

## DAFTAR PUSTAKA

- Baramsyah, H. Andani F. M. & Zulfikar T. *Perencanaan Kolam Pengendapan pada Sistem Penyaliran Area Disposasi Penambangan Batubara (Studi Kasus: PT Mifa Bersaudara, Aceh Barat)*. Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.
- Cahyadi, TA., Dinata, DC., Haryanto, D., Hartono, Titisariwati, I., Fahlevi R. (2020). Evaluasi Saluran Terbuka Dengan Menggunakan Distribusi Gumbell dan Model Thomas Fiering, *Jurnal KURVATEK*, 5(1) : 29-36
- Chow, V. T. dan E. V Nens Rosalina. 1997. "Hidrologi Saluran Terbuka (Open Channel Hydraulics)" Jakarta: Erlangga.
- Department Hydrology. Tahun: 2001-2021. Data *Rainfall Plant site*. PT Vale Sorowako, Indonesia.
- Firdaus, M.R., Yusuf M. & Abro M. 2018. Perencanaan Teknis Sistem Penyaliran Tambang Bijih Nikel Pit 1 Pt. Prima Abadi Karya, Site Tangofa, Bungku Pesisir, Kabupaten Morowali, Sulawesi Tengah. *JP*. 2(3) : 2549-1008.
- Gautama, R.S. 1999. *Sistem Penyaliran tambang*. ITB Press : Bandung.
- Hidayat, A. 2001. Berbagai Usaha Pengawetan Tanah dan Air Secara Mekanis. FAPERTA UNPAD. Bandung.
- Ito, Y., & Chow, A. K. Y. (1988). A field scale in-situ combustion simulator with channeling considerations. *SPE reservoir engineering*, 3(02), 419-430.
- Januarti, A. 2020. *Evaluasi Sistem Saluran Drainase Pada Permukiman Samudera Resident Tajur Halang, Bojong Gede, Bogor*. [SKRIPSI]. Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik. Universitas Persada Indonesia YAI : Jakarta.

- Marwan., Widodo S. & Jafar N. 2016. Kajian Teknis Penirisan Tambang Nikel Laterit Menggunakan Metode Mine Dewatering. *Jurnal Geomine*. 4(3) : 106-110.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Penerbit Andi : Yogyakarta.
- Triatmodjo, B. 2013. *Hidrologi Terapan*. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil. UGM Press : Yogyakarta.
- Wijaya, A. 2016. *Rancangan Teknis Sistem Penyaliran Untuk Tambang Bijih Nikel Bukit Rubicon Pt. Aneka Tambang (Persero) Kolaka Sulawesi Tenggara*. Program Studi Teknik Pertambangan, Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral. UPN Veteran : Yogyakarta.
- Wu, F. C., Shen, H. W., & Chou, Y. J. (1999). Variation of roughness coefficients for unsubmerged and submerged vegetation. *Journal of hydraulic Engineering*, 125(9), 934-942.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Data Curah Hujan 21 Tahun

| No. | Tahun | Curah Hujan Harian Maksimum (mm) |
|-----|-------|----------------------------------|
| 1   | 2001  | 81,3                             |
| 2   | 2002  | 85,3                             |
| 3   | 2003  | 99,3                             |
| 4   | 2004  | 69,9                             |
| 5   | 2005  | 105,4                            |
| 6   | 2006  | 104,8                            |
| 7   | 2007  | 89,8                             |
| 8   | 2008  | 119,8                            |
| 9   | 2009  | 86,2                             |
| 10  | 2010  | 95,6                             |
| 11  | 2011  | 132                              |
| 12  | 2012  | 89,8                             |
| 13  | 2013  | 100,4                            |
| 14  | 2014  | 125,4                            |
| 15  | 2015  | 119,2                            |
| 16  | 2016  | 143,6                            |
| 17  | 2017  | 115,6                            |
| 18  | 2018  | 96                               |
| 19  | 2019  | 100                              |
| 20  | 2020  | 124                              |
| 21  | 2021  | 97                               |

*(Sumber: Plant Site Rainfall)*

### Lampiran 2. Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Distribusi Gumbel

Langkah-langkah dalam perhitungan curah hujan rencana dengan metode Distribusi Gumbel, sebagai berikut:

- Menghitung nilai standar deviasi (S)
- Menentukan curah hujan dalam periode ulang T tahun

Diketahui:

$$\begin{array}{ll}
 X_{rt} & = 103,828 & Y_n & = 0,525 \\
 n & = 21 & S_n & = 1,069 \\
 Y_T & = 2 \text{ Tahun} & : & 0,366 \\
 & = 5 \text{ Tahun} & : & 1,499 \\
 & = 10 \text{ Tahun} & : & 2,250 \\
 & = 20 \text{ Tahun} & : & 2,970 \\
 & = 25 \text{ Tahun} & : & 3,198 \\
 & = 50 \text{ Tahun} & : & 3,901
 \end{array}$$

- Nilai Standar Deviasi (S)

$$\begin{aligned}
 S &= \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{103,8286}{21-1}} = 18,452
 \end{aligned}$$

- Curah hujan dalam periode T tahun

Rumus yang digunakan:

$$X_T = \frac{X_{rt} + (Y_t - Y_n)S}{S_n}$$

- Periode Ulang 2 Tahun

$$\begin{aligned}
 X_{T2} &= \frac{103,8286 + (0,366 - 0,525) 18,452}{1,069} \\
 &= 101,090
 \end{aligned}$$

- Periode Ulang 5 Tahun

$$\begin{aligned}
 X_{T5} &= \frac{103,828 + (1,499 - 0,525) 18,4524}{1,069} \\
 &= 120,644
 \end{aligned}$$

- Periode Ulang 10 Tahun

$$\begin{aligned}
 X_{T10} &= \frac{103,828 + (2,250 - 0,525) 18,452}{1,069} \\
 &= 133,590
 \end{aligned}$$

- Periode Ulang 20 Tahun

$$X_{T20} = \frac{103,828 + (2,970-0,525) 18,452}{1,069}$$

$$= 146,009$$

- Periode Ulang 25 Tahun

$$X_{T25} = \frac{103,828 + (3,198-0,525) 18,452}{1,069}$$

$$= 149,948$$

- Periode Ulang 50 Tahun

$$X_{T50} = \frac{103,828 + (3,901-0,525) 18,452}{1,069}$$

$$= 162,083$$

### Lampiran 3. Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Distribusi Normal

Langkah-langkah dalam perhitungan curah hujan rencana dengan Distribusi Normal, Sebagai berikut:

- Menghitung nilai standar deviasi (S)
- Menentukan Curah hujan rencana ( $X_r$ )

Diketahui:

$$X_{rt} = 103,828$$

$K_T$  = dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Nilai Faktor Frekuensi

| No | Periode Ulang | $K_T$ |
|----|---------------|-------|
| 1  | 2             | 0     |
| 2  | 5             | 0,84  |
| 3  | 10            | 1,28  |
| 4  | 20            | 1,64  |
| 5  | 25            | 1,708 |
| 6  | 50            | 2,05  |
| 7  | 100           | 2,33  |

- Nilai Standar Deviasi

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

$$= \sqrt{\frac{103,828}{21-1}}$$

$$= 18,452$$

- Curah hujan dalam periode ulang T Tahun

Rumus yang digunakan:

$$X_T = X_{rt} + K_T \cdot S$$

- Periode ulang 2 tahun

$$X_{T2} = 103,828 + (0 \times 18,452)$$

$$X_{T2} = 103,828$$

- Periode ulang 5 tahun

$$X_{T5} = 103,828 + (0,84 \times 18,452)$$

$$X_{T5} = 119,328$$

- Periode ulang 10 tahun

$$X_{T10} = 103,828 + (1,28 \times 18,452)$$

$$X_{T10} = 127,447$$

- Periode ulang 20 tahun

$$X_{T20} = 103,828 + (1,64 \times 18,452)$$

$$X_{T20} = 134,090$$

- Periode ulang 25 tahun

$$X_{T25} = 103,828 + (1,708 \times 18,452)$$

$$X_{T25} = 135,345$$

- Periode ulang 50 tahun

$$X_{T50} = 103,828 + (2,05 \times 18,452)$$

$$X_{T50} = 141,656$$

#### Lampiran 4. Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Distribusi Log Pearson III

Langkah-langkah dalam perhitungan curah hujan rencana dengan metode Distribusi Log Pearson Type III adalah sebagai berikut:

- Menentukan logaritma dari semua nilai variant X
- Menghitung nilai rata-rata
- Menghitung nilai standar deviasi dari Log X
- Menghitung nilai koefisien kemencengan
- Menghitung Log X
- Menghitung Curah Hujan Rencana (X)

Diketahui:

Distribusi log Pearson III

| No. | Curah Hujan (Xi) | Log Xi |
|-----|------------------|--------|
| 1   | 143,6            | 2,157  |
| 2   | 132              | 2,120  |
| 3   | 125,4            | 2,098  |
| 4   | 124              | 2,093  |
| 5   | 119,8            | 2,078  |
| 6   | 119,2            | 2,076  |
| 7   | 115,6            | 2,063  |
| 8   | 105,4            | 2,022  |
| 9   | 104,8            | 2,020  |
| 10  | 100,4            | 2,001  |
| 11  | 100              | 2,000  |
| 12  | 99,3             | 1,996  |
| 13  | 97               | 1,986  |
| 14  | 96               | 1,982  |
| 15  | 95,6             | 1,980  |
| 16  | 89,8             | 1,953  |
| 17  | 89,8             | 1,953  |
| 18  | 86,2             | 1,935  |
| 19  | 85,3             | 1,930  |
| 20  | 81,3             | 1,910  |
| 21  | 69,9             | 1,844  |
|     | Log x rata-rata  | 2,009  |

|    |       |
|----|-------|
| S  | 0,077 |
| CS | 0,027 |

Logaritma dari semua varian X lihat pada Tabel 4.6

Rata-rata Log X lihat pada Tabel 4.6 = 2,009

- Menghitung Standar Deviasi dari log X (menggunakan rumus di excel)  

$$S = \text{STDEV}(\log \text{ curah hujan tertinggi} : \log \text{ curah hujan terendah})$$

$$= \text{STDEV}(2,157 : 1,844)$$

$$= 0,077$$
- Menghitung nilai koefisien Kemencengan (Cs) (menggunakan rumus di excel)  

$$Cs = \text{SKEW}(\log \text{ curah hujan tertinggi} : \log \text{ curah hujan terendah})$$

$$= \text{SKEW}(2,1572 : 1,8445)$$

$$= -0,0278$$

Untuk harga Cs = -0,0278 dan Tr (Periode ulang) tertentu maka harga faktor Gt, untuk sebaran Log Pearson III dapat dihitung dengan interpolasi (Tabel 4.7).

Nilai K Distribusi Log Pearson III

|       |        |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Cs    | 1,01   | 2     | 5     | 10    | 20    | 25    | 50    | 100   |
| 0     | -2,326 | 0     | 0,842 | 1,282 | 1,595 | 1,751 | 2,054 | 2,326 |
| -0,1  | -2,4   | 0,017 | 0,846 | 1,27  | 1,567 | 1,716 | 2     | 2,252 |
| -0,03 | -2,347 | 0,005 | 0,843 | 1,279 | 1,587 | 1,741 | 2,039 | 2,305 |

- Menghitung Log X dengan menggunakan rumus:

$$\text{LogX} = X_{rt} + G.S$$

- Periode ulang 2 tahun  

$$\text{LogX} = 2,009 + (0,005 \times 0,0771)$$

$$= 2,010$$
- Periode ulang 5 tahun  

$$\text{LogX} = 2,0098 + (0,843 \times 0,0771)$$

$$= 2,074$$
- Periode ulang 10 tahun  

$$\text{LogX} = 2,0098 + (1,279 \times 0,0771)$$



$$= 2,108$$

- Periode ulang 20 tahun

$$\begin{aligned}\text{LogX} &= 2,0098 + (1,587 \times 0,0771) \\ &= 2,132\end{aligned}$$

- Periode ulang 25 tahun

$$\begin{aligned}\text{LogX} &= 2,0098 + (1,741 \times 0,0771) \\ &= 2,144\end{aligned}$$

- Periode ulang 50 tahun

$$\begin{aligned}\text{LogX} &= 2,0098 + (2,039 \times 0,0771) \\ &= 2,167\end{aligned}$$

- Menghitung Curah Hujan Rencana (X) dengan menggunakan rumus:

$$X = 10^{\text{logX}}$$

- Periode ulang 2 tahun

$$\begin{aligned}X &= 10^{2,0102} \\ &= 102,376\end{aligned}$$

- Periode ulang 5 tahun

$$\begin{aligned}X &= 10^{2,0748} \\ &= 118,800\end{aligned}$$

- Periode ulang 10 tahun

$$\begin{aligned}X &= 10^{2,1084} \\ &= 128,363\end{aligned}$$

- Periode ulang 20 tahun

$$\begin{aligned}X &= 10^{2,1322} \\ &= 135,578\end{aligned}$$

- Periode ulang 25 tahun

$$\begin{aligned}X &= 10^{2,1441} \\ &= 139,336\end{aligned}$$

- Periode ulang 50 tahun

$$\begin{aligned}X &= 10^{2,1670} \\ &= 146,907\end{aligned}$$

## Lampiran 5. Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Distribusi Log Normal

Langkah-langkah dalam perhitungan curah hujan rencana dengan metode Distribusi Log Normal adalah sebagai berikut:

- Tentukan logaritma dari semua nilai variant X
- Hitung nilai rata-rata
- Hitung nilai standar deviasi dari Log X
- Hitung curah hujan rencana X

Diketahui :

| No. | Tahun   | Hujan Harian | Log Xi   | Log Xi-Log Xrt | (Log Xi-Log Xrt) <sup>2</sup> |
|-----|---------|--------------|----------|----------------|-------------------------------|
| 1   | 2001    | 81,3         | 1,910091 | -0,10255068    | 0,010516643                   |
| 2   | 2002    | 85,3         | 1,930949 | 1,852958441    | 3,433454985                   |
| 3   | 2003    | 99,3         | 1,996949 | 1,996949248    | 3,987806301                   |
| 4   | 2004    | 69,9         | 1,844477 | 1,844477176    | 3,402096052                   |
| 5   | 2005    | 105,4        | 2,022841 | 2,022840611    | 4,091884137                   |
| 6   | 2006    | 104,8        | 2,020361 | 2,020361283    | 4,081859712                   |
| 8   | 2008    | 119,8        | 2,078457 | 2,078456818    | 4,319982745                   |
| 9   | 2009    | 86,2         | 1,935507 | 1,935507266    | 3,746188376                   |
| 10  | 2010    | 95,6         | 1,980458 | 1,980457892    | 3,922213463                   |
| 11  | 2011    | 132          | 2,120574 | 2,120573931    | 4,496833798                   |
| 12  | 2012    | 89,8         | 1,953276 | 1,953276337    | 3,815288447                   |
| 13  | 2013    | 100,4        | 2,001734 | 2,001733713    | 4,006937857                   |
| 14  | 2014    | 125,4        | 2,098298 | 2,098297536    | 4,402852552                   |
| 15  | 2015    | 119,2        | 2,076276 | 2,076276255    | 4,310923089                   |
| 16  | 2016    | 143,6        | 2,157154 | 2,157154444    | 4,653315278                   |
| 17  | 2017    | 115,6        | 2,062958 | 2,062957834    | 4,255795025                   |
| 18  | 2018    | 96           | 1,982271 | 1,982271233    | 3,929399241                   |
| 19  | 2019    | 100          | 2        | 2              | 4                             |
| 20  | 2020    | 124          | 2,093422 | 2,093421685    | 4,382414352                   |
| 21  | 2021    | 97           | 1,986772 | 1,986771734    | 3,947261924                   |
|     | Jumlah  |              | 40,25282 |                |                               |
|     | Log Xrt |              | 2,012641 |                |                               |
|     | S Log X |              | 0,077991 |                |                               |

- Hitung Curah Hujan Rencana (X)

Rumus yang digunakan:

$$X = 10^{\log X}$$

- Periode ulang 2 tahun

$$\begin{aligned} X &= 10^{2,012641} \\ &= 102,953 \end{aligned}$$

- Periode ulang 5 tahun

$$\begin{aligned} X &= 10^{2,07815344} \\ &= 119,716 \end{aligned}$$

- Periode ulang 10 tahun

$$\begin{aligned} X &= 10^{2,11246948} \\ &= 129,559 \end{aligned}$$

- Periode ulang 20 tahun

$$\begin{aligned} X &= 10^{2,14054624} \\ &= 138,212 \end{aligned}$$

- Periode ulang 25 tahun

$$\begin{aligned} X &= 10^{2,145849628} \\ &= 139,910 \end{aligned}$$

- Periode ulang 50 tahun

$$\begin{aligned} X &= 10^{2,17252255} \\ &= 148,772 \end{aligned}$$

- Periode ulang 100 tahun

$$\begin{aligned} X &= 10^{2,19436003} \\ &= 156,444 \end{aligned}$$

## Lampiran 6. Prosedur Uji Chi Kuadrat

1. Data Curah Hujan diurut dari Besar ke Kecil

Analisa Curah Hujan Rencana Metode Chi-Kuadrat

| No | Tahun | X (Ch) | Data Dari Besar Ke Kecil |
|----|-------|--------|--------------------------|
| 1  | 2001  | 81,3   | 143,6                    |
| 2  | 2002  | 85,3   | 132                      |
| 3  | 2003  | 99,3   | 125,4                    |
| 4  | 2004  | 69,9   | 124                      |
| 5  | 2005  | 105,4  | 119,8                    |
| 6  | 2006  | 104,8  | 119,2                    |
| 7  | 2007  | 89,8   | 115,6                    |
| 8  | 2008  | 119,8  | 105,4                    |
| 9  | 2009  | 86,2   | 104,8                    |
| 10 | 2010  | 95,6   | 100,4                    |
| 11 | 2011  | 132    | 100                      |
| 12 | 2012  | 89,8   | 99,3                     |
| 13 | 2013  | 100,4  | 97                       |
| 14 | 2014  | 125,4  | 96                       |
| 15 | 2015  | 119,2  | 95,6                     |
| 16 | 2016  | 143,6  | 89,8                     |
| 17 | 2017  | 115,6  | 89,8                     |
| 18 | 2018  | 96     | 86,2                     |
| 19 | 2019  | 100    | 85,3                     |
| 20 | 2020  | 124    | 81,3                     |
| 21 | 2021  | 97     | 69,9                     |

2. Menghitung Jumlah kelas

a. Jumlah data (n) = 21

b. Kelas distribusi (K) =  $1 + 3,3 \log n$   
= 5,363

3. Menghitung Derajat Kebebasan (Dk) dan  $X^{2Cr}$

a. Parameter (P) = 2 (ketentuan Hidrologi)

b.  $Dk = K - (p+1) = 2,36332 = 2$

c. Nilai  $X^{cr}$  dengan jumlah data (n) = 21

$\alpha = 5\%$  (ketentuan hidro)

$Dk = 5,991$  (ketentuan)

4. Menghitung kelas Distribusi

$\frac{1}{4} \times 100\% = 25\%$ , interval distribusi adalah 25% 50% 75%.

b. Persentase 20%

$P_x = 0,20$  diperoleh  $T = 1/P_x = 5$  tahun

c. Persentase 40%

$P_x = 0,40$  diperoleh  $T = 1/P_x = 2,5$  tahun

d. Persentase 60%

$P_x = 0,60$  diperoleh  $T = 1/P_x = 1,67$  tahun

e. Persentase 80%

$P_x = 0,80$  diperoleh  $T = 1/P_x = 1,25$  tahun

## 5. Menghitung Interval Kelas

### ▪ Distribusi Probabilitas Gumbel

Nilai  $K_T$  berdasarkan nilai  $T$  dari ketentuan hidrologi, didapat:

Diketahui :

$$Y_n = 0,356$$

$$S_n = 1,062$$

$$X_{rt} = 103,828$$

$$S = 10,048$$

Rumus yang dipakai :

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

$$K_T = Y_t - Y_n/S_n$$

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

$$X_T = X_{rt} + S \cdot K_T$$

Maka, didapatkan:

### Distribusi Probabilitas Gumbel

| T    | $Y_T$     | $K_T$    | $X_T$      |
|------|-----------|----------|------------|
| 5    | -1,49994  | -1,74646 | 86,2785548 |
| 2,5  | -0,671727 | -0,96719 | 94,1094037 |
| 1,67 | -0,09069  | -0,42048 | 99,6031793 |
| 1,25 | 0,475885  | 0,112613 | 104,960207 |

- Distribusi Probabilitas Normal

Nilai  $K_T$  berdasarkan nilai  $T$  dari ketentuan didapat:

$T = 5$  maka  $K_T = 0,84$

$T = 2,5$  maka  $K_T = 0,25$

$T = 1,67$  maka  $K_T = -0,25$

$T = 1,25$  maka  $K_T = -0,84$

Nilai  $X_{rt} = 103,8285714$

Nilai  $S = 10,048896$

Interval kelas :  $X_T = X_{rt} + K_T \cdot S$

Maka, didapatkan :

Distribusi Probabilitas Normal

| T    | $K_T$ | $X_T$    |
|------|-------|----------|
| 5    | 0,84  | 112,2696 |
| 2,5  | 0,25  | 106,3408 |
| 1,67 | -0,25 | 101,3163 |
| 1,25 | -0,84 | 95,3875  |

- Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III

Nilai  $K_{Tr}$  dihitung berdasarkan nilai  $C_s = -0,0278$  dan Nilai  $T$  untuk berbagai periode ulang

$T = 5$  maka  $K_{Tr} = 0,842$

$T = 2,5$  maka  $K_{Tr} = 0,14033$

$T = 1,67$  maka  $K_{Tr} = -0,37048$

$T = 1,25$  maka  $K_{Tr} = -0,842$

Nilai  $\text{Log } X_{rt} = 2,009814329$

Nilai  $\text{Slog}X = 0,0771$

Interval kelas :  $\text{Log } X_T = \text{Log } X_{rt} + K_{Tr} \times \text{Slog}X$

Distribusi Probabilitas Log Pearson type III

| T    | $K_T$    | Log $X_{rt}$ | S Log X | Log $X_T$ | $X_T$   |
|------|----------|--------------|---------|-----------|---------|
| 5    | 0,842    | 2,00         | 1,019   | 2,074     | 118,777 |
| 2,5  | 0,14033  | 2,00         | 1,019   | 2,020     | 104,865 |
| 1,67 | -0,37048 | 2,00         | 1,019   | 1,981     | 95,774  |
| 1,25 | -0,842   | 2,00         | 1,019   | 1,944     | 88,083  |

- Distribusi Probabilitas Log Normal

Nilai  $K_T$  berdasarkan nilai T dari lembar ketentuan didapat:

T = 5 maka  $K_T = 0,84$

T = 2,5 maka  $K_T = 0,25$

T = 1,67 maka  $K_T = -0,25$

T = 1,25 maka  $K_T = -0,84$

Nilai Log $X_{rt} = 2,012641$

Nilai SlogX = 0,077991

Interval kelas = Log  $X_T = \text{Log } X_{rt} + K_T \times \text{SlogX}$

Maka didapatkan:

Distribusi Probabilitas Log Normal

| T    | $K_T$ | S Log X | Log $X_T$ | $X_T$    |
|------|-------|---------|-----------|----------|
| 5    | 0,84  | 0,077   | 2,078     | 119, 716 |
| 2,5  | 0,25  | 0,077   | 2,032     | 107,680  |
| 1,67 | -0,25 | 0,077   | 1,993     | 98,4335  |
| 1,25 | -0,84 | 0,077   | 1,947     | 88, 537  |

- Menghitung Nilai  $X^2$

1. Gumbel

Menghitung Nilai  $X^2$  Gumbel

| Kelas    | Interval                | Ef | Of | Of-Ef | $(\text{Of-Ef})^2/\text{Ef}$ |
|----------|-------------------------|----|----|-------|------------------------------|
| 1        | >104.960207             | 5  | 8  | 3     | 1,8                          |
| 2        | 99.6031793 - 104.960207 | 4  | 4  | 0     | 0                            |
| 3        | 94.1094037 - 99.6031793 | 4  | 3  | -1    | 0,25                         |
| 4        | 86.2785548 - 94.1094037 | 4  | 3  | -1    | 0,25                         |
| 5        | <86.2785548             | 4  | 3  | -1    | 0,25                         |
| $\Sigma$ |                         | 21 | 21 |       | 2,55                         |

Keterangan:

Ef : Nilai yang diharapkan

Of : Nilai yang diamati

## 2. Normal

Menghitung Nilai  $X^2$  Normal

| Kelas    | Interval          | Ef | Of | Of-Ef | (Of-Ef) <sup>2</sup> /Ef |
|----------|-------------------|----|----|-------|--------------------------|
| 1        | >112.2696         | 5  | 7  | 2     | 0,8                      |
| 2        | 106.3408-112.2696 | 4  | 1  | -3    | 2,25                     |
| 3        | 101.3163-106.3408 | 4  | 1  | -3    | 2,25                     |
| 4        | 95.3875-101.3163  | 4  | 6  | 2     | 1                        |
| 5        | <95.3875          | 4  | 6  | 2     | 1                        |
| $\Sigma$ |                   | 21 | 21 |       | 7,3                      |

Keterangan:

Ef : Nilai yang diharapkan

Of : Nilai yang diamati

## 3. Log Pearson III

Menghitung Nilai  $X^2$  Log Pearson III

| Kelas    | Interval               | Ef | Of | Of-Ef | (Of-Ef) <sup>2</sup> /Ef |
|----------|------------------------|----|----|-------|--------------------------|
| 1        | >118.7770484           | 5  | 6  | 1     | 0,2                      |
| 2        | 104.86577-118.77704    | 4  | 3  | -1    | 0,25                     |
| 3        | 95.7745943-104.8657753 | 4  | 6  | 2     | 1                        |
| 4        | 88.08381761-95.7745943 | 4  | 2  | -2    | 1                        |
| 5        | <88.08381761           | 4  | 4  | 0     | 0                        |
| $\Sigma$ |                        | 21 | 21 |       | 2,45                     |

Keterangan:

Ef : Nilai yang diharapkan

Of : Nilai yang diamati

## 4. Log Normal

Menghitung Nilai  $X^2$  Log Normal

| Kelas    | Interval        | Ef | Of | Of-Ef | (Of-Ef) <sup>2</sup> /Ef |
|----------|-----------------|----|----|-------|--------------------------|
| 1        | >119.716        | 5  | 5  | 0     | 0                        |
| 2        | 107.681-119.716 | 4  | 2  | -2    | 1                        |
| 3        | 98.4336-107.681 | 4  | 5  | 1     | 0,25                     |
| 4        | 88.5378-98.4336 | 4  | 5  | 1     | 0,25                     |
| 5        | <88.5378        | 4  | 4  | 0     | 0                        |
| $\Sigma$ |                 | 21 | 21 |       | 1,5                      |



Keterangan:

Ef : Nilai yang diharapkan

Of : Nilai yang diamati

Nilai  $X^2$  kritis dengan jumlah data  $(n) = 21$ ,  $\alpha = 5\%$  dan  $Dk = 2$  adalah 5,991.

Perbandingan Nilai  $X^2 < X^{2cr}$

| Distribusi Frekuensi | X2   | X2cr  | Keterangan     |
|----------------------|------|-------|----------------|
| Gumbel               | 2,55 | 5,991 | Diterima       |
| Normal               | 7,3  | 5,991 | Tidak Diterima |
| Log Pearson III      | 2,45 | 5,991 | Diterima       |
| Log Normal           | 1,5  | 5,991 | Diterima       |

#### Lampiran 7. Uji Kesesuaian Smirnov-Kolmogorov

- Peluang (P) Empiris dihitung dengan Persamaan Weibull

$$\begin{aligned} P(X_m) &= \frac{m}{n+1} \\ &= \frac{1}{21+1} \\ &= 0.0454 = 4.54\% \end{aligned}$$

- Menghitung  $K_T$  atau  $f(t)$

$$X_{rt} = 103.82857$$

$$S = 18.452456$$

$$S_n = 1.0628$$

$$Y_n = 0.3562$$

$$\begin{aligned} K_T &= \frac{X_T - X_{rt}}{S} \\ &= \frac{143.6 - 103.82857}{18.452456} \\ &= 2.155346 \end{aligned}$$

- Menghitung  $Y_T$

$$\begin{aligned} Y_T &= K_T \cdot S_n + Y_n \\ &= 2.155346 \cdot 1.0628 + 0.3562 \\ &= 2.646902 \end{aligned}$$

- Menghitung Nilai T

Menghitung Nilai T

| Kala Ulang (Tahun) | $\frac{T-1}{T}$ | $Y_T$ CEK | $Y_T$   |
|--------------------|-----------------|-----------|---------|
| 14,6               | 0,931573        | 2,6468    | 2,6469  |
| 7,7                | 0,870888        | 1,9787    | 1,9788  |
| 5,5                | 0,816947        | 1,5986    | 1,5986  |
| 5,1                | 0,803199        | 1,5180    | 1,5180  |
| 4,1                | 0,756423        | 1,2760    | 1,2761  |
| 4,0                | 0,749045        | 1,2415    | 1,2415  |
| 3,3                | 0,700744        | 1,0339    | 1,0342  |
| 2,1                | 0,527403        | 0,4466    | 0,4467  |
| 2,1                | 0,515447        | 0,4114    | 0,4122  |
| 1,7                | 0,426063        | 0,1588    | 0,1587  |
| 1,7                | 0,417737        | 0,1359    | 0,1357  |
| 1,7                | 0,40324         | 0,0963    | 0,0954  |
| 1,5                | 0,354364        | -0,0367   | -0,0371 |
| 1,5                | 0,33309         | -0,0947   | -0,0947 |
| 1,5                | 0,32466         | -0,1178   | -0,1177 |
| 1,3                | 0,207803        | -0,4518   | -0,4518 |
| 1,3                | 0,207803        | -0,4518   | -0,4518 |
| 1,2                | 0,144695        | -0,6591   | -0,6591 |
| 1,2                | 0,130563        | -0,7109   | -0,7110 |
| 1,1                | 0,077019        | -0,9415   | -0,9414 |
| 1,0                | 0,007161        | -1,5972   | -1,5980 |

1. Metode Gumbel

Menghitung Nilai max  $\Delta P$  Gumbel

| m | $X_i$ | $P(X_i)$ | $K_T$     | $Y_T$    | T    | $P'(X_i)$ | $\Delta P$ |
|---|-------|----------|-----------|----------|------|-----------|------------|
| 1 | 143,6 | 0,045455 | 2,155346  | 2,646902 | 14,6 | 0,068427  | 0,022972   |
| 2 | 132   | 0,090909 | 1,5267034 | 1,97878  | 7,7  | 0,129112  | 0,0382031  |
| 3 | 125,4 | 0,136364 | 1,1690275 | 1,598642 | 5,5  | 0,183053  | 0,0466891  |
| 4 | 124   | 0,181818 | 1,0931568 | 1,518007 | 5,1  | 0,196801  | 0,0149826  |
| 5 | 119,8 | 0,227273 | 0,8655449 | 1,276101 | 4,1  | 0,243577  | 0,0163045  |
| 6 | 119,2 | 0,272727 | 0,8330289 | 1,241543 | 4,0  | 0,250955  | 0,0217726  |
| 7 | 115,6 | 0,318182 | 0,6379329 | 1,034195 | 3,3  | 0,299256  | 0,0189263  |
| 8 | 105,4 | 0,363636 | 0,0851609 | 0,446709 | 2,1  | 0,472597  | 0,1089602  |
| 9 | 104,8 | 0,409091 | 0,0526449 | 0,412151 | 2,1  | 0,484553  | 0,0754618  |

|    |       |          |           |          |     |          |           |
|----|-------|----------|-----------|----------|-----|----------|-----------|
| 10 | 100,4 | 0,454545 | -0,185806 | 0,158726 | 1,7 | 0,573937 | 0,1193911 |
| 11 | 100   | 0,5      | -0,207483 | 0,135687 | 1,7 | 0,582263 | 0,0822632 |
| 12 | 99,3  | 0,545455 | -0,245418 | 0,095369 | 1,7 | 0,59676  | 0,0513056 |
| 13 | 97    | 0,590909 | -0,370063 | -0,0371  | 1,5 | 0,645636 | 0,0547266 |
| 14 | 96    | 0,636364 | -0,424256 | -0,0947  | 1,5 | 0,66691  | 0,0305463 |
| 15 | 95,6  | 0,681818 | -0,445934 | -0,11774 | 1,5 | 0,67534  | 0,0064779 |
| 16 | 89,8  | 0,727273 | -0,760255 | -0,4518  | 1,3 | 0,792197 | 0,0649244 |
| 17 | 89,8  | 0,772727 | -0,760255 | -0,4518  | 1,3 | 0,792197 | 0,0194698 |
| 18 | 86,2  | 0,818182 | -0,95535  | -0,65915 | 1,2 | 0,855305 | 0,0371231 |
| 19 | 85,3  | 0,863636 | -1,004125 | -0,71098 | 1,2 | 0,869437 | 0,0058002 |
| 20 | 81,3  | 0,909091 | -1,220898 | -0,94137 | 1,1 | 0,922981 | 0,0138904 |
| 21 | 69,9  | 0,954545 | -1,838702 | -1,59797 | 1,0 | 0,992839 | 0,0382939 |

X = Max( $\Delta P$ )

= 0,12

## 2. Metode Normal

### Menghitung Nilai max $\Delta P$ Normal

| No. | $X_i$ | $P(X_i)$ | $f(t)$    | Nilai Tabel Z | $P'(X_i)$ | $\Delta P$ |
|-----|-------|----------|-----------|---------------|-----------|------------|
| 1   | 143,6 | 0,05     | 2,155346  | 0,9846        | 0,0154    | 0,030055   |
| 2   | 132   | 0,09     | 1,5267034 | 0,937         | 0,063     | 0,027909   |
| 3   | 125,4 | 0,14     | 1,1690275 | 0,879         | 0,121     | 0,015364   |
| 4   | 124   | 0,18     | 1,0931568 | 0,8621        | 0,1379    | 0,043918   |
| 5   | 119,8 | 0,23     | 0,8655449 | 0,8078        | 0,1922    | 0,035073   |
| 6   | 119,2 | 0,27     | 0,8330289 | 0,7967        | 0,2033    | 0,069427   |
| 7   | 115,6 | 0,32     | 0,6379329 | 0,7389        | 0,2611    | 0,057082   |
| 8   | 105,4 | 0,36     | 0,0851609 | 0,5359        | 0,4641    | 0,100464   |
| 9   | 104,8 | 0,41     | 0,0526449 | 0,5199        | 0,4801    | 0,071009   |
| 10  | 100,4 | 0,45     | -0,185806 | 0,4247        | 0,5753    | 0,120755   |
| 11  | 100   | 0,50     | -0,207483 | 0,4168        | 0,5832    | 0,0832     |
| 12  | 99,3  | 0,55     | -0,245418 | 0,4013        | 0,5987    | 0,053245   |
| 13  | 97    | 0,59     | -0,370063 | 0,3557        | 0,6443    | 0,053391   |
| 14  | 96    | 0,64     | -0,424256 | 0,3372        | 0,6628    | 0,026436   |
| 15  | 95,6  | 0,68     | -0,445934 | 0,3264        | 0,6736    | 0,008218   |
| 16  | 89,8  | 0,73     | -0,760255 | 0,2236        | 0,7764    | 0,049127   |
| 17  | 89,8  | 0,77     | -0,760255 | 0,2236        | 0,7764    | 0,003673   |
| 18  | 86,2  | 0,82     | -0,955351 | 0,1587        | 0,8413    | 0,023118   |
| 19  | 85,3  | 0,86     | -1,004125 | 0,1587        | 0,8413    | 0,022336   |
| 20  | 81,3  | 0,91     | -1,220898 | 0,1112        | 0,8888    | 0,020291   |
| 21  | 69,9  | 0,95     | -1,838702 | 0,0336        | 0,9664    | 0,011855   |

|          |          |
|----------|----------|
| $\Sigma$ | 2180,4   |
| Xrt      | 103,8286 |
| S        | 18,45246 |

$$X = \text{Max}(\Delta P)$$

$$= 0,12$$

### 3. Metode Log Normal

#### Menghitung Nilai max $\Delta P$ Log Normal

| No.      | $X_i$    | Log $X_i$ | P( $X_i$ ) | f(t)      | Nilai Tabel Z | P'( $X_i$ ) | $\Delta P$ |
|----------|----------|-----------|------------|-----------|---------------|-------------|------------|
| 1        | 143,6    | 2,157154  | 0,045455   | 1,910735  | 0,9719        | 0,0281      | 0,017355   |
| 2        | 132      | 2,120574  | 0,090909   | 1,436352  | 0,9251        | 0,0749      | 0,016009   |
| 3        | 125,4    | 2,098298  | 0,136364   | 1,147467  | 0,8749        | 0,1251      | 0,011264   |
| 4        | 124      | 2,093422  | 0,181818   | 1,084236  | 0,8599        | 0,1401      | 0,041718   |
| 5        | 119,8    | 2,078457  | 0,227273   | 0,890169  | 0,8133        | 0,1867      | 0,040573   |
| 6        | 119,2    | 2,076276  | 0,272727   | 0,861891  | 0,8051        | 0,1949      | 0,077827   |
| 7        | 115,6    | 2,062958  | 0,318182   | 0,689175  | 0,7518        | 0,2482      | 0,069982   |
| 8        | 105,4    | 2,022841  | 0,363636   | 0,168927  | 0,5675        | 0,4325      | 0,068864   |
| 9        | 104,8    | 2,020361  | 0,409091   | 0,136775  | 0,5557        | 0,4443      | 0,035209   |
| 10       | 100,4    | 2,001734  | 0,454545   | -0,104791 | 0,4602        | 0,5398      | 0,085255   |
| 11       | 100      | 2         | 0,5        | -0,127274 | 0,4483        | 0,5517      | 0,0517     |
| 12       | 99,3     | 1,996949  | 0,545455   | -0,166837 | 0,4325        | 0,5675      | 0,022045   |
| 13       | 97       | 1,986772  | 0,590909   | -0,298821 | 0,3281        | 0,6719      | 0,080991   |
| 14       | 96       | 1,982271  | 0,636364   | -0,357184 | 0,3594        | 0,6406      | 0,004236   |
| 15       | 95,6     | 1,980458  | 0,681818   | -0,380700 | 0,352         | 0,648       | 0,033818   |
| 16       | 89,8     | 1,953276  | 0,727273   | -0,733195 | 0,2327        | 0,7673      | 0,040027   |
| 17       | 89,8     | 1,953276  | 0,772727   | -0,733195 | 0,2327        | 0,7673      | 0,005427   |
| 18       | 86,2     | 1,935507  | 0,818182   | -0,963628 | 0,1587        | 0,8413      | 0,023118   |
| 19       | 85,3     | 1,930949  | 0,863636   | -1,022740 | 0,1587        | 0,8413      | 0,022336   |
| 20       | 81,3     | 1,910091  | 0,909091   | -1,293237 | 0,0968        | 0,9032      | 0,005891   |
| 21       | 69,9     | 1,844477  | 0,954545   | -2,144124 | 0,0179        | 0,9821      | 0,027555   |
| $\Sigma$ | 2180,4   | 42,2061   |            |           |               |             |            |
| Xrt      | 103,8286 | 2,009814  |            |           |               |             |            |
| S        | 18,45246 | 0,077112  |            |           |               |             |            |

$$X = \text{Max}(\Delta P)$$

$$= 0,09$$

#### 4. Metode Log Pearson III

##### Menghitung Nilai max $\Delta P$ Log Pearson III

| No.      | Xi       | Log Xi   | P(Xi)     | f(t)   | P'(Xi)  | $\Delta P$ |
|----------|----------|----------|-----------|--------|---------|------------|
| 1        | 143,6    | 2,157154 | 0,0454545 | 1,911  | 0,39230 | 0,34685    |
| 2        | 132      | 2,120574 | 0,0909091 | 1,436  | 0,15111 | 0,06020    |
| 3        | 125,4    | 2,098298 | 0,1363636 | 1,147  | 0,08494 | 0,05142    |
| 4        | 124      | 2,093422 | 0,1818182 | 1,084  | 0,07768 | 0,10414    |
| 5        | 119,8    | 2,078457 | 0,2272727 | 0,890  | 0,05540 | 0,17187    |
| 6        | 119,2    | 2,076276 | 0,2727273 | 0,862  | 0,05216 | 0,22057    |
| 7        | 115,6    | 2,062958 | 0,3181818 | 0,689  | 0,04449 | 0,27369    |
| 8        | 105,4    | 2,022841 | 0,3636364 | 0,169  | 0,02588 | 0,33776    |
| 9        | 104,8    | 2,020361 | 0,4090909 | 0,137  | 0,02473 | 0,38437    |
| 10       | 100,4    | 2,001734 | 0,4545455 | -0,105 | 0,01954 | 0,43501    |
| 11       | 100      | 2        | 0,5       | -0,127 | 0,01944 | 0,48056    |
| 12       | 99,3     | 1,996949 | 0,5454545 | -0,167 | 0,01928 | 0,52618    |
| 13       | 97       | 1,986772 | 0,5909091 | -0,299 | 0,01872 | 0,57219    |
| 14       | 96       | 1,982271 | 0,6363636 | -0,357 | 0,01848 | 0,61789    |
| 15       | 95,6     | 1,980458 | 0,6818182 | -0,381 | 0,01838 | 0,66344    |
| 16       | 89,8     | 1,953276 | 0,7272727 | -0,733 | 0,01689 | 0,71038    |
| 17       | 89,8     | 1,953276 | 0,7727273 | -0,733 | 0,01689 | 0,75583    |
| 18       | 86,2     | 1,935507 | 0,8181818 | -0,964 | 0,01592 | 0,80226    |
| 19       | 85,3     | 1,930949 | 0,8636364 | -1,023 | 0,01567 | 0,84796    |
| 20       | 81,3     | 1,910091 | 0,9090909 | -1,293 | 0,01454 | 0,89455    |
| 21       | 69,9     | 1,844477 | 0,9545455 | -2,144 | 0,01095 | 0,94359    |
| $\Sigma$ | 2180,4   | 42,2061  | 10,5      |        |         |            |
| Xrt      | 103,8286 | 2,009814 | 0,5       |        |         |            |
| S        | 18,45246 | 0,077112 | 0,282038  |        |         |            |
| Cs       | 0,382241 | -0,0278  |           |        |         |            |

$$X = \text{Max}(\Delta P)$$

$$= 0,94$$

- Menghitung nilai P'

$$C_s = -0,03$$

### Menghitung Nilai P'

|       |        |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Cs    | 1,01   | 2     | 5     | 10    | 20    | 25    | 50    | 100   |
| 0     | -2,326 | 0     | 0,842 | 1,282 | 1,595 | 1,751 | 2,054 | 2,326 |
| -0,1  | -2,4   | 0,017 | 0,846 | 1,27  | 1,567 | 1,716 | 2     | 2,252 |
| -0,03 | -2,347 | 0,005 | 0,843 | 1,279 | 1,587 | 1,741 | 2,039 | 2,305 |

### Nilai faktor kala ulang

| Kala Ulang | f(t)   |
|------------|--------|
| 1,01       | -2,347 |
| 2          | 0,005  |
| 5          | 0,843  |
| 10         | 1,279  |
| 20         | 1,587  |
| 25         | 1,741  |
| 50         | 2,039  |
| 100        | 2,305  |

### Perbandingan max hitung dan max kritis

| Distribusi Probabilitas | $\Delta P$ max hitung | $\Delta P$ max kritis | Keterangan     |
|-------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------|
| Gumbel                  | 0,12                  | 0,287                 | Diterima       |
| Normal                  | 0,12                  | 0,287                 | Diterima       |
| Log Normal              | 0,09                  | 0,287                 | Diterima       |
| Log Pearson III         | 0,94                  | 0,287                 | Tidak Diterima |
| $\alpha$                | 0,05                  |                       |                |
| D cr                    | 0,287                 |                       |                |

### Lampiran 8. Perhitungan Debit Puncak

Perhitungan debit puncak dari hasil data topografi digunakan untuk mencari Debit aliran permukaan akibat hujan pada kawasan LCA sebagai berikut:

- Penentuan Koefisien Limpasan ( $C_{ro}$ )

LCA (1812 ha)

Reclamation (586 ha):

- Flat (328 ha)
- Rolling (133 ha)

- Hilly (125 ha)

Open space (1226 ha)

- Perhitungan Koefisien Limpasan

$$\text{Flat (Slope < 2\%)} = 0.10 \times 328 = 32.8$$

$$\text{Rolling (Slope 2 – 10\%)} = 0.15 \times 133 = 19.95$$

$$\text{Hilly (Slope > 10\%)} = 0.20 \times 125 = 25$$

$$\text{Open space} = 0.25 \times 1226 = 306.5$$

$$\begin{aligned} C &= \Sigma C_i A_i / A_{\text{tot}} \\ &= 384.25 / 1812 \\ &= 0.212 \end{aligned}$$

- Perhitungan Debit Puncak

$$\text{Metode Rasional } Q = 0.278 \times C \times I \times A$$

dimana:

$$Q = \text{Debit (m}^3/\text{s)}$$

C = Koefisien Limpasan

I = Intensitas Curah Hujan (mm/jam)

A = Luas DAS (km<sup>2</sup>)

- LCA

2 tahun

$$\begin{aligned} Q &= 0.278 \times C \times I \times A \\ &= 0.278 \times 0.212 \times 18.07 \times 18 \\ &= 19306.92 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

5 tahun

$$\begin{aligned} Q &= 0.278 \times C \times I \times A \\ &= 0.278 \times 0.212 \times 21.57 \times 18 \\ &= 23042.47 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

10 tahun

$$\begin{aligned} Q &= 0.278 \times C \times I \times A \\ &= 0.278 \times 0.212 \times 23.89 \times 18 \\ &= 25514.32 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

20 tahun

$$\begin{aligned}
 Q &= 0.278 \times C \times I \times A \\
 &= 0.278 \times 0.212 \times 26.11 \times 18 \\
 &= 27886.82 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

50 tahun

$$\begin{aligned}
 Q &= 0.278 \times C \times I \times A \\
 &= 0.278 \times 0.212 \times 28.98 \times 18 \\
 &= 30956.87 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

### Lampiran 9. Perhitungan Dimensi Ukuran Saluran

- Drainase LCA

- *Design Parameter*

1. *Bottom width (b)* = 1.5 m
2. *Top width (t)* = 3 m
3. *Depth (d)* = 1.5 m
4. *Slope (S)*

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{\Delta h}{d} \\
 &= 0.056 \text{ m/m}
 \end{aligned}$$

5. *Manning Coef (n)* = 0.035-0.045 (Tabel 2.6)
6. *Tinggi Jagaan (w)*

$$\begin{aligned}
 W &= \sqrt{0.5d} \\
 &= 0.87 \text{ m}
 \end{aligned}$$

7. *Hydraulic Radius (R)*

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{A}{P} \\
 P &= ((2d\sqrt{2}) + b) \\
 &= 5.74
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{3.38}{5.74} \\
 &= 0.58 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- *Flood Discharge by Design Area*



$$A = \frac{1}{2} (t \times b) d$$
$$= 3.38 \text{ m}^2$$

*Velocity*

$$V_n = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

$$V_{0,040} = 4,11 \text{ m/s}$$

$$Q_n = A \times V_n$$

$$Q_{0,040} = 49.991,44 \text{ m}^3/\text{s}$$

