

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Distribusi Curah Hujan Wilayah

Curah hujan yang diperlukan untuk mempersiapkan tugas akhir evaluasi sistem drainase kawasan Jalan KH Wahid Hasyim adalah curah hujan rata-rata di titik pengamatan, dalam hal ini stasiun meteorologi Temindung, karena Samarinda hanya memiliki 1 (satu) titik pengamatan atau stasiun hujan yaitu stasiun hujan Temindung maka tidak diperlukan adanya pengujian.

4.2 Analisa Frekuensi

Analisis frekuensi terdiri dari menganalisis pengulangan peristiwa untuk memprediksi atau menentukan periode ulang dan nilai probabilitasnya. Berikut ini adalah data curah hujan harian Stasiun Temindung dari tahun 2011 hingga 2020.

Tabel 4. 1 Data hujan maximum tahun 2011 - 2020 (10 Tahun)

| Tahun | Curah Hujan (Xi) mm |
|-------|-----------------------|
| 2011 | 237,94 |
| 2012 | 235,28 |
| 2013 | 366,32 |
| 2014 | 319,48 |
| 2015 | 207,02 |
| 2016 | 249,28 |
| 2017 | 357,95 |
| 2018 | 225,02 |
| 2019 | 202,02 |
| 2020 | 225,02 |

(sumber: www.bmkg.co.id dan Perhitungan)

Sebelum memilih distribusi probabilitas yang akan digunakan, terlebih dahulu menganalisis dan menghitung data yang ada. Dalam hal ini, distribusi dihitung sebagai berikut.

Tabel 4. 2 Perhitungan Distribusi

| No | Tahun | Curah Hujan (Xi) mm | (Xi - X) | (Xi - X) ² | (Xi - X) ³ | (Xi - X) ⁴ |
|-----------------------------------|-------|------------------------|----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1 | 2011 | 237,94 | -53,7633 | 2890,50 | -155403 | 8354967 |
| 2 | 2012 | 235,28 | -56,4233 | 3183,59 | -179629 | 10135261 |
| 3 | 2013 | 366,32 | 74,6167 | 5567,65 | 415439 | 30998692 |
| 4 | 2014 | 319,48 | 27,7767 | 771,54 | 21431 | 595279 |
| 5 | 2015 | 207,02 | -84,6833 | 7171,27 | -607287 | 51427070 |
| 6 | 2016 | 249,28 | -42,4233 | 1799,74 | -76351 | 3239061 |
| 7 | 2017 | 357,95 | 66,2467 | 4388,62 | 290732 | 19259993 |
| 8 | 2018 | 225,02 | -66,6833 | 4446,67 | -296519 | 19772847 |
| 9 | 2019 | 202,02 | -89,6833 | 8043,10 | -721332 | 64691462 |
| 10 | 2020 | 225,02 | -66,6833 | 4446,67 | -296519 | 19772847 |
| Jumlah Σ | | 2625,33 | - | 42709,34 | -1605437 | 228247480 |

(Sumber : perhitungan)

Parameter-parameter statistik yang dimiliki data diatas adalah :

1. Nilai rata-rata (mean) :

$$\bar{X} = \frac{\Sigma Xi}{n-1} = \frac{2625,33}{9} = 291,70$$

2. Standar Deviasi :

$$S = \sqrt{\frac{\Sigma (Xi-X)^2}{(n-1)}} = \sqrt{\frac{42709,34}{9}} = 68,887$$

3. Koefisien variasi :

$$\bar{C}_v = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{68,887}{291,70} = 0,236$$

4. Koefisien Kemencengan :

$$C_s = \frac{n \Sigma (Xi-X)^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{10 \times (-1605436,86)}{9 \times 8 \times (68,887)^3} = -0,682$$

5. Koefisienan Ketajaman :

$$C_k = \frac{n^2 \Sigma (Xi-X)^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} = \frac{10^2 \times (228247479,7)}{9 \times 8 \times 7 \times (68,887)^4} = 2,011$$

Berdasarkan hasil perhitungan parameter statistik tersebut, didapatkan harga koefisien kemencengan (C_s) = - 0,682 dan harga koefisien ketajaman (C_k) = 2,011

Maka persamaan distribusi yang dipilih untuk diuji sebagai perbandingan adalah :

1. Distribusi Gumbel karena mempunyai harga C_s dan C_k yang fleksibel.
2. Distribusi Log Person Tipe III karena mempunyai harga C_s yang berada pada kisaran nilai 0.
3. Distribusi Gumbel, karena mempunyai harga $C_s \leq 1,1396$ dan $C_k \leq 5,4002$.
4. Distribusi Log Person Tipe III, karena nilai C_s berada diantara 0 s/d 0,9 ($0 < C_s < 0,9$).

4.3 Perhitungan Distribusi

4.3.1 Distribusi E.J Gumbel

Perhitungan Distribusi E.J Gumbel dihitung dengan menggunakan persamaan pada Tabel 4.3. berikut ini :

Tabel 4. 3 Data hujan rata-rata tahun 2011 – 2020 (10 Tahun)

| No | Tahun | Curah Hujan (X_i) mm | ($X_i - X$) | ($X_i - X$) ² | ($X_i - X$) ³ | ($X_i - X$) ⁴ |
|-----------------------------------|-------|--------------------------|---------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1 | 2011 | 237,94 | -53,7633 | 2890,5 | -155403 | 8354967 |
| 2 | 2012 | 235,28 | -56,4233 | 3183,59 | -179629 | 10135261 |
| 3 | 2013 | 366,32 | 74,6167 | 5567,65 | 415439 | 30998692 |
| 4 | 2014 | 319,48 | 27,7767 | 771,54 | 21431 | 595279 |
| 5 | 2015 | 207,02 | -84,6833 | 7171,27 | -607287 | 51427070 |
| 6 | 2016 | 249,28 | -42,4233 | 1799,74 | -76351 | 3239061 |
| 7 | 2017 | 357,95 | 66,2467 | 4388,62 | 290732 | 19259993 |
| 8 | 2018 | 225,02 | -66,6833 | 4446,67 | -296519 | 19772847 |
| 9 | 2019 | 202,02 | -89,6833 | 8043,1 | -721332 | 64691462 |
| 10 | 2020 | 225,02 | -66,6833 | 4446,67 | -296519 | 19772847 |
| Jumlah Σ | | 2625,33 | - | 42709,34 | -1605437 | 228247480 |

(Sumber : perhitungan)

$$S_n = 0,9497$$

$$X = 291,70$$

$$Y_n = 0,4952$$

$$n = 10$$

$$Y_t = 2 \text{ Tahun} = 0,3665$$

$$5 \text{ Tahun} = 1,4999$$

$$10 \text{ Tahun} = 2,2502$$

$$20 \text{ Tahun} = 2,9606$$

$$50 \text{ Tahun} = 3,9019$$

a. Standar Deviasi :

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - X)^2}{(n-1)}} = \sqrt{\frac{42709,34}{9}} = 68,887$$

b. Nilai Faktor Frekuensi (K) :

$$K = \frac{Y_T - Y_n}{S_n}$$

1. Nilai Faktor Frekuensi 2 tahun :

$$K_2 = \frac{Y_T - Y_n}{S_n} = \frac{0,3665 - 0,4952}{0,9497} = -0,1355$$

2. Nilai Faktor Frekuensi 5 tahun :

$$K_5 = \frac{Y_T - Y_n}{S_n} = \frac{1,4999 - 0,4952}{0,9497} = 1,0579$$

3. Nilai Faktor Frekuensi 10 tahun :

$$K_{10} = \frac{Y_T - Y_n}{S_n} = \frac{2,2503 - 0,4952}{0,9497} = 1,8480$$

4. Nilai Faktor Frekuensi 20 tahun :

$$K_{20} = \frac{Y_T - Y_n}{S_n} = \frac{2,9606 - 0,4952}{0,9497} = 2,5960$$

5. Nilai Faktor Frekuensi 50 tahun :

$$K_{50} = \frac{Y_T - Y_n}{S_n} = \frac{3,9019 - 0,4952}{0,9497} = 3,5872$$

Tabel 4. 4 Nilai faktor frekuensi

| Tahun | Nilai Faktor Frekuensi |
|-------|------------------------|
| 2 | -0,1355 |
| 5 | 1,0579 |
| 10 | 1,848 |
| 20 | 2,596 |
| 50 | 3,5872 |

(Sumber : perhitungan)

Curah hujan rancangan periode ulang T tahun

Periode ulang T tahun

$$X_T = X + K \times S$$

1. Periode ulang 2 tahun

$$\begin{aligned} X_T &= 291,70 + (-0,1355 \times 68,887) \\ &= 282,368 \end{aligned}$$

2. Periode ulang 5 tahun

$$\begin{aligned} X_T &= 291,70 + (1,0579 \times 68,887) \\ &= 364,580 \end{aligned}$$

3. Periode ulang 10 tahun

$$\begin{aligned} X_T &= 291,70 + (1,8480 \times 68,887) \\ &= 419,004 \end{aligned}$$

4. Periode ulang 20 tahun

$$\begin{aligned} X_T &= 291,70 + (2,5960 \times 68,887) \\ &= 470,534 \end{aligned}$$

5. Periode ulang 50 tahun

$$\begin{aligned} X_T &= 291,70 + (3,5872 \times 68,887) \\ &= 538,815 \end{aligned}$$

Maka besarnya curah hujan yang direncanakan pada kala ulang tahun T yang dihitung dengan metode distribusi E.J Gumbel dapat ditunjukkan dengan table 4. 5 sebagai berikut.

Tabel 4. 5 Curah Hujan Rancangan Periode Ulang T tahun dengan Metode Distribusi E.J Gumbel

| Tahun | Hujan Rancangan XT/MM |
|-------|-----------------------|
| 2 | 282,368 |
| 5 | 364,58 |
| 10 | 419,004 |
| 20 | 470,534 |
| 50 | 538,815 |

(Sumber : perhitungan)

4.3.2 Distribusi Log Pearson Tipe III

Perhitungan Distribusi Log Pearson Tipe III dihitung dengan mengganti variabel dengan nilai logaritma. Langkah-langkah perhitungannya menggunakan persamaan pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Data hujan harian rata-rata tahun 2011 – 2020 (10 Tahun)

| No | Tahun | Curah Hujan (Xi) mm | Curah Hujan (log Xi) | (Log Xi - Log X) ² | (Log Xi - Log X) ³ | (Log Xi - Log X) ⁴ |
|----------------------------|-------|-----------------------|------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 1 | 2011 | 237,94 | 2,38 | 0,090301 | -0,0271 | 0,0082 |
| 2 | 2012 | 235,28 | 2,37 | 0,093259 | -0,0285 | 0,0087 |
| 3 | 2013 | 366,32 | 2,56 | 0,012793 | -0,0014 | 0,0002 |
| 4 | 2014 | 319,48 | 2,5 | 0,029765 | -0,0051 | 0,0009 |
| 5 | 2015 | 207,02 | 2,32 | 0,130289 | -0,047 | 0,017 |
| 6 | 2016 | 249,28 | 2,4 | 0,078557 | -0,022 | 0,0062 |
| 7 | 2017 | 357,95 | 2,55 | 0,015165 | -0,0019 | 0,0002 |
| 8 | 2018 | 225,02 | 2,35 | 0,105461 | -0,0342 | 0,0111 |
| 9 | 2019 | 202,02 | 2,31 | 0,138067 | -0,0513 | 0,0191 |
| 10 | 2020 | 225,02 | 2,35 | 0,105461 | -0,0342 | 0,0111 |
| Jumlah Log | | | 24,09 | 0,7991 | -0,2529 | 0,0826 |
| Rata-rata (Log X) | | | 2,68 | | | |

(Sumber : perhitungan)

Parameter statistik dari Distribusi Log Pearson Tipe III yang dimiliki data pada Tabel 4.5. adalah :

- a. Nilai Rata-rata (*Mean*)

$$\text{Log}X = \frac{\sum \text{Log} X}{(n-1)} = \frac{24,09}{9} = 2,68$$

- b. Standar Deviasi

$$\begin{aligned} S\text{Log}X &= \sqrt{\frac{\sum (\text{Log}Xi - \text{Log}X)^2}{(n-1)}} \quad 0,5 \\ &= \sqrt{\frac{0,7991}{9}} \quad 0,5 = 0,30 \end{aligned}$$

- c. Koefisien Variasi

$$Cv = \frac{S\text{log}X}{\text{Log}X} = \frac{0,30}{2,68} = 0,11$$

- d. Koefisien *skewness*

$$\begin{aligned} Cs &= \frac{n \sum (\text{Log} Xi - \text{Log} X)^3}{(n-1)(n-2)S\text{log}X^3} \\ &= \frac{10 \times (-0,2529)}{9 \times 8 \times (0,30)^3} = -0,06 \end{aligned}$$

- e. Koefisien Ketajaman :

$$\begin{aligned} Ck &= \frac{n^2 \sum (\text{Log} Xi - \text{Log} X)^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S\text{log}X^4} \\ &= \frac{10^2 \times (0,0826)}{9 \times 8 \times 7 (0,30)^4} = 0,41 \end{aligned}$$

4.3.3 Uji Kecocokan Chi-Square

- a. Distribusi E.J Gumbel

Untuk menentukan kecocokan distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut diperlukan pengujian parameter, Berikut ini prosedur uji chi-kuadrat distribusi EJ Gumbel dan Log person Tipe III :

1. Urutkan data pengamatan dari besar ke kecil atau sebaliknya
2. Hitung jumlah kelas (K)

$$K = 1 + 3,322 \log n$$
 Dimana:
 - K = jumlah kelas
 - n = jumlah data
3. Hitung Derajat kebebasan (Dk)

$$Dk = K - (R+1)$$
 Dimana:
 - Dk = Derajat kebebasan
 - K = Jumlah kelas
 - R = Banyaknya keterikatan
4. Mencari harga X^2Cr dilihat dari derajat kebebasan (Dk) dan signifikasi (X)
5. Hitung nilai yang di harapkan (EF)

$$EF = \frac{n}{K}$$
 Dimana :
 - EF = Nilai yang diharapkan
 - n = Jumlah data
 - K = Jumlah kelas
6. Hitung X^2Cr

$$X^2Cr = \sum \frac{(EF-OF)^2}{EF}$$
 Dimana :
 - Cr = Koefisien Skewne
 - X = Taraf signifikasi
 - EF = Nilai yang diharapkan
 - OF = Nilai yang diamati
7. Bandingkan C^2Cr hasil Tabel dengan X^2Cr hasil hitungan.

Syarat : X^2Cr hitungan $<$ X^2Cr Tabel
8. Hitung Koefisien skewnes (Cs)

$$C_s = \frac{n \cdot \sum (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3}$$

Dimana :

C_s = Koefisien skewness

\bar{X} = Curah hujan rata-rata

X = Harga rata-rata

S = Standard deviasi

9. Hitung Koefisien variasi (C_v)

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}}$$

10. Hitung Koefisien Kwytosis (C_k)

$$C_k = \frac{n^2 \cdot \sum (X - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4}$$

Maka perhitungannya sebagai berikut :

- Urutkan data pengamatan dari kecil ke besar atau sebaliknya, Yaitu mengurutkan data curah hujan maksimum dari nilai yang terbesar sampai nilai yang terkecil, begitupun sebaliknya dari nilai terkecil sampai nilai yang terbesar, disini peneliti mengurutkan nilai data curah hujan maksimum dari angka yang terbesar sampai nilai yang terkecil, ada pada tabel 4.7 dibawah ini.

Tabel 4. 7 Urutan data curah hujan dari terbesar ke terkecil

| No | Tahun | Curah Hujan (X_i) mm | ($X_i - \bar{X}$) | ($X_i - \bar{X}$) ² | ($X_i - \bar{X}$) ³ | ($X_i - \bar{X}$) ⁴ |
|-----------------------------------|-------|-----------------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1 | 2013 | 366,32 | 74,6167 | 5567,65 | 415439 | 30998692 |
| 2 | 2017 | 357,95 | 66,2467 | 4388,62 | 290732 | 19259993 |
| 3 | 2014 | 319,48 | 27,7767 | 771,54 | 21431 | 595279 |
| 4 | 2018 | 225,02 | -66,6833 | 4446,67 | -296519 | 19772847 |
| 5 | 2016 | 249,28 | -42,4233 | 1799,74 | -76351 | 3239061 |
| 6 | 2011 | 237,94 | -53,7633 | 2890,5 | -155403 | 8354967 |
| 7 | 2012 | 235,28 | -56,4233 | 3183,59 | -179629 | 10135261 |
| 8 | 2020 | 225,02 | -66,6833 | 4446,67 | -296519 | 19772847 |
| 9 | 2015 | 207,02 | -84,6833 | 7171,27 | -607287 | 51427070 |
| 10 | 2019 | 202,02 | -89,6833 | 8043,1 | -721332 | 64691462 |
| Jumlah Σ | | 2625,33 | - | 42709,34 | -1605437 | 228247480 |

(Sumber : perhitungan)

2. Menentukan batas kelas untuk distribusi Gumbel

$$\Delta x = \frac{(X_i \text{ max} - X_i \text{ min})}{K-1} = \frac{(366,32-202,02)}{5-1} = 41,075$$

$$\begin{aligned} X_{awal} &= X_{min} - \frac{1}{2} \Delta x \\ &= 202,02 - 0,5 \times 41,075 \\ &= 181,483 \end{aligned}$$

Tabel 4.8 Batas kelas E.J Gumbel

| Nilai Batas Tiap Kelas | EF | OF | (EF-OF) ² | (EF-OF) ² / EF |
|-----------------------------------|-----------|-----------|----------------------|---------------------------|
| 181,483 - 222,558 | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 222,558 - 263,633 | 2 | 5 | 9 | 4,5 |
| 263,633 - 304,708 | 2 | 0 | 4 | 2 |
| 304,708 - 345,783 | 2 | 1 | 1 | 0,5 |
| 345,783 - 386,858 | 2 | 2 | 0 | 0 |
| Jumlah Σ | 10 | 10 | - | 7 |

(Sumber : perhitungan)

3. Bandingkan X^2 Cr hasil table dengan X^2 Cr hasil hitungan

$$X^2 \text{ Cr table} = 14,067 \quad X^2 \text{ Cr hitungan} = 7$$

Syarat :

$$X^2 \text{ Cr hitungan} < X^2 \text{ Cr table} = 7 < 14,067$$

Tabel 4.9 Nilai Kritis Distribusi CHI- SQUARE

| df | 0,1 | 0,05 | 0,025 | 0,001 | 0,005 |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | 2,705543 | 3,841459 | 5,023886 | 6,634897 | 7,879439 |
| 2 | 4,605170 | 5,991465 | 7,377759 | 9,210340 | 10,596635 |
| 3 | 6,251389 | 7,814728 | 9,348404 | 11,344867 | 12,838156 |
| 4 | 7,779440 | 9,487729 | 11,143287 | 13,276704 | 14,860259 |
| 5 | 9,236357 | 11,070498 | 12,832502 | 15,086272 | 16,749602 |
| 6 | 10,644641 | 12,591587 | 14,449375 | 16,811894 | 18,547584 |
| 7 | 12,017037 | 14,067140 | 16,012764 | 18,475307 | 20,277740 |
| 8 | 13,361566 | 15,507313 | 17,534546 | 20,090235 | 21,954955 |
| 9 | 14,683657 | 16,918978 | 19,022768 | 21,665994 | 23,589351 |
| 10 | 15,987179 | 18,307038 | 20,483177 | 23,209251 | 25,188180 |

4. Hitung Koefisien Skewnes (Cs)

$$Cs = \frac{n^2 (\Sigma Xi - X)^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{10^2 (-1605436,86)}{(10-1)(10-2) \times (68,887)^3} = -6,82$$

5. Hitung Koefisien Kwitosis (Ck)

$$Ck = \frac{n^2 (\Sigma Xi - X)^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} = \frac{10^2 (228247479,7)}{(10-1)(10-2)(10-3) \times (68,887)^4} = 2,011$$

Kesimpulan : Maka distribusi E.J Gumbel diterima

b. Distribusi Log Person Tipe III

1. Urutan data pengamatan dari besar ke terkecil

Tabel 4. 10 Data dari besar ke terkecil Uji Chi Kuadrat Log Person Tipe III

| No | Tahun | Curah Hujan (Xi) mm | Curah Hujan (log Xi) | (Log Xi - Log X) ² | (Log Xi - Log X) ³ | (Log Xi - Log X) ⁴ |
|--------------------------|-------|---------------------|----------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 1 | 2013 | 366,32 | 2,56 | 0,012793 | -0,0014 | 0,0002 |
| 2 | 2017 | 357,95 | 2,55 | 0,015165 | -0,0019 | 0,0002 |
| 3 | 2014 | 319,48 | 2,5 | 0,029765 | -0,0051 | 0,0009 |
| 4 | 2018 | 225,02 | 2,35 | 0,105461 | -0,0342 | 0,0111 |
| 5 | 2016 | 249,28 | 2,4 | 0,078557 | -0,022 | 0,0062 |
| 6 | 2011 | 237,94 | 2,38 | 0,090301 | -0,0271 | 0,0082 |
| 7 | 2012 | 235,28 | 2,37 | 0,093259 | -0,0285 | 0,0087 |
| 8 | 2020 | 225,02 | 2,35 | 0,105461 | -0,0342 | 0,0111 |
| 9 | 2015 | 207,02 | 2,32 | 0,130289 | -0,047 | 0,017 |
| 10 | 2019 | 202,02 | 2,31 | 0,138067 | -0,0513 | 0,0191 |
| Jumlah Log | | | 24,09 | 0,7991 | -0,2529 | 0,0826 |
| Rata-rata (Log X) | | | 2,68 | | | |

(Sumber : perhitungan)

2. Menentukan batas kelas untuk distribusi log person III

$$\Delta x = \frac{(Xi \max - Xi \min)}{K-1} = \frac{(2,56-2,31)}{5-1} = 0,065$$

$$X_{awal} = X_{min} - \frac{1}{2} \Delta x$$

$$= 2,31 - 0,5 \times 0,065 = 2,273$$

Tabel 4. 11 Batas kelas Log person III

| Nilai Batas Tiap Kelas | EF | OF | (EF-OF) ² | (EF-OF) ² / EF |
|-----------------------------------|-----------|-----------|----------------------|---------------------------|
| 2,27 - 2,34 | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 2,34 - 2,4 | 2 | 5 | 9 | 4,5 |
| 2,4 - 2,47 | 2 | 0 | 4 | 2 |
| 2,47 - 2,53 | 2 | 1 | 1 | 0,5 |
| 2,53 - 2,6 | 2 | 2 | 0 | 0 |
| Jumlah Σ | 10 | 10 | - | 7 |

(Sumber : perhitungan)

Untuk menentukan curah hujan yang akan digunakan, hasil perhitungan curah hujan yang direncanakan pada tahun T harus bersifat dinamis seperti pada tabel 4.12

Tabel 4. 12 Pemilihan Jenis Sebaran

| No | Jenis Distribusi | Syarat | Hasil Hitungan | Kesimpulan |
|----|------------------|------------------|---------------------|----------------|
| 1 | Gumbel | $Cs \leq 1,1396$ | $-6,82 \leq 1,1396$ | Memenuhi |
| | | $Ck \leq 5,4002$ | $2,011 \leq 5,4002$ | |
| 2 | Log Person III | $Cs \neq 0$ | $Cs = - 0,06$ | Tidak Memenuhi |

(Sumber : perhitungan)

Dari hasil perhitungan di atas yang memenuhi persyaratan adalah jenis sebaran Distribusi Gumbel.

Tabel 4. 13 Curah hujan rancangan Gumbel

| Tahun | Hujan Rancangan XT/MM |
|-------|-----------------------|
| 2 | 282,368 |
| 5 | 364,58 |
| 10 | 419,004 |
| 20 | 470,534 |
| 50 | 538,815 |

(Sumber : perhitungan)

Kesimpulan :

Untuk perhitungan curah hujan rencana yang dipakai yaitu metode Distribusi Gumbel.

4.3.4 Waktu Konsentrasi

Data-data yang dibutuhkan dalam perhitungan waktu konsentrasi adalah :

Panjang Saluran (L) = 0,2 km = 200 m

Kemiringan Lahan (S) = 0,00556

Waktu Konsentrasi (Tc) = $\left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385}$

$$= \left(\frac{0,87 \times 0,2^2}{1000 \times 0,00556} \right)^{0,385} = 0,15 \text{ jam}$$

4.3.5 Intensitas Hujan

Intensitas curah hujan sangat diperlukan dalam menganalisis frekuensi curah hujan. Perhitungan intensitas curah hujan menggunakan rumus mononobe adalah sebagai berikut :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{tc} \right)^{2/3}$$

Intensitas hujan rencana periode ulang :

1. 2 Tahun

$$R_{24} = 282,368 \text{ mm/24 jam}$$

$$\begin{aligned} I &= \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{tc} \right)^{2/3} \\ &= \frac{282,368}{24} \left(\frac{24}{0,15} \right)^{2/3} \\ &= 346,752 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

2. 5 Tahun

$$R_{24} = 364,580 \text{ mm/24 jam}$$

$$\begin{aligned} I &= \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{tc} \right)^{2/3} \\ &= \frac{364,580}{24} \left(\frac{24}{0,15} \right)^{2/3} \\ &= 447,712 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

3. 10 Tahun

$$R_{24} = 419,004 \text{ mm/24 jam}$$

$$\begin{aligned} I &= \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{tc} \right)^{2/3} \\ &= \frac{419,004}{24} \left(\frac{24}{0,15} \right)^{2/3} \\ &= 514,550 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

4. 20 Tahun

$$R_{24} = 470,534 \text{ mm/24 jam}$$

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3} \\
 &= \frac{470,534}{24} \left(\frac{24}{0,15} \right)^{2/3} \\
 &= 578,675 \text{ mm/jam}
 \end{aligned}$$

5. 50 Tahun

$$R_{24} = 538,815 \text{ mm/24 jam}$$

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3} \\
 &= \frac{538,815}{24} \left(\frac{24}{0,15} \right)^{2/3} \\
 &= 661,670 \text{ mm/jam}
 \end{aligned}$$

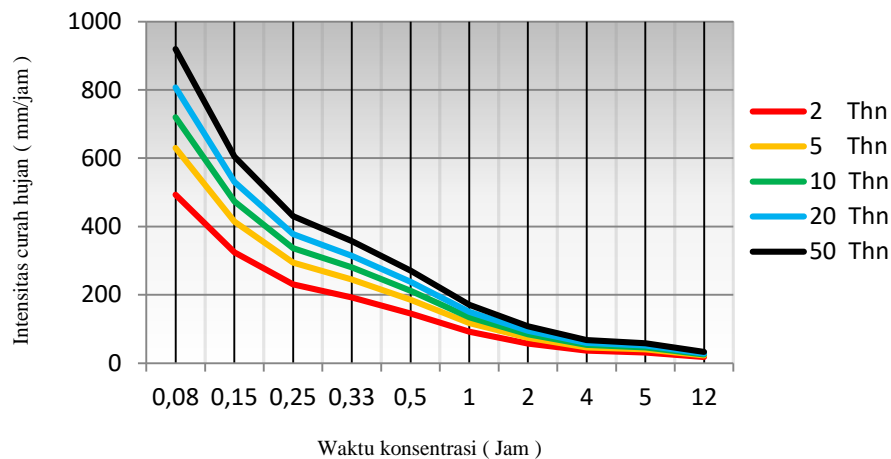
Hasil perhitungan intensitas curah hujan pada periode ulang yang lainnya dapat dilihat pada Tabel sebagai berikut:

Tabel 4. 14 Hasil perhitungan intensitas hujan kala ulang (Tahunan)

| Periode ulang tahun | Xi Max (mm) | tc (jam) | I (mm/jam) |
|---------------------|--------------|------------|-------------|
| 2 | 282,368 | 0,15 | 346,752 |
| 5 | 364,58 | 0,15 | 447,712 |
| 10 | 419,004 | 0,15 | 514,55 |
| 20 | 470,534 | 0,15 | 578,675 |
| 50 | 538,815 | 0,15 | 661,67 |

(Sumber : perhitungan)

Semakin tinggi periode ulang tahun maka intensitas curah hujan semakin tinggi, sedangkan semakin besar waktu konsentrasi curah hujan maka intensitas hujan semakin kecil, dapat dilihat pada gambar grafik dibawah.



Gambar 4.1 Grafik intensitas Hujan

Nilai koefisien pengaliran (C) yang dipakai dalam penelitian ini adalah 0,95 karena deskripsi lahan yang ada di lapangan adalah bisnis perkotaan.

4.3.6 Debit banjir Rancang (Q Banjir)

Perhitungan Debit rancang dihitung dengan metode rasional yaitu :

$$Q_{\text{ranc}} = 0,278 \times C \times I \times A$$

Data yang dibutuhkan dalam perhitungan debit rencana adalah :

$$\text{Koefisien pengaliran (C)} = 0,95$$

$$\text{Luas DAS (A)} = 14,8 \text{ ha} = 0,148 \text{ km}^2$$

$$\text{Curah Hujan Maksimum (R)} = 541,452 \text{ mm}$$

$$\text{Waktu konsentrasi (Tc)} = 0,15 \text{ jam}$$

$$\text{Intensitas hujan (I)} = 664,909 \text{ mm/jam}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} Q_{\text{ranc2}} &= 0,278 \times C \times I \times A \\ &= 0,278 \times 0,95 \times 346,752 \times 0,148 \\ &= 13,553 \text{ m}^3/\text{Detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{ranc5}} &= 0,278 \times C \times I \times A \\ &= 0,278 \times 0,95 \times 447,712 \times 0,148 \end{aligned}$$

$$= 17,499 \text{ m}^3/\text{Detik}$$

$$Q_{\text{ranc10}} = 0,278 \times C \times I \times A$$

$$= 0,278 \times 0,95 \times 514,550 \times 0,148$$

$$= 20,112 \text{ m}^3/\text{Detik}$$

$$Q_{\text{ranc20}} = 0,278 \times C \times I \times A$$

$$= 0,278 \times 0,95 \times 578,675 \times 0,148$$

$$= 22,585 \text{ m}^3/\text{Detik}$$

$$Q_{\text{ranc50}} = 0,278 \times C \times I \times A$$

$$= 0,278 \times 0,95 \times 661,670 \times 0,148$$

$$= 25,863 \text{ m}^3/\text{Detik}$$

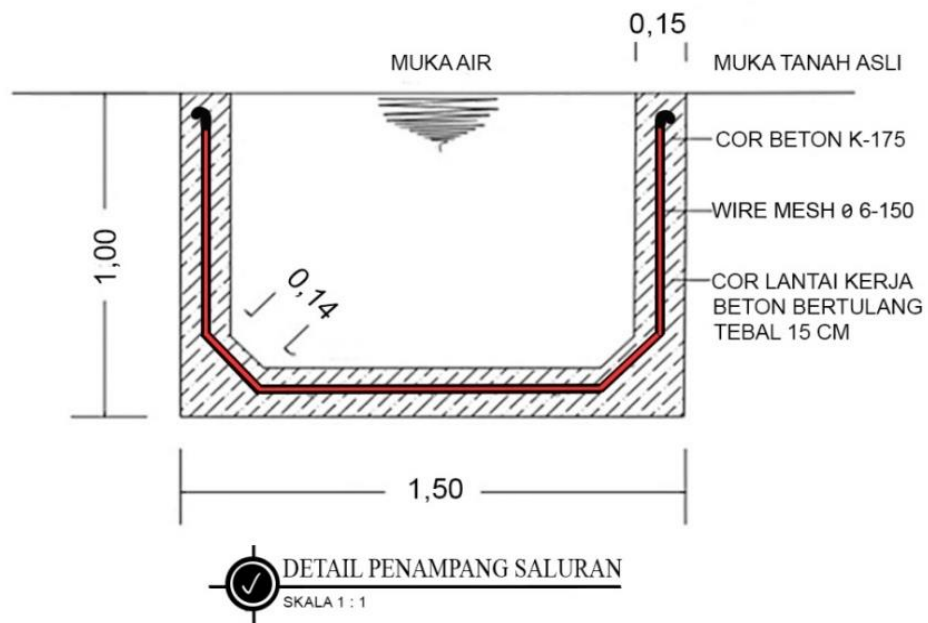
Tabel 4. 15 Debit Rancang kala ulang (Tahunan)

| Periode ulang tahun | R max (mm) | I (mm/jam) | C | A (km) | Qranc (m3/detik) |
|---------------------|--------------|--------------|------|----------|------------------|
| 2 | 282,368 | 346,752 | 0,95 | 0,148 | 13,553 |
| 5 | 364,58 | 447,712 | 0,95 | 0,148 | 17,500 |
| 10 | 419,004 | 514,55 | 0,95 | 0,148 | 20,112 |
| 20 | 470,534 | 578,675 | 0,95 | 0,148 | 22,619 |
| 50 | 538,815 | 661,67 | 0,95 | 0,148 | 25,863 |

(Sumber : perhitungan)

4.4 Evaluasi

Evaluasi sistem jaringan drainase yang ada digunakan untuk mengetahui saluran yang tidak mampu menampung debit air hujan dengan intensitas tertentu sebagai penyebab terjadinya genangan. Jika Q_{ranc} lebih besar dari pada Q_{kap} maka saluran perlu untuk direncanakan ulang, begitupun sebaliknya. Akan tetapi perlu dicari terlebih dahulu kapasitas saluran yang sudah ada. dari hasil pengamatan dan pengukuran saluran existing di Jalan K.H Wahid Hasyim, maka dimensi saluran yang ada yaitu.



Gambar 4. 2 Gambar saluran existing

Diketahui :

$$b = 1,5 \text{ m}$$

$$h = 1,0 \text{ m}$$

Sehingga :

1. Luas penampang (A)

$$A = b \times h = 1,5 \times 1,0 = 1,5 \text{ m}^2$$

2. Keliling Basah (P)

$$P = b + (2 \times 1) = 1,5 + (2 \times 1) = 3,5 \text{ m}$$

3. Jari – jari Hidraulis (R)

$$R = \frac{A}{P} = \frac{1,5}{3,5} = 0,4 \text{ m}$$

4. Kecepatan rata-rata aliran sungai (V)

$$V = \frac{1}{n} (R)^{\frac{2}{3}} (S)^{\frac{1}{2}} \quad V = \frac{1}{0,013} (0,4)^{\frac{2}{3}} (0,00556)^{\frac{1}{2}}$$

$$= 3,26 \text{ m/det}$$

5. Kapasitas (Q_{kap})

$$Q_{kap} = A \times V = 1,5 \times 3,26 = 4,891 \text{ m}^3/\text{det}$$

Sehingga dapat kita lihat nilai selisih Q_{kap} dengan Q_{ranc} yaitu pada table dibawah.

Tabel 4. 16 Hail Evaluasi ($Q_{kap} - Q_{ranc}$)

| Periode T (tahun) | Q_{kap} | Q_{ranc} | $Q_{kap} - Q_{ranc}$ | Kondisi |
|------------------------|-----------|------------|----------------------|--------------|
| 2 | 4,891 | 13,553 | -8,662 | Tidak Aman ! |
| 5 | 4,891 | 17,5 | -12,608 | Tidak Aman ! |
| 10 | 4,891 | 20,112 | -15,221 | Tidak Aman ! |
| 20 | 4,891 | 22,619 | -17,694 | Tidak Aman ! |
| 50 | 4,891 | 25,863 | -20,972 | Tidak Aman ! |

(Sumber : perhitungan)