

## **BAB 4**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Tinjauan Umum**

Dalam menganalisis penyebab banjir yang terjadi di desa cicaheum ini, sebagai langkah awal dilakukan pengumpulan data. Data tersebut digunakan sebagai dasar perhitungan stabilitas maupun perencanaan teknis. Dari data curah hujan yang diperoleh, data tutupan lahan yang diperoleh, dilakukan analisis tata guna lahan pada tahun 2008 – 2018, serta analisis hidrologi yang menghasilkan debit banjir rencana.

#### **4.2 Kondisi Daerah Aliran Sungai (DAS) Penelitian**

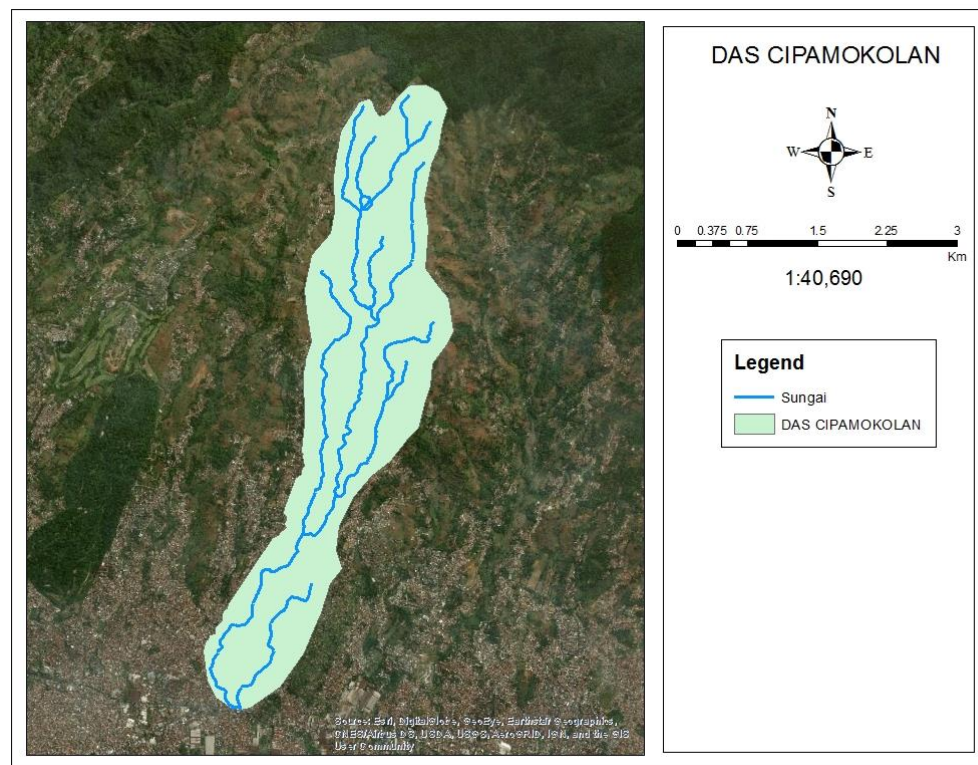
Dari lokasi outlet banjir cicaheum ini ke arah hulu, kemudianditentukan batas daerah aliran sungai dengan menarik garis imajiner yang menghubungkan titik-titik yang memiliki kontur tertinggi sebelah kiri dan kanan sungai yang di tinjau (Soemarto, 1999).

Adapun persyaratan dalam menentukan Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah sebagai berikut :

- a. Penentuan DAS sesuai dengan peta kontur/peta rupa bumi.
- b. Penarikan garis DAS tegak lurus dengan garis lurus yang menunjukkan ketinggian dari elevasi tinggi ke rendah atau hulu ke hilir.
- c. DAS juga dapat di tentukan dilihat dari tata guna lahan, berupa jalan, rel kereta api ataupun sungai.

Daerah Aliran Sungai (DAS) Cipamokolan dengan luas tangkapan 698.780735 ha yang berada di desa Cicaheum, Kecamatan Kiaracondong, Kota Bandung, Jawa

Barat, merupakan kawasan hutan, pertanian dan sebagainya yang berfungsi sebagai kawasan resapan air hujan.



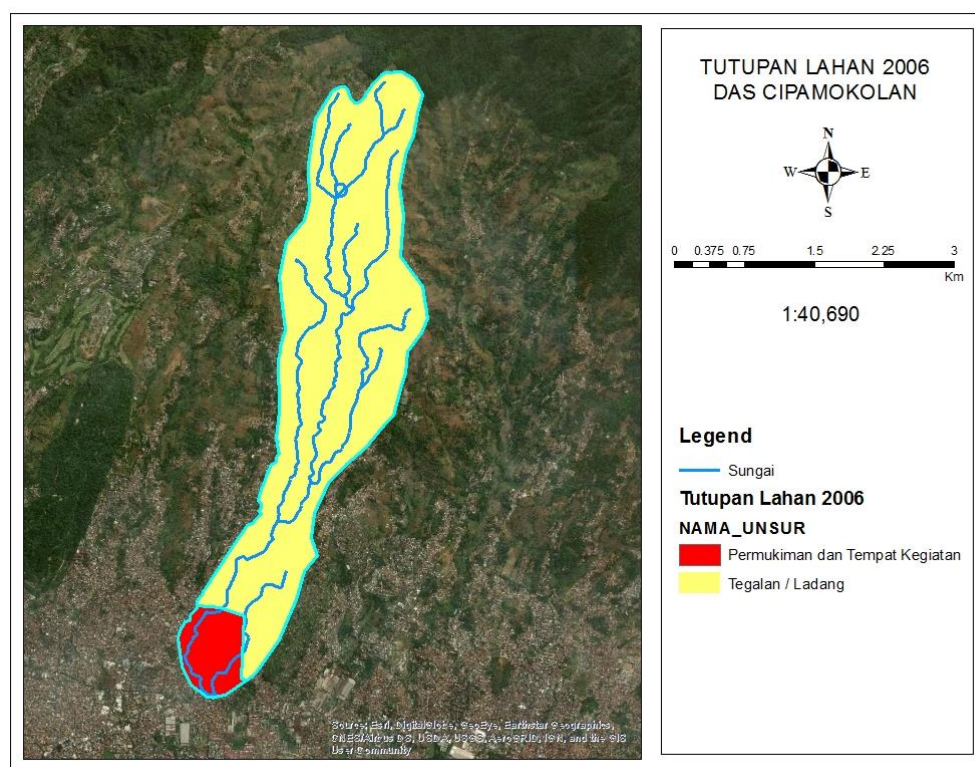
**Gambar 4.1 Daerah Aliran Sungai (DAS) Cipamokolan**

Hasil survey lapangan serta informasi yang didapat menunjukkan bahwa hutan, sawah dan tegalan di wilayah hulu dan di DAS Cipamokolan banyak yang beralih fungsi menjadi kawasan perumahan baru dan sebagainya. Dampak dari alih fungsi lahan pada daerah tersebut adalah berkurangnya suatu kawasan resapan air sehingga meningkatkan aliran permukaan (*surface runoff*) pada musim penghujan datang.

### 4.3 Analisa Tata Guna Lahan (Land Use)

Analisa perubahan tata guna lahan dilakukan dengan bantuan software aplikasi *ArcGIS* , dengan membandingkan Tata Guna Lahan dari tahun 2006 sampai dengan tahun 2018.

Hasil analisis tutupan lahan pada tahun 2006 dapat dilihat pada **Gambar 4.2** dan **Tabel 4.1**.



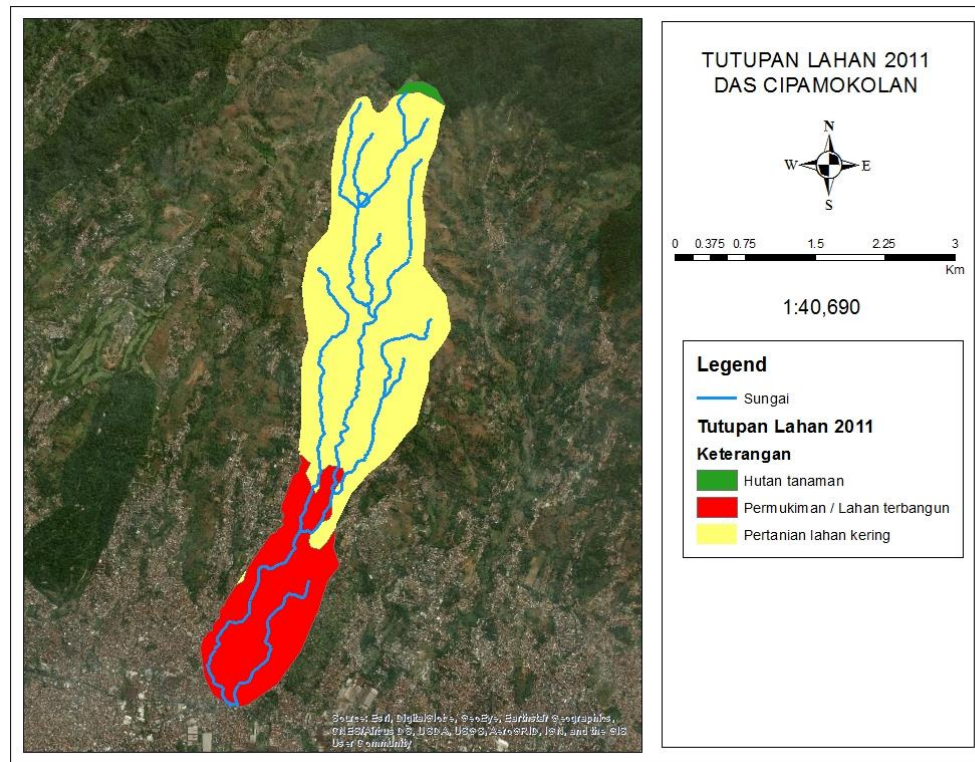
**Gambar 4.2 Tutupan Lahan Tahun 2006**

**Tabel 4.1 Hasil Analisa Tutupan Lahan tahun 2006**

NO.	TUTUPAN LAHAN	LUAS_HA	PRESENTASE
1	Permukiman dan Tempat Kegiatan	56.365427	8%
2	Tegalan / Ladang	642.415308	92%

Sumber : Hasil Olahan ArcGis

Hasil analisis tutupan lahan pada tahun 2011 dapat dilihat pada **Gambar 4.3** dan **Tabel 4.2**.



**Gambar 4.3 Tutupan Lahan Tahun 2011**

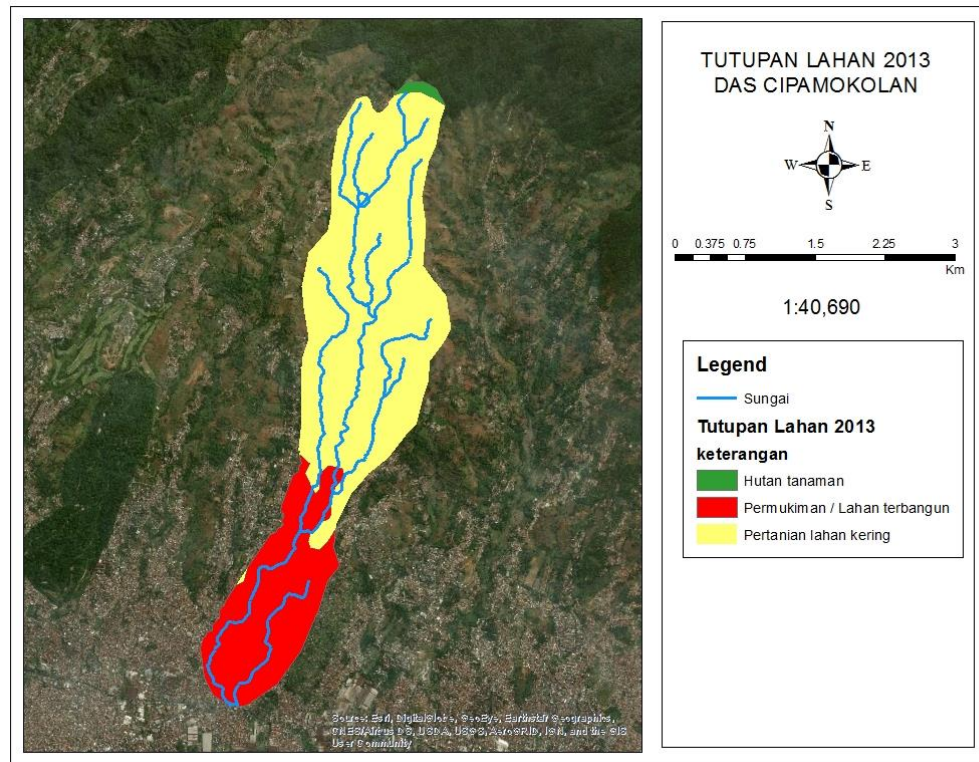
**Tabel 4.2 Hasil Analisa Tutupan Lahan tahun 2011**

NO	TUTUPAN LAHAN	LUAS_HA	PRESENTASE
1	Pertanian lahan kering	497.012388	71%
2	Hutan tanaman	5.210499	1%
3	Permukiman / Lahan terbangun	196.557859	28%

Sumber : Hasil Olahan ArcGis



Hasil analisis tutupan lahan pada tahun 2013 dapat dilihat pada **Gambar 4.4** dan **Tabel 4.3**.



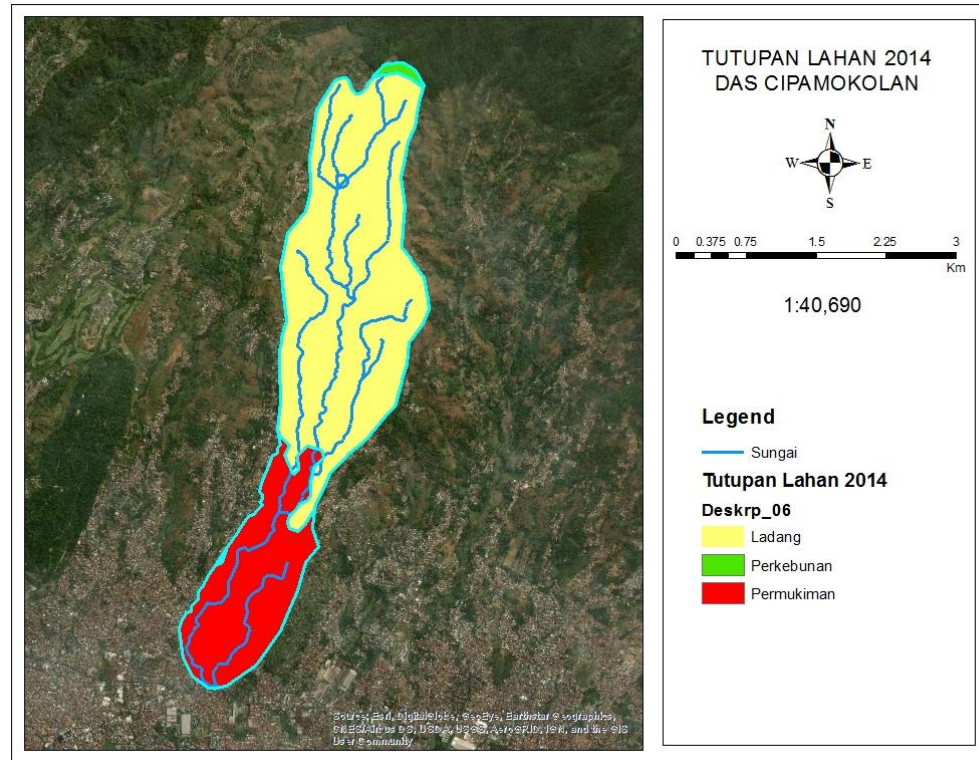
**Gambar 4.4 Tutupan Lahan Tahun 2013**

**Tabel 4.3 Hasil Analisa Tutupan Lahan tahun 2013**

NO.	TUTUPAN LAHAN	LUAS_HA	PRESENTASE
1	Hutan tanaman	5.210499	1%
2	Permukiman / Lahan terbangun	196.5579	28%
3	Pertanian lahan kering	497.012388	71%

*Sumber : Hasil Olahan ArcGis*

Hasil analisis tutupan lahan pada tahun 2014 dapat dilihat pada **Gambar 4.5** dan **Tabel 4.4**.



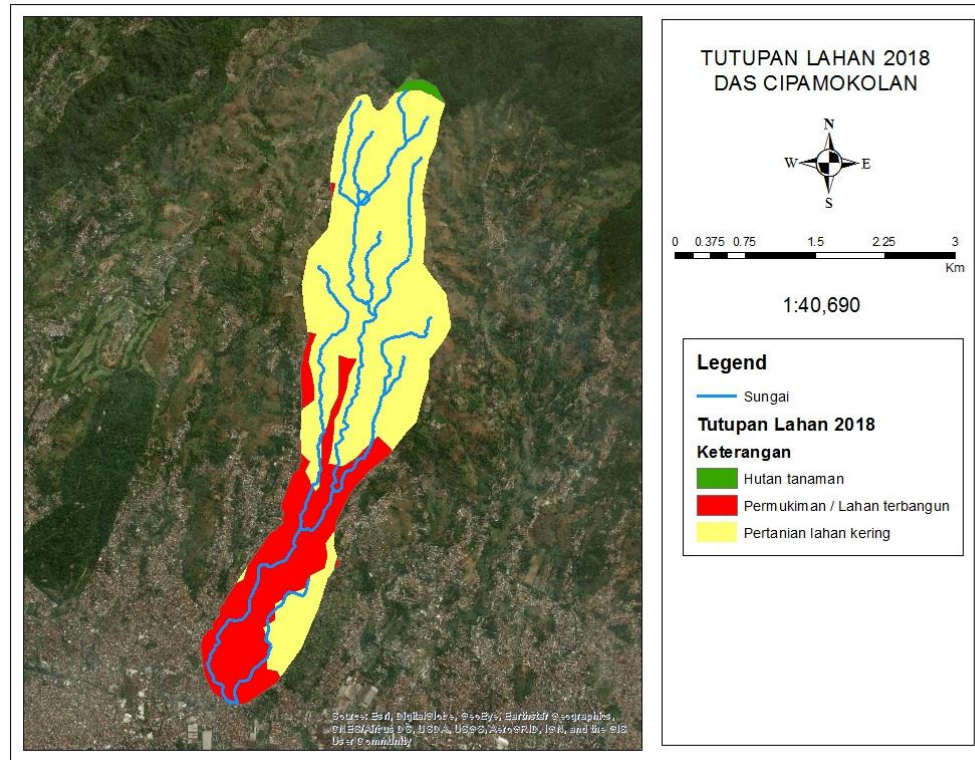
**Gambar 4.5 Tutupan Lahan Tahun 2014**

**Tabel 4.4 Hasil Analisa Tutupan Lahan tahun 2014**

NO.	TUTUPAN LAHAN	LUAS_HA	PRESENTASE
1	Ladang	497.0013	71%
2	Hutan Tanaman	5.210498	1%
3	Permukiman	196.56894	28%

*Sumber : Hasil Olahan ArcGis*

Hasil analisis tutupan lahan pada tahun 2018 dapat dilihat pada **Gambar 4.6** dan **Tabel 4.5**.



**Gambar 4.6 Tutupan Lahan Tahun 2018**

**Tabel 4.5 Hasil Analisa Tutupan Lahan tahun 2018**

NO.	TUTUPAN LAHAN	LUAS_HA	PRESENTASE
1	Hutan tanaman	5.210492	1%
2	Permukiman / Lahan terbangun	202.108483	29%
3	Pertanian lahan kering	491.46176	70%

*Sumber : Hasil Olahan ArcGis*

### 4.3.1 Menentukan Nilai Koeffisien DAS

Maka untuk menganalisa nilai koeffisien aliran permukaan suatu DAS menggunakan persamaan:

$$C_{DAS} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i.C_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \dots\dots\dots (4.1)$$

Keterangan:

$C_{DAS}$  = koeffisien aliran permukaan suatu DAS

$A_i$  = luas lahan dengan jenis penutup lahan i

$C_i$  = koeffisien aliran permukaan jenis penutup lahan i

n = jumlah jenis penutup lahan

$$C_{2006} = \frac{A_1 \times C_1 + A_2 \times C_2 + A_3 \times C_3}{A_1 + A_2 + A_3}$$

$$C_{2006} = \frac{(56.365427 \times 0.8) + (642.415308 \times 0.6)}{56.365427 + 642.415308}$$

$$C_{2006} = \frac{45.0923416 + 385.4491848}{698.780735}$$

$$C_{2006} = 0.616132507$$

**Tabel 4.6 Hasil Analisa Nilai Koeffisien Per-Tahun**

TAHUN	C
2006	0.616132507
2011	0.655511721
2013	0.65551173
2014	0.655514893
2018	0.657100383

Sumber : Hasil Olahan Excel



#### 4.4 Analisa Hidrologi

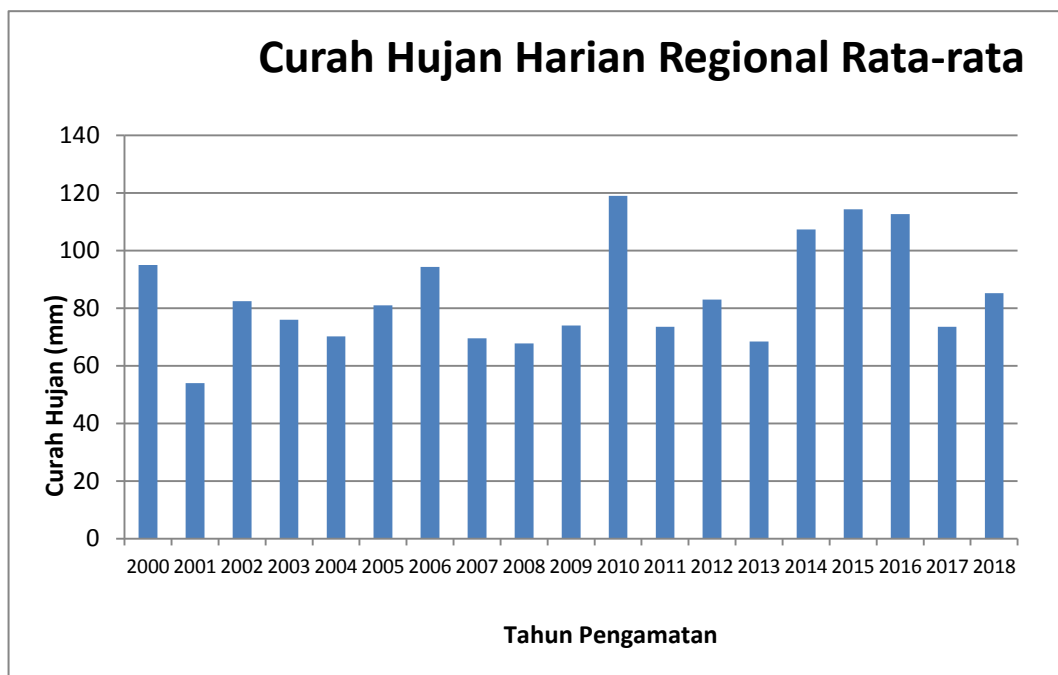
Curah hujan merupakan suatu jumlah air yang jatuh di permukaan tanah datar selama periode tertentu yang dapat diukur dengan satuan kedalaman hujan (mm) di atas permukaan horizontal bila tidak terjadi evaporasi, runoff dan infiltrasi. Analisis curah hujan di DAS Cipamokolan berdasarkan data hujan tahun 2006-2018 yang diambil di satu stasiun yang berada di daerah tangkapan DAS Cipamokolan.

Data curah hujan yang digunakan ialah data curah hujan maksimal tahunan dalam kurun waktu tahun 2006 – 2018 yang di dapat dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) KLAS 1 Bandung. Data curah hujan tahunan yang terdapat pada tabel 4.7 dan di ilustrasikan dengan grafik pada gambar 4.7.

**Tabel 4.7 Data Curah Hujan Stasiun Cemara**

TAHUN	Curah Hujan
	Regional
2000	95
2001	54
2002	82.4
2003	76
2004	70.2
2005	81
2006	94.3
2007	69.5
2008	68
2009	74
2010	119
2011	74
2012	83.0
2013	68.4
2014	107.3
2015	114.3
2016	112.6
2017	73.5
2018	85.2
Maximum	119.00
Rerata	84.26
Minimum	54.00
Standar Deviasi	18.16

*Sumber : BMKG KLAS 1 Bandung*



Gambar 4.7 Diagram Curah Hujan Stasiun Cemara

#### 4.4.1 Distribusi Frekuensi Curah Hujan

Analisa frekuensi curah hujan bermaksud untuk memprediksi suatu besaran curah hujan di masa yang akan datang dengan menggunakan data curah hujan yang lampau ada berdasarkan suatu pemakaian distribusi frekuensi. Dalam menganalisis frekuensi hujan digunakan beberapa teori distribusi diantaranya :

##### 4.4.1.1 Distribusi Frekuensi Curah Hujan Tahun 2018

###### 1. Distribusi Normal

Distribusi normal atau disebut juga distribusi Gauss di dapat dengan rumus:

$$X_{Tr} = \bar{X} + K_{TR} \cdot S_x \quad \dots\dots\dots (4.2)$$

Keterangan :

$X_{Tr}$  = Besarnya curah hujan yang terjadi dengan kala ulang T tahun

$\bar{X}$  = Rata-rata hitung varian

$S_x$  = Standart Deviasi

$K_{Tr}$  = Faktor frekuensi (nilai variable reduksi tabel Gauss)

**Tabel 4.8 Analisa Frekuensi Distribusi Normal**

TAHUN	Curah Hujan
	Regional
2000	95
2001	54
2002	82.4
2003	76
2004	70.2
2005	81
2006	94.3
2007	69.5
2008	68
2009	74
2010	119
2011	74
2012	83.0
2013	68.4
2014	107.3
2015	114.3
2016	112.6
2017	73.5
2018	85.2
<b>Maximum</b>	<b>119.00</b>
<b>Rerata</b>	<b>84.26</b>
<b>Minimum</b>	<b>54.00</b>
<b>Standar Deviasi</b>	<b>18.16</b>

*Sumber : Hasil Perhitungan Excel*

**Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Distribusi Normal**

Tr (tahun)	$K_{Tr}$	$X_{Tr}$ (mm)	Peluang
1	-3.05	28.88	1.00
2	0.00	84.26	0.50
5	0.84	99.52	0.20
10	1.28	107.51	0.10
25	1.64	114.04	0.04
50	2.05	121.49	0.02
100	2.33	126.57	0.01

*Sumber : Hasil Perhitungan Excel*

Sampel Perhitungan :

$$X_{Tr} = \bar{X} + K_{Tr} \cdot S_x$$

$$X_{Tr} = 84.26 + (-3.05 \times 18.16)$$

$$X_{Tr} = 84.26 + (-55.388)$$

$$X_{Tr} = 28.88$$

**Tabel 4.10 Smirnov – Kolmogorov untuk Distribusi Normal**

m	Weibull	Tr	K <sub>Tr</sub>	X <sub>aktual</sub>	X <sub>prediksi</sub>	Δ
1	0.05	20.00	1.52	119.00	111.86	7.14
2	0.10	10.00	1.04	114.30	103.15	11.15
3	0.15	6.67	0.99	112.60	102.18	10.42
4	0.20	5.00	0.77	107.30	98.27	9.03
5	0.25	4.00	0.65	95.00	96.04	1.04
6	0.30	3.33	0.48	94.30	93.04	1.26
7	0.35	2.86	0.25	85.20	88.80	3.60
8	0.40	2.50	0.10	83.00	86.01	3.01
9	0.45	2.22	0.11	82.40	86.28	3.88
10	0.50	2.00	-0.05	81.00	83.33	2.33
11	0.55	1.82	-0.14	76.00	81.76	5.76
12	0.60	1.67	-0.30	74.00	78.74	4.74
13	0.65	1.54	-0.40	73.50	77.04	3.54
14	0.70	1.43	-0.55	73.50	74.31	0.81
15	0.75	1.33	-0.69	70.20	71.70	1.50
16	0.80	1.25	-0.89	69.50	68.07	1.43
17	0.85	1.18	-1.07	68.40	64.81	3.59
18	0.90	1.11	-1.40	67.80	58.92	8.88
19	0.95	1.05	-1.88	54.00	50.08	3.92
Selisih Maksimum				Δ <sub>maks</sub>		11.15
Nilai Kritis 5% ditolak				Δ <sub>o</sub>		28.40
Korelasi hasil uji kecocokan						Diterima

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

## 2. Distribusi Log Normal 2 Parameter

### a. Perhitungan $X_{Tr}$

$$X_{Tr} = \bar{X} + K_{Tr} \cdot S_x \quad \dots\dots\dots (4.3)$$

Keterangan :

$X_{Tr}$  = Besarnya curah hujan yang terjadi dengan kala ulang T tahun

$\bar{X}$  = Rata-rata hitung varian

$S_x$  = Standart Deviasi

$K_{Tr}$  = Faktor frekuensi (nilai variable reduksi tabel Gauss)

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} \quad \dots\dots\dots (4.4)$$

Perhitungan :

$$X_{Tr} = 84.26 + (-0.1048 \times 18.16)$$

$$X_{Tr} = 82.36$$

$$C_v = \frac{18.16}{84.26}$$

$$C_v = 0.215$$

**Tabel 4.11 Perhitungan Log Normal 2 Parameter**

No.	Tahun	No. Urut	X	X urut	Tr (thn)
1	2000	5	95	119	20.00
2	2001	19	54	114	10.00
3	2002	9	82	113	6.67
4	2003	11	76	107	5.00
5	2004	15	70	95	4.00
6	2005	10	81	94	3.33
7	2006	6	94	85	2.86
8	2007	16	70	83	2.50
9	2008	18	68	82	2.22
10	2009	12	74	81	2.00
11	2010	1	119	76	1.82
12	2011	13	74	74	1.67
13	2012	8	83	74	1.54
14	2013	17	68	74	1.43
15	2014	4	107	70	1.33
16	2015	2	114	70	1.25
17	2016	3	113	68	1.18
18	2017	13	74	68	1.11
19	2018	7	85	54	1.05
Jumlah data			n		19
Standar deviasi			$S_x$		18.16
Nilai rata-rata			$\bar{X}$		84.26
Koefisien Variasi			$C_v$		0.215

Sumber : Hasil Perhitungan Excel



Tabel 4.12 Interpolasi Cv

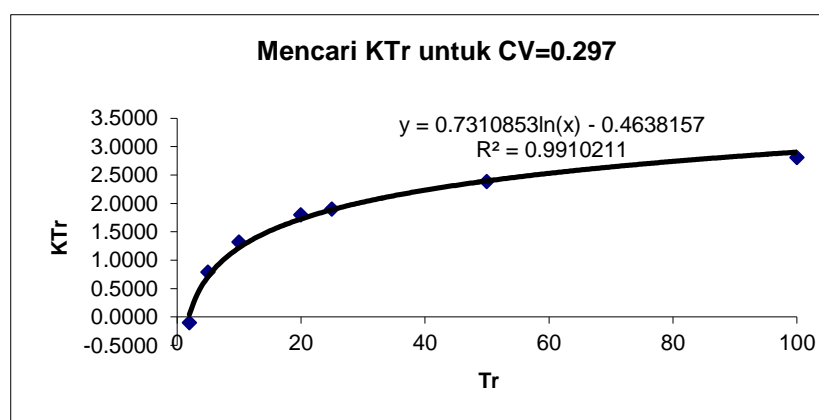
CV	2	5	10	20	25	50	100
0.2	-0.0971	0.7926	1.3200	1.7911	1.8866	2.3640	2.7716
0.215	-0.1040	0.7870	1.3203	1.7995	1.8971	2.3850	2.8053
0.25	-0.1194	0.7746	1.3209	1.8183	1.9206	2.4318	2.8805

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

Tabel 4.13 Smirnov – Kolmogorov untuk Distribusi Log Normal dengan 2 Parameter

m	Weibull	Tr	K <sub>Tr</sub>	X <sub>aktual</sub>	X <sub>prediksi</sub>	Δ
1	0.05	20.00	1.7263	119.00	115.61	3.39
2	0.10	10.00	1.2196	114.30	106.41	7.89
3	0.15	6.67	0.9231	112.60	101.03	11.57
4	0.20	5.00	0.7128	107.30	97.21	10.09
5	0.25	4.00	0.5497	95.00	94.24	0.76
6	0.30	3.33	0.4164	94.30	91.82	2.48
7	0.35	2.86	0.3037	85.20	89.78	4.58
8	0.40	2.50	0.2061	83.00	88.00	5.00
9	0.45	2.22	0.1200	82.40	86.44	4.04
10	0.50	2.00	0.0429	81.00	85.04	4.04
11	0.55	1.82	-0.0267	76.00	83.78	7.78
12	0.60	1.67	-0.0904	74.00	82.62	8.62
13	0.65	1.54	-0.1489	73.50	81.56	8.06
14	0.70	1.43	-0.2031	73.50	80.58	7.08
15	0.75	1.33	-0.2535	70.20	79.66	9.46
16	0.80	1.25	-0.3007	69.50	78.80	9.30
17	0.85	1.18	-0.3450	68.40	78.00	9.60
18	0.90	1.11	-0.3868	67.80	77.24	9.44
19	0.95	1.05	-0.4263	54.00	76.52	22.52
Selisih Maksimum				Δ <sub>maks</sub>		22.52
Nilai Kritis 5% ditolak				Δ <sub>o</sub>		28.40
Korelasi hasil uji kecocokan						Diterima

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

Gambar 4.8 Diagram Mencari K<sub>Tr</sub> untuk CV=0.297

### 3. Distribusi Log Normal 3 Parameter

Perbedaan log normal 2 parameter dengan log normal 3 parameter yaitu nilai koefisien ( $C_s$ ).

Rumus Perhitungan nilai hujan ( $X_{Tr}$ ) antara lain :

$$X_{Tr} = \bar{X} + K_{Tr} \cdot S_x \quad \dots\dots\dots (4.5)$$

Keterangan :

$X_{Tr}$  = Besarnya curah hujan yang terjadi dengan kala ulang T tahun

$\bar{X}$  = Rata-rata hitung varian

$S_x$  = Standart Deviasi

$K_{Tr}$  = Faktor frekuensi (nilai variable reduksi tabel Gauss)

Sampel salah satu perhitungan  $X_{Tr}$  ialah :

$$X_{Tr} = 84.26 + (-0.1014 \times 18.16)$$

$$X_{Tr} = 82.42$$

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1) \times (n-2) \times S^3}$$

Keterangan :

$C_s$  = Koef. Skewness

$S$  = Standar Deviasi

$\bar{X}$  = Curah hujan rata-rata (mm)

$X_i$  = Curah hujan di stasiun ke i (mm)

**Tabel 4.14 Perhitungan Log Normal 3 Parameter**

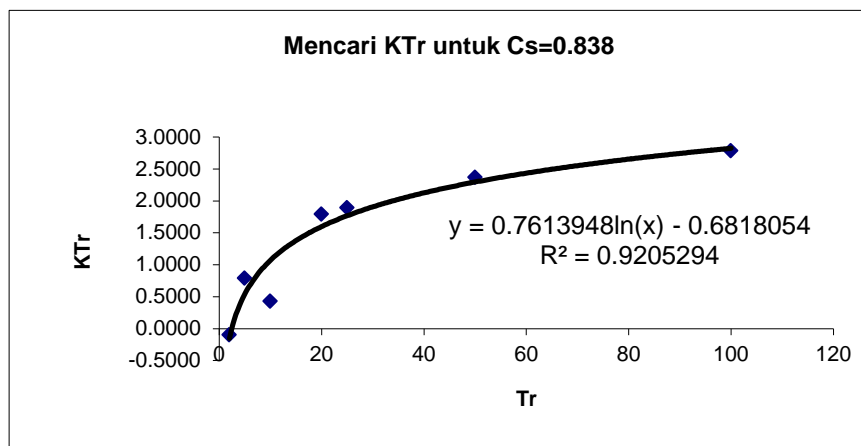
No.	Tahun	No. Urut	X	X urut	Tr (thn)
1	2000	5	95.00	119.00	20.00
2	2001	19	54.00	114.30	10.00
3	2002	9	82.40	112.60	6.67
4	2003	11	76.00	107.30	5.00
5	2004	15	70.20	95.00	4.00
6	2005	10	81.00	94.30	3.33
7	2006	6	94.30	85.20	2.86
8	2007	16	69.50	83.00	2.50
9	2008	18	67.80	82.40	2.22
10	2009	12	74.00	81.00	2.00
11	2010	1	119.00	76.00	1.82
12	2011	13	73.50	74.00	1.67
13	2012	8	83.00	73.50	1.54
14	2013	17	68.40	73.50	1.43
15	2014	4	107.30	70.20	1.33
16	2015	2	114.30	69.50	1.25
17	2016	3	112.60	68.40	1.18
18	2017	13	73.50	67.80	1.11
19	2018	7	85.20	54.00	1.05
<b>Jumlah data</b>			<b>n</b>		<b>19</b>
<b>Standar deviasi "X"</b>			<b>S<sub>X</sub></b>		<b>18.16</b>
<b>Nilai rata-rata "X"</b>			<b>X</b>		<b>84.26</b>
<b>Koefisien kemencengan</b>			<b>C<sub>S</sub></b>		<b>0.621</b>

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

**Tabel 4.15 Smirnov – Kolmogorov untuk Distribusi Log Normal dengan 3 Parameter**

m	Weibull	Tr	K <sub>Tr</sub>	X <sub>aktual</sub>	X <sub>prediksi</sub>	Δ
1	0.05	20.00	1.60	119.00	113.30	5.70
2	0.10	10.00	1.07	114.30	103.72	10.58
3	0.15	6.67	0.76	112.60	98.11	14.49
4	0.20	5.00	0.54	107.30	94.13	13.17
5	0.25	4.00	0.37	95.00	91.05	3.95
6	0.30	3.33	0.23	94.30	88.53	5.77
7	0.35	2.86	0.12	85.20	86.40	1.20
8	0.40	2.50	0.02	83.00	84.55	1.55
9	0.45	2.22	-0.07	82.40	82.92	0.52
10	0.50	2.00	-0.15	81.00	81.47	0.47
11	0.55	1.82	-0.23	76.00	80.15	4.15
12	0.60	1.67	-0.29	74.00	78.95	4.95
13	0.65	1.54	-0.35	73.50	77.84	4.34
14	0.70	1.43	-0.41	73.50	76.81	3.31
15	0.75	1.33	-0.46	70.20	75.86	5.66
16	0.80	1.25	-0.51	69.50	74.97	5.47
17	0.85	1.18	-0.56	68.40	74.13	5.73
18	0.90	1.11	-0.60	67.80	73.34	5.54
19	0.95	1.05	-0.64	54.00	72.59	18.59
Selisih Maksimum				Δ <sub>maks</sub>		18.59
Nilai Kritis 5% ditolak				Δ <sub>o</sub>		28.40
Korelasi hasil uji kecocokan						Diterima

Sumber : Hasil Perhitungan Excel



Gambar 4.9 Diagram Mencari KTr untuk Cs=0.838

b. Distribusi Gumbell

$$X_t = X + S \times K_r \quad \dots\dots\dots (4.6)$$

Keterangan :

$X_t$  = Curah hujan rencana dengan periode ulang t tahun

$X$  = Curah hujan rata-rata (mm)

$S$  = Standar deviasi (*deviation standard*)

$K_r$  = Faktor frekuensi Gumbel =  $\frac{1}{S_n} \times (Y_t - Y_n)$

$Y_n, S_n$  = Besaran yang mempunyai fungsi dari jumlah pengamatan

$Y_t$  = Reduksi sebagai fungsi dari probabilitas

$t$  = Jumlah tahun kala ulang

Perhitungan :

$$k = \frac{0.3665 - 0.5220}{1.0565}$$

$$k = -0.14718$$

$$X_{Tr} = 84.26 + (-0.14718) \times 18.16$$

$$X_{Tr} = 81.59$$

**Tabel 4.16 Perhitungan Distribusi Gumbell**

No.	Tahun	X	$(X_1 - \bar{X})^2$	$X_{urut}$	Tr (tahun)
1	2000	95.00	115.28	119.00	20.00
2	2001	54.00	915.86	114.30	10.00
3	2002	82.40	3.47	112.60	6.67
4	2003	76.00	68.28	107.30	5.00
5	2004	70.20	197.77	95.00	4.00
6	2005	81.00	10.65	94.30	3.33
7	2006	94.30	100.74	85.20	2.86
8	2007	69.50	217.95	83.00	2.50
9	2008	67.80	271.04	82.40	2.22
10	2009	74.00	105.33	81.00	2.00
11	2010	119.00	1206.65	76.00	1.82
12	2011	73.50	115.85	74.00	1.67
13	2012	83.00	1.60	73.50	1.54
14	2013	68.40	251.64	73.50	1.43
15	2014	107.30	530.70	70.20	1.33
16	2015	114.30	902.21	69.50	1.25
17	2016	112.60	802.98	68.40	1.18
18	2017	73.50	115.85	67.80	1.11
19	2018	85.20	0.88	54.00	1.05
<b>Jumlah data yang dipergunakan</b>			<b>n</b>	<b>19</b>	
<b>Jumlah nilai data</b>			<b><math>\Sigma X</math></b>	<b>1601.00</b>	
<b>Nilai rata-rata</b>			<b><math>\bar{X}</math></b>	<b>84.26</b>	
<b>Jumlah selisih dengan mean pangkat 2</b>			<b><math>\Sigma(X_1 - \bar{X})^2</math></b>	<b>5934.70</b>	
<b>Standard deviasi</b>			<b><math>S_X</math></b>	<b>18.16</b>	
<b>Koefisien <math>y_n</math> (reduced mean)</b>			<b><math>Y_n</math></b>	<b>0.5220</b>	
<b>Koefisien <math>s_n</math> (reduced <math>S_d</math>)</b>			<b><math>S_n</math></b>	<b>1.0565</b>	

Sumber : Hasil Perhitungan Excel



**Tabel 4.17 Smirnov – Kolmogorov untuk Distribusi Gumbell**

m	Weibull	Tr	Y <sub>Tr</sub>	X <sub>aktual</sub>	X <sub>prediksi</sub>	Δ
1	0.05	20.00	2.9702	119	126.34	7.34
2	0.10	10.00	2.2504	114	113.97	0.33
3	0.15	6.67	1.8170	113	106.52	6.08
4	0.20	5.00	1.4999	107	101.07	6.23
5	0.25	4.00	1.2459	95	96.70	1.70
6	0.30	3.33	1.0309	94	93.01	1.29
7	0.35	2.86	0.8422	85	89.77	4.57
8	0.40	2.50	0.6717	83	86.84	3.84
9	0.45	2.22	0.5144	82	84.13	1.73
10	0.50	2.00	0.3665	81	81.59	0.59
11	0.55	1.82	0.2250	76	79.16	3.16
12	0.60	1.67	0.0874	74	76.79	2.79
13	0.65	1.54	-0.0486	74	74.46	0.96
14	0.70	1.43	-0.1856	74	72.10	1.40
15	0.75	1.33	-0.3266	70	69.68	0.52
16	0.80	1.25	-0.4759	70	67.11	2.39
17	0.85	1.18	-0.6403	68	64.29	4.11
18	0.90	1.11	-0.8340	68	60.96	6.84
19	0.95	1.05	-1.0972	54	56.43	2.43
Selisih Maksimum				Δ <sub>maks</sub>		7.34
Nilai Kritis 5% ditolak				Δ <sub>o</sub>		28.40
Korelasi hasil uji kecocokan						Diterima

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

c. Distribusi Pearson Type III

$$X_t = \bar{X} + S \times K_r \quad \dots\dots\dots (4.7)$$

Keterangan :

$X_{Tr}$  = Besarnya curah hujan yang terjadi dengan kala ulang T tahun

$\bar{X}$  = Rata-rata hitung varian

$S_x$  = Standart Deviasi

$K_{Tr}$  = Faktor frekuensi (nilai variable reduksi tabel Gauss)

Contoh Salah Satu Perhitungan :

$$X_{Tr} = 84.26 + (-0.103) \times 18.16$$

$$X_{Tr} = 82.39$$

**Tabel 4.18 Perhitungan Pearson Type III**

No.	Tahun	X	$(X_i - \bar{X})^3$
1	2000	95.00	1,238
2	2001	54.00	-27,717
3	2002	82.40	-6
4	2003	76.00	-564
5	2004	70.20	-2,781
6	2005	81.00	-35
7	2006	94.30	1,011
8	2007	69.50	-3,218
9	2008	67.80	-4,462
10	2009	74.00	-1,081
11	2010	119.00	41,915
12	2011	73.50	-1,247
13	2012	83.00	-2
14	2013	68.40	-3,992
15	2014	107.30	12,226
16	2015	114.30	27,100
17	2016	112.60	22,754
18	2017	73.50	-1,247
19	2018	85.20	1
<b>Jumlah data yang dipergunakan</b>		<b>n</b>	<b>19</b>
<b>Jumlah nilai data</b>		<b><math>\Sigma X</math></b>	<b>1601.00</b>
<b>Nilai rata-rata</b>		<b><math>\bar{X}</math></b>	<b>84.26</b>
<b>Standard deviasi</b>		<b><math>S_x</math></b>	<b>18.16</b>
<b>koefisien kemencengan</b>		<b><math>C_s</math></b>	<b>0.621</b>

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

**Tabel 4.19 Smirnov – Kolmogorov untuk Pearson III**

m	Weibull	Tr	$K_{Tr}$	$X_{aktual}$	$X_{prediksi}$	$\Delta$
1	0.05	20.00	1.6852	119.00	114.86	4.14
2	0.10	10.00	1.2059	114.30	106.16	8.14
3	0.15	6.67	0.9256	112.60	101.07	11.53
4	0.20	5.00	0.7266	107.30	97.46	9.84
5	0.25	4.00	0.5723	95.00	94.66	0.34
6	0.30	3.33	0.4463	94.30	92.37	1.93
7	0.35	2.86	0.3397	85.20	90.43	5.23
8	0.40	2.50	0.2474	83.00	88.75	5.75
9	0.45	2.22	0.1659	82.40	87.28	4.88
10	0.50	2.00	0.0931	81.00	85.95	4.95
11	0.55	1.82	0.0272	76.00	84.76	8.76
12	0.60	1.67	-0.0330	74.00	83.66	9.66
13	0.65	1.54	-0.0884	73.50	82.66	9.16
14	0.70	1.43	-0.1396	73.50	81.73	8.23
15	0.75	1.33	-0.1873	70.20	80.86	10.66
16	0.80	1.25	-0.2319	69.50	80.05	10.55
17	0.85	1.18	-0.2738	68.40	79.29	10.89
18	0.90	1.11	-0.3134	67.80	78.57	10.77
19	0.95	1.05	-0.3508	54.00	77.89	23.89
<b>Selisih Maksimum</b>				<b><math>\Delta_{maks}</math></b>	<b>23.89</b>	
<b>Nilai Kritis 5%</b>				<b><math>\Delta_o</math></b>	<b>28.40</b>	
<b>Korelasi hasil uji kecocokan</b>						<b>Diterima</b>

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

## d. Distribusi Log Pearson Type III

$$\log X = \log \bar{X} + k \cdot S_{\log X} \dots\dots\dots (4.8)$$

$$\ln X = \frac{\sum_{i=1}^n \ln X_i}{n} \dots\dots\dots (4.9)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\ln X_i - \ln X)^2}{n-1}} \dots\dots\dots (4.10)$$

Keterangan :

Logx = logaritma rata-rata

$S_{\log X}$  = standar deviasi dari logaritma

k = faktor frekuensi

N = jumlah data

XT = besarnya curah hujan dengan kala ulang T tahun

X = rata-rata hitungan varian

Sx = Standar deviasi

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

$$\log \bar{X} = \frac{36.412}{10}$$

$$= 1.916$$

$$\log X = 1.916 + (-0.037) \times 0.092$$

$$= 1.9130$$

Tabel 4.20 Perhitungan Log Pearson Type III

No.	Tahun	X	log X	$(\log X_1 - \log X)^2$	$(\log X_1 - \log X)^3$
1	2000	95.00	1.9777	0.00376	0.00023
2	2001	54.00	1.7324	0.03386	-0.00623
3	2002	82.40	1.9159	0.00000	0.00000
4	2003	76.00	1.8808	0.00127	-0.00005
5	2004	70.20	1.8463	0.00491	-0.00034
6	2005	81.00	1.9085	0.00006	0.00000
7	2006	94.30	1.9745	0.00338	0.00020
8	2007	69.50	1.8420	0.00554	-0.00041
9	2008	67.80	1.8312	0.00725	-0.00062
10	2009	74.00	1.8692	0.00222	-0.00010
11	2010	119.00	2.0755	0.02533	0.00403
12	2011	73.50	1.8663	0.00251	-0.00013
13	2012	83.00	1.9191	0.00001	0.00000
14	2013	68.40	1.8351	0.00662	-0.00054
15	2014	107.30	2.0306	0.01304	0.00149
16	2015	114.30	2.0580	0.02006	0.00284
17	2016	112.60	2.0515	0.01826	0.00247
18	2017	73.50	1.8663	0.00251	-0.00013
19	2018	85.20	1.9304	0.00020	0.00000
Jumlah data yang dipergunakan				n	19
Jumlah nilai 'log X'				$\Sigma \log X$	36.412
Nilai rata-rata 'log X' (mean)				$\log X$	1.916
Jumlah selisih dengan mean pangkat 2				$\Sigma (\log X_1 - \log X)^2$	0.151
Standard deviasi 'log X'				$S_{\log X}$	0.092
Jumlah selisih dengan mean pangkat 3				$\Sigma (\log X_1 - \log X)^3$	0.003
koefisien kemencengan				$C_s$	0.220

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

Tabel 4.21 Smirnov – Kolmogorov untuk Log Pearson III

m	Weibull	Tr	K <sub>Tr</sub>	X <sub>aktual</sub>	X <sub>prediksi</sub>	Δ
1	0.05	20.00	1.5656	119.00	114.73	4.27
2	0.10	10.00	1.1542	114.30	105.20	9.10
3	0.15	6.67	0.9135	112.60	100.00	12.60
4	0.20	5.00	0.7428	107.30	96.47	10.83
5	0.25	4.00	0.6103	95.00	93.81	1.19
6	0.30	3.33	0.5021	94.30	91.70	2.60
7	0.35	2.86	0.4106	85.20	89.94	4.74
8	0.40	2.50	0.3313	83.00	88.45	5.45
9	0.45	2.22	0.2614	82.40	87.16	4.76
10	0.50	2.00	0.1989	81.00	86.02	5.02
11	0.55	1.82	0.1423	76.00	85.00	9.00
12	0.60	1.67	0.0906	74.00	84.08	10.08
13	0.65	1.54	0.0431	73.50	83.24	9.74
14	0.70	1.43	-0.0009	73.50	82.47	8.97
15	0.75	1.33	-0.0418	70.20	81.77	11.57
16	0.80	1.25	-0.0801	69.50	81.11	11.61
17	0.85	1.18	-0.1161	68.40	80.50	12.10
18	0.90	1.11	-0.1500	67.80	79.92	12.12
19	0.95	1.05	-0.1821	54.00	79.38	25.38
Selisih Maksimum				Δ <sub>maks</sub>		25.38
Nilai Kritis 5%				Δ <sub>o</sub>		28.40
Korelasi hasil uji kecocokan						Diterima

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

**Tabel 4.22 Interpolasi Cs Log Pearson III**

Cs	2	5	10	25	50	100	200
0.2	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763
0.220	-0.036	0.829	1.303	1.824	2.169	2.486	2.782
0.3	-0.050	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

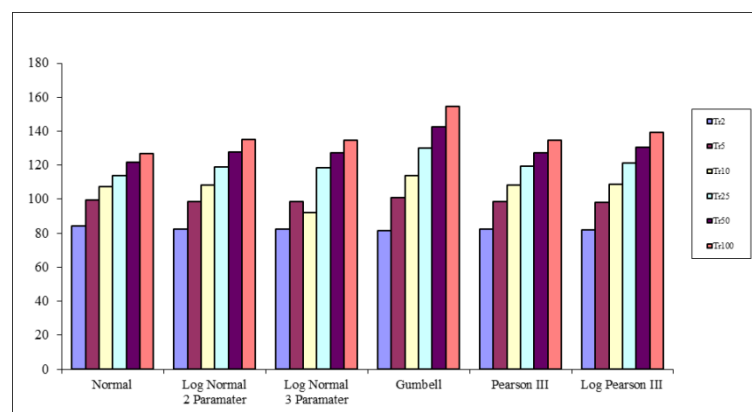
e. Resume

Dari perhitungan keenam metode distribusi frekuensi tersebut dapat disimpulkan hasil perhitungan nilai  $K_{Tr}$  sebagai berikut :

**Tabel 4.23 Resume Analisa Frekuensi Curah Hujan**

Periode Ulang	Analisa Frekuensi Curah Hujan Rencana (mm)					
	Normal	Log Normal 2 Paramater	Log Normal 3 Paramater	Gumbell	Pearson III	Log Pearson III
2	84.26	82.37	82.48	81.59	82.40	81.86
5	99.52	98.55	98.62	101.07	98.75	98.23
10	107.51	108.24	91.99	113.97	108.40	108.55
25	114.04	118.71	118.56	130.26	119.58	121.16
50	121.49	127.57	127.29	142.35	127.28	130.30
100	126.57	135.20	134.76	154.35	134.55	139.31

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

**Gambar 4.10 Grafik Resume Analisa Frekuensi Curah Hujan**



## f. Uji kesesuaian Smirnov – Kolmogorov

Uji kesesuaian ini sni Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov merupakan suatu uji kecocokan non parametik yang memiliki tujuan untuk membandingkan nilai rasio actual dengan rencana dengan nilai kritis kecocokan 1% - 20%, nilai kritis smirnov dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.24 Nilai Kritis Smirnov-Kolmogorov

n	Nilai kritis Smirnov-Kolmogorov (a)			
	0.2	0.1	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	0.30	0.34	0.40
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
35	0.18	0.20	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.16	0.18	0.20	0.24
50	0.15	0.17	0.19	0.23
n>50	$\frac{1.07}{n^{0.5}}$	$\frac{1.22}{n^{0.5}}$	$\frac{1.36}{n^{0.5}}$	$\frac{1.63}{n^{0.5}}$

Sumber : Soewarno, 1995

Tabel 4.25 Resume Hasil Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorov

No.	Selisih Untuk Nilai Kritis 5 %					
	Normal	Log Normal 2 Paramater	Log Normal 3 Paramater	Gumbell	Pearson III	Log Pearson III
1	7.14	3.39	5.70	<b>7.34</b>	4.14	4.27
2	11.15	7.89	10.58	<b>0.33</b>	8.14	9.10
3	10.42	11.57	14.49	<b>6.08</b>	11.53	12.60
4	9.03	10.09	13.17	<b>6.23</b>	9.84	10.83
5	1.04	0.76	3.95	<b>1.70</b>	0.34	1.19
6	1.26	2.48	5.77	<b>1.29</b>	1.93	2.60
7	3.60	4.58	1.20	<b>4.57</b>	5.23	4.74
8	3.01	5.00	1.55	<b>3.84</b>	5.75	5.45
9	3.88	4.04	0.52	<b>1.73</b>	4.88	4.76
10	2.33	4.04	0.47	<b>0.59</b>	4.95	5.02
11	5.76	7.78	4.15	<b>3.16</b>	8.76	9.00
12	4.74	8.62	4.95	<b>2.79</b>	9.66	10.08
13	3.54	8.06	4.34	<b>0.96</b>	9.16	9.74
14	0.81	7.08	3.31	<b>1.40</b>	8.23	8.97
15	1.50	9.46	5.66	<b>0.52</b>	10.66	11.57
16	1.43	9.30	5.47	<b>2.39</b>	10.55	11.61
17	3.59	9.60	5.73	<b>4.11</b>	10.89	12.10
18	8.88	9.44	5.54	<b>6.84</b>	10.77	12.12
Selisih Maks	<b>11.15</b>	<b>11.57</b>	<b>14.49</b>	<b>7.34</b>	<b>11.53</b>	<b>12.60</b>
Uji Kecocokan	28.40					
Korelasi	Diterima	Diterima	Diterima	<b>Diterima</b>	Diterima	Diterima

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

#### 4.4.1.2 Distribusi Frekuensi Curah Hujan Tahun 2014

TAHUN	Curah Hujan Regional
2000	95
2001	54
2002	82.4
2003	76
2004	70.2
2005	81
2006	94.3
2007	69.5
2008	68
2009	74
2010	119
2011	74
2012	83.0
2013	68.4
2014	107.3
<b>Maximum</b>	<b>119.00</b>
<b>Rerata</b>	<b>81.03</b>
<b>Minimum</b>	<b>54.00</b>
<b>Standar Deviasi</b>	<b>16.81</b>

##### 1. Distribusi Normal

Distribusi normal atau disebut juga distribusi Gauss di dapat dengan rumus:

$$X_{Tr} = \bar{X} + K_{TR} \cdot S_x \quad \dots\dots\dots (4.2)$$

Keterangan :

$X_{Tr}$  = Besarnya curah hujan yang terjadi dengan kala ulang T tahun

$\bar{X}$  = Rata-rata hitung varian

$S_x$  = Standart Deviasi

$K_{Tr}$  = Faktor frekuensi (nilai variable reduksi tabel Gauss)

**Tabel 4.26 Analisa Frekuensi Distribusi Normal**

No.	Tahun	No. Urut	X	X <sub>urut</sub>	Tr (thn)
1	2000	3	95.00	119.00	16.00
2	2001	15	54.00	107.30	8.00
3	2002	6	82.40	95.00	5.33
4	2003	8	76.00	94.30	4.00
5	2004	11	70.20	83.00	3.20
6	2005	7	81.00	82.40	2.67
7	2006	4	94.30	81.00	2.29
8	2007	12	69.50	76.00	2.00
9	2008	14	67.80	74.00	1.78
10	2009	9	74.00	73.50	1.60
11	2010	1	119.00	70.20	1.45
12	2011	10	73.50	69.50	1.33
13	2012	5	83.00	68.40	1.23
14	2013	13	68.40	67.80	1.14
15	2014	2	107.30	54.00	1.07
<b>Jumlah data</b>			<b>n</b>		<b>15</b>
<b>Nilai rata-rata</b>			$\bar{X}$		<b>81.03</b>
<b>Standard deviasi</b>			<b>S<sub>x</sub></b>		<b>16.81</b>

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

**Tabel 4.27 Hasil Perhitungan Distribusi Normal**

Tr (tahun)	K <sub>Tr</sub>	X <sub>Tr</sub> (mm)	Peluang
1	-3.05	29.76	1.00
2	0.00	81.03	0.50
5	0.84	95.15	0.20
10	1.28	102.54	0.10
25	1.64	108.59	0.04
50	2.05	115.49	0.02
100	2.33	120.19	0.01

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

Sampel Perhitungan :

$$X_{Tr} = \bar{X} + K_{Tr} \cdot S_x$$

$$X_{Tr} = 81.03 + (-3.05 \times 16.81)$$

$$X_{Tr} = 29.76$$

Tabel 4.28 Smirnov – Kolmogorov untuk Distribusi Normal

m	Weibull	Tr	K <sub>Tr</sub>	X <sub>aktual</sub>	X <sub>prediksi</sub>	Δ
1	0.06	16.00	1.42	119.00	104.96	14.04
2	0.13	8.00	1.10	107.30	99.58	7.72
3	0.19	5.33	0.87	95.00	95.64	0.64
4	0.25	4.00	0.65	94.30	91.93	2.37
5	0.31	3.20	0.48	83.00	89.06	6.06
6	0.38	2.67	0.30	82.40	86.14	3.74
7	0.44	2.29	0.14	81.00	83.43	2.43
8	0.50	2.00	-0.05	76.00	80.17	4.17
9	0.56	1.78	-0.17	74.00	78.20	4.20
10	0.63	1.60	-0.33	73.50	75.50	2.00
11	0.69	1.45	-0.49	70.20	72.75	2.55
12	0.75	1.33	-0.69	69.50	69.40	0.10
13	0.81	1.23	-0.90	68.40	65.89	2.51
14	0.88	1.14	-1.18	67.80	61.25	6.55
15	0.94	1.07	-1.54	54.00	55.14	1.14
Selisih Maksimum				Δ <sub>maks</sub>		14.04
Nilai Kritis 5% ditolak				Δ <sub>o</sub>		34.00
Korelasi hasil uji kecocokan						Diterima

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

## 2. Distribusi Log Normal 2 Parameter

Perhitungan X<sub>Tr</sub>

$$X_{Tr} = \bar{X} + K_{Tr} \cdot S_x \quad \dots\dots\dots (4.3)$$

Keterangan :

X<sub>Tr</sub> = Besarnya curah hujan yang terjadi dengan kala ulang T tahun

$\bar{X}$  = Rata-rata hitung varian

S<sub>x</sub> = Standart Deviasi

K<sub>Tr</sub> = Faktor frekuensi (nilai variable reduksi tabel Gauss)

$$C_v = \frac{s}{\bar{x}} \quad \dots\dots\dots (4.4)$$

Perhitungan :

$$X_{Tr} = 81.03 + (-0.1004 \times 16.81)$$

$$X_{Tr} = 79.34$$

$$C_v = \frac{16.81}{81.03}$$

$$C_v = 0.207$$

Tabel 4.29 Perhitungan Log Normal 2 Parameter

No.	Tahun	No. Urut	X	X urut	Tr (thn)
1	2000	3	95	119	16.00
2	2001	15	54	107	8.00
3	2002	6	82	95	5.33
4	2003	8	76	94	4.00
5	2004	11	70	83	3.20
6	2005	7	81	82	2.67
7	2006	4	94	81	2.29
8	2007	12	70	76	2.00
9	2008	14	68	74	1.78
10	2009	9	74	74	1.60
11	2010	1	119	70	1.45
12	2011	10	74	70	1.33
13	2012	5	83	68	1.23
14	2013	13	68	68	1.14
15	2014	2	107	54	1.07
Jumlah data			n		15
Standar deviasi			$S_x$		16.81
Nilai rata-rata			$\bar{X}$		81.03
Koefisien Variasi			$C_v$		0.207

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

Tabel 4.30 Interpolasi  $C_v$ 

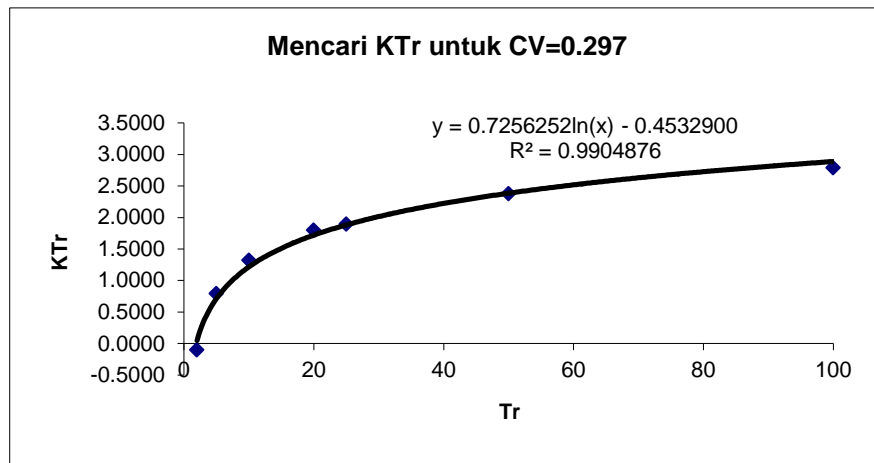
CV	2	5	10	20	25	50	100
0.2	-0.0971	0.7926	1.3200	1.7911	1.8866	2.3640	2.7716
0.207	-0.1004	0.7899	1.3201	1.7952	1.8916	2.3741	2.7878
0.25	-0.1194	0.7746	1.3209	1.8183	1.9206	2.4318	2.8805

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

Tabel 4.31 Smirnov – Kolmogorov untuk Distribusi Log Normal dengan 2 Parameter

m	Weibull	Tr	K <sub>Tr</sub>	X <sub>aktual</sub>	X <sub>prediksi</sub>	Δ
1	0.06	16.00	1.5586	119.00	107.22	11.78
2	0.13	8.00	1.0556	107.30	98.77	8.53
3	0.19	5.33	0.7614	95.00	93.82	1.18
4	0.25	4.00	0.5526	94.30	90.32	3.98
5	0.31	3.20	0.3907	83.00	87.59	4.59
6	0.38	2.67	0.2584	82.40	85.37	2.97
7	0.44	2.29	0.1466	81.00	83.49	2.49
8	0.50	2.00	0.0497	76.00	81.86	5.86
9	0.56	1.78	-0.0358	74.00	80.43	6.43
10	0.63	1.60	-0.1122	73.50	79.14	5.64
11	0.69	1.45	-0.1814	70.20	77.98	7.78
12	0.75	1.33	-0.2445	69.50	76.92	7.42
13	0.81	1.23	-0.3026	68.40	75.94	7.54
14	0.88	1.14	-0.3564	67.80	75.04	7.24
15	0.94	1.07	-0.4065	54.00	74.19	20.19
Selisih Maksimum				Δ <sub>maks</sub>		20.19
Nilai Kritis 5% ditolak				Δ <sub>α</sub>		34.00
Korelasi hasil uji kecocokan						Diterima

Sumber : Hasil Perhitungan Excel



Gambar 4.11 Diagram Mencari KTr untuk CV=0.297

### 3. Distribusi Log Normal 3 Parameter

Perbedaan log normal 2 parameter dengan log normal 3 parameter yaitu nilai koefisien (Cs).

Rumus Perhitungan nilai hujan (X<sub>Tr</sub>) antara lain :

$$X_{Tr} = \bar{X} + K_{Tr} \cdot S_x \quad \dots\dots\dots (4.5)$$

Keterangan :

X<sub>Tr</sub> = Besarnya curah hujan yang terjadi dengan kala ulang T tahun

$\bar{X}$  = Rata-rata hitung varian

S<sub>x</sub> = Standart Deviasi

K<sub>Tr</sub> = Faktor frekuensi (nilai variable reduksi tabel Gauss)

Sampel salah satu perhitungan X<sub>Tr</sub> ialah :

$$X_{Tr} = 84.26 + (-0.1014 \times 18.16)$$

$$X_{Tr} = 82.42$$

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1) \times (n-2) \times S^3}$$

Keterangan :

Cs = Koef.Skewness

S = Standar Deviasi

$\bar{X}$  = Curah hujan rata-rata (mm)

Xi = Curah hujan di stasiun ke i (mm)

**Tabel 4.32 Perhitungan Log Normal 3 Parameter**

No.	Tahun	No. Urut	X	X urut	Tr (thn)
1	2000	3	95.00	119.00	16.00
2	2001	15	54.00	107.30	8.00
3	2002	6	82.40	95.00	5.33
4	2003	8	76.00	94.30	4.00
5	2004	11	70.20	83.00	3.20
6	2005	7	81.00	82.40	2.67
7	2006	4	94.30	81.00	2.29
8	2007	12	69.50	76.00	2.00
9	2008	14	67.80	74.00	1.78
10	2009	9	74.00	73.50	1.60
11	2010	1	119.00	70.20	1.45
12	2011	10	73.50	69.50	1.33
13	2012	5	83.00	68.40	1.23
14	2013	13	68.40	67.80	1.14
15	2014	2	107.30	54.00	1.07
Jumlah data			n		15
Standar deviasi "X"			S <sub>x</sub>		16.81
Nilai rata-rata "X"			X		81.03
Koefisien kemencengan			C <sub>s</sub>		0.871

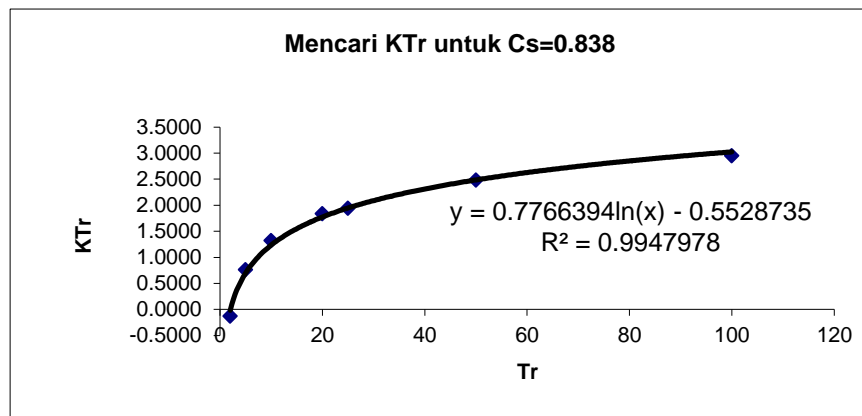
Sumber : Hasil Perhitungan Excel

**Tabel 4.33 Smirnov – Kolmogorov untuk Distribusi Log Normal dengan 3 Parameter**

m	Weibull	Tr	K <sub>Tr</sub>	X <sub>aktual</sub>	X <sub>prediksi</sub>	Δ
1	0.06	16.00	1.60	119.00	107.93	11.07
2	0.13	8.00	1.06	107.30	98.88	8.42
3	0.19	5.33	0.75	95.00	93.59	1.41
4	0.25	4.00	0.52	94.30	89.83	4.47
5	0.31	3.20	0.35	83.00	86.92	3.92
6	0.38	2.67	0.21	82.40	84.54	2.14
7	0.44	2.29	0.09	81.00	82.53	1.53
8	0.50	2.00	-0.01	76.00	80.78	4.78
9	0.56	1.78	-0.11	74.00	79.24	5.24
10	0.63	1.60	-0.19	73.50	77.87	4.37
11	0.69	1.45	-0.26	70.20	76.62	6.42
12	0.75	1.33	-0.33	69.50	75.49	5.99
13	0.81	1.23	-0.39	68.40	74.44	6.04
14	0.88	1.14	-0.45	67.80	73.48	5.68
15	0.94	1.07	-0.50	54.00	72.58	18.58
Selisih Maksimum				Δ <sub>maks</sub>		18.58
Nilai Kritis 5% ditolak				Δ <sub>o</sub>		34.00
Korelasi hasil uji kecocokan						Diterima

Sumber : Hasil Perhitungan Excel





Gambar 4.12 Diagram Mencari KTr untuk Cs=0.838

g. Distribusi Gumbell

$$X_t = X + S \times K_r \quad \dots\dots\dots (4.6)$$

Keterangan :

$X_t$  = Curah hujan rencana dengan periode ulang t tahun

$X$  = Curah hujan rata-rata (mm)

$S$  = Standar deviasi (*deviation standard*)

$K_r$  = Faktor frekuensi Gumbel =  $\frac{1}{S_n} \times (Y_t - Y_n)$

$Y_n, S_n$  = Besaran yang mempunyai fungsi dari jumlah pengamatan

$Y_t$  = Reduksi sebagai fungsi dari probabilitas

$t$  = Jumlah tahun kala ulang

Perhitungan :

$$k = \frac{0.3665 - 0.5128}{1.0206}$$

$$k = -0.13594$$

$$X_{Tr} = 81.03 + (-0.13594) \times 16.81$$

$$X_{Tr} = 78.62$$

**Tabel 4.34 Perhitungan Distribusi Gumbell**

No.	Tahun	X	$(X_1 - X)^2$	X <sub>urut</sub>	Tr (tahun)
1	2000	95.00	195.25	119.00	16.00
2	2001	54.00	730.44	107.30	8.00
3	2002	82.40	1.89	95.00	5.33
4	2003	76.00	25.27	94.30	4.00
5	2004	70.20	117.22	83.00	3.20
6	2005	81.00	0.00	82.40	2.67
7	2006	94.30	176.18	81.00	2.29
8	2007	69.50	132.86	76.00	2.00
9	2008	67.80	174.94	74.00	1.78
10	2009	74.00	49.37	73.50	1.60
11	2010	119.00	1441.97	70.20	1.45
12	2011	73.50	56.65	69.50	1.33
13	2012	83.00	3.89	68.40	1.23
14	2013	68.40	159.43	67.80	1.14
15	2014	107.30	690.29	54.00	1.07
<b>Jumlah data yang dipergunakan</b>				<b>n</b>	<b>15</b>
<b>Jumlah nilai data</b>				<b><math>\Sigma X</math></b>	<b>1215.40</b>
<b>Nilai rata-rata</b>				<b><math>\bar{X}</math></b>	<b>81.03</b>
<b>Jumlah selisih dengan mean pangkat 2</b>				<b><math>\Sigma(X_1 - )^2</math></b>	<b>3955.67</b>
<b>Standard deviasi</b>				<b><math>S_X</math></b>	<b>16.81</b>
<b>Koefisien <math>y_n</math> (reduced mean)</b>				<b><math>Y_n</math></b>	<b>0.5128</b>
<b>Koefisien <math>s_n</math> (reduced <math>S_d</math>)</b>				<b><math>S_n</math></b>	<b>1.0206</b>

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

**Tabel 4.35 Smirnov – Kolmogorov untuk Distribusi Gumbell**

m	Weibull	Tr	Y <sub>Tr</sub>	X <sub>aktual</sub>	X <sub>prediksi</sub>	Δ
1	0.06	16.00	2.7405	119	117.72	1.28
2	0.13	8.00	2.0134	107	105.74	1.56
3	0.19	5.33	1.5720	95	98.47	3.47
4	0.25	4.00	1.2459	94	93.10	1.20
5	0.31	3.20	0.9816	83	88.75	5.75
6	0.38	2.67	0.7550	82	85.02	2.62
7	0.44	2.29	0.5528	81	81.68	0.68
8	0.50	2.00	0.3665	76	78.62	2.62
9	0.56	1.78	0.1903	74	75.72	1.72
10	0.63	1.60	0.0194	74	72.90	0.60
11	0.69	1.45	-0.1511	70	70.09	0.11
12	0.75	1.33	-0.3266	70	67.20	2.30
13	0.81	1.23	-0.5152	68	64.10	4.30
14	0.88	1.14	-0.7321	68	60.52	7.28
15	0.94	1.07	-1.0198	54	55.79	1.79
Selisih Maksimum				Δ <sub>maks</sub>		7.28
Nilai Kritis 5% ditolak				Δ <sub>o</sub>		34.00
Korelasi hasil uji kecocokan						Diterima

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

#### h. Distribusi Pearson Type III

$$X_t = X + S \times K_r \quad \dots\dots\dots (4.7)$$

Keterangan :

$X_{Tr}$  = Besarnya curah hujan yang terjadi dengan kala ulang T tahun

$\bar{X}$  = Rata-rata hitung varian

$S_x$  = Standart Deviasi

$K_{Tr}$  = Faktor frekuensi (nilai variable reduksi tabel Gauss)

Contoh Salah Satu Perhitungan :

$$X_{Tr} = 81.03 + (-0.143) \times 16.81$$

$$X_{Tr} = 78.62$$

**Tabel 4.36 Perhitungan Pearson Type III**

No.	Tahun	X	$(X_i - \bar{X})^3$
1	2000	95.00	2,728
2	2001	54.00	-19,741
3	2002	82.40	3
4	2003	76.00	-127
5	2004	70.20	-1,269
6	2005	81.00	0
7	2006	94.30	2,339
8	2007	69.50	-1,531
9	2008	67.80	-2,314
10	2009	74.00	-347
11	2010	119.00	54,757
12	2011	73.50	-426
13	2012	83.00	8
14	2013	68.40	-2,013
15	2014	107.30	18,136
<b>Jumlah data yang dipergunakan</b>		<b>n</b>	<b>15</b>
<b>Jumlah nilai data</b>		<b><math>\Sigma X</math></b>	<b>1215.40</b>
<b>Nilai rata-rata</b>		<b><math>\bar{X}</math></b>	<b>81.03</b>
<b>Standard deviasi</b>		<b><math>S_x</math></b>	<b>16.81</b>
<b>koefisien kemencengan</b>		<b><math>C_s</math></b>	<b>0.871</b>

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

**Tabel 4.37 Smirnov – Kolmogorov untuk Pearson III**

m	Weibull	Tr	K <sub>Tr</sub>	X <sub>aktual</sub>	X <sub>prediksi</sub>	Δ
1	0.06	16.00	1.5859	119.00	107.68	11.32
2	0.13	8.00	1.0652	107.30	98.93	8.37
3	0.19	5.33	0.7605	95.00	93.81	1.19
4	0.25	4.00	0.5444	94.30	90.18	4.12
5	0.31	3.20	0.3768	83.00	87.36	4.36
6	0.38	2.67	0.2398	82.40	85.06	2.66
7	0.44	2.29	0.1240	81.00	83.11	2.11
8	0.50	2.00	0.0237	76.00	81.43	5.43
9	0.56	1.78	-0.0648	74.00	79.94	5.94
10	0.63	1.60	-0.1439	73.50	78.61	5.11
11	0.69	1.45	-0.2155	70.20	77.40	7.20
12	0.75	1.33	-0.2809	69.50	76.31	6.81
13	0.81	1.23	-0.3410	68.40	75.29	6.89
14	0.88	1.14	-0.3967	67.80	74.36	6.56
15	0.94	1.07	-0.4485	54.00	73.49	19.49
Selisih Maksimum				Δ <sub>maks</sub>		19.49
Nilai Kritis 5%				Δ <sub>o</sub>		34.00
Korelasi hasil uji kecocokan						Diterima

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

## i. Distribusi Log Pearson Type III

$$\log X = \log \bar{X} + k \cdot S_{\log X} \dots\dots\dots (4.8)$$

$$\ln X = \frac{\sum_{i=1}^n \ln X_i}{n} \dots\dots\dots (4.9)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\ln X_i - \ln X)^2}{n-1}} \dots\dots\dots (4.10)$$

Keterangan :

Logx = logaritma rata-rata

$S_{\log X}$  = standar deviasi dari logaritma

k = faktor frekuensi

N = jumlah data

XT = besarnya curah hujan dengan kala ulang T tahun

X = rata-rata hitungan varian

Sx = Standar deviasi

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

$$\log \bar{X} = \frac{28.505}{15}$$

$$= 1.900$$

$$\log X = 1.900 + (-0.056) \times 0.087$$

$$= 1.8955$$

Tabel 4.38 Perhitungan Log Pearson Type III

No.	Tahun	X	log X	$(\log X_1 - \log X)^2$	$(\log X_1 - \log X)^3$
1	2000	95.00	1.9777	0.00599	0.00046
2	2001	54.00	1.7324	0.02821	-0.00474
3	2002	82.40	1.9159	0.00024	0.00000
4	2003	76.00	1.8808	0.00038	-0.00001
5	2004	70.20	1.8463	0.00292	-0.00016
6	2005	81.00	1.9085	0.00007	0.00000
7	2006	94.30	1.9745	0.00550	0.00041
8	2007	69.50	1.8420	0.00341	-0.00020
9	2008	67.80	1.8312	0.00478	-0.00033
10	2009	74.00	1.8692	0.00097	-0.00003
11	2010	119.00	2.0755	0.03069	0.00538
12	2011	73.50	1.8663	0.00116	-0.00004
13	2012	83.00	1.9191	0.00035	0.00001
14	2013	68.40	1.8351	0.00426	-0.00028
15	2014	107.30	2.0306	0.01697	0.00221
Jumlah data yang dipergunakan				n	15
Jumlah nilai 'log X'				$\Sigma \log X$	28.505
Nilai rata-rata 'log X' (mean)				log X	1.900
Jumlah selisih dengan mean pangkat 2				$\Sigma (\log X_1 - \log X)^2$	0.106
Standard deviasi 'log X'				$S_{\log X}$	0.087
Jumlah selisih dengan mean pangkat 3				$\Sigma (\log X_1 - \log X)^3$	0.003
koefisien kemencengan				$C_s$	0.337

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

Tabel 4.39 Smirnov – Kolmogorov untuk Log Pearson III

m	Weibull	Tr	$K_{Tr}$	$X_{aktual}$	$X_{prediksi}$	$\Delta$
1	0.06	16.00	1.4626	119.00	106.55	12.45
2	0.13	8.00	1.0312	107.30	97.73	9.57
3	0.19	5.33	0.7789	95.00	92.91	2.09
4	0.25	4.00	0.5998	94.30	89.64	4.66
5	0.31	3.20	0.4610	83.00	87.18	4.18
6	0.38	2.67	0.3475	82.40	85.23	2.83
7	0.44	2.29	0.2516	81.00	83.60	2.60
8	0.50	2.00	0.1685	76.00	82.22	6.22
9	0.56	1.78	0.0952	74.00	81.03	7.03
10	0.63	1.60	0.0296	73.50	79.97	6.47
11	0.69	1.45	-0.0297	70.20	79.02	8.82
12	0.75	1.33	-0.0838	69.50	78.17	8.67
13	0.81	1.23	-0.1337	68.40	77.40	9.00
14	0.88	1.14	-0.1798	67.80	76.69	8.89
15	0.94	1.07	-0.2227	54.00	76.03	22.03
Selisih Maksimum				$\Delta_{maks}$	22.03	
Nilai Kritis 5%				$\Delta_o$	34.00	
Korelasi hasil uji kecocokan						Diterima

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

**Tabel 4.40 Interpolasi Cs Log Pearson III**

Cs	2	5	10	25	50	100	200
0.3	-0.050	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856
0.337	-0.056	0.821	1.312	1.860	2.230	2.570	2.890
0.4	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615	2.949

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

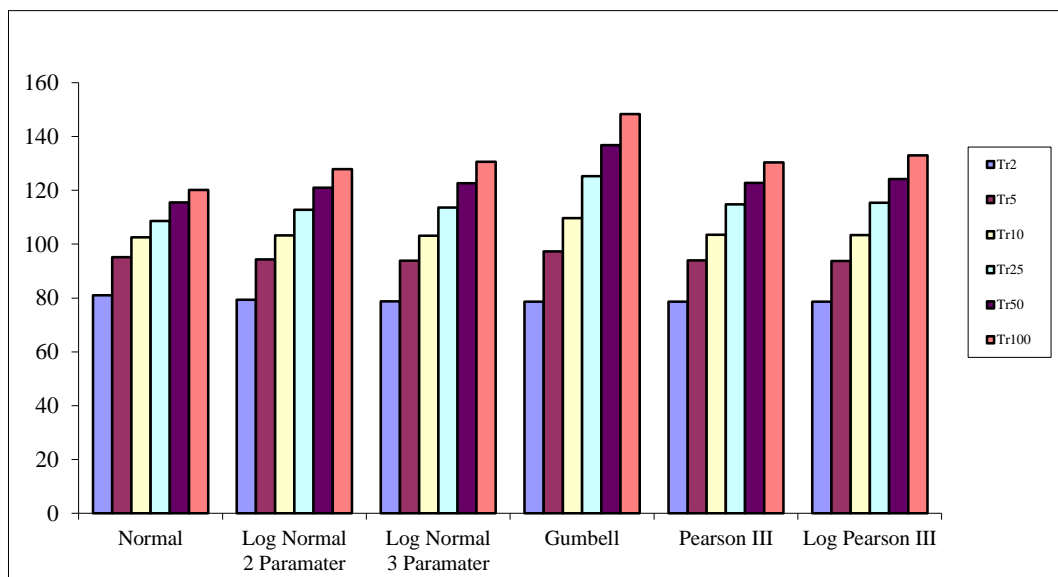
j. Resume

Dari perhitungan keenam metode distribusi frekuensi tersebut dapat disimpulkan hasil perhitungan nilai  $K_{Tr}$  sebagai berikut :

**Tabel 4.41 Resume Analisa Frekuensi Curah Hujan**

Periode Ulang	Analisa Frekuensi Curah Hujan Rencana (mm)					
	Normal	Log Normal 2 Paramater	Log Normal 3 Paramater	Gumbell	Pearson III	Log Pearson III
2	81.03	79.34	78.79	78.62	78.62	78.61
5	95.15	94.30	93.82	97.28	94.01	93.70
10	102.54	103.22	103.19	109.64	103.52	103.38
25	108.59	112.82	113.64	125.26	114.85	115.39
50	115.49	120.93	122.68	136.85	122.80	124.24
100	120.19	127.89	130.62	148.34	130.41	133.01

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

**Gambar 4.13 Grafik Resume Analisa Frekuensi Curah Hujan**

## k. Uji kesesuaian Smirnov – Kolmogorov

Uji kesesuaian ini sni Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov merupakan suatu uji kecocokan non parametik yang memiliki tujuan untuk membandingkan nilai rasio actual dengan rencana dengan nilai kritis kecocokan 1% - 20%, nilai kritis smirnov dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.42 Nilai Kritis Smirnov-Kolmogorov

n	Nilai kritis Smirnov-Kolmogorov (a)			
	0.2	0.1	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	0.30	0.34	0.40
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
35	0.18	0.20	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.16	0.18	0.20	0.24
50	0.15	0.17	0.19	0.23
n>50	$\frac{1.07}{n^{0.5}}$	$\frac{1.22}{n^{0.5}}$	$\frac{1.36}{n^{0.5}}$	$\frac{1.63}{n^{0.5}}$

Sumber : Soewarno, 1995

Tabel 4.43 Resume Hasil Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorov

No.	Selisih Untuk Nilai Kritis 5 %					
	Normal	Log Normal 2 Paramater	Log Normal 3 Paramater	Gumbell	Pearson III	Log Pearson III
1	14.04	11.78	11.07	<b>1.28</b>	11.32	12.45
2	7.72	8.53	8.42	<b>1.56</b>	8.37	9.57
3	0.64	1.18	1.41	<b>3.47</b>	1.19	2.09
4	2.37	3.98	4.47	<b>1.20</b>	4.12	4.66
5	6.06	4.59	3.92	<b>5.75</b>	4.36	4.18
6	3.74	2.97	2.14	<b>2.62</b>	2.66	2.83
7	2.43	2.49	1.53	<b>0.68</b>	2.11	2.60
8	4.17	5.86	4.78	<b>2.62</b>	5.43	6.22
9	4.20	6.43	5.24	<b>1.72</b>	5.94	7.03
10	2.00	5.64	4.37	<b>0.60</b>	5.11	6.47
11	2.55	7.78	6.42	<b>0.11</b>	7.20	8.82
12	0.10	7.42	5.99	<b>2.30</b>	6.81	8.67
13	2.51	7.54	6.04	<b>4.30</b>	6.89	9.00
14	6.55	7.24	5.68	<b>7.28</b>	6.56	8.89
15	1.14	20.19	18.58	<b>1.79</b>	19.49	22.03
Selisih Maks	<b>14.04</b>	<b>20.19</b>	<b>18.58</b>	<b>7.28</b>	<b>19.49</b>	<b>22.03</b>
Uji Kecocokan	34.00					
Korelasi	Diterima	Diterima	Diterima	<b>Diterima</b>	Diterima	Diterima

Sumber : Hasil Perhitungan Excel



#### 4.4.1.3 Distribusi Frekuensi Curah Hujan Tahun 2013

##### 1. Distribusi Normal

Distribusi normal atau disebut juga distribusi Gauss di dapat dengan rumus:

$$X_{Tr} = \bar{X} + K_{TR} \cdot S_x \quad \dots\dots\dots (4.2)$$

Keterangan :

$X_{Tr}$  = Besarnya curah hujan yang terjadi dengan kala ulang T tahun

$\bar{X}$  = Rata-rata hitung varian

$S_x$  = Standart Deviasi

$K_{Tr}$  = Faktor frekuensi (nilai variable reduksi tabel Gauss)

TAHUN	Curah Hujan
	Regional
2000	95
2001	54
2002	82.4
2003	76
2004	70.2
2005	81
2006	94.3
2007	69.5
2008	68
2009	74
2010	119
2011	74
2012	83.0
2013	68.4
Maximum	119.00
Rerata	79.15
Minimum	54.00
Standar Deviasi	15.73

**Tabel 4.44 Analisa Frekuensi Distribusi Normal**

No.	Tahun	No. Urut	X	X <sub>urut</sub>	Tr (thn)
1	2000	2	95.00	119.00	15.00
2	2001	14	54.00	95.00	7.50
3	2002	5	82.40	94.30	5.00
4	2003	7	76.00	83.00	3.75
5	2004	10	70.20	82.40	3.00
6	2005	6	81.00	81.00	2.50
7	2006	3	94.30	76.00	2.14
8	2007	11	69.50	74.00	1.88
9	2008	13	67.80	73.50	1.67
10	2009	8	74.00	70.20	1.50
11	2010	1	119.00	69.50	1.36
12	2011	9	73.50	68.40	1.25
13	2012	4	83.00	67.80	1.15
14	2013	12	68.40	73.50	1.07
<b>Jumlah data</b>			<b>n</b>	<b>14</b>	
<b>Nilai rata-rata</b>			$\bar{X}$	<b>80.54</b>	
<b>Standard deviasi</b>			<b>S<sub>x</sub></b>	<b>14.11</b>	

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

**Tabel 4.45 Hasil Perhitungan Distribusi Normal**

Tr (tahun)	K <sub>Tr</sub>	X <sub>Tr</sub> (mm)	Peluang
1	-3.05	37.51	1.00
2	0.00	80.54	0.50
5	0.84	92.40	0.20
10	1.28	98.60	0.10
25	1.64	103.68	0.04
50	2.05	109.47	0.02
100	2.33	113.42	0.01

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

Sampel Perhitungan :

$$X_{Tr} = \bar{X} + K_{Tr} \cdot S_x$$

$$X_{Tr} = 80.54 + (-3.05 \times 14.11)$$

$$X_{Tr} = 37.51$$

**Tabel 4.46 Smirnov – Kolmogorov untuk Distribusi Normal**

m	Weibull	Tr	K <sub>Tr</sub>	X <sub>aktual</sub>	X <sub>prediksi</sub>	Δ
1	0.07	15.00	1.28	119.00	98.60	20.40
2	0.13	7.50	1.06	95.00	95.50	0.50
3	0.20	5.00	0.77	94.30	91.43	2.87
4	0.27	3.75	0.61	83.00	89.21	6.21
5	0.33	3.00	0.41	82.40	86.37	3.97
6	0.40	2.50	0.20	81.00	83.30	2.30
7	0.47	2.14	0.07	76.00	81.55	5.55
8	0.53	1.88	-0.09	74.00	79.21	5.21
9	0.60	1.67	-0.30	73.50	76.25	2.75
10	0.67	1.50	-0.44	70.20	74.32	4.12
11	0.73	1.36	-0.62	69.50	71.80	2.30
12	0.80	1.25	-0.89	68.40	67.96	0.44
13	0.87	1.15	-1.14	67.80	64.43	3.37
14	0.93	1.07	-1.64	73.50	57.40	16.10
Selisih Maksimum				Δ <sub>maks</sub>		20.40
Nilai Kritis 5% ditolak				Δ <sub>o</sub>		35.40
Korelasi hasil uji kecocokan						Diterima

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

## 2. Distribusi Log Normal 2 Parameter

### 1. Perhitungan X<sub>Tr</sub>

$$X_{Tr} = \bar{X} + K_{Tr} \cdot S_x \quad \dots\dots\dots (4.3)$$

Keterangan :

X<sub>Tr</sub> = Besarnya curah hujan yang terjadi dengan kala ulang T tahun

$\bar{X}$  = Rata-rata hitung varian

S<sub>x</sub> = Standart Deviasi

K<sub>Tr</sub> = Faktor frekuensi (nilai variable reduksi tabel Gauss)

$$Cv = \frac{s}{\bar{X}} \quad \dots\dots\dots (4.4)$$

Perhitungan :

$$X_{Tr} = 80.54 + (-0.0965 \times 15.73)$$

$$X_{Tr} = 79.02$$

$$C_v = \frac{15.73}{80.54}$$

$$C_v = 0.199$$

Tabel 4.47 Perhitungan Log Normal 2 Parameter

No.	Tahun	No. Urut	X	X urut	Tr (thn)
1	2000	2	95	119	15.00
2	2001	14	54	95	7.50
3	2002	5	82	94	5.00
4	2003	7	76	83	3.75
5	2004	10	70	82	3.00
6	2005	6	81	81	2.50
7	2006	3	94	76	2.14
8	2007	11	70	74	1.88
9	2008	13	68	74	1.67
10	2009	8	74	70	1.50
11	2010	1	119	70	1.36
12	2011	9	74	68	1.25
13	2012	4	83	68	1.15
14	2013	12	68	74	1.07
Jumlah data			n		14
Standar deviasi			S <sub>x</sub>		15.73
Nilai rata-rata					79.15
Koefisien Variasi			C <sub>v</sub>		0.199

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

Tabel 4.48 Interpolasi C<sub>v</sub>

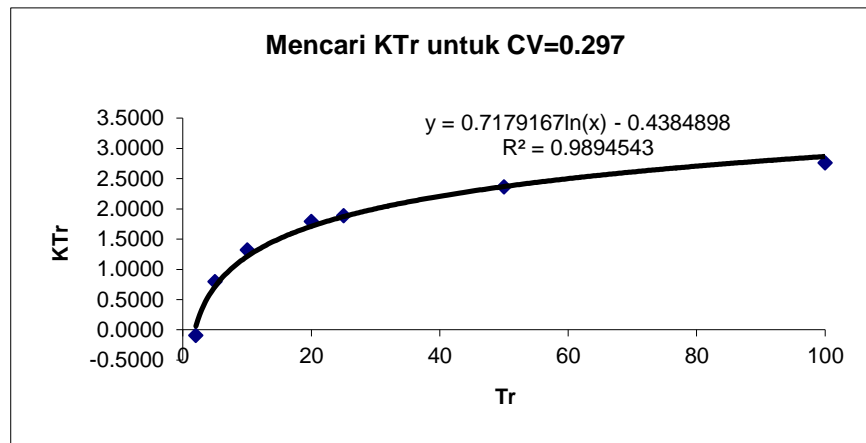
CV	2	5	10	20	25	50	100
0.15	-0.0738	0.8085	1.3156	1.7598	1.8482	2.2899	2.2607
0.199	-0.0965	0.7930	1.3199	1.7903	1.8856	2.3621	2.7585
0.2	-0.0971	0.7926	1.3200	1.7911	1.8866	2.3640	2.7716

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

Tabel 4.49 Smirnov – Kolmogorov untuk Distribusi Log Normal dengan 2 Parameter

m	Weibull	Tr	K <sub>Tr</sub>	X <sub>aktual</sub>	X <sub>prediksi</sub>	Δ
1	0.07	15.00	1.5057	119.00	102.83	16.17
2	0.13	7.50	1.0080	95.00	95.01	0.01
3	0.20	5.00	0.7170	94.30	90.43	3.87
4	0.27	3.75	0.5104	83.00	87.18	4.18
5	0.33	3.00	0.3502	82.40	84.66	2.26
6	0.40	2.50	0.2193	81.00	82.60	1.60
7	0.47	2.14	0.1087	76.00	80.86	4.86
8	0.53	1.88	0.0128	74.00	79.35	5.35
9	0.60	1.67	-0.0718	73.50	78.02	4.52
10	0.67	1.50	-0.1474	70.20	76.83	6.63
11	0.73	1.36	-0.2158	69.50	75.76	6.26
12	0.80	1.25	-0.2783	68.40	74.77	6.37
13	0.87	1.15	-0.3358	67.80	73.87	6.07
14	0.93	1.07	-0.3890	73.50	73.03	0.47
Selisih Maksimum				Δ <sub>maks</sub>		16.17
Nilai Kritis 5% ditolak				Δ <sub>o</sub>		35.40
Korelasi hasil uji kecocokan						Diterima

Sumber : Hasil Perhitungan Excel



Gambar 4.14 Diagram Mencari KTr untuk CV=0.297

### 3. Distribusi Log Normal 3 Parameter

Perbedaan log normal 2 parameter dengan log normal 3 parameter yaitu nilai koefisien ( $C_s$ ).

Rumus Perhitungan nilai hujan ( $X_{Tr}$ ) antara lain :

$$X_{Tr} = \bar{X} + K_{Tr} \cdot S_x \quad \dots\dots\dots (4.5)$$

Keterangan :

$X_{Tr}$  = Besarnya curah hujan yang terjadi dengan kala ulang T tahun

$\bar{X}$  = Rata-rata hitung varian

$S_x$  = Standart Deviasi

$K_{Tr}$  = Faktor frekuensi (nilai variable reduksi tabel Gauss)

Sampel salah satu perhitungan  $X_{Tr}$  ialah :

$$X_{Tr} = 79.15 + (-0.2211 \cdot 15.73)$$

$$X_{Tr} = 75.67$$

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1) \times (n-2) \times S^3}$$

Keterangan :

Cs = Koef.Skewness

S = Standar Deviasi

$\bar{X}$  = Curah hujan rata-rata (mm)

Xi = Curah hujan di stasiun ke i (mm)

**Tabel 4.50 Perhitungan Log Normal 3 Parameter**

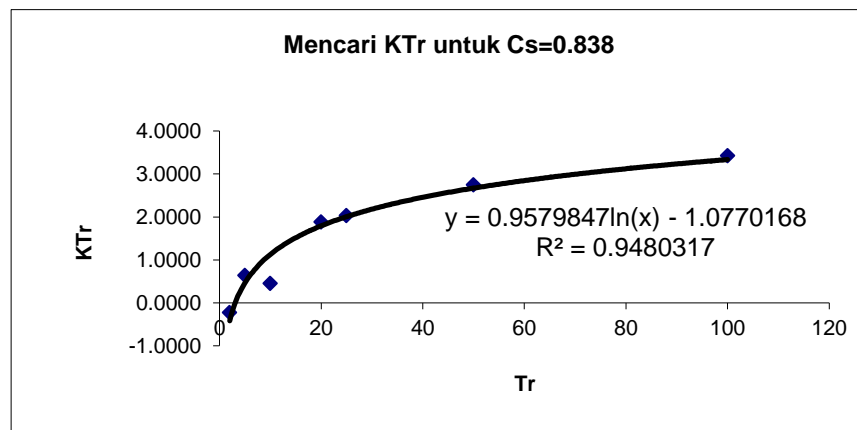
No.	Tahun	No. Urut	X	X urut	Tr (thn)
1	2000	2	95.00	119.00	15.00
2	2001	14	54.00	95.00	7.50
3	2002	5	82.40	94.30	5.00
4	2003	7	76.00	83.00	3.75
5	2004	10	70.20	82.40	3.00
6	2005	6	81.00	81.00	2.50
7	2006	3	94.30	76.00	2.14
8	2007	11	69.50	74.00	1.88
9	2008	13	67.80	73.50	1.67
10	2009	8	74.00	70.20	1.50
11	2010	1	119.00	69.50	1.36
12	2011	9	73.50	68.40	1.25
13	2012	4	83.00	67.80	1.15
14	2013	12	68.40	73.50	1.07
Jumlah data			n		14
Standar deviasi "X"			S <sub>x</sub>		15.73
Nilai rata-rata "X"			X		79.15
Koefisien kemencengan			C <sub>s</sub>		1.761

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

**Tabel 4.51 Smirnov – Kolmogorov untuk Distribusi Log Normal dengan 3 Parameter**

m	Weibull	Tr	K <sub>Tr</sub>	X <sub>aktual</sub>	X <sub>prediksi</sub>	Δ
1	0.07	15.00	1.52	119.00	103.01	15.99
2	0.13	7.50	0.85	95.00	92.57	2.43
3	0.20	5.00	0.46	94.30	86.46	7.84
4	0.27	3.75	0.19	83.00	82.13	0.87
5	0.33	3.00	-0.02	82.40	78.76	3.64
6	0.40	2.50	-0.20	81.00	76.02	4.98
7	0.47	2.14	-0.35	76.00	73.69	2.31
8	0.53	1.88	-0.47	74.00	71.68	2.32
9	0.60	1.67	-0.59	73.50	69.91	3.59
10	0.67	1.50	-0.69	70.20	68.32	1.88
11	0.73	1.36	-0.78	69.50	66.88	2.62
12	0.80	1.25	-0.86	68.40	65.57	2.83
13	0.87	1.15	-0.94	67.80	64.37	3.43
14	0.93	1.07	-1.01	73.50	63.25	10.25
Selisih Maksimum				Δ <sub>maks</sub>		15.99
Nilai Kritis 5% ditolak				Δ <sub>o</sub>		35.40
Korelasi hasil uji kecocokan						Diterima

Sumber : Hasil Perhitungan Excel



Gambar 4.15 Diagram Mencari KTr untuk Cs=0.838

m. Distribusi Gumbell

$$X_t = X + S \times K_r \quad \dots\dots\dots (4.6)$$

Keterangan :

$X_t$  = Curah hujan rencana dengan periode ulang t tahun

$X$  = Curah hujan rata-rata (mm)

$S$  = Standar deviasi (*deviation standard*)

$K_r$  = Faktor frekuensi Gumbel =  $\frac{1}{S_n} \times (Y_t - Y_n)$

$Y_n, S_n$  = Besaran yang mempunyai fungsi dari jumlah pengamatan

$Y_t$  = Reduksi sebagai fungsi dari probabilitas

$t$  = Jumlah tahun kala ulang

**Tabel 4.52 Perhitungan Distribusi Gumbell**

No.	Tahun	X	$(X_i - \bar{X})^2$	$X_{urut}$	Tr (tahun)
1	2000	95.00	251.22	119.00	15.00
2	2001	54.00	632.52	95.00	7.50
3	2002	82.40	10.56	94.30	5.00
4	2003	76.00	9.92	83.00	3.75
5	2004	70.20	80.10	82.40	3.00
6	2005	81.00	3.42	81.00	2.50
7	2006	94.30	229.52	76.00	2.14
8	2007	69.50	93.12	74.00	1.88
9	2008	67.80	128.82	73.50	1.67
10	2009	74.00	26.52	70.20	1.50
11	2010	119.00	1588.02	69.50	1.36
12	2011	73.50	31.92	68.40	1.25
13	2012	83.00	14.82	67.80	1.15
14	2013	68.40	115.56	73.50	1.07
<b>Jumlah data yang dipergunakan</b>				<b>n</b>	<b>14</b>
<b>Jumlah nilai data</b>				<b><math>\Sigma X</math></b>	<b>1108.10</b>
<b>Nilai rata-rata</b>				<b><math>\bar{X}</math></b>	<b>79.15</b>
<b>Jumlah selisih dengan mean pangkat 2</b>				<b><math>\Sigma(X_i - \bar{X})^2</math></b>	<b>3216.08</b>
<b>Standard deviasi</b>				<b><math>S_x</math></b>	<b>15.73</b>
<b>Koefisien <math>y_n</math> (reduced mean)</b>				<b><math>Y_n</math></b>	<b>0.5100</b>
<b>Koefisien <math>s_n</math> (reduced <math>S_d</math>)</b>				<b><math>S_n</math></b>	<b>1.0095</b>

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

**Tabel 4.53 Smirnov – Kolmogorov untuk Distribusi Gumbell**

m	Weibull	Tr	$Y_{Tr}$	$X_{aktual}$	$X_{prediksi}$	$\Delta$
1	0.07	15.00	2.6738	119	112.86	6.14
2	0.13	7.50	1.9442	95	101.50	6.50
3	0.20	5.00	1.4999	94	94.57	0.27
4	0.27	3.75	1.1707	83	89.44	6.44
5	0.33	3.00	0.9027	82	85.27	2.87
6	0.40	2.50	0.6717	81	81.67	0.67
7	0.47	2.14	0.4642	76	78.44	2.44
8	0.53	1.88	0.2716	74	75.44	1.44
9	0.60	1.67	0.0874	74	72.57	0.93
10	0.67	1.50	-0.0940	70	69.74	0.46
11	0.73	1.36	-0.2790	70	66.86	2.64
12	0.80	1.25	-0.4759	68	63.79	4.61
13	0.87	1.15	-0.7006	68	60.29	7.51
14	0.93	1.07	-0.9962	74	55.68	17.82
<b>Selisih Maksimum</b>					<b><math>\Delta_{maks}</math></b>	<b>17.82</b>
<b>Nilai Kritis 5% ditolak</b>					<b><math>\Delta_o</math></b>	<b>35.40</b>
<b>Korelasi hasil uji kecocokan</b>						<b>Diterima</b>

Sumber : Hasil Perhitungan Excel



## n. Distribusi Pearson Type III

$$X_t = X + S \times K_r \quad \dots\dots\dots (4.7)$$

Keterangan :

$X_{Tr}$  = Besarnya curah hujan yang terjadi dengan kala ulang T tahun

$\bar{X}$  = Rata-rata hitung varian

$S_x$  = Standart Deviasi

$K_{Tr}$  = Faktor frekuensi (nilai variable reduksi tabel Gauss)

Contoh Salah Satu Perhitungan :

$$X_{Tr} = 79.15 + (-0.189) \times 15.73$$

$$X_{Tr} = 76.18$$

**Tabel 4.54 Perhitungan Pearson Type III**

No.	Tahun	X	$(X_i - \bar{X})^3$
1	2000	95.00	3,982
2	2001	54.00	-15,908
3	2002	82.40	34
4	2003	76.00	-31
5	2004	70.20	-717
6	2005	81.00	6
7	2006	94.30	3,477
8	2007	69.50	-899
9	2008	67.80	-1,462
10	2009	74.00	-137
11	2010	119.00	63,283
12	2011	73.50	-180
13	2012	83.00	57
14	2013	68.40	-1,242
<b>Jumlah data yang dipergunakan</b>		<b>n</b>	<b>14</b>
<b>Jumlah nilai data</b>		<b><math>\Sigma X</math></b>	<b>1108.10</b>
<b>Nilai rata-rata</b>		<b><math>\bar{X}</math></b>	<b>79.15</b>
<b>Standard deviasi</b>		<b><math>S_x</math></b>	<b>15.73</b>
<b>koefisien kemencengan</b>		<b><math>C_s</math></b>	<b>1.159</b>

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

**Tabel 4.55 Smirnov – Kolmogorov untuk Pearson III**

m	Weibull	Tr	K <sub>Tr</sub>	X <sub>aktual</sub>	X <sub>prediksi</sub>	Δ
1	0.07	15.00	1.5900	119.00	104.16	14.84
2	0.13	7.50	1.0227	95.00	95.24	0.24
3	0.20	5.00	0.6909	94.30	90.02	4.28
4	0.27	3.75	0.4554	83.00	86.31	3.31
5	0.33	3.00	0.2728	82.40	83.44	1.04
6	0.40	2.50	0.1235	81.00	81.09	0.09
7	0.47	2.14	-0.0026	76.00	79.11	3.11
8	0.53	1.88	-0.1119	74.00	77.39	3.39
9	0.60	1.67	-0.2083	73.50	75.87	2.37
10	0.67	1.50	-0.2946	70.20	74.52	4.32
11	0.73	1.36	-0.3726	69.50	73.29	3.79
12	0.80	1.25	-0.4438	68.40	72.17	3.77
13	0.87	1.15	-0.5093	67.80	71.14	3.34
14	0.93	1.07	-0.5699	73.50	70.19	3.31
<b>Selisih Maksimum</b>					<b>Δ<sub>maks</sub></b>	<b>14.84</b>
<b>Nilai Kritis 5%</b>					<b>Δ<sub>0</sub></b>	<b>35.40</b>
<b>Korelasi hasil uji kecocokan</b>						<b>Diterima</b>

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

o. Distribusi Log Pearson Type III

$$\log X = \log \bar{X} + k \cdot S_{\log X} \dots\dots\dots (4.8)$$

$$\ln X = \frac{\sum_{i=1}^n \ln X_i}{n} \dots\dots\dots (4.9)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\ln X_i - \ln \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (4.10)$$

Keterangan :

Logx = logaritma rata-rata

S<sub>logX</sub> = standar deviasi dari logaritma

k = faktor frekuensi

N = jumlah data

XT = besarnya curah hujan dengan kala ulang T tahun

X = rata-rata hitungan varian

Sx = Standar deviasi

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

$$\log \bar{X} = \frac{26.475}{14}$$

$$= 1.891$$

$$\log X = 1.891 + (-0.079) \times 0.082$$

$$= 1.891$$

**Tabel 4.56 Perhitungan Log Pearson Type III**

No.	Tahun	X	log X	(log X <sub>1</sub> - log X) <sup>2</sup>	(log X <sub>1</sub> - log X) <sup>3</sup>
1	2000	95.00	1.9777	0.00751	0.00065
2	2001	54.00	1.7324	0.02517	-0.00399
3	2002	82.40	1.9159	0.00062	0.00002
4	2003	76.00	1.8808	0.00010	0.00000
5	2004	70.20	1.8463	0.00200	-0.00009
6	2005	81.00	1.9085	0.00030	0.00001
7	2006	94.30	1.9745	0.00697	0.00058
8	2007	69.50	1.8420	0.00241	-0.00012
9	2008	67.80	1.8312	0.00358	-0.00021
10	2009	74.00	1.8692	0.00048	-0.00001
11	2010	119.00	2.0755	0.03404	0.00628
12	2011	73.50	1.8663	0.00061	-0.00002
13	2012	83.00	1.9191	0.00079	0.00002
14	2013	68.40	1.8351	0.00313	-0.00018
<b>Jumlah data yang dipergunakan</b>				<b>n</b>	<b>14</b>
<b>Jumlah nilai 'log X'</b>				<b>ΣlogX</b>	<b>26.475</b>
<b>Nilai rata-rata 'log X' (mean)</b>				<b>logX</b>	<b>1.891</b>
<b>Jumlah selisih dengan mean pangkat 2</b>				<b>Σ(log X<sub>1</sub> - log X)<sup>2</sup></b>	<b>0.088</b>
<b>Standard deviasi 'log X'</b>				<b>S<sub>logX</sub></b>	<b>0.082</b>
<b>Jumlah selisih dengan mean pangkat 3</b>				<b>Σ(log X<sub>1</sub> - log X)<sup>3</sup></b>	<b>0.003</b>
<b>koefisien kemencengan</b>				<b>C<sub>s</sub></b>	<b>0.476</b>

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

**Tabel 4.57 Smirnov – Kolmogorov untuk Log Pearson III**

m	Weibull	Tr	K <sub>Tr</sub>	X <sub>aktual</sub>	X <sub>prediksi</sub>	Δ
1	0.07	15.00	1.4544	119.00	102.45	16.55
2	0.13	7.50	0.9995	95.00	94.00	1.00
3	0.20	5.00	0.7333	94.30	89.39	4.91
4	0.27	3.75	0.5445	83.00	86.25	3.25
5	0.33	3.00	0.3980	82.40	83.90	1.50
6	0.40	2.50	0.2784	81.00	82.02	1.02
7	0.47	2.14	0.1772	76.00	80.46	4.46
8	0.53	1.88	0.0895	74.00	79.14	5.14
9	0.60	1.67	0.0122	73.50	77.99	4.49
10	0.67	1.50	-0.0569	70.20	76.98	6.78
11	0.73	1.36	-0.1195	69.50	76.07	6.57
12	0.80	1.25	-0.1766	68.40	75.26	6.86
13	0.87	1.15	-0.2291	67.80	74.51	6.71
14	0.93	1.07	-0.2778	73.50	73.83	0.33
Selisih Maksimum				Δ <sub>maks</sub>		16.55
Nilai Kritis 5%				Δ <sub>o</sub>		35.40
Korelasi hasil uji kecocokan						Diterima

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

**Tabel 4.58 Interpolasi Cs Log Pearson III**

Cs	2	5	10	25	50	100	200
0.4	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615	2.949
0.476	-0.079	0.810	1.322	1.903	2.299	2.669	3.019
0.5	-0.083	0.808	1.323	1.910	2.311	2.686	3.041

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

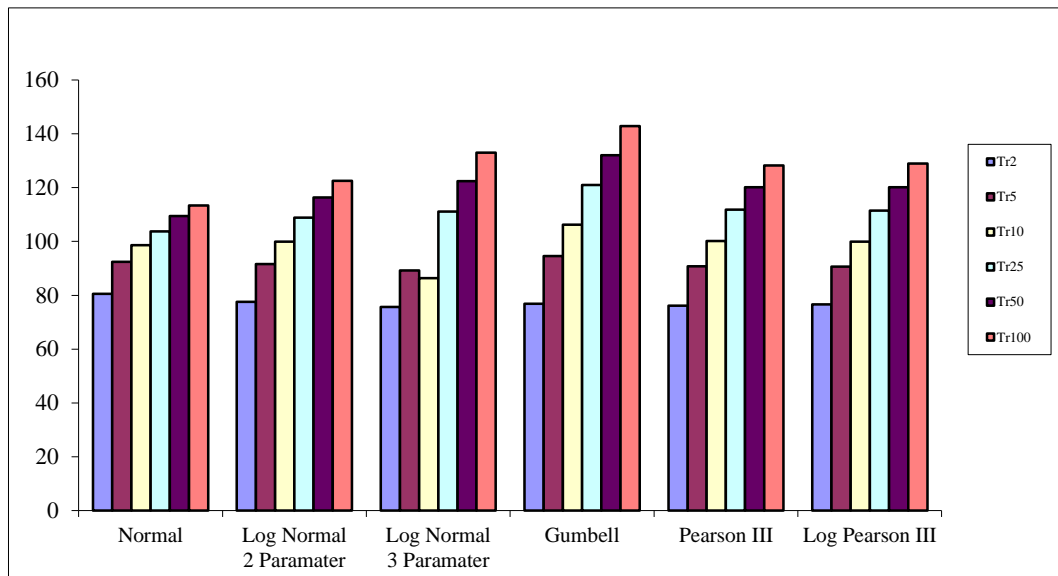
p. Resume

Dari perhitungan keenam metode distribusi frekuensi tersebut dapat disimpulkan hasil perhitungan nilai K<sub>Tr</sub> sebagai berikut :

**Tabel 4.59 Resume Analisa Frekuensi Curah Hujan**

Periode Ulang	Analisa Frekuensi Curah Hujan Rencana (mm)					
	Normal	Log Normal 2 Paramater	Log Normal 3 Paramater	Gumbell	Pearson III	Log Pearson III
2	80.54	77.63	75.67	76.91	76.18	76.66
5	92.40	91.62	89.29	94.57	90.75	90.69
10	98.60	99.91	86.37	106.27	100.23	99.91
25	103.68	108.81	111.16	121.04	111.84	111.52
50	109.47	116.30	122.39	132.00	120.19	120.19
100	113.42	122.54	133.05	142.88	128.28	128.91

Sumber : Hasil Perhitungan Excel



**Gambar 4.16 Grafik Resume Analisa Frekuensi Curah Hujan**

q. Uji kesesuaian Smirnov – Kolmogorov

Uji kesesuaian ini sni Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov merupakan suatu uji kecocokan non parametik yang memiliki tujuan untuk membandingkan nilai rasio actual dengan rencana dengan nilai kritis kecocokan 1% - 20%, nilai kritis smirnov dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 4.24 Nilai Kritis Smirnov-Kolmogorov**

n	Nilai kritis Smirnov-Kolmogorov (a)			
	0.2	0.1	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	0.30	0.34	0.40
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
35	0.18	0.20	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.16	0.18	0.20	0.24
50	0.15	0.17	0.19	0.23
n>50	$\frac{1.07}{n^{0.5}}$	$\frac{1.22}{n^{0.5}}$	$\frac{1.36}{n^{0.5}}$	$\frac{1.63}{n^{0.5}}$

Sumber : Soewarno, 1995

Tabel 4.60 Resume Hasil Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorov

No.	Selisih Untuk Nilai Kritis 5 %					
	Normal	Log Normal 2 Paramater	Log Normal 3 Paramater	Gumbell	Pearson III	Log Pearson III
1	20.40	16.17	15.99	6.14	<b>14.84</b>	16.55
2	0.50	0.01	2.43	6.50	<b>0.24</b>	1.00
3	2.87	3.87	7.84	0.27	<b>4.28</b>	4.91
4	6.21	4.18	0.87	6.44	<b>3.31</b>	3.25
5	3.97	2.26	3.64	2.87	<b>1.04</b>	1.50
6	2.30	1.60	4.98	0.67	<b>0.09</b>	1.02
7	5.55	4.86	2.31	2.44	<b>3.11</b>	4.46
8	5.21	5.35	2.32	1.44	<b>3.39</b>	5.14
9	2.75	4.52	3.59	0.93	<b>2.37</b>	4.49
10	4.12	6.63	1.88	0.46	<b>4.32</b>	6.78
11	2.30	6.26	2.62	2.64	<b>3.79</b>	6.57
12	0.44	6.37	2.83	4.61	<b>3.77</b>	6.86
13	3.37	6.07	3.43	7.51	<b>3.34</b>	6.71
14	16.10	0.47	10.25	17.82	<b>3.31</b>	0.33
<b>Selisih Maks</b>	<b>20.40</b>	<b>16.17</b>	<b>15.99</b>	<b>17.82</b>	<b>14.84</b>	<b>16.55</b>
<b>Uji Kecocokan</b>	<b>35.40</b>					
<b>Korelasi</b>	<b>Diterima</b>	<b>Diterima</b>	<b>Diterima</b>	<b>Diterima</b>	<b>Diterima</b>	<b>Diterima</b>

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

#### 4.4.1.4 Distribusi Frekuensi Curah Hujan Tahun 2011

Distribusi Normal

Distribusi normal atau disebut juga distribusi Gauss di dapat dengan

rumus:

$$X_{Tr} = \bar{X} + K_{TR} \cdot S_x \quad \dots\dots\dots (4.2)$$

Keterangan :

$X_{Tr}$  = Besarnya curah hujan yang terjadi dengan kala ulang T tahun

$\bar{X}$  = Rata-rata hitung varian

$S_x$  = Standart Deviasi

$K_{Tr}$  = Faktor frekuensi (nilai variable reduksi tabel Gauss)

TAHUN	Curah Hujan
	Regional
2000	95
2001	54
2002	82.4
2003	76
2004	70.2
2005	81
2006	94.3
2007	69.5
2008	68
2009	74
2010	119
2011	74
<b>Maximum</b>	<b>119.00</b>
<b>Rerata</b>	<b>79.73</b>
<b>Minimum</b>	<b>54.00</b>
<b>Standar Deviasi</b>	<b>16.74</b>

Tabel 4.61 Analisa Frekuensi Distribusi Normal

No.	Tahun	No. Urut	X	X <sub>urut</sub>	Tr (thn)
1	2000	2	95.00	119.00	13.00
2	2001	12	54.00	95.00	6.50
3	2002	4	82.40	94.30	4.33
4	2003	6	76.00	82.40	3.25
5	2004	9	70.20	81.00	2.60
6	2005	5	81.00	76.00	2.17
7	2006	3	94.30	74.00	1.86
8	2007	10	69.5	73.50	1.63
9	2008	11	68	70.20	1.44
10	2009	7	74	69.50	1.30
11	2010	1	119	67.80	1.18
12	2011	8	74	54.00	1.08
Jumlah data			n		12
Nilai rata-rata			$\bar{X}$		79.73
Standard deviasi			S <sub>x</sub>		16.74

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

Tabel 4.62 Hasil Perhitungan Distribusi Normal

Tr (tahun)	K <sub>Tr</sub>	X <sub>Tr</sub> (mm)	Peluang
1	-3.05	28.67	1.00
2	0.00	79.73	0.50
5	0.84	93.78	0.20
10	1.28	101.15	0.10
25	1.64	107.18	0.04
50	2.05	114.04	0.02
100	2.33	118.72	0.01

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

Sampel Perhitungan :

$$X_{Tr} = \bar{X} + K_{Tr} \cdot S_x$$

$$X_{Tr} = 879.73 + (-3.05 \times 16.74)$$

$$X_{Tr} = 28.67$$

**Tabel 4.63 Smirnov – Kolmogorov untuk Distribusi Normal**

m	Weibull	Tr	K <sub>Tr</sub>	X <sub>aktual</sub>	X <sub>prediksi</sub>	Δ
1	0.08	13.00	1.35	119.00	102.35	16.65
2	0.15	6.50	0.97	95.00	95.99	0.99
3	0.23	4.33	0.73	94.30	91.89	2.41
4	0.31	3.25	0.49	82.40	87.99	5.59
5	0.38	2.60	0.28	81.00	84.45	3.45
6	0.46	2.17	0.08	76.00	81.12	5.12
7	0.54	1.86	-0.11	74.00	77.91	3.91
8	0.62	1.63	-0.30	73.50	74.69	1.19
9	0.69	1.44	-0.50	70.20	71.29	1.09
10	0.77	1.30	-0.73	69.50	67.44	2.06
11	0.85	1.18	-1.05	67.80	62.08	5.72
12	0.92	1.08	-1.44	54.00	55.62	1.62
Selisih Maksimum				Δ <sub>maks</sub>		16.65
Nilai Kritis 5% ditolak				Δ <sub>o</sub>		38.20
Korelasi hasil uji kecocokan						Diterima

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

#### 4. Distribusi Log Normal 2 Parameter

Perhitungan X<sub>Tr</sub>

$$X_{Tr} = \bar{X} + K_{Tr} \cdot S_x \quad \dots\dots\dots (4.3)$$

Keterangan :

X<sub>Tr</sub> = Besarnya curah hujan yang terjadi dengan kala ulang T tahun

$\bar{X}$  = Rata-rata hitung varian

S<sub>x</sub> = Standart Deviasi

K<sub>Tr</sub> = Faktor frekuensi (nilai variable reduksi tabel Gauss)

$$C_v = \frac{s}{\bar{x}} \quad \dots\dots\dots (4.4)$$



**Tabel 4.64 Perhitungan Log Normal 2 Parameter**

No.	Tahun	No. Urut	X	X urut	Tr (thn)
1	2000	2	95	119	13.00
2	2001	12	54	95	6.50
3	2002	4	82	94	4.33
4	2003	6	76	82	3.25
5	2004	9	70	81	2.60
6	2005	5	81	76	2.17
7	2006	3	94	74	1.86
8	2007	10	70	74	1.63
9	2008	11	68	70	1.44
10	2009	7	74	70	1.30
11	2010	1	119	68	1.18
12	2011	8	74	54	1.08
Jumlah data			n		12
Standar deviasi			$S_x$		16.74
Nilai rata-rata			$\bar{X}$		79.73
Koefisien Variasi			$C_v$		0.210

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

**Tabel 4.65 Interpolasi Cv**

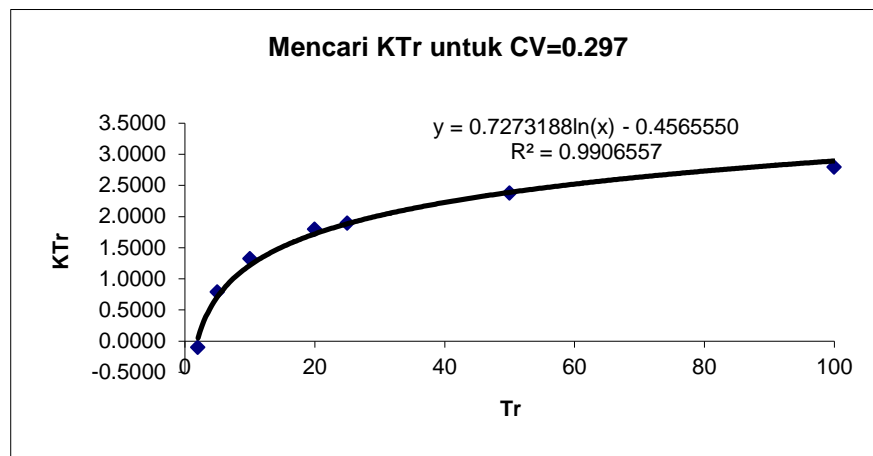
CV	2	5	10	20	25	50	100
0.2	-0.0971	0.7926	1.3200	1.7911	1.8866	2.3640	2.7716
0.210	-0.1015	0.7890	1.3202	1.7965	1.8933	2.3775	2.7933
0.25	-0.1194	0.7746	1.3209	1.8183	1.9206	2.4318	2.8805

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

**Tabel 4.66 Smirnov – Kolmogorov untuk Distribusi Log Normal dengan 2 Parameter**

m	Weibull	Tr	K <sub>Tr</sub>	X <sub>aktual</sub>	X <sub>prediksi</sub>	Δ
1	0.08	13.00	1.4090	119.00	103.31	15.69
2	0.15	6.50	0.9048	95.00	94.87	0.13
3	0.23	4.33	0.6099	94.30	89.93	4.37
4	0.31	3.25	0.4007	82.40	86.43	4.03
5	0.38	2.60	0.2384	81.00	83.72	2.72
6	0.46	2.17	0.1058	76.00	81.50	5.50
7	0.54	1.86	-0.0063	74.00	79.62	5.62
8	0.62	1.63	-0.1034	73.50	77.99	4.49
9	0.69	1.44	-0.1891	70.20	76.56	6.36
10	0.77	1.30	-0.2657	69.50	75.28	5.78
11	0.85	1.18	-0.3351	67.80	74.12	6.32
Selisih Maksimum				Δ <sub>maks</sub>		15.69
Nilai Kritis 5% ditolak				Δ <sub>o</sub>		38.20
Korelasi hasil uji kecocokan						Diterima

Sumber : Hasil Perhitungan Excel



Gambar 4.17 Diagram Mencari KTr untuk CV=0.297

### 5. Distribusi Log Normal 3 Parameter

Perbedaan log normal 2 parameter dengan log normal 3 parameter yaitu nilai koefisien (Cs).

Rumus Perhitungan nilai hujan (X<sub>Tr</sub>) antara lain :

$$X_{Tr} = \bar{X} + K_{Tr} \cdot S_x \quad \dots\dots\dots (4.5)$$

Keterangan :

X<sub>Tr</sub> = Besarnya curah hujan yang terjadi dengan kala ulang T tahun

$\bar{X}$  = Rata-rata hitung varian

S<sub>x</sub> = Standart Deviasi

K<sub>Tr</sub> = Faktor frekuensi (nilai variable reduksi tabel Gauss)

Sampel salah satu perhitungan X<sub>Tr</sub> ialah :

$$X_{Tr} = 84.26 + (-0.1014 \times 18.16)$$

$$X_{Tr} = 82.42$$

$$Cs = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1) \times (n-2) \times S^3}$$

Keterangan :

- $C_s$  = Koef. Skewness  
 $S$  = Standar Deviasi  
 $\bar{X}$  = Curah hujan rata-rata (mm)  
 $X_i$  = Curah hujan di stasiun ke i (mm)

**Tabel 4.67 Perhitungan Log Normal 3 Parameter**

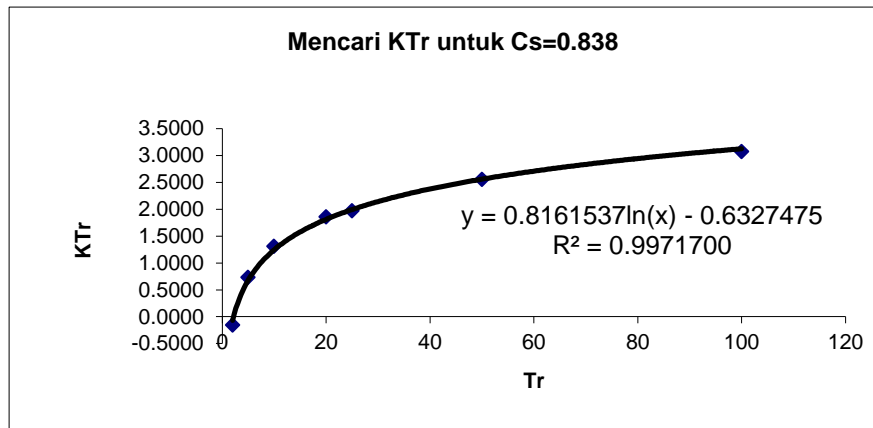
No.	Tahun	No. Urut	X	X urut	Tr (thn)
1	2000	2	95.00	119.00	13.00
2	2001	12	54.00	95.00	6.50
3	2002	4	82.40	94.30	4.33
4	2003	6	76.00	82.40	3.25
5	2004	9	70.20	81.00	2.60
6	2005	5	81.00	76.00	2.17
7	2006	3	94.30	74.00	1.86
8	2007	10	69.50	73.50	1.63
9	2008	11	67.80	70.20	1.44
10	2009	7	74.00	69.50	1.30
11	2010	1	119.00	67.80	1.18
12	2011	8	73.50	54.00	1.08
Jumlah data			n		12
Standar deviasi "X"			$S_x$		16.74
Nilai rata-rata "X"			$\bar{X}$		79.73
Koefisien kemencengan			$C_s$		1.073

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

**Tabel 4.68 Smirnov – Kolmogorov untuk Distribusi Log Normal dengan 3 Parameter**

m	Weibull	Tr	K <sub>Tr</sub>	X <sub>aktual</sub>	X <sub>prediksi</sub>	Δ
1	0.08	13.00	1.46	119.00	104.17	14.83
2	0.15	6.50	0.89	95.00	94.70	0.30
3	0.23	4.33	0.56	94.30	89.17	5.13
4	0.31	3.25	0.33	82.40	85.24	2.84
5	0.38	2.60	0.15	81.00	82.19	1.19
6	0.46	2.17	0.00	76.00	79.70	3.70
7	0.54	1.86	-0.13	74.00	77.59	3.59
8	0.62	1.63	-0.24	73.50	75.77	2.27
9	0.69	1.44	-0.33	70.20	74.16	3.96
10	0.77	1.30	-0.42	69.50	72.72	3.22
11	0.85	1.18	-0.50	67.80	71.42	3.62
12	0.92	1.08	-0.57	54.00	70.23	16.23
Selisih Maksimum				Δ <sub>maks</sub>		16.23
Nilai Kritis 5% ditolak				Δ <sub>o</sub>		38.20
Korelasi hasil uji kecocokan						Diterima

Sumber : Hasil Perhitungan Excel



Gambar 4.18 Diagram Mencari KTr untuk Cs=0.838

Distribusi Gumbell

$$X_t = X + S \times K_r \quad \dots\dots\dots (4.6)$$

Keterangan :

$X_t$  = Curah hujan rencana dengan periode ulang t tahun

$X$  = Curah hujan rata-rata (mm)

$S$  = Standar deviasi (*deviation standard*)

$K_r$  = Faktor frekuensi Gumbel =  $\frac{1}{s_n} \times (Y_t - Y_n)$

$Y_n, S_n$  = Besaran yang mempunyai fungsi dari jumlah pengamatan

$Y_t$  = Reduksi sebagai fungsi dari probabilitas

$t$  = Jumlah tahun kala ulang

**Tabel 4.69 Perhitungan Distribusi Gumbell**

No.	Tahun	X	$(X_i - \bar{X})^2$	$X_{urut}$	Tr (tahun)
1	2000	95.00	233.33	119.00	13.00
2	2001	54.00	661.78	95.00	6.50
3	2002	82.40	7.16	94.30	4.33
4	2003	76.00	13.88	82.40	3.25
5	2004	70.20	90.73	81.00	2.60
6	2005	81.00	1.63	76.00	2.17
7	2006	94.30	212.43	74.00	1.86
8	2007	69.50	104.55	73.50	1.63
9	2008	67.80	142.21	70.20	1.44
10	2009	74.00	32.78	69.50	1.30
11	2010	119.00	1542.53	67.80	1.18
12	2011	73.50	38.75	54.00	1.08
Jumlah data yang dipergunakan				n	12
Jumlah nilai data				$\Sigma X$	956.70
Nilai rata-rata				$\bar{X}$	79.73
Jumlah selisih dengan mean pangkat 2				$\Sigma(X_i - \bar{X})^2$	3081.72
Standard deviasi				$S_X$	16.74
Koefisien $y_n$ (reduced mean)				$Y_n$	0.5035
Koefisien $s_n$ (reduced $S_d$ )				$S_n$	0.9833

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

**Tabel 4.70 Smirnov – Kolmogorov untuk Distribusi Gumbell**

m	Weibull	Tr	$Y_{Tr}$	$X_{aktual}$	$X_{prediksi}$	$\Delta$
1	0.08	13.00	2.5252	119	114.14	4.86
2	0.15	6.50	1.7894	95	101.61	6.61
3	0.23	4.33	1.3380	94	93.93	0.37
4	0.31	3.25	1.0004	82	88.18	5.78
5	0.38	2.60	0.7226	81	83.45	2.45
6	0.46	2.17	0.4796	76	79.32	3.32
7	0.54	1.86	0.2572	74	75.53	1.53
8	0.62	1.63	0.0455	74	71.93	1.57
9	0.69	1.44	-0.1644	70	68.36	1.84
10	0.77	1.30	-0.3828	70	64.64	4.86
11	0.85	1.18	-0.6269	68	60.48	7.32
12	0.92	1.08	-0.9419	54	55.12	1.12
Selisih Maksimum				$\Delta_{maks}$	7.32	
Nilai Kritis 5% ditolak				$\Delta_0$	38.20	
Korelasi hasil uji kecocokan						Diterima

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

## Distribusi Pearson Type III

$$X_t = X + S \times K_r \quad \dots\dots\dots (4.7)$$

Keterangan :

$X_{Tr}$  = Besarnya curah hujan yang terjadi dengan kala ulang T tahun

$\bar{X}$  = Rata-rata hitung varian

$S_x$  = Standart Deviasi

$K_{Tr}$  = Faktor frekuensi (nilai variable reduksi tabel Gauss)

**Tabel 4.71 Perhitungan Pearson Type III**

No.	Tahun	X	$(X_i - \bar{X})^3$
1	2000	95.00	3,564
2	2001	54.00	-17,024
3	2002	82.40	19
4	2003	76.00	-52
5	2004	70.20	-864
6	2005	81.00	2
7	2006	94.30	3,096
8	2007	69.50	-1,069
9	2008	67.80	-1,696
10	2009	74.00	-188
11	2010	119.00	60,583
12	2011	73.50	-241
<b>Jumlah data yang dipergunakan</b>		<b>n</b>	<b>12</b>
<b>Jumlah nilai data</b>		<b><math>\Sigma X</math></b>	<b>956.70</b>
<b>Nilai rata-rata</b>		<b><math>\bar{X}</math></b>	<b>79.73</b>
<b>Standard deviasi</b>		<b><math>S_x</math></b>	<b>16.74</b>
<b>koefisien kemencengan</b>		<b><math>C_s</math></b>	<b>1.073</b>

*Sumber : Hasil Perhitungan Excel*

**Tabel 4.72 Smirnov – Kolmogorov untuk Pearson III**

m	Weibull	Tr	K <sub>Tr</sub>	X <sub>aktual</sub>	X <sub>prediksi</sub>	Δ
1	0.08	13.00	1.4608	119.00	104.18	14.82
2	0.15	6.50	0.9072	95.00	94.91	0.09
3	0.23	4.33	0.5834	94.30	89.49	4.81
4	0.31	3.25	0.3536	82.40	85.64	3.24
5	0.38	2.60	0.1754	81.00	82.66	1.66
6	0.46	2.17	0.0298	76.00	80.22	4.22
7	0.54	1.86	-0.0933	74.00	78.16	4.16
8	0.62	1.63	-0.1999	73.50	76.38	2.88
9	0.69	1.44	-0.2940	70.20	74.80	4.60
10	0.77	1.30	-0.3781	69.50	73.40	3.90
11	0.85	1.18	-0.4543	67.80	72.12	4.32
12	0.92	1.08	-0.5238	54.00	70.96	16.96
Selisih Maksimum				Δ <sub>maks</sub>		16.96
Nilai Kritis 5%				Δ <sub>0</sub>		38.20
Korelasi hasil uji kecocokan						Diterima

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

### Distribusi Log Pearson Type III

$$\log X = \log \bar{X} + k \cdot S_{\log X} \dots\dots\dots (4.8)$$

$$\ln X = \frac{\sum_{i=1}^n \ln X_i}{n} \dots\dots\dots (4.9)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\ln X_i - \ln \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (4.10)$$

Keterangan :

Logx = logaritma rata-rata

S<sub>logX</sub> = standar deviasi dari logaritma

k = faktor frekuensi

N = jumlah data

XT = besarnya curah hujan dengan kala ulang T tahun

X = rata-rata hitungan varian

Sx = Standar deviasi

Tabel 4.73 Perhitungan Log Pearson Type III

No.	Tahun	X	log X	$(\log X_1 - \log X)^2$	$(\log X_1 - \log X)^3$
1	2000	95.00	1.9777	0.00712	0.00060
2	2001	54.00	1.7324	0.02591	-0.00417
3	2002	82.40	1.9159	0.00051	0.00001
4	2003	76.00	1.8808	0.00016	0.00000
5	2004	70.20	1.8463	0.00221	-0.00010
6	2005	81.00	1.9085	0.00023	0.00000
7	2006	94.30	1.9745	0.00658	0.00053
8	2007	69.50	1.8420	0.00264	-0.00014
9	2008	67.80	1.8312	0.00386	-0.00024
10	2009	74.00	1.8692	0.00058	-0.00001
11	2010	119.00	2.0755	0.03319	0.00605
12	2011	73.50	1.8663	0.00073	-0.00002
Jumlah data yang dipergunakan				n	12
Jumlah nilai 'log X'				$\Sigma \log X$	22.720
Nilai rata-rata 'log X' (mean)				logX	1.893
Jumlah selisih dengan mean pangkat 2				$\Sigma (\log X_1 - \log X)^2$	0.084
Standard deviasi 'log X'				$S_{\log X}$	0.087
Jumlah selisih dengan mean pangkat 3				$\Sigma (\log X_1 - \log X)^3$	0.003
koefisien kemencengan				$C_s$	0.412

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

Tabel 4.74 Smirnov – Kolmogorov untuk Log Pearson III

m	Weibull	Tr	$K_{Tr}$	$X_{aktual}$	$X_{prediksi}$	$\Delta$
1	0.08	13.00	1.3483	119.00	102.57	16.43
2	0.15	6.50	0.9042	95.00	93.81	1.19
3	0.23	4.33	0.6445	94.30	89.04	5.26
4	0.31	3.25	0.4602	82.40	85.81	3.41
5	0.38	2.60	0.3172	81.00	83.38	2.38
6	0.46	2.17	0.2004	76.00	81.44	5.44
7	0.54	1.86	0.1016	74.00	79.84	5.84
8	0.62	1.63	0.0161	73.50	78.48	4.98
9	0.69	1.44	-0.0594	70.20	77.30	7.10
10	0.77	1.30	-0.1269	69.50	76.26	6.76
11	0.85	1.18	-0.1879	67.80	75.33	7.53
12	0.92	1.08	-0.2437	54.00	74.49	20.49
Selisih Maksimum				$\Delta_{maks}$	20.49	
Nilai Kritis 5%				$\Delta_0$	38.20	
Korelasi hasil uji kecocokan						Diterima

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

Tabel 4.75 Interpolasi  $C_s$  Log Pearson III

$C_s$	2	5	10	25	50	100	200
0.4	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615	2.949
0.412	-0.068	0.815	1.318	1.884	2.267	2.624	2.960
0.5	-0.083	0.808	1.323	1.910	2.311	2.686	3.041

Sumber : Hasil Perhitungan Excel



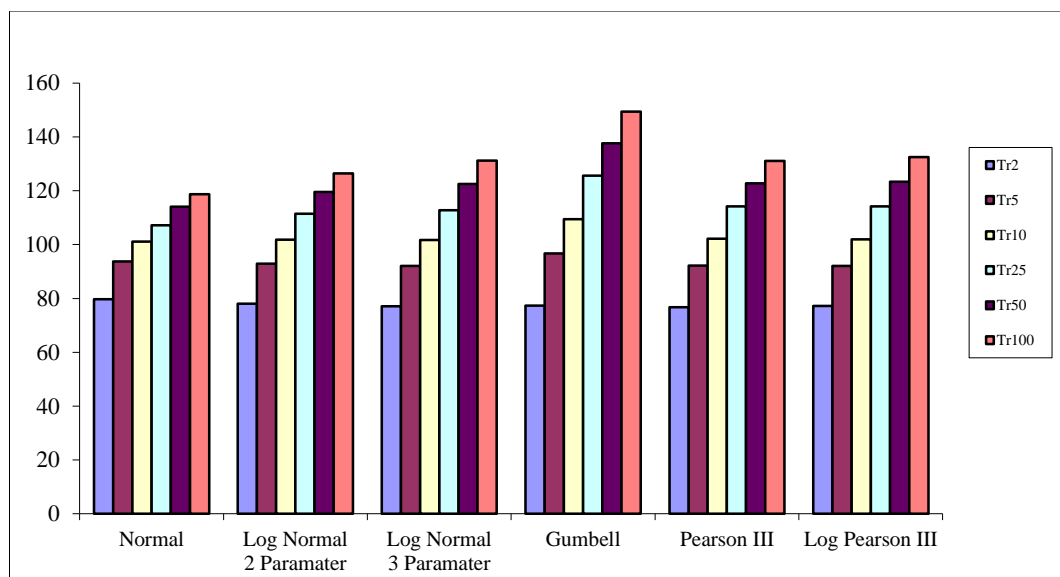
### Resume

Dari perhitungan keenam metode distribusi frekuensi tersebut dapat disimpulkan hasil perhitungan nilai  $K_{Tr}$  sebagai berikut :

**Tabel 4.76 Resume Analisa Frekuensi Curah Hujan**

Periode Ulang	Analisa Frekuensi Curah Hujan Rencana (mm)					
	Normal	Log Normal 2 Paramater	Log Normal 3 Paramater	Gumbell	Pearson III	Log Pearson III
2	79.73	78.03	77.08	77.39	76.78	77.17
5	93.78	92.93	92.03	96.69	92.25	92.15
10	101.15	101.82	101.69	109.46	102.17	101.94
25	107.18	111.42	112.76	125.60	114.20	114.21
50	114.04	119.52	122.50	137.57	122.80	123.35
100	118.72	126.48	131.22	149.46	131.10	132.51

Sumber : Hasil Perhitungan Excel



**Gambar 4.19 Grafik Resume Analisa Frekuensi Curah Hujan**

## r. Uji kesesuaian Smirnov – Kolmogorov

Uji kesesuaian ini sni Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov merupakan suatu uji kecocokan non parametik yang memiliki tujuan untuk membandingkan nilai rasio actual dengan rencana dengan nilai kritis kecocokan 1% - 20%, nilai kritis smirnov dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.24 Nilai Kritis Smirnov-Kolmogorov

n	Nilai kritis Smirnov-Kolmogorov (a)			
	0.2	0.1	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	0.30	0.34	0.40
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
35	0.18	0.20	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.16	0.18	0.20	0.24
50	0.15	0.17	0.19	0.23
n>50	$\frac{1.07}{n^{0.5}}$	$\frac{1.22}{n^{0.5}}$	$\frac{1.36}{n^{0.5}}$	$\frac{1.63}{n^{0.5}}$

Sumber : Soewarno, 1995

Tabel 4.77 Resume Hasil Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorov

No.	Selisih Untuk Nilai Kritis 5 %					
	Normal	Log Normal 2 Paramater	Log Normal 3 Paramater	Gumbell	Pearson III	Log Pearson III
1	16.65	15.69	14.83	<b>4.86</b>	14.82	16.43
2	0.99	0.13	0.30	<b>6.61</b>	0.09	1.19
3	2.41	4.37	5.13	<b>0.37</b>	4.81	5.26
4	5.59	4.03	2.84	<b>5.78</b>	3.24	3.41
5	3.45	2.72	1.19	<b>2.45</b>	1.66	2.38
6	5.12	5.50	3.70	<b>3.32</b>	4.22	5.44
7	3.91	5.62	3.59	<b>1.53</b>	4.16	5.84
8	1.19	4.49	2.27	<b>1.57</b>	2.88	4.98
9	1.09	6.36	3.96	<b>1.84</b>	4.60	7.10
10	2.06	5.78	3.22	<b>4.86</b>	3.90	6.76
11	5.72	6.32	3.62	<b>7.32</b>	4.32	7.53
12	1.62	15.69	16.23	<b>1.12</b>	16.96	20.49
Selisih Maks	16.65	15.69	16.23	<b>7.32</b>	16.96	20.49
Uji Kecocokan	38.20					
Korelasi	Diterima	Diterima	Diterima	<b>Diterima</b>	Diterima	Diterima

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

#### 4.4.1.5 Distribusi Frekuensi Curah Hujan Tahun 2006

Distribusi Normal

Distribusi normal atau disebut juga distribusi Gauss di dapat dengan rumus:

$$X_{Tr} = \bar{X} + K_{TR} \cdot S_x \quad \dots\dots\dots (4.2)$$

Keterangan :

$X_{Tr}$  = Besarnya curah hujan yang terjadi dengan kala ulang T tahun

$\bar{X}$  = Rata-rata hitung varian

$S_x$  = Standart Deviasi

$K_{Tr}$  = Faktor frekuensi (nilai variable reduksi tabel Gauss)

TAHUN	Curah Hujan
	Regional
2000	95
2001	54
2002	82.4
2003	76
2004	70.2
2005	81
2006	94.3
<b>Maximum</b>	<b>95.00</b>
<b>Rerata</b>	<b>78.99</b>
<b>Minimum</b>	<b>54.00</b>
<b>Standar Deviasi</b>	<b>14.24</b>

**Tabel 4.78 Analisa Frekuensi Distribusi Normal**

No.	Tahun	No. Urut	X	$X_{urut}$	Tr (thn)
1	2000	1	95.00	95.00	8.00
2	2001	7	54.00	94.30	4.00
3	2002	3	82.40	82.40	2.67
4	2003	5	76.00	81.00	2.00
5	2004	6	70.20	76.00	1.60
6	2005	4	81.00	70.20	1.33
7	2006	2	94.30	54.00	1.14
<b>Jumlah data</b>		<b>n</b>	<b>7</b>		
<b>Nilai rata-rata</b>		$\bar{X}$	<b>78.99</b>		
<b>Standard deviasi</b>		$S_x$	<b>14.24</b>		

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

**Tabel 4.79 Hasil Perhitungan Distribusi Normal**

Tr (tahun)	K <sub>Tr</sub>	X <sub>Tr</sub> (mm)	Peluang
1	-3.05	35.55	1.00
2	0.00	78.99	0.50
5	0.84	90.95	0.20
10	1.28	97.22	0.10
25	1.64	102.34	0.04
50	2.05	108.18	0.02
100	2.33	112.17	0.01

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

**Tabel 4.80 Smirnov – Kolmogorov untuk Distribusi Normal**

m	Weibull	Tr	K <sub>Tr</sub>	X <sub>aktual</sub>	X <sub>prediksi</sub>	Δ
1	0.13	8.00	1.10	95.00	94.71	0.29
2	0.25	4.00	0.65	94.30	88.22	6.08
3	0.38	2.67	0.33	82.40	83.73	1.33
4	0.50	2.00	-0.05	81.00	78.26	2.74
5	0.63	1.60	-0.33	76.00	74.30	1.70
6	0.75	1.33	-0.69	70.20	69.13	1.07
7	0.88	1.14	-1.18	54.00	62.23	8.23
Selisih Maksimum				Δ <sub>maks</sub>		8.23
Nilai Kritis 5% ditolak				Δ <sub>o</sub>		45.20
Korelasi hasil uji kecocokan						Diterima

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

### Distribusi Log Normal 2 Parameter

Perhitungan X<sub>tr</sub>

$$X_{Tr} = \bar{X} + K_{Tr} \cdot S_x \quad \dots\dots\dots (4.3)$$

Keterangan :

X<sub>Tr</sub> = Besarnya curah hujan yang terjadi dengan kala ulang T tahun

$\bar{X}$  = Rata-rata hitung varian

S<sub>x</sub> = Standart Deviasi

K<sub>Tr</sub> = Faktor frekuensi (nilai variable reduksi tabel Gauss)

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} \quad \dots\dots\dots (4.4)$$

**Tabel 4.81 Perhitungan Log Normal 2 Parameter**

No.	Tahun	No. Urut	X	X urut	Tr (thn)
1	2000	1	95	95	8.00
2	2001	7	54	94	4.00
3	2002	3	82	82	2.67
4	2003	5	76	81	2.00
5	2004	6	70	76	1.60
6	2005	4	81	70	1.33
7	2006	2	94	54	1.14
<b>Jumlah data</b>			<b>n</b>	<b>7</b>	
<b>Standar deviasi</b>			<b>S<sub>x</sub></b>	<b>14.24</b>	
<b>Nilai rata-rata</b>			<b><math>\bar{X}</math></b>	<b>78.99</b>	
<b>Koefisien Variasi</b>			<b>C<sub>v</sub></b>	<b>0.180</b>	

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

**Tabel 4.82 Interpolasi Cv**

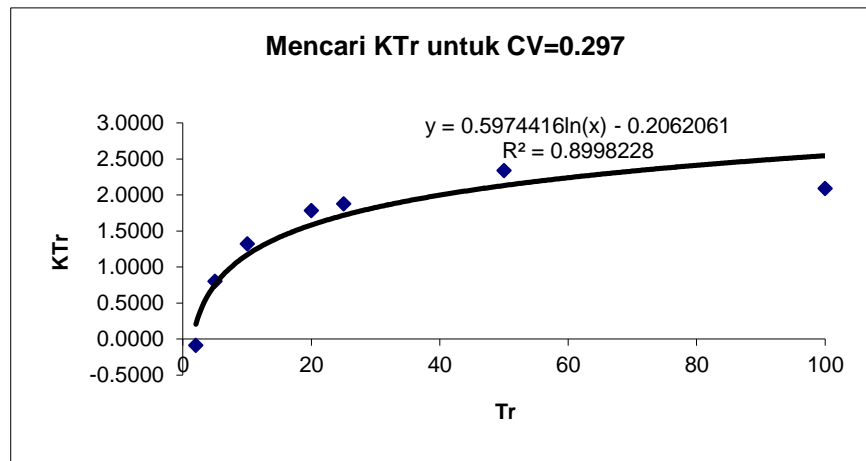
CV	2	5	10	20	25	50	100
0.1	-0.0496	0.8222	1.3078	1.7247	1.8061	2.2130	2.5489
0.180	-0.0885	0.8002	1.3203	1.7811	1.8737	2.3365	2.0860
0.15	-0.0738	0.8085	1.3156	1.7598	1.8482	2.2899	2.2607

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

**Tabel 4.83 Smirnov – Kolmogorov untuk Distribusi Log Normal dengan 2 Parameter**

m	Weibull	Tr	K <sub>Tr</sub>	X <sub>aktual</sub>	X <sub>prediksi</sub>	Δ
1	0.13	8.00	1.0361	95.00	93.74	1.26
2	0.25	4.00	0.6220	94.30	87.84	6.46
3	0.38	2.67	0.3798	82.40	84.39	1.99
4	0.50	2.00	0.2079	81.00	81.95	0.95
5	0.63	1.60	0.0746	76.00	80.05	4.05
6	0.75	1.33	-0.0343	70.20	78.50	8.30
7	0.88	1.14	-0.1264	54.00	77.19	23.19
Selisih Maksimum				Δ <sub>maks</sub>		23.19
Nilai Kritis 5% ditolak				Δ <sub>o</sub>		45.20
Korelasi hasil uji kecocokan						Diterima

Sumber : Hasil Perhitungan Excel



**Gambar 4.20 Diagram Mencari KTr untuk CV=0.297**

### Distribusi Log Normal 3 Parameter

Perbedaan log normal 2 parameter dengan log normal 3 parameter yaitu nilai koefisien ( $C_s$ ).

Rumus Perhitungan nilai hujan ( $X_{Tr}$ ) antara lain :

$$X_{Tr} = \bar{X} + K_{Tr} \cdot S_x \quad \dots\dots\dots (4.5)$$

Keterangan :

$X_{Tr}$  = Besarnya curah hujan yang terjadi dengan kala ulang T tahun

$\bar{X}$  = Rata-rata hitung varian

$S_x$  = Standart Deviasi

$K_{Tr}$  = Faktor frekuensi (nilai variable reduksi tabel Gauss)

Sampel salah satu perhitungan  $X_{Tr}$  ialah :

$$X_{Tr} = 84.26 + (-0.1014 \times 18.16)$$

$$X_{Tr} = 82.42$$

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1) \times (n-2) \times S^3}$$

Keterangan :

Cs = Koef.Skewness

S = Standar Deviasi

$\bar{X}$  = Curah hujan rata-rata (mm)

$X_i$  = Curah hujan di stasiun ke i (mm)

**Tabel 4.84 Perhitungan Log Normal 3 Parameter**

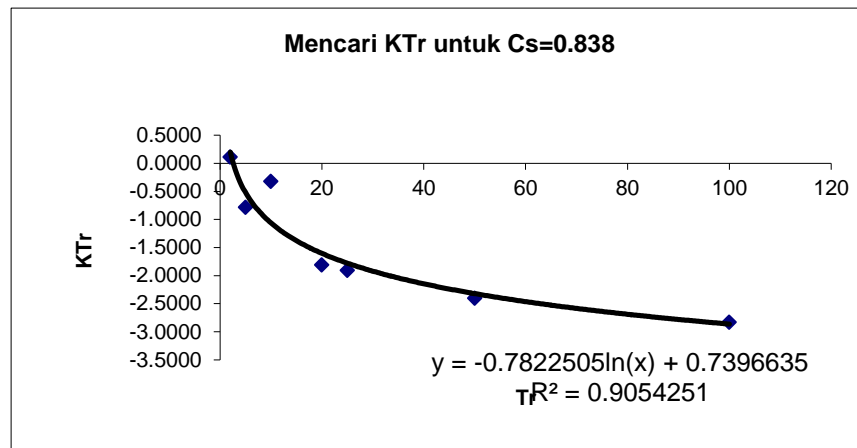
No.	Tahun	No. Urut	X	X urut	Tr (thn)
1	2000	1	95.00	95.00	8.00
2	2001	7	54.00	94.30	4.00
3	2002	3	82.40	82.40	2.67
4	2003	5	76.00	81.00	2.00
5	2004	6	70.20	76.00	1.60
6	2005	4	81.00	70.20	1.33
7	2006	2	94.30	54.00	1.14
Jumlah data			n	7	
Standar deviasi "X"			$S_x$	14.24	
Nilai rata-rata "X"			$\bar{X}$	78.99	
Koefisien kemencengan			$C_s$	-0.691	

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

**Tabel 4.85 Smirnov – Kolmogorov untuk Distribusi Log Normal dengan 3 Parameter**

m	Weibull	Tr	K <sub>Tr</sub>	X <sub>aktual</sub>	X <sub>prediksi</sub>	Δ
1	0.13	8.00	0.89	95.00	91.62	3.38
2	0.25	4.00	0.34	94.30	83.90	10.40
3	0.38	2.67	0.03	82.40	79.38	3.02
4	0.50	2.00	-0.20	81.00	76.17	4.83
5	0.63	1.60	-0.37	76.00	73.69	2.31
6	0.75	1.33	-0.51	70.20	71.66	1.46
7	0.88	1.14	-0.64	54.00	69.94	15.94
Selisih Maksimum				Δ <sub>maks</sub> Δ <sub>o</sub>		15.94
Nilai Kritis 5% ditolak						45.20
Korelasi hasil uji kecocokan						Diterima

Sumber : Hasil Perhitungan Excel



**Gambar 4.21 Diagram Mencari KTr untuk Cs=0.838**

Distribusi Pearson Type III

$$X_t = X + S \times K_r \quad \dots\dots\dots (4.7)$$

Keterangan :

$X_{Tr}$  = Besarnya curah hujan yang terjadi dengan kala ulang T tahun

$\bar{X}$  = Rata-rata hitung varian

$S_x$  = Standart Deviasi

$K_{Tr}$  = Faktor frekuensi (nilai variable reduksi tabel Gauss)

**Tabel 4.86 Perhitungan Pearson Type III**

No.	Tahun	X	$(X_i - \bar{X})^3$
1	2000	95.00	4,107
2	2001	54.00	-15,598
3	2002	82.40	40
4	2003	76.00	-27
5	2004	70.20	-678
6	2005	81.00	8
7	2006	94.30	3,592
<b>Jumlah data yang dipergunakan</b>		<b>n</b>	<b>7</b>
<b>Jumlah nilai data</b>		<b><math>\Sigma X</math></b>	<b>552.90</b>
<b>Nilai rata-rata</b>		<b><math>\bar{X}</math></b>	<b>78.99</b>
<b>Standard deviasi</b>		<b><math>S_x</math></b>	<b>14.24</b>
<b>koefisien kemencengan</b>		<b><math>C_s</math></b>	<b>-0.691</b>

Sumber : Hasil Perhitungan Excel



**Tabel 4.87 Smirnov – Kolmogorov untuk Pearson III**

m	Weibull	Tr	K <sub>Tr</sub>	X <sub>aktual</sub>	X <sub>prediksi</sub>	Δ
1	0.13	8.00	0.6230	95.00	87.86	7.14
2	0.25	4.00	0.3659	94.30	84.20	10.10
3	0.38	2.67	0.2154	82.40	82.05	0.35
4	0.50	2.00	0.1087	81.00	80.53	0.47
5	0.63	1.60	0.0259	76.00	79.35	3.35
6	0.75	1.33	-0.0417	70.20	78.39	8.19
7	0.88	1.14	-0.0989	54.00	77.58	23.58
Selisih Maksimum				Δ <sub>maks</sub>		23.58
Nilai Kritis 5%				Δ <sub>o</sub>		45.20
Korelasi hasil uji kecocokan						Diterima

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

### Distribusi Log Pearson Type III

$$\log X = \log \bar{X} + k \cdot S_{\log X} \dots\dots\dots (4.8)$$

$$\ln X = \frac{\sum_{i=1}^n \ln X_i}{n} \dots\dots\dots (4.9)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\ln X_i - \ln \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (4.10)$$

Keterangan :

Logx = logaritma rata-rata

S<sub>logX</sub> = standar deviasi dari logaritma

k = faktor frekuensi

N = jumlah data

XT = besarnya curah hujan dengan kala ulang T tahun

X = rata-rata hitungan varian

S<sub>x</sub> = Standar deviasi

**Tabel 4.88 Perhitungan Log Pearson Type III**

No.	Tahun	X	log X	$(\log X_1 - \log X)^2$	$(\log X_1 - \log X)^3$
1	2000	95.00	1.9777	0.00754	0.00065
2	2001	54.00	1.7324	0.02512	-0.00398
3	2002	82.40	1.9159	0.00063	0.00002
4	2003	76.00	1.8808	0.00010	0.00000
5	2004	70.20	1.8463	0.00198	-0.00009
6	2005	81.00	1.9085	0.00031	0.00001
7	2006	94.30	1.9745	0.00699	0.00058
Jumlah data yang dipergunakan				n	7
Jumlah nilai 'log X'				$\Sigma \log X$	13.236
Nilai rata-rata 'log X' (mean)				$\log X$	1.891
Jumlah selisih dengan mean pangkat 2				$\Sigma (\log X_1 - \log X)^2$	0.043
Standard deviasi 'log X'				$S_{\log X}$	0.084
Jumlah selisih dengan mean pangkat 3				$\Sigma (\log X_1 - \log X)^3$	-0.003
koefisien kemencengan				$C_s$	-1.093

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

**Tabel 4.89 Smirnov – Kolmogorov untuk Log Pearson III**

m	Weibull	Tr	K <sub>Tr</sub>	X <sub>aktual</sub>	X <sub>prediksi</sub>	$\Delta$
1	0.13	8.00	0.2995	95.00	82.44	12.56
2	0.25	4.00	0.1059	94.30	79.40	14.90
3	0.38	2.67	-0.0073	82.40	77.67	4.73
4	0.50	2.00	-0.0877	81.00	76.47	4.53
5	0.63	1.60	-0.1500	76.00	75.55	0.45
6	0.75	1.33	-0.2009	70.20	74.81	4.61
7	0.88	1.14	-0.2440	54.00	74.18	20.18
Selisih Maksimum				$\Delta_{maks}$	20.18	
Nilai Kritis 5%				$\Delta_o$	45.20	
Korelasi hasil uji kecocokan						Diterima

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

**Tabel 4.90 Interpolasi Cs Log Pearson III**

Cs	2	5	10	25	50	100	200
-1	0.164	0.852	1.128	1.366	1.492	1.588	1.664
-1.093	0.179	0.850	1.110	1.328	1.439	1.521	1.585
-0.9	0.148	0.854	1.147	1.407	1.549	1.660	1.749

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

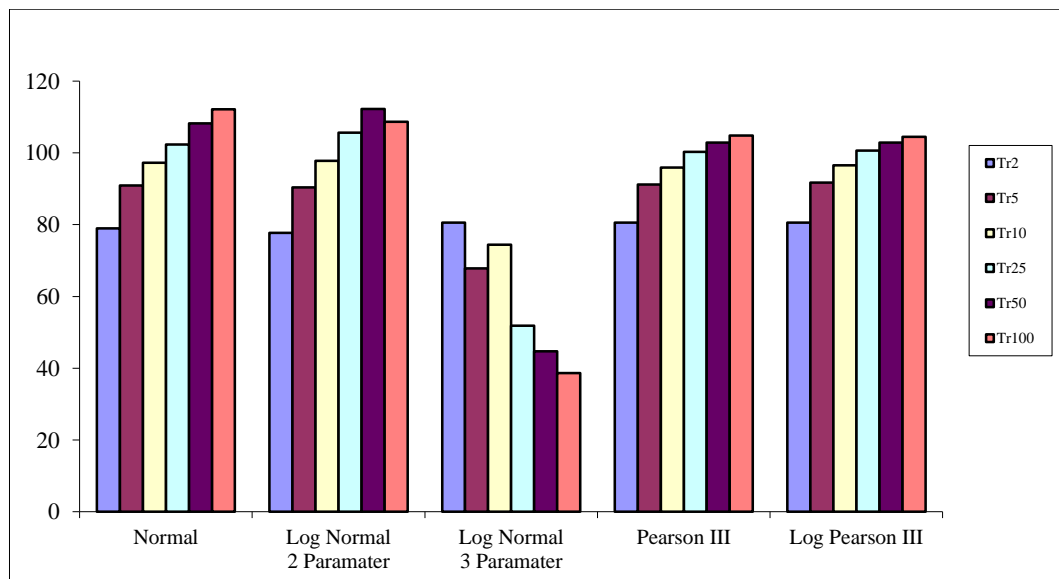
## Resume

Dari perhitungan keenam metode distribusi frekuensi tersebut dapat disimpulkan hasil perhitungan nilai  $K_{Tr}$  sebagai berikut :

**Tabel 4.91 Resume Analisa Frekuensi Curah Hujan**

Periode Ulang	Analisa Frekuensi Curah Hujan Rencana (mm)				
	Normal	Log Normal 2 Paramater	Log Normal 3 Paramater	Pearson III	Log Pearson III
2	78.99	77.73	80.55	80.60	80.53
5	90.95	90.38	67.82	91.20	91.75
10	97.22	97.79	74.39	95.87	96.50
25	102.34	105.67	51.82	100.24	100.66
50	108.18	112.26	44.75	102.83	102.86
100	112.17	108.69	38.65	104.79	104.51

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

**Gambar 4.22 Grafik Resume Analisa Frekuensi Curah Hujan**

Uji kesesuaian Smirnov – Kolmogorov

Uji kesesuaian ini sni Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov merupakan suatu uji kecocokan non parametik yang memiliki tujuan untuk membandingkan nilai rasio actual dengan rencana dengan nilai kritis kecocokan 1% - 20%, nilai kritis smirnov dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.92 Nilai Kritis Smirnov-Kolmogorov

n	Nilai kritis Smirnov-Kolmogorov (a)			
	0.2	0.1	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	0.30	0.34	0.40
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
35	0.18	0.20	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.16	0.18	0.20	0.24
50	0.15	0.17	0.19	0.23
n>50	$\frac{1.07}{n^{0.5}}$	$\frac{1.22}{n^{0.5}}$	$\frac{1.36}{n^{0.5}}$	$\frac{1.63}{n^{0.5}}$

Sumber : Soewarno, 1995

Tabel 4.93 Resume Hasil Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorov

No.	Selisih Untuk Nilai Kritis 5 %				
	Normal	Log Normal 2 Paramater	Log Normal 3 Paramater	Pearson III	Log Pearson III
1	0.29	1.26	3.38	7.14	12.56
2	6.08	6.46	10.40	10.10	14.90
3	1.33	1.99	3.02	0.35	4.73
4	2.74	0.95	4.83	0.47	4.53
5	1.70	4.05	2.31	3.35	0.45
6	1.07	8.30	1.46	8.19	4.61
7	8.23	23.19	15.94	23.58	20.18
Selisih Maks	8.23	23.19	15.94	23.58	20.18
Uji Kecocokan	45.20				
Korelasi	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima

Sumber : Hasil Perhitungan Excel

#### 4.4.2 Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu dimana air tersebut terkonsentrasi (Joesron Loebis, 1992), intensitas hujan dapat diperhitungan dengan rumus dari Dr.Mononobe sebagai berikut ini :

$$I = \frac{R_{24}}{24} * \left(\frac{24}{t_c}\right)^{2/3} \dots\dots\dots (4.11)$$

$$t_c = \left(\frac{0.87 \times L^2}{1000 \times S}\right)^{0.385} \dots\dots\dots (4.12)$$

Keterangan :

$R_{24}$  = Curah hujan efektif dalam 1 hari

$t_c$  = Lama waktu konsentrasi dalam (jam)

$I$  = Intensitas hujan rata-rata dalam T jam (mm/jam)

$T$  = waktu mulai hujan

$L$  = Panjang lintasan air dari titik terjauh sampai titik yang di tinjau

$S$  = Kemiringan rata-rata daerah lintasan air

#### 4.4.2.1 Intensitas Curah Hujan Tahun 2018

Sample perhitungan sebagai berikut :

Diketahui :  $R_{24} = 130.26$

$$t_c = \left( \frac{0.87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0.385}$$

$$t_c = \left( \frac{0.87 \times 5.85^2}{1000 \times 0.249} \right)^{0.385}$$

$$t_c = 0.405221538$$

$$I = \frac{130.26}{24} * \left( \frac{24}{0.405221538} \right)^{2/3}$$

$$I = 82.46935568$$

#### 4.4.2.2 Intensitas Curah Hujan Tahun 2014

Sample perhitungan sebagai berikut :

Diketahui :  $R_{24} = 125.26$

$$t_c = \left( \frac{0.87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0.385}$$

$$t_c = \left( \frac{0.87 \times 5.85^2}{1000 \times 0.249} \right)^{0.385}$$

$$t_c = 0.405221538$$

$$I = \frac{125.26}{24} * \left( \frac{24}{0.405221538} \right)^{2/3}$$

$$I = 79.30154482$$

#### 4.4.2.3 Intensitas Curah Hujan Tahun 2013

Sample perhitungan sebagai berikut :

Diketahui :  $R_{24} = 111.84$

$$t_c = \left( \frac{0.87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0.385}$$

$$t_c = \left( \frac{0.87 \times 5.85^2}{1000 \times 0.249} \right)^{0.385}$$

$$t_c = 0.405221538$$

$$I = \frac{111.84}{24} * \left( \frac{24}{0.405221538} \right)^{2/3}$$

$$I = 70.80590021$$

#### 4.4.2.4 Intensitas Curah Hujan Tahun 2011

Sample perhitungan sebagai berikut :

Diketahui :  $R_{24} = 125.60$

$$t_c = \left( \frac{0.87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0.385}$$

$$t_c = \left( \frac{0.87 \times 5.85^2}{1000 \times 0.249} \right)^{0.385}$$

$$t_c = 0.405221538$$

$$I = \frac{125.60}{24} * \left( \frac{24}{0.405221538} \right)^{2/3}$$

$$I = 79.51672654$$

#### 4.4.2.5 Intensitas Curah Hujan Tahun 2006

Sample perhitungan sebagai berikut :

Diketahui :  $R_{24} = 102.34$

$$t_c = \left( \frac{0.87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0.385}$$

$$t_c = \left( \frac{0.87 \times 5.85^2}{1000 \times 0.249} \right)^{0.385}$$

$$t_c = 0.405221538$$

$$I = \frac{102.34}{24} * \left( \frac{24}{0.405221538} \right)^{2/3}$$

$$I = 64.79079638$$

## 4.5 Debit Banjir

Debit banjir adalah genangan air pada permukaan tanah sampai melebihi batas ketinggian tertentu yang mengakibatkan kerugian (Soebarkah, 1980). Debit banjir rancangan adalah debit besar tahunan yang diperkirakan dengan suatu proses kemungkinan ulang yang tertentu (Martha dan Adidarma, 2000).

Dalam analisis debit banjir, penulis menggunakan perhitungan metode rasional. Perhitungan debit banjir di DAS Cipamokolan dihitung pada tahun 2006, 2011, 2013, 2014 dan 2018 sesuai dengan tutupan lahan yang ditinjau.

Metode Rasional :

$$Q_p = \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A = 0.002778 \times C \times I \times A \dots\dots\dots (4.13)$$

Keterangan :

Q = debit (m<sup>3</sup>/det)

C = koefisien aliran/limpasan (*run off*) air hujan

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

A = luas daerah aliran

### 4.5.1 Alternatif Perhitungan Debit Banjir :

#### 4.5.1.1 Debit Banjir apabila I dan C Sesuai Tahun Tinjauan

Dari hasil analisis sebelumnya, maka diperlukan alternatif pertama dengan merubah nilai koefisien dan intensitas hujan yang ada sesuai dengan tahun tinjauan yang dilakukan oleh peneliti.



Sampel Perhitungan :

$$Q_{2018} = 0.002778 \times C \times I \times A$$

$$Q_{2018} = 0.002778 \times 0.657100383 \times 82.46935568 \times 698.780735$$

$$Q_{2018} = 105.2713132 \text{ m}^3/\text{det}$$

#### **4.5.1.2 Debit Banjir apabila I tetap dan C sesuai tahun**

Dari hasil analisis sebelumnya, maka diperlukan alternative kedua dengan merubah nilai koefisien yang ada sesuai dengan tahun tinjauan yang dilakukan oleh peneliti dan menggunakan nilai I tetap sebesar 75.37686473.

Sampel Perhitungan :

$$Q_{2018} = 0.002778 \times C \times I \times A$$

$$Q_{2018} = 0.002778 \times 0.657100383 \times 75.37686473 \times 698.780735$$

$$Q_{2018} = 96.14859760 \text{ m}^3/\text{det}$$

#### **4.5.1.3 Debit Banjir apabila I sesuai tahun dan C tetap**

Dari hasil analisis sebelumnya, maka diperlukan alternatif dengan merubah nilai intensitas hujan yang ada sesuai dengan tahun tinjauan yang dilakukan oleh peneliti dan menggunakan nilai C tetap sebesar 0.647954247.

Sampel Perhitungan :

$$Q_{2018} = 0.00278 \times C \times I \times A$$

$$Q_{2018} = 0.002778 \times 0.647954247 \times 82.46935568 \times 698.780735$$

$$Q_{2018} = 103.7313683 \text{ m}^3/\text{det}$$



Tabel 4.94 Resume Intensitas, Koefisien, Debit

Tahun	I	C	Q
2006	64.7908	0.61613251	77.5485
2011	79.5167	0.65551172	101.2569
2013	70.8059	0.65551173	90.1645
2014	79.3015	0.65551489	100.9834
2018	82.4694	0.65710038	105.2713

Tahun	Q
2006	90.1541
2011	95.9161
2013	95.9161
2014	95.9166
2018	96.1486

Tahun	Q
2006	81.4950
2011	100.0175
2013	89.0609
2014	99.7468
2018	103.7314

Tabel 4.95 Hasil Analisis Tata Guna Lahan

NO	JENIS LAHAN	LUAS (Ha)										KENAIKAN / PENURUNAN (%)
		2006	%	2011	%	2013	%	2014	%	2018	%	
1	Hutan Tanaman	0	0	5.210	0.75	5.210	0.75	5.210	0.75	5.210	0.75	0.745654787
2	Lahan Pertanian Kering/Ladang	642.415	91.93	497.012	71.13	497.012	71.13	497.001	71.12	491.462	70.33	-21.60241982
3	Permukiman	56.365	8.07	196.558	28.13	196.558	28.13	196.569	28.13	202.108	28.92	20.85676503