457	0,362
10	1,792	0,909	-1,473	0,641	0,268
Maksimum					0,362

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan tabel 4.11 di dapat bahwa simpangan maksimum (ΔP maks) = 0,362 dengan jumlah data yang digunakan 10 dan derajat kepercayaan (α) adalah 5 % maka dari tabel 2.11 Nilai Kritis Do untuk Uji Smirnov Kolmogorov bernilai 0,41, sehingga ΔP maks > ΔP kritis. Jadi disimpulkan bahwa distribusi probabilitas Smirnov Kolmogorov pada metode *Log Pearson Type III* dapat **diterima**.

B. Uji Kesesuaian Distribusi pada *Log Pearson type III Dengan Metode Chi-Square*

Berikut adalah Langkah-langkah perhitungan Uji Distribusi *Log Pearson Type III Chi-Square* :

- a. Mengurutkan data hujan dari terbesar ke terkecil

Tabel 4. 12 Perhitungan Data Hujan Dari Terbesar ke Terkecil

No	Tahun	Xi	Log Xi	Log Xi Urut Terbesar	Xi Urut Terbesar
		(mm)		(mm)	(mm)
1.	2015	84,333	1,926	2,095	124,333
2.	2016	74,333	1,871	2,028	106,667
3.	2017	68,667	1,837	2,007	101,667
4.	2018	88,333	1,946	1,997	99,333
5.	2019	62,000	1,792	1,946	88,333
6.	2020	101,667	2,007	1,926	84,333
7.	2021	106,667	2,028	1,871	74,333
8.	2022	124,333	2,095	1,851	71,000
9.	2023	71,000	1,851	1,837	68,667
10.	2024	99,333	1,997	1,792	62,000
Rata-rata		88,067	1,935	1,935	88,067

Sumber : Hasil Perhitungan

- b. Menghitung interval kelas distribusi probabilitas *Log Pearson Type III* untuk dihitung dengan interpolasi berdasarkan nilai $C_s = 0,118$.

$$\begin{aligned} \text{Log X} &= \text{Log Xi} + (G \times Sd) \\ &= 1,935 + (-0,0195 \times 0,097) \\ &= 1,933 \\ X &= 10^{\text{Log X}} \\ &= 10^{1,933} \\ &= 85,737 \text{ mm} \end{aligned}$$

Tabel 4. 13 Perhitungan Probalitas %

No	Probabilitas %	Log Xi	Csx	G	Sd	Log X	X (mm)
1	75	1,935	0,118	-0,019	0,097	1,933	85,737
2	50	1,935	0,118	0,835	0,097	2,016	101,239
3	25	1,935	0,118	1,293	0,097	2,060	114,907

Sumber : Hasil Perhitungan

- c. Menghitung jumlah kelas distribusi

$$\begin{aligned}
 K &= 1 + (3,322 \times \text{Log } n) \\
 &= 1 + (3,322 \times \text{Log } 10) \\
 &= 4,3 \\
 &= 4
 \end{aligned}$$

- d. Menghitung derajat kebebasan (Dk)

R = Banyaknya parameter, uji Chi-Square adalah :

$$\begin{aligned}
 DK &= K - P - 1 \\
 &= 4 - 2 - 1 \\
 &= 1
 \end{aligned}$$

Dengan DK = 1 dan $\alpha = 5\%$ maka harga χ^2 standart = 3,841 dapat di lihat pada tabel 2.11.

- e. Menghitung jumlah nilai teoritis dengan membagi banyaknya data dengan jumlah kelas yang ada.

$$\begin{aligned}
 E_j &= \frac{10}{4} \\
 &= 2,5
 \end{aligned}$$

- f. Menghitung nilai χ^2

Tabel 4. 14 Perhitungan Pengujian Chi-Kuadrat

No	Batas Kelas			Jumlah Data		Ej-Oj	(Ej-Oj) ²
				Ej	Oj		Ej
1	0	-	85,737	2,5	5	-2,5	2,5
2	85,737	-	101,239	2,5	2	0,5	0,1
3	101,239	-	114,907	2,5	2	0,5	0,1
4	114,907	-	∞	2,5	1	1,5	0,9
Jumlah				10	10		3,6

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari hasil Analisa diatas maka χ^2 yang di hitung = 3,6 < χ^2 standart = 3,841, Maka dapat ditarik kesimpulan bahwa uji *Chi-Square* pada metode *Log Person Tipe III* diterima.

Tabel 4. 15 Parameter Pemilihan Uji Kesesuaian Distribusi yang Sesuai

Metode	Uji Kesuaian	Nilai	Hasil			Keterangan
Log Pearson Type III	<i>Smirnov - Kolmogorof</i>	ΔP Maksimum	0,362	<	0,410	Memenuhi
	<i>Chi - Square</i>	< ΔP Kritis	3,600	<	3,841	Memenuhi

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari perhitungan uji kesesuaian distribusi diatas dengan syarat-syarat tersebut, dapat disimpulkan bahwa metode *Log Pearson Type III* memenuhi syarat untuk digunakan sebagai data curah hujan dalam menganalisa debit banjir rencana.

4.2 Perhitungan Debit Banjir Rencana

Perhitungan debit banjir rencana menggunakan curah hujan rencana, dimulai dari data luas daerah pengaliran yang didapat dari data luas daerah pengaliran yang didapatkan dari survey pada lokasi studi, salah satu contoh luas Daerah Tangkapan Aliran (DTA) yaitu pada Jl. Kedung Ringin.

1. Koefisien Pengaliran (C)

Penentuan besaran koefisien Pengaliran dalam perencanaan saluran didasarkan sesuai jenis tata guna lahan yang ada. Tata guna lahan di Kecamatan Beji terbagi menjadi 2 yaitu pemukiman, dan jalan. Sehingga diperoleh koefisien Pengaliran untuk pemukiman sebesar : 0,75 dan untuk jalan beton sebesar 0,85. Adapun penggunaan lahan yang digunakan dalam perhitungan meliputi luas pemukiman sebesar 696,25 m² dan luas jalan beton sebesar 237,63 m². Berdasarkan data luas penggunaan lahan dan nilai koefisien pengaliran, dapat dilakukan perhitungan koefisien pengaliran sebagai berikut :

$$C = \frac{(C_1 \cdot A_1) + (C_2 \cdot A_2) + \dots + (C_n \cdot A_n)}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

$$C = \frac{(0,75 \times 696,25) + (0,85 \times 237,63)}{696,25 + 237,63}$$

$$C = 0,603$$

Tabel 4. 16 Nilai Koefisien Pengaliran (C)

NO	Nama Saluran	Ruas	Luas Penggunaan Tata Guna Lahan			LUAS C
			Taman	Pemukiman	Jalan Beton	
			0,10	0,75	0,85	
1.	Jl. Kedung Ringin Gang I (Ruas A)	Kiri	0,00	396,25	237,63	0,603
		Kanan	0,46	301,83	169,68	0,566
2.	Jl. Kedung Ringin Gang I (Ruas B)	Kiri	0,59	311,29	158,45	0,513
		Kanan	0,44	393,14	201,79	0,516
3.	Jl. Kedung Ringin Gang II (Ruas C)	Kiri	0,00	321,37	189,67	0,594
		Kanan	0,00	482,15	273,88	0,571
4.	Jl. Kedung Ringin Gang II (Ruas D)	Kiri	0,37	231,16	125,36	0,548
		Kanan	0,14	224,62	131,62	0,592
5.	Jl. Kedung Ringin Gang II (Ruas E)	Kiri	0,097	367,16	205,84	0,564
		Kanan	0,11	351,44	251,85	0,720
6.	Jl. Kedung Ringin Gang III (Ruas F)	Kiri	0,00	332,33	187,14	0,567
		Kanan	0,00	223,82	112,43	0,508
7.	Jl. Kedung Ringin Gang III (Ruas G)	Kiri	0,00	367,81	232,77	0,636
		Kanan	0,093	459,22	326,93	0,715

Sumber : Hasil Perhitungan

2. Intensitas Hujan (I)

Perhitungan intensitas hujan menggunakan metode Mononobe dengan persamaan berikut :

$$i = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t}\right)^m$$

$$i = \frac{85,737}{24} \left(\frac{24}{0,5}\right)^{0,667}$$

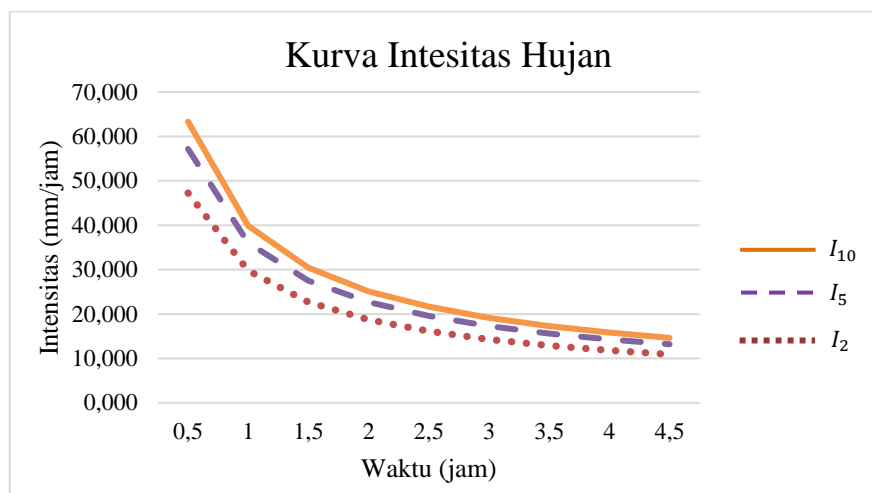
$$i = 47,244$$

Perhitungan dilakukan menggunakan kala ulang 2, 5 dan 10 tahun dengan data hasil perhitungan distribusi yang telah dihitung sebelumnya. Setelah dilakukan perhitungan intensitas hujan kemudian data tersebut dibuat ke dalam kurva IDF (Intensitas, Durasi, Frekuensi) yang dapat dilihat pada Grafik 4.4.

Tabel 4. 17 Perhitungan Intensitas Hujan

Durasi		Intensitas (mm/jam)		
		2 tahun	5 tahun	10 tahun
Menit	Jam	85,737	103,739	114,907
0	0	0	0	0
30	0,5	47,244	57,164	63,317
60	1	29,755	36,003	39,878
90	1,5	22,704	27,471	30,429
120	2	18,740	22,675	25,116
150	2,5	16,148	19,539	21,643
180	3	14,299	17,302	19,164
210	3,5	12,902	15,611	17,292
240	4	11,803	14,281	15,818
270	4,5	10,911	13,202	14,623

Sumber : Hasil Perhitungan



Grafik 4. 4 Kurva Intesitas Hujan

3. Waktu Konsentrasi (TC)

Waktu konsentrasi merupakan waktu yang dibutuhkan air hujan untuk mengalir dari titik terjauh daerah tangkapan menuju saluran drainase. Berikut merupakan contoh perhitungan analisa pada Jl. Kedung Ringin Gang 1 Ruas A sisi kiri, dengan panjang saluran (L) sebesar 245 m, elevasi awal saluran sebesar 10,94, dan elevasi akhir sebesar 10,76 m. Berikut perhitungan waktu konsentrasi :

A. Beda elevasi (ΔH)

$$\begin{aligned}\Delta H &= \text{elevasi awal} - \text{elevasi akhir} \\ &= 10,94 - 10,76 \\ &= 0,18 \text{ m}\end{aligned}$$

B. Kemiringan dasar saluran (S)

$$\begin{aligned}S &= \frac{\Delta H}{L} \\ &= \frac{0,18}{245} \\ &= 0,001\end{aligned}$$

C. Waktu konsentrasi (T_c)

$$\begin{aligned}T_c &= \frac{0,0195}{60} \times \left(\frac{L}{\sqrt{S}}\right)^{0,77} \\ &= \frac{0,0195}{60} \times \left(\frac{245}{\sqrt{0,001}}\right)^{0,77} \\ &= 0,362 \text{ jam}\end{aligned}$$

Tabel 4. 18 Perhitungan Nilai Waktu Konsentrasi (T_c)

NO	Nama Saluran	Ruas	Elevasi		Beda Elevasi (m)	Panjang Saluran (m)	Kemiringan Saluran	Tc
			Awal (m)	Akhir (m)				
			1.	Jl. Kedung Ringin Gang I (Ruas A)				
		Kanan	10,92	10,73	0,19	245	0,001	0,354
2.	Jl. Kedung Ringin Gang I (Ruas B)	Kiri	5,93	5,41	0,52	255	0,002	0,252
		Kanan	5,91	5,68	0,23	255	0,001	0,345
3.	Jl. Kedung Ringin Gang II (Ruas C)	Kiri	5,62	5,39	0,23	280	0,001	0,384
		Kanan	5,58	5,35	0,23	280	0,001	0,384
4.	Jl. Kedung Ringin Gang II (Ruas D)	Kiri	5,93	5,53	0,40	120	0,003	0,117
		Kanan	5,89	5,50	0,39	120	0,003	0,118
5.	Jl. Kedung Ringin Gang II (Ruas E)	Kiri	10,85	10,62	0,23	160	0,001	0,201
		Kanan	10,79	10,59	0,20	160	0,001	0,212
6.	Jl. Kedung Ringin Gang III (Ruas F)	Kiri	10,73	10,54	0,19	180	0,001	0,248
		Kanan	10,68	10,49	0,19	180	0,001	0,248
7.	Jl. Kedung Ringin Gang III (Ruas G)	Kiri	5,82	5,65	0,17	130	0,001	0,178
		Kanan	5,79	5,59	0,20	130	0,002	0,167

Sumber : Hasil Perhitungan

4.2.1 Perhitungan Debit Banjir Akibat Air Hujan (Qah)

Setelah diperoleh nilai parameter dari koefisien pengaliran, intensitas hujan, dan luas daerah pengaliran, maka dilakukan analisa perhitungan debit banjir rencana air hujan. Perhitungan debit banjir rencana air hujan menggunakan metode Rasional dan dilakukan pada setiap ruas saluran di kawasan lokasi studi. Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai koefisien pengaliran sebesar 0,603, intensitas hujan sebesar 5249,009 mm/jam, serta luas daerah pengaliran sebesar 0,0006 km², Setelah itu, debit banjir akibat air hujan dapat dihitung sebagai berikut:

$$Q_{ah} = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

$$Q_{ah} = 0,278 \cdot 0,6029 \cdot 5249,009 \cdot 0,0002$$

$$Q_{ah} = 0,789 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Tabel 4. 19 Perhitungan Debit Banjir Rencana Akibat Air Hujan (Qah)

NO	Nama Saluran	Ruas	C	I	A	Q _{ah}
				(mm/jam)	(km ²)	(m ³ /detik)
1.	Jl. Kedung Ringin Gang I (Ruas A)	Kiri	0,6029	5249,009	0,0002	0,789
		Kanan	0,5662	5472,147	0,0002	0,876
2.	Jl. Kedung Ringin Gang I (Ruas B)	Kiri	0,5128	10831,930	0,0002	0,981
		Kanan	0,5163	5779,812	0,0002	0,853
3.	Jl. Kedung Ringin Gang II (Ruas C)	Kiri	0,5941	4656,788	0,0002	0,854
		Kanan	0,5706	4656,788	0,0003	0,912
4.	Jl. Kedung Ringin Gang II (Ruas D)	Kiri	0,5475	50485,727	0,0001	0,876
		Kanan	0,5915	49511,054	0,0001	0,853
5.	Jl. Kedung Ringin Gang II (Ruas E)	Kiri	0,5640	16963,067	0,0002	0,551
		Kanan	0,7205	15232,355	0,0003	0,773
6.	Jl. Kedung Ringin Gang III (Ruas F)	Kiri	0,5668	11154,546	0,0002	0,568
		Kanan	0,5076	11154,546	0,0001	0,598
7.	Jl. Kedung Ringin Gang III (Ruas G)	Kiri	0,6364	21713,389	0,0002	0,657
		Kanan	0,7149	24607,929	0,0003	0,669

Sumber : Hasil Perhitungan

Keterangan :

I = Intensitas curah hujan kala ulang 2 tahun.

4.2.2 Analisa Debit Air kotor/ Limbah Domestik

- **Proyeksi penduduk**

Berdasarkan data penduduk yang diperoleh dari Badan Pustik Statistik (BPS) kabupaten Pasuruan dari tahun 2015 sampai tahun 2024 untuk jumlah penduduk di Kecamatan Beji dapat dilihat pada tabel 4.20 sebagai berikut :

Tabel 4. 20 Jumlah Penduduk Tahun 2015 – 2024

No	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Luas Area (km ²)
1.	2015	45005	3,98
2.	2016	48119	3,98
3.	2017	48778	3,98
4	2018	49307	3,98
5	2019	49738	3,98
6.	2020	52759	3,98
7.	2021	54641	3,98
8.	2022	57022	3,98
9.	2023	57864	3,98
10.	2024	59367	3,98

Sumber : Hasil Perhitungan

Maka dalam proyeksi jumlah penduduk pada tahun yang direncanakan, dihitung terlebih dahulu angka laju pertumbuhan penduduknya. Berikut analisa angka laju pertumbuhan penduduk menggunakan persamaan eksponensial :

$$P_n = P_0 \times (1 + r)^n$$

$$59367 = 45005 \times (1+r)^n$$

$$(1 + r)^{10} = \frac{59367}{45005}$$

$$(1 + r)^{10} = \sqrt[10]{1,191480}$$

$$r = 1,08148 - 1$$

$$r = 0,08148$$

Maka jumlah nilai pertumbuhan penduduk untuk 5 tahun kedepan adalah tahun 2029 dapat dihitung sebagai berikut :

$$P_n = P_0 \times (1 + r)^n$$

$$P_n = 89367 \times (1 + 0,08148)^5$$

$$P_n = 132612 \text{ Jiwa}$$

Perhitungan debit air kotor atau limbah domestik (Q_{ak}) didasarkan pada proyeksi jumlah penduduk di Kecamatan Beji yang dikategorikan berdasarkan kebutuhan air bersih sebesar 100 liter/orang/hari. Dalam contoh perhitungan debit air kotor yang dilakukan pada Jl. Kedung Ringin Gang I. Berdasarkan perhitungan, debit limbah domestik sebesar 100 liter/orang/hari atau setara dengan 0,000028 m³/orang/detik, dengan jumlah penduduk (P_n) Kecamatan Beji sebesar 132612 jiwa, luas wilayah Dusun Kedung Ringin 3,98 km². Serta luas Jl. Kedung Ringin Gang I 0,0002 km². Berikut perhitungan debit air kotor :

$$Q_{domestik} = \frac{P_n \times Q_{keb}}{A}$$
$$Q_{domestik} = \frac{132612 \times 0,000028}{3,98}$$
$$= 0,933 \text{ m}^3/\text{detik}/\text{km}^2$$

Jadi, besar debit buangan untuk per km² yaitu 0,933 m³/detik/km², sehingga perhitungan debit air kotor pada setiap bagian Jl. Kedung Ringin

$$Q_{ak} = Q_{domestik} \times A$$

$$Q_{ak} = 0,933 \times 0,00024$$

$$Q_{ak} = 0,00023 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Tabel 4. 21 Perhitungan Debit Air kotor/ Limbah Domestik (Qak)

NO	Nama Saluran	Ruas	A	Debit Air Kotor Tiap Saluran
			(km ²)	(m ³ /detik)
1.	Jl. Kedung Ringin Gang I (Ruas A)	Kiri	0,00024	0,00023
		Kanan	0,00017	0,00016
2.	Jl. Kedung Ringin Gang I (Ruas B)	Kiri	0,00016	0,00015
		Kanan	0,00020	0,00020
3.	Jl. Kedung Ringin Gang II (Ruas C)	Kiri	0,00019	0,00018
		Kanan	0,00028	0,00026
4.	Jl. Kedung Ringin Gang II (Ruas D)	Kiri	0,00013	0,00012
		Kanan	0,00013	0,00013
5.	Jl. Kedung Ringin Gang II (Ruas E)	Kiri	0,00021	0,00020
		Kanan	0,00025	0,00024
6.	Jl. Kedung Ringin Gang III (Ruas F)	Kiri	0,00019	0,00018
		Kanan	0,00011	0,00011
7.	Jl. Kedung Ringin Gang III (Ruas G)	Kiri	0,00023	0,00023
		Kanan	0,00033	0,00032

Sumber : Hasil Perhitungan

4.2.3 Debit Total

Setelah debit banjir rencana akibat air hujan (Qah) dan debit air kotor (Qak) telah diketahui, maka dapat dihitung debit banjir rencana total yang akan melewati saluran drainase pada kawasan lokasi studi. Adapun perhitungan berikut disajikan sebagai contoh analisis debit banjir rencana pada saluran drainase Jl. Kedung Ringin ruas A.

$$Q_t = Q_{air\ hujan} + Q_{air\ kotor}$$

$$Q_t = 0,789 + 0,00023$$

$$Q_t = 0,790\ m^3/detik$$

Dapat dilihat pada tabel 4.22 untuk hasil perhitungan analisa debit total (Qt) untuk saluran dan kala ulang selanjutnya :

Tabel 4. 22 Perhitungan Debit Total (Qt)

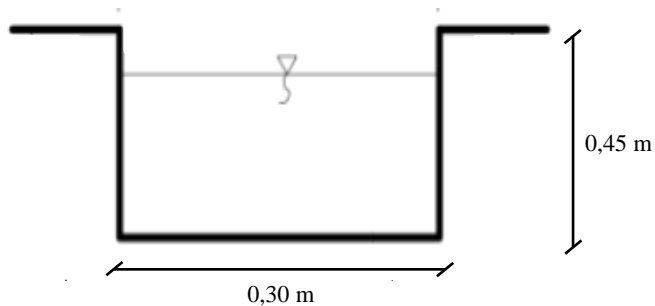
NO	Nama Saluran	Ruas	Q Air hujan	Q Air kotor	Q Total
			(m ³ /detik)	(m ³ /detik)	(m ³ /detik)
1.	Jl. Kedung Ringin Gang I (Ruas A)	Kiri	0,789	0,00023	0,789
		Kanan	0,876	0,00016	0,876
2.	Jl. Kedung Ringin Gang I (Ruas B)	Kiri	0,981	0,00015	0,981
		Kanan	0,853	0,00020	0,853
3.	Jl. Kedung Ringin Gang II (Ruas C)	Kiri	0,854	0,00018	0,854
		Kanan	0,912	0,00026	0,912
4.	Jl. Kedung Ringin Gang II (Ruas D)	Kiri	0,876	0,00012	0,876
		Kanan	0,853	0,00013	0,853
5.	Jl. Kedung Ringin Gang II (Ruas E)	Kiri	0,551	0,00020	0,551
		Kanan	0,773	0,00024	0,773
6.	Jl. Kedung Ringin Gang III (Ruas F)	Kiri	0,568	0,00018	0,568
		Kanan	0,598	0,00011	0,598
7.	Jl. Kedung Ringin Gang III (Ruas G)	Kiri	0,657	0,00023	0,657
		Kanan	0,669	0,00032	0,669

Sumber : Hasil Perhitungan

4.3 Analisa Hidraulika Saluran

Perhitungan kapasitas saluran drainase dimaksudkan untuk mengetahui kapasitas yang dapat ditampung oleh saluran tersebut. Menghitung kapasitas saluran yang sudah ada di lokasi studi bertujuan untuk mengetahui kondisi asli kemampuan saluran dalam menampung kapasitas air, setelah kapasitas saluran yang sudah ada diketahui kemudian dibandingkan dengan debit rencana untuk mengetahui apakah saluran tersebut masih layak atau harus diperbarui dengan merencanakan ulang saluran drainase tersebut.

Berdasarkan survei lapangan pada Ruas A kiri Jalan Kedung Ringin, saluran drainase eksisting memiliki panjang 245 m, tinggi saluran 0,45 m, lebar dasar 0,30 m. Kemiringan saluran sebesar 0,001 dengan koefisien kekasaran manning 0,013. Dapat dilihat pada tabel 4.23, data tersebut digunakan sebagai dasar dalam perhitungan kapasitas saluran drainase eksisting sebelum dilakukan perencanaan ulang.



Gambar 4. 1 Dimensi Saluran Eksisting Sebelum Direncanakan

Berikut merupakan langkah – langkah perhitungan kapasitas saluran drainase pada Ruas A sebelah kiri Jl Kedung Ringin sebagai berikut :

- a. Luas penampang (A)

$$A = b \cdot h$$

$$A = 0,30 \cdot 0,45$$

$$A = 0,135 \text{ m}^2$$

- b. Penampang basah (P)

$$P = b + 2 \cdot h$$

$$P = 0,30 + 2 \cdot 0,45$$

$$P = 1,200 \text{ m}^2$$

- c. Jari-jari hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{P}$$

$$R = \frac{0,135}{1,200}$$

$$R = 0,1125 \text{ m}$$

- d. Kecepatan aliran (V)

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

$$V = \frac{1}{0,013} \cdot 0,1125^{\frac{2}{3}} \cdot 0,013^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 1,631 \text{ m/detik}$$

e. Kapasitas saluran (Q_s)

$$Q_s = A \cdot V$$

$$Q_s = 0,135 \cdot 1,631$$

$$Q_s = 0,631 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Keterangan :

n = Koefisien Manning

Jadi dapat disimpulkan perhitungan saluran drainase eksiting sebelum direncanakan yaitu luas penampang (A) adalah $0,135 \text{ m}^2$. Luas penampang basah (P) adalah $0,600 \text{ m}^2$. Jari- jari hidrolis (R) adalah $0,860 \text{ m}^2$. Kecepatan aliran didapatkan $1,631 \text{ m/detik}$. Serta kapasitas saluran $Q_s = 0,631 \text{ m}^3/\text{detik}$

Tabel 4. 23 Kapasitas Saluran Drainase sebelum Direncanakan

NO	Nama Saluran	Ruas	Panjang saluran	Kemiringan Saluran	Sebelum Direncanakan Ulang								
					Dimensi Saluran			A	P	R	Koefisien Manning	V	Qs
					b	h	w						
					(m)	(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m/detik)	(m)	(m ³ /detik)	
1.	Jl. Kedung Ringin Gang I (Ruas A)	Kiri	245	0,001	0,30	0,45	0,100	0,13	1,200	0,860	0,013	1,631	0,631
		Kanan	245	0,001	0,30	0,45	0,100	0,34	1,200	0,870	0,013	1,616	0,727
2.	Jl. Kedung Ringin Gang I (Ruas B)	Kiri	255	0,002	0,20	0,32	0,120	0,57	1,240	0,651	0,013	0,859	0,644
		Kanan	255	0,001	0,20	0,32	0,100	0,58	1,200	0,653	0,013	1,180	0,772
3.	Jl. Kedung Ringin Gang II (Ruas C)	Kiri	280	0,001	0,40	0,57	0,120	0,66	1,300	0,560	0,013	1,127	0,941
		Kanan	280	0,001	0,40	0,57	0,100	0,69	1,300	0,592	0,013	1,192	0,946
4.	Jl. Kedung Ringin Gang II (Ruas D)	Kiri	120	0,003	0,30	0,40	0,120	0,72	1,160	0,760	0,013	0,465	0,794
		Kanan	120	0,003	0,30	0,40	0,080	0,51	1,200	0,730	0,013	0,451	0,811
5.	Jl. Kedung Ringin Gang II (Ruas E)	Kiri	160	0,001	0,50	0,25	0,100	0,67	1,700	0,690	0,013	0,728	0,401
		Kanan	160	0,001	0,50	0,25	0,100	0,54	1,700	0,680	0,013	0,757	0,678
6.	Jl. Kedung Ringin Gang III (Ruas F)	Kiri	180	0,001	0,35	0,52	0,120	0,61	1,350	0,560	0,013	0,729	0,485
		Kanan	180	0,001	0,35	0,52	0,120	0,71	1,350	0,571	0,013	0,743	0,520
7.	Jl. Kedung Ringin Gang III (Ruas G)	Kiri	130	0,001	0,35	0,32	0,120	0,43	0,950	0,731	0,013	0,682	0,731
		Kanan	130	0,002	0,35	0,32	0,080	0,47	0,950	0,651	0,013	0,570	0,741

Sumber : Hasil Perhitungan

4.4 Evaluasi Saluran Drainase

Mengetahui besarnya debit tampungan yang mampu ditampung oleh saluran dengan dimensi yang sudah ada (eksisting), apabila kapasitas tampung saluran drainase eksisting lebih besar dari debit banjir rencana ($Q_{eksisting} > Q_{rencana}$ total), maka saluran tersebut aman dan dapat berfungsi normal. Apabila kapasitas tampung saluran drainase lebih kecil dari debit rencana, maka perlu dilakukannya pendimensionan ulang.

Tabel 4. 24 Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase

NO	Nama Saluran	Ruas	Qs	Qr	Keterangan
			(m ³ /detik)	(m ³ /detik)	
1.	Jl. Kedung Ringin Gang I (Ruas A)	Kiri	0,631	0,790	Tidak Memenuhi
		Kanan	0,727	0,876	Tidak Memenuhi
2.	Jl. Kedung Ringin Gang I (Ruas B)	Kiri	0,644	0,981	Tidak Memenuhi
		Kanan	0,772	0,853	Tidak Memenuhi
3.	Jl. Kedung Ringin Gang II (Ruas C)	Kiri	0,941	0,854	Memenuhi
		Kanan	0,946	0,912	Memenuhi
4.	Jl. Kedung Ringin Gang II (Ruas D)	Kiri	0,794	0,876	Tidak Memenuhi
		Kanan	0,811	0,853	Tidak Memenuhi
5.	Jl. Kedung Ringin Gang II (Ruas E)	Kiri	0,401	0,551	Tidak Memenuhi
		Kanan	0,678	0,773	Tidak Memenuhi
6.	Jl. Kedung Ringin Gang III (Ruas F)	Kiri	0,485	0,568	Tidak Memenuhi
		Kanan	0,520	0,598	Tidak Memenuhi
7.	Jl. Kedung Ringin Gang III (Ruas G)	Kiri	0,731	0,657	Memenuhi
		Kanan	0,741	0,670	Memenuhi

Sumber : Hasil Perhitungan

4.5 Solusi Terhadap Permasalahan Banjir

Berdasarkan hasil kajian pada tabel 4.24 diketahui bahwa salah satu penyebab terjadinya banjir maupun genangan yaitu diakibatkan oleh kapasitas saluran yang tidak memenuhi dan kerusakan saluran, sehingga saluran akan dilakukan perencanaan ulang atau hanya dilakukan perawatan secara berkala, hasil evaluasi saluran drainase dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4. 25 Solusi Penanganan Pada Saluran Drainase Eksisting

NO	Nama Saluran	Ruas	Penyebab Permasalahan	Solusi Penanganan
1.	Jl. Kedung Ringin Gang I (Ruas A)	Kiri	Saluran Rusak	Direncanakan Ulang
		Kanan	Saluran Rusak	Direncanakan Ulang
2.	Jl. Kedung Ringin Gang I (Ruas B)	Kiri	Kapasitas Saluran Tidak Memenuhi	Direncanakan Ulang
		Kanan	Kapasitas Saluran Tidak Memenuhi	Direncanakan Ulang
3.	Jl. Kedung Ringin Gang II (Ruas C)	Kiri	Kapasitas Saluran Tidak Memenuhi	Direncanakan Ulang
		Kanan	Kapasitas Saluran Tidak Memenuhi	Direncanakan Ulang
4.	Jl. Kedung Ringin Gang II (Ruas D)	Kiri	Saluran Rusak	Direncanakan Ulang
		Kanan	Saluran Rusak	Direncanakan Ulang
5.	Jl. Kedung Ringin Gang II (Ruas E)	Kiri	Kapasitas Saluran Tidak Memenuhi	Direncanakan Ulang
		Kanan	Kapasitas Saluran Tidak Memenuhi	Direncanakan Ulang
6.	Jl. Kedung Ringin Gang III (Ruas F)	Kiri	Kapasitas Saluran Tidak Memenuhi	Direncanakan Ulang
		Kanan	Kapasitas Saluran Tidak Memenuhi	Direncanakan Ulang
7.	Jl. Kedung Ringin Gang III (Ruas G)	Kiri	Saluran Rusak	Direncanakan Ulang
		Kanan	Saluran Rusak	Direncanakan Ulang

Sumber : Hasil Perhitungan

• Normalisasi Saluran

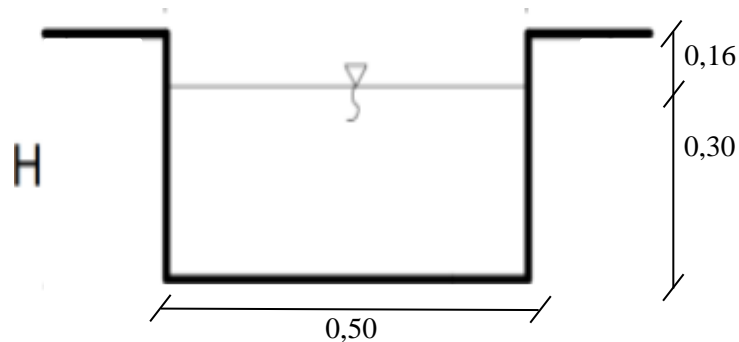
Saluran dilakukan dengan melakukan pembersihan saluran terhadap sampah dan pengerukan sedimen yang disebabkan karena kurangnya perhatian masyarakat sekitar terhadap kebersihan saluran. Untuk itu perlu dilakukan sosialisai yang intensif pada masyarakat serta komitmen bersama dalam menjaga lingkungan sekitar.

• Redesain Saluran

Berdasarkan hasil kajian kapasitas saluran eksisting, diketahui bahwa salah satu penyebab terjadinya genangan pada daerah lokasi studi diakibatkan karena kapasitas saluran yang tidak mencukupi untuk menampung debit banjir rencana. Maka diperlukan solusi untuk perencanaan ulang dimensi saluran agar dapat mengatasi masalah banjir maupun genangan pada kawasan lokasi studi.

4.6 Perencanaan Ulang Saluran Drainase

Perencanaan ulang saluran drainase eksisting dilakukan karena kapasitas saluran yang ada tidak mampu menampung debit banjir rencana. Perencanaan ini didasarkan pada perbandingan antara debit saluran eksisting (Q_s) dan debit banjir rencana (Q_r). Pada tabel 4.26 dapat dilihat hasil perencanaan ulang saluran drainase pada Jalan Kedung Ringin Ruas A bagian kiri, saluran hasil perencanaan ulang memiliki Panjang saluran 245 m, lebar dasar 0,50 m, tinggi saluran 0,60 m, kemiringan saluran 0,002, serta koefisien manning 0,013. Data tersebut digunakan dalam analisis kapasitas dimensi saluran baru.



Gambar 4. 2 Dimensi Saluran Eksisting Sesudah Direncanakan

Berikut merupakan langkah –langkah perhitungan kapasitas saluran drainase pada titik ruas A bagian kiri Jl Kedung Ringin sebagai berikut :

- a. Luas penampang (A)

$$A = b \cdot h$$

$$A = 0,50 \cdot 0,30$$

$$A = 0,15 \text{ m}^2$$

- b. Penampang basah (P)

$$P = b + 2 \cdot H$$

$$P = 0,50 + 2 \cdot 0,46$$

$$P = 1,30 \text{ m}^2$$

- c. Jari-jari hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{P}$$

$$R = \frac{0,200}{1,30}$$

$$R = 0,154 \text{ m}^2$$

d. Kecepatan aliran (V)

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

$$V = \frac{1}{0,013} \cdot 0,176^{\frac{2}{3}} \cdot 0,002^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 0,292 \text{ m/detik}$$

e. Kapasitas saluran (Q_s)

$$Q_s = A \cdot V$$

$$Q_s = 0,200 \cdot 0,292$$

$$Q_s = 0,728 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Keterangan :

n = Koefisien Manning

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa hasil perhitungan saluran drainase eksisting setelah direncanakan menunjukkan luas penampang (A) sebesar $0,200 \text{ m}^2$. Luas penampang basah (P) sebesar $1,30 \text{ m}^2$. Jari- jari hidrolis (R) sebesar $0,154 \text{ m}^2$. Serta kecepatan aliran sebesar $0,292 \text{ m/detik}$. Selain itu, kapasitas saluran yang dihasilkan adalah sebesar $Q_s = 0,728 \text{ m}^3/\text{detik}$.

Tabel 4. 26 Kapasitas Saluran Drainase Sesudah Direncanakan

NO	Nama Saluran	Ruas	Panjang saluran	Kemiringan Saluran	Sesudah Direncanakan Ulang								
					Dimensi Saluran			A	P	R	Koefisien Manning	V	Qs
					b	h	w						
					(m)	(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m/detik)	(m)	(m ³ /det)	
1.	Jl. Kedung Ringin	Kiri	245	0,001	0,50	0,46	0,160	0,150	1,100	0,136	0,013	0,259	0,728
	Gang I (Ruas A)	Kanan	245	0,001	0,50	0,46	0,150	0,300	1,700	0,176	0,013	0,328	0,841
2.	Jl. Kedung Ringin	Kiri	255	0,002	0,40	0,35	0,101	0,140	1,100	0,127	0,013	0,168	0,731
	Gang I (Ruas B)	Kanan	255	0,001	0,40	0,35	0,102	0,140	1,100	0,127	0,013	0,230	0,852
3.	Jl. Kedung Ringin	Kiri	280	0,001	0,60	0,51	0,112	0,240	1,400	0,171	0,013	0,345	1,023
	Gang II (Ruas C)	Kanan	280	0,001	0,60	0,51	0,117	0,240	1,400	0,171	0,013	0,345	0,127
4.	Jl. Kedung Ringin	Kiri	120	0,003	0,50	0,40	0,100	0,150	1,100	0,136	0,013	0,083	0,818
	Gang II (Ruas D)	Kanan	120	0,003	0,50	0,40	0,100	0,150	1,100	0,136	0,013	0,084	0,912
5.	Jl. Kedung Ringin	Kiri	160	0,001	0,55	0,43	0,126	0,193	1,250	0,154	0,013	0,162	0,633
	Gang II (Ruas E)	Kanan	160	0,001	0,55	0,43	0,105	0,193	1,250	0,154	0,013	0,171	0,811
6.	Jl. Kedung Ringin	Kiri	180	0,001	0,60	0,43	0,128	0,240	1,400	0,171	0,013	0,223	0,605
	Gang III (Ruas F)	Kanan	180	0,001	0,60	0,43	0,128	0,240	1,400	0,171	0,013	0,223	0,725
7.	Jl. Kedung Ringin	Kiri	130	0,001	0,40	0,48	0,130	0,140	1,100	0,127	0,013	0,119	0,919
	Gang III (Ruas G)	Kanan	130	0,002	0,40	0,48	0,100	0,180	1,300	0,138	0,013	0,121	0,932

Sumber : Hasil Perhitungan

- Efektivitas Drainase

Efektifitas saluran drainase merupakan tingkat kemampuan saluran dalam mengalirkan debit rencana tanpa menimbulkan genangan atau banjir, berdasarkan perbandingan antara kapasitas saluran dan debit aliran yang terjadi.

Dimana :

- Debit air kotor = 0,790 m³/detik

- Debit eksisting = 0,728 m³/detik

Perhitungan setiap saluran drainase

$$= \frac{Q_r}{Q_s} \times 100 \%$$

$$= \frac{0,790}{0,728} \times 100 \%$$

$$= 1,251 \%$$

- Total debit air kotor = 10,893 m³/detik

- Total debit eksisting = 7,131 m³/detik

Perhitungan efektivitas keseluruhan saluran

$$= \frac{Q_{ak\ Total}}{Q_{s\ Total}} \times 100 \%$$

$$= \frac{10,893}{7,131} \times 100 \%$$

$$= 73,34 \%$$

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan, diperoleh nilai efektivitas saluran drainase sebelum direncanakan menunjukkan bahwa kinerja saluran drainase tidak efektif dalam menyalurkan debit air. Adapun hasil perhitungan efektivitas saluran drainase sesudah direncanakan dapat dilihat pada tabel 4.27.

Tabel 4. 27 Efektifitas Saluran Drainase Sesudah Direncanakan

NO	Nama Saluran	Ruas	Qr	Qs	Efektifitas (%)
			(m ³ /detik)	(m ³ /detik)	
1.	Jl. Kedung Ringin Gang I (Ruas A)	Kiri	0,790	0,728	1,251
		Kanan	0,876	0,841	1,206
2.	Jl. Kedung Ringin Gang I (Ruas B)	Kiri	0,981	0,731	1,524
		Kanan	0,853	0,852	1,105
3.	Jl. Kedung Ringin Gang II (Ruas C)	Kiri	0,854	1,023	0,908
		Kanan	0,912	0,127	0,965
4.	Jl. Kedung Ringin Gang II (Ruas D)	Kiri	0,876	0,818	1,104
		Kanan	0,853	0,912	1,052
5.	Jl. Kedung Ringin Gang II (Ruas E)	Kiri	0,551	0,633	1,374
		Kanan	0,773	0,811	1,140
6.	Jl. Kedung Ringin Gang III (Ruas F)	Kiri	0,568	0,605	1,172
		Kanan	0,598	0,725	1,151
7.	Jl. Kedung Ringin Gang III (Ruas G)	Kiri	0,657	0,919	0,899
		Kanan	0,670	0,932	0,904
Total			10,893	7,131	73,34

Sumber : Hasil Perhitungan