

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Data curah hujan yang digunakan adalah curah hujan harian maksimum pada stasiun Klimatologi St. Bangkalan.

Tabel 4.1. Data Curah Hujan Tahunan Maksimum

No.	Tahun	Stasiun Bangkalan
		(mm)
1	2011	84
2	2012	62
3	2013	125
4	2014	86
5	2015	105
6	2016	120
7	2017	50
8	2018	110
9	2019	104
10	2020	100
n = 10		946
R Rata - rata		94,6

(Sumber : Dinas PUPR Kab. Bangkalan Th.2020)

Untuk mendapatkan besarnya curah hujan, maka digunakan empat metode distribusi, adapun tujuan penggunaan metode tersebut adalah untuk mendapatkan nilai ekstrim dari rangkaian curah hujan, Metode yang digunakan antara lain :

1. Metode distribusi Gumbel
2. Metode distribusi Normal
3. Metode distribusi Log Normal
4. Metode distribusi Log Pearson III
5. Uji Kecocokan

Dengan uraian sebagai berikut :

1. Analisis Distribusi Metode Distribusi Gumbel

Nilai rata-rata (mean) :Rumus (4.1)

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{946}{10}$$

$$\bar{X} = 94,6 \text{ mm}$$

Deviasi Standar dari X (Sd) :Rumus (4.2)

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{5.270,40}{10-1}}$$

$$Sd = 24,199 \text{ mm}$$

Koefisien Variasi (coefficient of variation) :Rumus (4.3)

$$Cv = \frac{Sd}{\bar{X}}$$

$$Cv = \frac{24,199}{94,6}$$

$$Cv = 0,256 \text{ mm}$$

Koefisien Kemencengan (Cs) :Rumus (4.4)

$$Cs = \frac{\frac{1}{n}\sum(X-Xbar)^3}{(\frac{1}{n}\sum(X-Xbar)^2)^{3/2}} \times \frac{n^2}{(n-1)(n-2)}$$

$$Cs = \frac{\frac{1}{10}(-74.942,88)}{\frac{1}{10}(-37.471,44)^2} \times \frac{10^2}{(10-1)(10-2)}$$

$$Cs = 2,778 \text{ mm}$$

Koefisien Ketajaman (coefficient of kurtosis) :Rumus (4.5)

$$Ck = \frac{\frac{1}{n}\sum(X-Xbar)^4}{(\frac{1}{n}\sum(X-Xbar)^2)^2} \times \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)}$$

$$Ck = \frac{\frac{1}{10} 6.451.215,55}{(\frac{1}{10} 5.270,40)^2} \times \frac{10^2}{(10-1)(10-2)(10-3)}$$

$$Ck = 0,461 \text{ mm}$$

Tabel 4.2. Harga Ytr sebagai fungsi dari T

T	Ytr
1,01	-1,53
1,58	0,00
2	0,37
5	1,50
10	2,25
20	2,97
50	3,90
100	4,60
200	5,30

(Sumber : Soemarto, 1999)

Tabel 4.3. Harga (Sn) Simpangan Baku Tereduksi

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,94	0,96	0,98	0,99	1,00	1,02	1,03	1,04	1,04	1,05
20	1,06	1,06	1,07	1,08	1,08	1,09	1,09	1,10	1,10	1,10
30	1,11	1,11	1,11	1,12	1,12	1,12	1,13	1,13	1,13	1,13
40	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
50	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,17	1,17	1,17
60	1,17	1,17	1,17	1,17	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
70	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,19	1,19	1,19	1,19
80	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,20
90	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
100	1,20									

(Sumber :Soemarto, 1999)

Tabel 4.4. Harga Yn (Rata - Rata Tereduksi)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,495	0,499	0,503	0,507	0,510	0,512	0,515	0,518	0,520	0,522
20	0,523	0,525	0,526	0,528	0,529	0,530	0,532	0,533	0,534	0,535
30	0,536	0,537	0,538	0,538	0,539	0,540	0,541	0,541	0,542	0,543
40	0,543	0,544	0,544	0,545	0,545	0,546	0,546	0,547	0,547	0,548
50	0,548	0,549	0,549	0,549	0,550	0,550	0,550	0,551	0,551	0,551
60	0,552	0,552	0,552	0,553	0,553	0,553	0,553	0,554	0,554	0,554
70	0,554	0,555	0,555	0,555	0,555	0,555	0,556	0,556	0,556	0,556
80	0,556	0,557	0,557	0,557	0,557	0,558	0,558	0,558	0,558	0,558
90	0,558	0,558	0,558	0,559	0,559	0,559	0,559	0,559	0,559	0,559
100	0,560									

(Sumber :Soemarto, 1999)

Tabel 4.5. Nilai Sebaran Gumbel Untuk Periode Ulang

Periode Ulang Tr (Tahun)	Reduce Variate (Ytr)	Yn	Sn
2	0,37	0,495	0,950
5	1,5	0,495	0,950
10	2,25	0,495	0,950
20	2,97	0,495	0,950
50	3,9	0,495	0,950

(Sumber : Dari data Reduce Variate Ytr, Sn, dan Yn)

Tabel 4.6. Perhitungan Metode Distribusi Gumbel

No.	Tahun	X	Xbar	(X - Xbar)	(X - Xbar) ²	(X - Xbar) ³	(X - Xbar) ⁴
1	2011	84	94,6	-10,6	112,36	-1.191,02	12.624,77
2	2012	62	94,6	-32,6	1.062,76	-34.645,98	1.129.458,82
3	2013	125	94,6	30,4	924,16	28.094,46	854.071,71
4	2014	86	94,6	-8,6	73,96	-636,06	5.470,08
5	2015	105	94,6	10,4	108,16	1.124,86	11.698,59
6	2016	120	94,6	25,4	645,16	16.387,06	416.231,43
7	2017	50	94,6	-44,6	1.989,16	-88.716,54	3.956.757,51
8	2018	110	94,6	15,4	237,16	3.652,26	56.244,87
9	2019	104	94,6	9,4	88,36	830,58	7.807,49
10	2020	100	94,6	5,4	29,16	157,46	850,31
n = 10		946			5.270,40	-74.942,88	6.451.215,55

(Sumber : Dari data perhitungan)

Untuk menghitung curah hujan metode distribusi Gumbel, digunakan persamaan sebagai berikut :

$$X_T = Xbar + \frac{sd}{sn} (YT_T - Y_n) \dots\dots\dots \text{Rumus (4.6)}$$

Sehingga hasil yang diperoleh sebagai berikut :

$$X_2 = 91,416 \text{ mm}$$

$$X_5 = 120,200 \text{ mm}$$

$$X_{10} = 139,305 \text{ mm}$$

$$X_{20} = 157,645 \text{ mm}$$

$$X_{50} = 181,335 \text{ mm}$$

2. Analisis Distribusi Metode Distribusi Normal

Nilai rata-rata (mean) :Rumus (4.7)

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{946}{10}$$

$$\bar{X} = 94,6 \text{ mm}$$

Deviasi Standar dari X (Sd) :Rumus (4.8)

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{5.270,40}{10-1}}$$

$$Sd = 24,199 \text{ mm}$$

Koefisien Variasi (coefficient of variation) :Rumus (4.9)

$$Cv = \frac{Sd}{\bar{X}}$$

$$Cv = \frac{24,199}{94,6}$$

$$Cv = 0,256 \text{ mm}$$

Koefisien Kemencengan (Cs) :Rumus (4.10)

$$Cs = \frac{\frac{1}{n} \sum (X - \bar{X})^3}{\left(\frac{1}{n} \sum (X - \bar{X})^2\right)^{3/2}} \times \frac{n^2}{(n-1)(n-2)}$$

$$Cs = \frac{\frac{1}{10} (-74.942,88)}{\left(\frac{1}{10} 5.270,40\right)^{3/2}} \times \frac{10^2}{(10-1)(10-2)}$$

$$Cs = 2,778 \text{ mm}$$

Koefisien Ketajaman (coefficient of kurtosis) :Rumus (4.11)

$$Ck = \frac{\frac{1}{n} \sum (X - \bar{X})^4}{\left(\frac{1}{n} \sum (X - \bar{X})^2\right)^2} \times \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)}$$

$$Ck = \frac{\frac{1}{10} 6.451.215,55}{\left(\frac{1}{10} 5.270,40\right)^2} \times \frac{10^2}{(10-1)(10-2)(10-3)}$$

$$Ck = 0,461 \text{ mm}$$

Tabel 4.7. Perhitungan Metode Distribusi Normal

No.	Tahun	X	Xbar	(X - Xbar)	(X - Xbar) ²	(X - Xbar) ³	(X - Xbar) ⁴
1	2011	84	94,6	-10,6	112,36	-1.191,02	12.624,77
2	2012	62	94,6	-32,6	1.062,76	-34.645,98	1.129.458,82
3	2013	125	94,6	30,4	924,16	28.094,46	854.071,71
4	2014	86	94,6	-8,6	73,96	-636,06	5.470,08
5	2015	105	94,6	10,4	108,16	1.124,86	11.698,59
6	2016	120	94,6	25,4	645,16	16.387,06	416.231,43
7	2017	50	94,6	-44,6	1.989,16	-88.716,54	3.956.757,51
8	2018	110	94,6	15,4	237,16	3.652,26	56.244,87
9	2019	104	94,6	9,4	88,36	830,58	7.807,49
10	2020	100	94,6	5,4	29,16	157,46	850,31
n = 10		946			5.270,40	-74.942,88	6.451.215,55

(Sumber : Dari data perhitungan)

Tabel 4.8. Variabel Reduksi Gauss (K) Distribusi Normal

Periode Ulang	2	5	10	20	50
K	0,000	0,840	1,280	1,640	2,050

(Sumber : Soewarno, 1995)

Untuk menghitung curah hujan metode distribusi Normal, digunakan persamaan sebagai berikut : $X_T = X_i + K_T Sd$ Rumus (4.12)

Sehingga hasil yang diperoleh sebagai berikut:

$$X_2 = 94,6 \text{ mm}$$

$$X_5 = 114,927 \text{ mm}$$

$$X_{10} = 125,575 \text{ mm}$$

$$X_{20} = 134,287 \text{ mm}$$

$$X_{50} = 144,208 \text{ mm}$$

3. Analisis Distribusi Metode Distribusi Log Normal

Tabel 4.9. Perhitungan Metode Distribusi Log Normal

No.	Tahun	X	Log X	Log Xbar	(Log X - Log Xbar)	(Log X - Log Xbar) ²	(Log X - Log Xbar) ³
1	2011	84	1,9243	1,9606	-0,0363	0,0013	-0,000048
2	2012	62	1,7924	1,9606	-0,1682	0,0283	-0,004758
3	2013	125	2,0969	1,9606	0,1363	0,0186	0,002534
4	2014	86	1,9345	1,9606	-0,0261	0,0007	-0,000018
5	2015	105	2,0212	1,9606	0,0606	0,0037	0,000223
6	2016	120	2,0792	1,9606	0,1186	0,0141	0,001668
7	2017	50	1,6990	1,9606	-0,2616	0,0684	-0,017905
8	2018	110	2,0414	1,9606	0,0808	0,0065	0,000528
9	2019	104	2,0170	1,9606	0,0564	0,0032	0,000180
10	2020	100	2,0000	1,9606	0,0394	0,0016	0,000061
n = 10		946	19,6058			0,15	-0,02
Rata-rata			1,9606				
Standar Deviasi			0,1275				

(Sumber : Dari data perhitungan)

Tabel 4.10. Variabel Reduksi Gauss (K) Distribusi Log Normal

Periode Ulang	2	5	10	20	50
K	0,000	0,840	1,280	1,640	2,050

(Sumber : Soewarno, 1995)

Untuk menghitung curah hujan metode distribusi Log Normal, digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Log } X_T = \text{Log } X_i + K_T Sd \dots\dots\dots \text{Rumus (4.13)}$$

Sehingga hasil yang diperoleh sebagai berikut:

$$X_2 = 91,324 \text{ mm}$$

$$X_5 = 116,867 \text{ mm}$$

$$X_{10} = 132,982 \text{ mm}$$

$$X_{20} = 147,807 \text{ mm}$$

$$X_{50} = 166,715 \text{ mm}$$

4. Analisis Distribusi Metode Distribusi Log Pearson III

Standar deviasi (Simpangan Baku) Sd menggunakan persamaan:

$$Sd \log X_T = \sqrt{\frac{\sum(\text{Log}X - \text{Log}X_{bar})^2}{n-1}} \dots\dots\dots \text{Rumus (4.14)}$$

$$Sd \log X_T = \sqrt{\frac{0,15}{10-1}}$$

$$Sd \log X_T = 0,1275 \text{ mm}$$

Tabel 4.11. Perhitungan Metode Distribusi Log Pearson III

No.	Tahun	X	Log X	Log Xbar	(Log X - Log Xbar)	(Log X - Log Xbar) ²	(Log X - Log Xbar) ³
1	2011	84	1,9243	1,9606	-0,0363	0,0013	-0,000048
2	2012	62	1,7924	1,9606	-0,1682	0,0283	-0,004758
3	2013	125	2,0969	1,9606	0,1363	0,0186	0,002534
4	2014	86	1,9345	1,9606	-0,0261	0,0007	-0,000018
5	2015	105	2,0212	1,9606	0,0606	0,0037	0,000223
6	2016	120	2,0792	1,9606	0,1186	0,0141	0,001668
7	2017	50	1,6990	1,9606	-0,2616	0,0684	-0,017905
8	2018	110	2,0414	1,9606	0,0808	0,0065	0,000528
9	2019	104	2,0170	1,9606	0,0564	0,0032	0,000180
10	2020	100	2,0000	1,9606	0,0394	0,0016	0,000061
n = 10		946	19,6058			0,15	-0,02
Rata-rata			1,9606				
Standar Deviasi			0,1275				

(Sumber : Dari data perhitungan)

Koefisien Kemencengan (Cs) :

$$Cs = \frac{n \sum(\text{Log}X - \text{Log}X_{bar})^3}{(n-1)(n-2)Sd^3} \dots\dots\dots \text{Rumus (4.15)}$$

$$Cs = \frac{10(-0,02)}{(10-1)(10-2)0,1275^3}$$

$$Cs = - 0,1498 \text{ mm}$$

Dengan koefisien Kemencengan (C_s) = 0,1498, maka harga K diperoleh seperti pada tabel 4.12 dibawah ini :

Tabel 4.12. Faktor frekuensi untuk distribusi Log Pearson III

Mencari nilai K dengan cara interpolasi dengan melihat nilai C_s

Peluang %	99	90	50	20	10	4	2	1
Cs	Periode Ulang (Tahun)							
	1,01	1,11	2	5	10	20	50	100
0,10	-2,252	-1,270	-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,400
0,20	-2,178	-1,258	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472
0,1498	-2,215	-1,264	-0,025	0,833	1,296	1,801	2,133	2,436

(Sumber : Soewarno, 1995)

Untuk menghitung curah hujan metode distribusi Log Pearson III, digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Log } X_T = \text{Log } X_i + K_T S_d \dots\dots\dots \text{Rumus (4.16)}$$

Sehingga hasil yang diperoleh sebagai berikut:

$$X_2 = 90,657 \text{ mm}$$

$$X_5 = 116,627 \text{ mm}$$

$$X_{10} = 133,627 \text{ mm}$$

$$X_{20} = 154,982 \text{ mm}$$

$$X_{50} = 170,822 \text{ mm}$$

Rekapitulasi analisis curah hujan untuk data curah hujan maksimum dengan empat metode, yaitu metode distribusi Gumbel, metode distribusi Normal, metode distribusi Log Normal, dan metode distribusi Log Pearson III dapat dilihat pada tabel 4.13.

Tabel 4.13. Rekapitulasi Analisis Perhitungan Curah Hujan Maksimum

Periode Ulang T	Analisis Curah Hujan Maksimum			
	Gumbel	Normal	Log Normal	Log Pearson III
2	91,416	94,600	91,324	90,657
5	120,200	114,927	116,867	116,627
10	139,305	125,575	132,982	133,627
20	157,645	134,287	147,807	154,982
50	181,335	144,208	166,715	170,822

(Sumber : Perhitungan hujan maksimum periode tahunan)

Tabel 4.14. Syarat Penggunaan Jenis Sebaran

No.	Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Perhitungan	Keterangan
1	Metode Distribusi Gumbel	$C_s \leq 1,14$ $C_k \leq 5,4$	$C_s = 2,778$ $C_k = 0,461$	Tidak Memenuhi
2	Metode Distribusi Normal	$C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$	$C_s = 2,778$ $C_k = 0,461$	Tidak Memenuhi
3	Metode Distribusi Log Pearson III	$C_s \neq 0$	$C_s = -0,1498$	Memenuhi

5. Uji Kecocokan

Uji kecocokan bertujuan untuk menentukan distribusi yang sesuai untuk perhitungan curah hujan periode ulang. Untuk menentukan kecocokan distribusi frekuensi dari sampel data yang sudah diambil terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggunakan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut diperlukan pengujian parameter, pengujian parameter dalam masalah ini menggunakan :

1. Uji Chi-Kuadrat (Chi-Square)

Uji kecocokan Chi-Kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi sampel data yang dianalisis.

Pengambilan keputusan uji menggunakan parameter X^2 . Oleh karena itu disebut dengan uji Chi-Kuadrat. Parameter X^2 dapat dihitung dengan rumus :

$$Xh^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots \text{Rumus (4.17)}$$

Dimana :

Xh^2 = parameter Chi-Kuadrat terhitung

G = Jumlah sub kelompok

O_i = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke i

E_i = Jumlah teoritis pada sub kelompok ke i

Adapun langkah-langkah penyelesaiannya adalah :

- Diketahui banyaknya jumlah data (n) = 10
- Tingkat kesalahan yang diambil (α) sebesar 5%
- Menentukan jumlah kelas distribusi dengan menggunakan rumus :

$$K = 1 + 3,22 \log n \dots\dots\dots \text{Rumus (4.18)}$$

$$K = 1 + 3,22 \log 10$$

$$K = 4,22 \approx 4$$

- Derajat kebebasan (dk) = 4 – (2 +1) = 1

- Menentukan lebar kelas interval dengan menggunakan rumus :

$$\text{Lebar kelas} = \frac{(\text{nilaiterbbesar} - \text{nilaiterkecil})}{\text{banyaknyaintervalkelas}}$$

$$\text{Lebar kelas} = \frac{(125-50)}{4}$$

$$\text{Lebar kelas} = 18,75$$

Tabel 4.15. Uji Chi-Kuadrat

Batas Kelas	Oi	Ei	(Oi - Ei) ²
			Ei
50 - 68,74	2	1	1
68,75 - 87,49	2	3	0,33
87,50 - 106,24	3	2	0,50
106,25 - 125	3	4	0,25
Jumlah	10	10	2,08

(Sumber : Hasil perhitungan)

$$Xh^2 = 2,08$$

Dengan jumlah $n = 10$ dan tingkat kesalahan sebesar 5%, maka nilai kritis untuk distribusi Chi-Kuadrat $X^2 = 3,841$ (dari tabel). Setelah itu didapatkan hasil $Xh^2 < X^2$, maka distribusi Log Pearson III dapat diterima.

Tabel 4.16. Nilai Chi-Kuadrat

dk	Nilai - nilai Chi-Kuadrat					
	50%	30%	20%	10%	5%	1%
1	0,455	1,074	1,642	2,706	3,841	6,635
2	1,366	2,408	3,219	4,605	5,991	9,210
3	2,366	3,665	4,642	6,251	7,815	11,341
4	3,357	4,878	5,989	7,779	9,488	13,277
5	4,351	6,056	7,289	9,236	11,070	15,086

(Sumber : Soewarno, 2002)

2. Uji Smirnov-Kolmogorof

Uji Smirnov-Kolmogorof merupakan uji kecocokan non parametrik, karena dalam pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu.

Posedurnya adalah sebagai berikut :

1. Urutkan data hujan dari yang terbesar hingga ke terkecil atau sebaliknya
2. Tentukan masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya)
3. Dari kedua nilai peluang tersebut tentukan selisih terbesarnya antara peluang pengamatan dengan peluang teoritis
4. Berdasarkan tabel nilai kritis (Smirnov Kolmogorof test) tentukan harga DO
5. Apabila $D < DO$ maka distribusi teoritis dapat diterima, tetapi apabila $D > DO$ maka distribusi teoritis tidak dapat diterima.

Tabel 4.17. Nilai kritis DO untuk uji Smirnov Kolmogorof

N	α			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,3	0,34	0,4
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24

Uji Smirnov Kolmogorof untuk Log Pearson III

Diketahui :

$$N = 10$$

$$Sd = 0,1275$$

$$\text{Log } X_{tr} = 1,9606$$

Maka :

$$P(x) = \frac{m}{n+1}$$

$$P(x <) = X - P(x)$$

$$f(t) = \frac{(\text{Log } X - \text{Log } X_{tr})}{Sd}$$

$$P'(x) = f(t)$$

Dimana :

N = Jumlah data hujan

Sd = Standar Deviasi

Log X_{tr} = Curah hujan rata-rata (mm)

Log X = Curah hujan (mm)

$P'(x)$ = Peluang dari K (dapat diperoleh dari tabel)

m = nilai peringkat

Selanjutnya untuk menghitung D_{max} dapat dihitung menggunakan tabel seperti pada tabel 4.18.

Tabel 4.18. Perhitungan Smirnov Kolmogorof untuk Log Pearson

X urut	m	$P(x) = \frac{m}{(n+1)}$	$P(x <)$	$f(t) = \frac{(X - X_{tr})}{S}$	$P'(x)$	$P'(x <)$	D
2,0969	1	0,0909	2,01	1,0692	0,1056	0,8944	0,0147
2,0792	2	0,1818	1,90	0,9301	0,1854	0,8146	0,0036
2,0414	3	0,2727	1,77	0,6338	0,2765	0,7235	0,0038
2,0212	4	0,3636	1,66	0,4753	0,3762	0,6238	0,0126
2,0170	5	0,4545	1,56	0,4427	0,4580	0,542	0,0035
2,0000	6	0,5455	1,45	0,3091	0,5562	0,4438	0,0107
1,9345	7	0,6364	1,30	-0,2046	0,6422	0,3578	0,0058
1,9243	8	0,7273	1,20	-0,2847	0,7433	0,2567	0,0160
1,7924	9	0,8182	0,97	-1,3191	0,8315	0,1685	0,0133
1,6990	10	0,9091	0,79	-2,0518	0,9134	0,0866	0,0043

Dari perhitungan nilai D pada tabel 4.18, menunjukkan nilai $D_{max} = 0,016$ pada data peringkat ke $m = 8$, dengan menggunakan tabel 4.17, untuk kepercayaan 5% dan $N = 10$, maka diperoleh 0,41. Karena nilai D_{max} lebih kecil dari nilai DO ($0,016 < 0,41$), maka persamaan distribusi Log Pearson III yang diperoleh dapat diterima.

4.2 Analisa Kemiringan Lahan

Perhitungan kemiringan lahan diperlukan dalam menentukan waktu yang dibutuhkan air hujan untuk mencapai titik yang dituju. Kemiringan tanah didapat dengan mengukur daerah pengaliran air dari titik tertinggi ke saluran akhir yang dituju. Pada daerah perumahan ini didapat data sebagai berikut :

Diketahui :

Titik tertinggi : 6,580 m

Titik terendah : 6,120 m

Panjang saluran : 1.160 m

Luas lahan perumahan : 112,93 ha

Kemiringan lahan : $S = \frac{Ht-Ho}{0,9.L}$ Rumus (4.19)

$$S = \frac{6,580-6,120}{0,9.1160}$$

$$S = 0,00044$$

Dimana, S = Kemiringan lahan
Ht = Titik tertinggi
Ho = Titik terendah
L = Panjang saluran

Waktu konsentrasi untuk daerah pengaliran dapat diuraikan dengan persamaan sebagai berikut : $tc = \left(\frac{0,87.L^2}{1000.S}\right)^{0,385}$ Rumus (4.20)

$$tc = \left(\frac{0,87.1,16^2}{1000.0,00044}\right)^{0,385}$$

$$tc = 1,46 \text{ jam}$$

4.3 Intensitas Hujan

Intensitas curah hujan adalah jumlah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu. Besarnya intensitas ini sangat tergantung pada lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya. Menurut

metode Van Breen intensitas hujan didasarkan atas anggapan bahwa, lamanya durasi hujan yang ada di pulau Jawa dan Madura rata-rata terkonsentrasi selama 6 jam, dengan hujan efektif sebesar 90% dari hujan selama 24 jam. (Melinda 2007).

Perhitungan Intensitas Hujan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3} \dots\dots\dots \text{Rumus (4.21)}$$

Dimana, I = Intensitas hujan (mm/jam)
R24 = Curah hujan (mm)
t_c = Waktu konsentrasi (jam)

Tabel 4.19. Intensitas Hujan Periode Ulang 2 Tahun

Nama Potongan Saluran	Panjang Saluran (L) m	R24 mm	S m	tc jam	I (mm/jam)
P.0 - P.3	288	90,66	0,0018	0,29	71,50
P.3 - P.15	872	90,66	0,0006	1,05	30,47

(Sumber : Hasil perhitungan)

Tabel 4.20. Intensitas Hujan Periode Ulang 5 Tahun

Nama Potongan Saluran	Panjang Saluran (L) m	R24 mm	S m	tc jam	I (mm/jam)
P.0 - P.3	288	116,63	0,0018	0,29	91,98
P.3 - P.15	872	116,63	0,0006	1,05	39,20

(Sumber : Hasil perhitungan)

Tabel 4.21. Intensitas Hujan Periode Ulang 10 Tahun

Nama Potongan Saluran	Panjang Saluran (L) m	R24 mm	S m	tc jam	I (mm/jam)
P.0 - P.3	288	133,63	0,0018	0,29	105,39
P.3 - P.15	872	133,63	0,0006	1,05	44,91

*(Sumber : Hasil perhitungan)***Tabel 4.22.** Intensitas Hujan Periode Ulang 20 Tahun

Nama Potongan Saluran	Panjang Saluran (L) m	R24 mm	S m	tc jam	I (mm/jam)
P.0 - P.3	288	154,98	0,0018	0,29	122,23
P.3 - P.15	872	154,98	0,0006	1,05	52,09

*(Sumber : Hasil perhitungan)***Tabel 4.23.** Intensitas Hujan Periode Ulang 50 Tahun

Nama Potongan Saluran	Panjang Saluran (L) m	R24 mm	S m	tc jam	I (mm/jam)
P.0 - P.3	288	170,82	0,0018	0,29	134,73
P.3 - P.15	872	170,82	0,0006	1,05	57,41

(Sumber : Hasil perhitungan)

4.4 Analisa Debit Air Kotor

Besarnya debit banjir didapat dari penjumlahan debit air hujan dan debit air limbah rumah tangga. Selanjutnya dianalisa kapasitas tampungan saluran eksisting, apakah mampu menahan laju jumlah aliran puncak dari air hujan dan limbah rumah tangga. Apabila saluran tidak mampu menahan jumlah

debit yang ada saat ini maka perlu direncanakan pendimensian ulang saluran eksisting.

- a. Debit air kotor
- b. Air bersih untuk daerah perencanaan sebesar = 150 Liter/orang/hari.

Perkiraan besarnya air buangan masuk kesaluran pengumpul air buangan 90% = 135 Liter/orang/hari. Jadi Q air kotor = 0.0000015625 m³/dt/orang.

Debit Air Kotor : $Q_{ak} = \frac{(Pn \cdot q)}{A}$ dengan $P_n = P_o \cdot (1 + r)^n$ Rumus (4.22)

- Dimana,
- Q_{ak} = Debit air kotor (m³)
 - P_n = Jumlah penduduk (orang)
 - q = Jumlah kebutuhan air kotor (m³/dt/orang)
 - A = Luas permukiman (ha)

Data perumahan : PRO PATRIA

Jumlah unit rumah : 30 rumah

Perkiraan penghuni : 750 orang

Tabel 4.24. Proyeksi Jumlah Penduduk

Jumlah Penduduk	Laju Pertumbuhan	Jumlah Tahun Proyeksi		Jumlah Penduduk Tahun ke n
P ₀ (Jiwa)	r (%)	n		P _n (Jiwa)
750	1,5%	5	(Kala Ulang 2 th)	808,0
		10	(Kala Ulang 5 th)	870,4
		15	(Kala Ulang 10 th)	937,7
		30	(Kala Ulang 20 th)	1172,3
		60	(Kala Ulang 50 th)	1832,4

(Sumber : Bangkalan Dalam Angka 2020)

Tabel 4.25. Debit Air Kotor

Periode Ulang	Luas Permukiman	Q	Qak
T	A (Ha)	(m ³ /dt/Ha)	(m ³ /dt)
2	112,93	0,000011	0,001262
5	112,93	0,000012	0,001360
10	112,93	0,000013	0,001465
20	112,93	0,000016	0,001832
50	112,93	0,000025	0,002863

(Sumber : Hasil perhitungan)

Salah satu metode yang umum digunakan untuk memperkirakan laju aliran puncak (debit banjir rencana) yaitu Metode Rasional USSCS. Metode ini digunakan untuk daerah yang luas pengalirannya kurang dari 300 Ha (Suripin, 2004). Metode Rasional dikembangkan berdasarkan asumsi bahwa curah hujan yang terjadi mempunyai intensitas yang seragam dan merata diseluruh daerah pengaliran selama paling sedikit sama dengan waktu konsentrasi (t_c), persamaan matematik Metode Rasional adalah sebagai berikut :

$$\text{Debit air hujan : } Q_{ah} = 0,278.C.I.A \dots\dots\dots \text{Rumus (4.23)}$$

- Dimana,
- Q_{ah} = Debit air hujan (m³/dt)
 - C = Koefisien pengaliran
 - I = Intensitas hujan (mm/jam)
 - A = Luas daerah pengaliran (km²)

Koefisien pengaliran (C) merupakan nilai banding antara bagian hujan yang membentuk limpasan langsung dengan hujan total yang terjadi dalam berbagai kondisi (Shidarta, K, dkk. 1997).

Tabel 4.26. Hubungan kondisi permukaan tanah dan koefisien pengaliran (C)

No.	Tata Guna Lahan	Koefisien Pengaliran
1	Jalan beton dan jalan aspal	0,70 - 0,95
2	Jalan kerikil dan jalan tanah	0,40 - 0,70
3	Bahu jalan : <ul style="list-style-type: none"> • Tanah berbutir halus • Tanah berbutir kasar • Batuan masih keras • Batuan masih lunak 	0,40 - 0,65 0,10 - 0,20 0,70 - 0,85 0,60 - 0,75
4	Daerah perkotaan	0,70 - 0,95
5	Daerah pinggir kota	0,60 - 0,75
6	Daerah industri	0,60 - 0,90
7	Permukiman padat	0,40 - 0,60
8	Permukiman tidak padat	0,40 - 0,60
9	Taman dan kebun	0,20 - 0,40
10	Persawahan	0,45 - 0,60
11	Perbukitan	0,70 - 0,80
12	Pegunungan	0,75 - 0,90

(Sumber : Subarkah, 1980)

Kondisi daerah aliran disekitar Saluran Pembuang Kemayoran pada saat ini telah berkembang menjadi kawasan permukiman yang cukup padat, maka koefisien pengaliran diambil $C = 0,60$.

Tabel 4.27. Debit Air Hujan dengan metode rasional periode 2 tahun

Nama Potongan Saluran	Luas Daerah Pengaliran km ²	I (mm/jam)	C (%)	Qah (m ³ /det)
P.0 - P.3	0,0423	71,50	0,60	0,5045
P.3 - P.15	0,1314	30,47	0,60	0,6678

(Sumber : Hasil perhitungan)

Tabel 4.28. Debit Air Hujan dengan metode rasional periode 5 tahun

Nama Potongan Saluran	Luas Daerah Pengaliran km²	I (mm/jam)	C (%)	Qah (m³/det)
P.0 - P.3	0,0423	91,98	0,60	0,6490
P.3 - P.15	0,1314	39,20	0,60	0,8591

(Sumber : Hasil perhitungan)

Tabel 4.29. Debit Air Hujan dengan metode rasional periode 10 tahun

Nama Potongan Saluran	Luas Daerah Pengaliran km²	I (mm/jam)	C (%)	Qah (m³/det)
P.0 - P.3	0,0423	105,39	0,60	0,7436
P.3 - P.15	0,1314	44,91	0,60	0,9843

(Sumber : Hasil perhitungan)

Tabel 4.30. Debit Air Hujan dengan metode rasional periode 20 tahun

Nama Potongan Saluran	Luas Daerah Pengaliran km²	I (mm/jam)	C (%)	Qah (m³/det)
P.0 - P.3	0,0423	122,23	0,60	0,8624
P.3 - P.15	0,1314	52,09	0,60	1,1416

(Sumber : Hasil perhitungan)

Tabel 4.31. Debit Air Hujan dengan metode rasional periode 50 tahun

Nama Potongan Saluran	Luas Daerah Pengaliran km²	I (mm/jam)	C (%)	Qah (m³/det)
P.0 - P.3	0,0423	134,73	0,60	0,9506
P.3 - P.15	0,1314	57,41	0,60	1,2583

(Sumber : Hasil perhitungan)

Tabel 4.32. Debit Banjir Rancangan periode 2 tahun

Nama Potongan Saluran	Qah (m³/det)	Qak (m³/det)	Qrencana (m³/det)
P.0 - P.3	0,5045	0,0013	0,5057
P.3 - P.15	0,6678	0,0013	0,6690

Tabel 4.33. Debit Banjir Rancangan periode 5 tahun

Nama Potongan Saluran	Qah (m³/det)	Qak (m³/det)	Qrencana (m³/det)
P.0 - P.3	0,6490	0,0014	0,6504
P.3 - P.15	0,8591	0,0014	0,8604

Tabel 4.34. Debit Banjir Rancangan periode 10 tahun

Nama Potongan Saluran	Qah (m³/det)	Qak (m³/det)	Qrencana (m³/det)
P.0 - P.3	0,7436	0,0015	0,7451
P.3 - P.15	0,9843	0,0015	0,9858

Tabel 4.35. Debit Banjir Rancangan periode 20 tahun

Nama Potongan Saluran	Qah (m³/det)	Qak (m³/det)	Qrencana (m³/det)
P.0 - P.3	0,8624	0,0018	0,8643
P.3 - P.15	1,1416	0,0018	1,1434

Tabel 4.36. Debit Banjir Rancangan periode 50 tahun

Nama Potongan Saluran	Qah (m³/det)	Qak (m³/det)	Qrencana (m³/det)
P.0 - P.3	0,9506	0,0029	0,9534
P.3 - P.15	1,2583	0,0029	1,2611

4.5 Analisa Kapasitas Saluran

Kapasitas saluran adalah besarnya debit maksimum yang mampu dilewatkan oleh suatu penampang saluran sepanjang saluran tersebut. Kapasitas saluran ini digunakan sebagai acuan untuk menyatakan apakah debit yang terjadi dapat ditampung oleh saluran pada kondisi eksisting tanpa ada luapan air (Anggraini 1996).

Apabila terjadi genangan, maka salah satu cara yang dapat digunakan adalah dengan pendimensian ulang saluran.

Tabel 4.37. Koefisien Manning

No.	Type Saluran	Koefisien Manning (n)	
		Baik sekali	Baik
1	Saluran dengan permukaan pasangan batu tanpa diplester/tanpa finishing	0,025	0,03
2	Saluran dengan permukaan pasangan batu kali dengan diplester/finishing	0,017	0,02
3	Saluran dengan permukaan beton halus dan rata	0,014	0,016
4	Saluran dengan permukaan beton pracetak	0,013	0,014

Koefisien Manning yang akan digunakan untuk perhitungan perencanaan saluran pembuang Kemayoran dengan menggunakan permukaan beton pracetak adalah $n = 0,014$, serta menggunakan pasangan batu kali diplester adalah $n = 0,017$. Penampang saluran yang digunakan pada saluran menggunakan Saluran dengan penampang persegi empat dan penampang trapesium dengan kemiringan 1 : 2. Besarnya kapasitas saluran drainase ditentukan berdasarkan sebagai berikut. (Chow, 1997) :

$$Q_{kap} = A.v \text{ dengan } v = \frac{1}{n} . R^{2/3} . S^{1/2} \dots\dots\dots \text{Rumus (4.24)}$$

Dimana, Q_{kap} = Kapasitas saluran (m^3/dt)

A = Luas penampang saluran (m^2)

V = Kecepatan aliran (m/dt)

R = Jari-jari hidrolis saluran (m)

S = Kemiringan saluran

n = Koefisien Manning

Tabel 4.38. Evaluasi Perhitungan Kapasitas Saluran

Nama Potongan Saluran	b	h	w	S	n	R	v	A	Q_{kap}
	m	m				m	m/dt	m^2	m^3/dt
P.0 - P.3	1,00	1,00	0,30	0,0018	0,014	0,33	1,45	1,00	1,45
P.3 - P.15	1,20	1,30	0,30	0,0006	0,017	0,59	1,00	1,56	1,56

(Sumber : Hasil perhitungan)

Tabel 4.39. Perhitungan Kapasitas Saluran Outlet Terhadap Q rencana

Tabel Perhitungan Kapasitas Saluran Periode 2 Tahunan

Nama Potongan Saluran	Q_{kap} m^3/dt	$Q_{rencana}$ m^3/dt	Keterangan m^3/dt
P.0 - P.3	1,45	0,51	Aman
P.3 - P.15	1,56	0,67	Aman

Tabel Perhitungan Kapasitas Saluran Periode 5 Tahunan

Nama Potongan Saluran	Q_{kap} m^3/dt	$Q_{rencana}$ m^3/dt	Keterangan m^3/dt
P.0 - P.3	1,45	0,65	Aman
P.3 - P.15	1,56	0,86	Aman

Tabel Perhitungan Kapasitas Saluran Periode 10 Tahunan

Nama Potongan Saluran	Qkap m3/dt	Qrencana m3/dt	Keterangan m3/dt
P.0 - P.3	1,45	0,75	Aman
P.3 - P.15	1,56	0,99	Aman

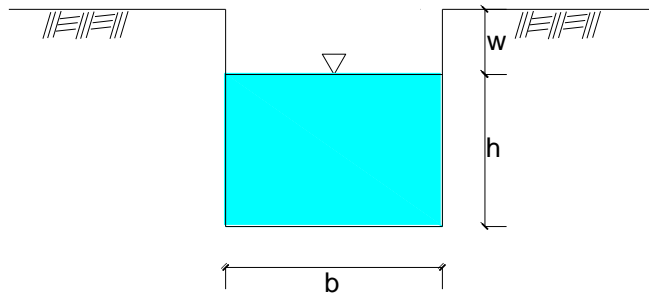
Tabel Perhitungan Kapasitas Saluran Periode 20 Tahunan

Nama Potongan Saluran	Qkap m3/dt	Qrencana m3/dt	Keterangan m3/dt
P.0 - P.3	1,45	0,86	Aman
P.3 - P.15	1,56	1,14	Aman

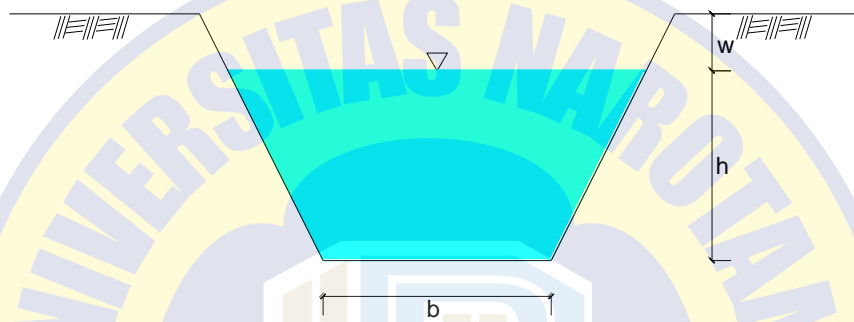
Tabel Perhitungan Kapasitas Saluran Periode 50 Tahunan

Nama Potongan Saluran	Qkap m3/dt	Qrencana m3/dt	Keterangan m3/dt
P.0 - P.3	1,45	0,95	Aman
P.3 - P.15	1,56	1,26	Aman

(Sumber : Hasil perhitungan)



Gambar 4.1. Penampang Saluran Persegi



Gambar 4.2. Penampang Saluran Trapesium

Dimana,

b = Lebar Dasar Saluran (m)

h = Tinggi Permukaan Air (m)

w = Tinggi Jagaan (m)

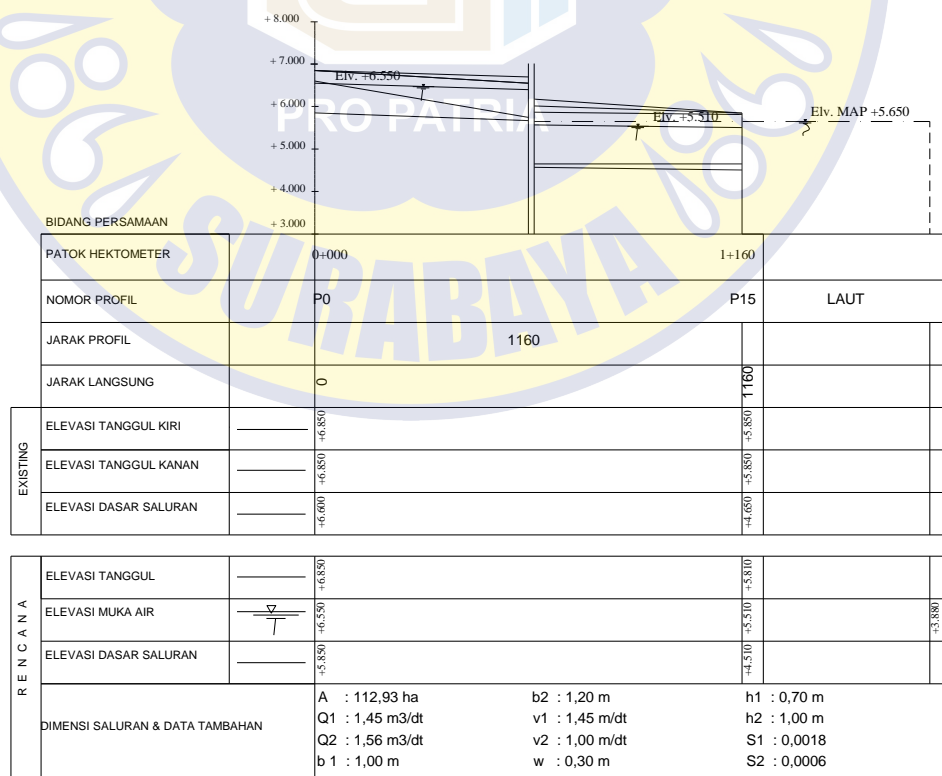
Selanjutnya dimensi dan elevasi saluran pembuang Kemayoran pada tabel diatas diplot pada gambar potongan melintang dan memanjang saluran (lampiran gambar).

4.6 Analisa Pengaruh *Back Water* (Air Balik)

Untuk elevasi muka air di saluran pembuang, khususnya yang berada di hilir saluran (outlet) yang terhubung langsung dengan pasang surut air laut masih terdapat pengaruh dari adanya air balik (*Back Water*) sepanjang 380 m dari hilir, akibat adanya air laut pasang tertinggi (terjadi satu kali dalam satu tahun), hal itu dikarenakan elevasi muka air di saluran pembuang berada di bawah muka air laut pada saat pasang tertinggi.

Berdasarkan pengamatan di lapangan, elevasi muka air rencana di saluran hulu P.0 berada pada titik +6.550, sedangkan elevasi muka air rencana di saluran hilir P.15 berada pada titik +5.510, pada posisi ini muka air laut pasang tertinggi berada di elevasi +5.650.

Selanjutnya dapat dilihat pada gambar long section saluran dibawah ini.



Gambar 4.3. Long Section Saluran Pembuang