

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Curah hujan, panjang sungai, kemiringan sungai, dan luas DAS (Daerah Aliran Sungai) merupakan beberapa faktor yang mempengaruhi terjadinya banjir juga mempengaruhi stabilitas keamanan dan kelayakan hidup dari suatu populasi yang ada di wilayah – wilayah tersebut. Curah hujan yang cukup tinggi akhir – akhir ini merupakan penyebab utama terjadinya banjir.

Salah satu permasalahan banjir diakibatkan oleh faktor alam adalah curah hujan yang tinggi dan aliran air di sungai yang secara hidrologis digambarkan sebagai hidrograf dengan puncak dan volume banjir. Curah hujan yang jatuh di atas DAS, kebanyakan menjadi limpasan langsung yang terdiri dari limpasan permukaan dan *interflow*. Aliran semacam ini dapat menghasilkan puncak banjir yang tinggi. Kejadian debit maksimum atau puncak hanya beberapa saat tapi dapat menghancurkan tanggul atau tebing, menggenangi permukiman dan persawahan, mengganggu aktivitas manusia dan lain – lain.

Sungai Way Manak merupakan salah satu sungai yang ada di Kabupaten Pringsewu yang merupakan pusat penghidupan sebagian masyarakat. Sungai Way Manak memiliki panjang 65,96 kilometer (Km). Sungai Way Manak mempunyai fungsi penting sebagai sumber air untuk mengairi area persawahan dan sebagai sumber pencarian ikan bagi masyarakat di sekitar sungai. Hampir setiap tahun sungai Way Manak menjadi langganan banjir.

Untuk mengurangi resiko terjadinya banjir perlu melakukan upaya pengendalian banjir. Perencanaan pengendalian banjir dapat dilakukan dengan baik jika diketahui debit rencana banjir di suatu DAS.

Hidrograf satuan merupakan salah satu metode hidrologi yang paling umum digunakan untuk menaksir besarnya banjir di suatu aliran sungai yang diakibatkan oleh hujan di Daerah Aliran Sungai (DAS). Hidrograf satuan ini membutuhkan data curah hujan dan debit aliran dalam proses pembuatannya, namun jika tidak tersedianya data - data tersebut maka dapat digunakan secara sintetis yang dikenal sebagai Hidrograf Satuan Sintetis (HSS). Dalam perhitungan debit banjir ini menggunakan menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Nakayasu.

1.2 Tujuan

Tujuan dari Tugas Akhir (TA) ini adalah :

- 1) Menghitung curah hujan rencana dengan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun
- 2) Menghitung debit banjir rencana dengan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun

1.3 Kontribusi

Tugas Akhir (TA) ini diharapkan berkontribusi untuk para pihak yang terdiri dari pihak almamater (Polinela), mahasiswa, dan PT. Berkat Kasih Konsultan Adapun kontribusi yang bisa didapat oleh para pihak adalah sebagai berikut :

- 1) Bagi Politeknik Negeri Lampung
Memberikan bahan referensi tentang perhitungan debit banjir rencana disuatu DAS.
- 2) Bagi Mahasiswa
Memberikan referensi serta meningkatkan pengetahuan tentang perhitungan debit banjir rencana.
- 3) Bagi PT. Berkat Kasih Konsultan
Memberikan referensi tambahan tentang perhitungan debit banjir rencana.

1.4 Gambaran Umum Lokasi

DAS Way Manak sebagian besar berada di Kecamatan Ambarawa memiliki luas 510 km², dan panjang 65,96 km. DAS Way Manak ini melintasi beberapa desa di Kecamatan Ambarawa antaranya, Desa Kresnomulyo, Desa Ambarawa Barat, dan Desa Ambarawa.

Kecamatan Ambarawa secara definitif berdasarkan Perda Nomor 05 tahun 2005 tentang pembentukan Kecamatan Ambarawa, Gisting, Kota Agung Barat, dan Kota Agung Timur. Kecamatan Ambarawa telah berdiri sendiri terpisah dari Kecamatan induknya yaitu Kecamatan Pringsewu dan diresmikan pada tanggal 11 Juli 2005, yang mana Kecamatan Ambarawa merupakan wilayah Kabupaten

Tanggamus Bagian Timur. Namun sejak diresmikannya Kabupaten Pringsewu pada tanggal 3 April 2009, Kecamatan Ambarawa masuk dalam wilayah Kabupaten Pringsewu. Kecamatan Ambarawa terdiri dari tujuh pekon yaitu Pekon Kresnomulyo, Pekon Sumberagung, Pekon Tanjung Anom, Pekon Jatiagung, Pekon Margodadi, Pekon Ambarawa Barat, dan Pekon Ambarawa sebagai Ibukota Kecamatan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

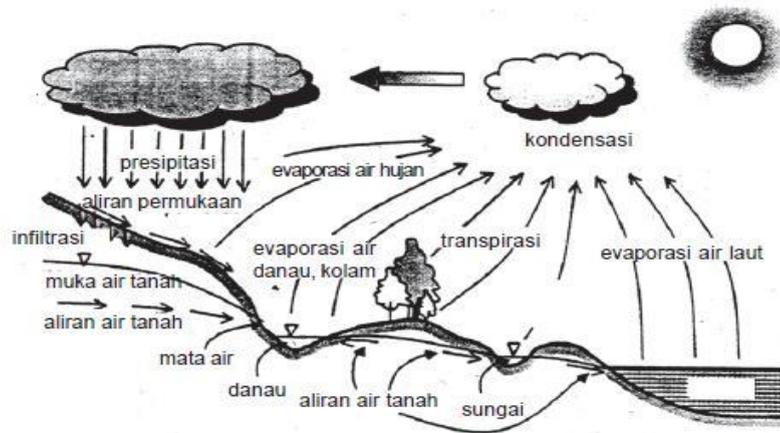
2.1 Sungai

Sungai merupakan salah satu ekosistem air tawar yang terdapat di daratan dengan badan air mengalir karena adanya arus air, dimana arus adalah aliran air yang terjadi karena adanya perubahan vertikal persatuan panjang. Sungai juga di tandai dengan adanya anak sungai yang menampung dan menyimpan serta mengalirkan air hujan yang jatuh, kemudian dialirkan ke laut melalui sungai utama (Odum, 1994 dalam Cornelia, 2014).

2.2 Hidrologi

Data hidrologi adalah kumpulan keterangan atau fakta mengenai fenomena hidrologi seperti curah hujan, temperatur, penguapan, lamanya penyinaran matahari, kecepatan aliran, konsentrasi sedimen sungai yang besarnya akan selalu berubah terhadap waktu (Soewarno, 1995 dalam Mardeni, 2021). Penerapan ilmu hidrologi dapat dijumpai dalam beberapa kegiatan seperti perencanaan dam, operasi bangunan air, penyediaan air untuk berbagai keperluan air bersih, irigasi, perikanan, peternakan, pembangkit listrik tenaga air (PLTA), pengendalian banjir, pengendalian erosi dan sedimentasi, transportasi air, drainase, pengendali polusi, air limbah, dan sebagainya (Triatmodjo, 2008 dalam Fardila dkk, 2022). Secara keseluruhan jumlah air di planet bumi ini relatif tetap dari masa ke masa, air di bumi mengalami suatu siklus melalui serangkaian peristiwa yang berlangsung terus menerus, dimana kita tidak tahu kapan dan dari mana berawalinya dan kapan pula akan berakhir. serangkaian peristiwa tersebut di namakan siklus hidrologi (*hydrologic cycle*).

Air menguap dari permukaan samudera akibat energi panas matahari, laju dan jumlah penguapan bervariasi, terbesar terjadi di dekat equator, dimana radiasi lebih kuat. Uap air adalah murni, karena pada waktu dibawa naik ke atmosfer kandungan garam ditinggalkan. Uap air yang dihasilkan dibawa udara yang bergerak, dalam kondisi memungkinkan uap tersebut mengalami kondensasi dan membentuk butir-butir air yang akan jatuh di samudera, di darat dan sebagian akan langsung menguap kembali sebelum mencapai ke permukaan bumi.



Gambar 2.1 Siklus hidrologi (Suripin, 2004)

2.3 Curah Hujan Wilayah

Stasiun penakar hujan hanya memberikan kedalaman hujan di titik dimana stasiun tersebut berada di sekitar daerah sungai, sehingga hujan pada suatu luasan harus diperkirakan dari titik pengukuran tersebut. Apabila pada suatu daerah terdapat lebih dari satu stasiun pengukuran yang ditempatkan secara terpencar, hujan yang tercatat di masing-masing stasiun dapat tidak sama. Dalam analisis hidrologi sering diperlukan untuk menentukan hujan rerata pada daerah tersebut, yang dapat dilakukan dengan tiga metode berikut yaitu metode rerata aritmatik, metode polygon thiessen, dan metode isohyet (Triatmodjo, 2008 dalam Fardila dkk, 2022).

A. Metode Rata-Rata Aljabar

Metode perhitungan rata-rata aljabar (*arithmetic mean*) adalah cara yang paling sederhana. Metode ini biasanya digunakan untuk daerah yang datar, dengan jumlah pos curah hujan yang cukup banyak dan dengan anggapan bahwa curah hujan di daerah tersebut cenderung bersifat seragam (*uniform distribution*). Curah hujan daerah metode rata-rata aljabar dihitung dengan persamaan di bawah ini (CD. Soemarto, 1993).

$$d = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n}{n} = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{n} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan:

d : Tinggi curah hujan rata-rata (mm)

- n : Jumlah stasiun pengukuran hujan
- $d_1 \dots d_n$: Besarnya curah hujan yang tercatat pada masing-masing stasiun (mm)

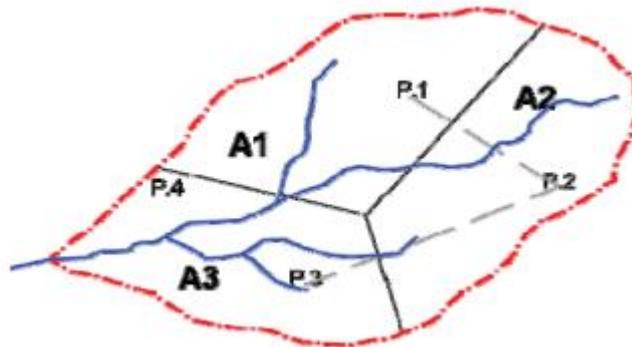
B. Metode Poligon Thiessen

Metode ini dilakukan dengan menganggap bahwa setiap stasiun hujan dalam suatu daerah mempunyai luas pengaruh tertentu dan luas tersebut merupakan faktor koreksi bagi hujan stasiun menjadi hujan daerah yang bersangkutan. Caranya adalah dengan memplot letak stasiun-stasiun curah hujan ke dalam gambar DAS yang bersangkutan. Kemudian dibuat garis penghubung di antara masing-masing stasiun dan ditarik garis sumbu tegak lurus. Cara ini merupakan cara terbaik dan paling banyak digunakan walau masih memiliki kekurangan karena tidak memasukkan pengaruh topografi. Curah hujan daerah metode poligon Thiessen dihitung dengan persamaan berikut (CD. Soemarto, 1993).

$$d = \frac{A_1 d_1 + A_2 d_2 + A_3 d_3 + \dots + A_n d_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n} = \sum_{i=1}^n \frac{A_i \cdot d_i}{A_i} \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan:

- d : Curah hujan daerah (mm)
- $A_1 \dots A_n$: Luas daerah pengaruh tiap-tiap stasiun (km^2)
- $d_1 \dots d_n$: Curah hujan yang tercatat di stasiun 1 sampai dengan stasiun ke n (mm)



Gambar 2.2 Metode Poligon Thiessen

C. Metode Isohyet

Isohyet adalah garis lengkung yang menghubungkan tempat-tempat kedudukan yang mempunyai curah hujan yang sama. Isohyet diperoleh dengan cara menggambar kontur tinggi hujan yang sama, lalu luas area antara garis

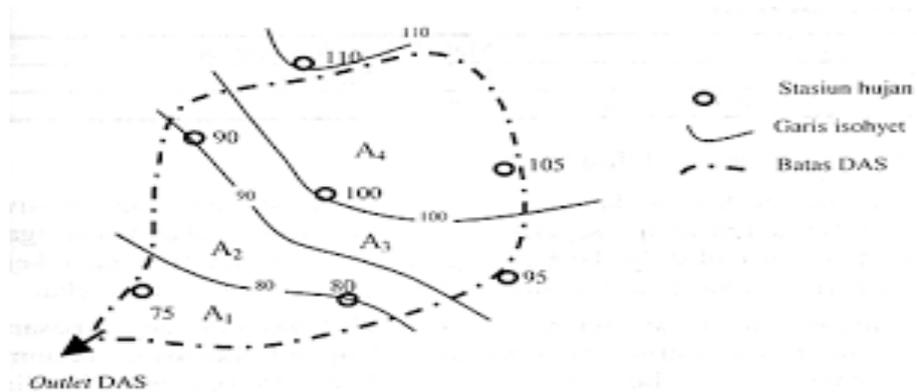
isohyet yang berdekatan diukur dan dihitung nilai rata-ratanya. Curah hujan daerah metode Isohyet dihitung dengan persamaan berikut (CD. Soemarto, 1993).

$$d = \frac{\frac{d_0+d_1}{2}A_1 + \frac{d_1+d_2}{2}A_2 + \dots + \frac{d_{n-1}+d_n}{2}A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots\dots\dots (2.3)$$

$$d = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{d_{i-1}+d_i}{2} A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{d_{i-1}+d_i}{2} A_i}{A} \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan:

- d : Curah hujan rata-rata areal (mm)
- A₁...A_n : Luas daerah untuk ketinggian curah hujan Isohyet yang berdekatan (km²)
- d₁...d_n : Curah hujan di garis Isohyet (mm)
- A : Luas total (A₁+A₂+...+A_n)



Gambar 2.3 Metode Isohyet (Suripin, 2004)

Tabel 2.1 Jaring – jaring pos penakar hujan dalam DAS

| Jaring-Jaring Pos Penakar | Metode |
|-----------------------------------|--|
| Jumlah pos penakar hujan cukup | Metode Isohyet, Thiessen atau rata- rata aljabar dapat dipakai |
| Jumlah pos penakar hujan terbatas | Metode rata-rata aljabar atau Thiessen |
| Pos penakar hujan tunggal | Metode hujan titik |

Sumber : (Suripin, 2004)

Tabel 2.2 Luas DAS

| Luas DAS | Metode |
|---|--------------------------|
| 1.DAS besar ($> 5000 \text{ km}^2$) | Metode Isohyet |
| 2.DAS sedang (500 s/d 5000 km^2) | Metode Thiessen |
| 3.DAS kecil ($<500 \text{ km}^2$) | Metode rata-rata aljabar |

Sumber : (Suripin,2004)

Tabel 2.3 Topografi DAS

| Topografi | Metode |
|------------------------------|--------------------------|
| Pegunungan | Metode rata-rata aljabar |
| Dataran | Metode Thiessen |
| Berbukit dan tidak beraturan | Metode Isohyet |

Sumber : (Suripin,2004)

2.4 Distribusi Frekuensi Curah Hujan

Distribusi Frekuensi adalah pengelompokkan data ke dalam beberapa kategori yang menunjukkan banyaknya data dalam setiap kategori, dan setiap data tidak dapat dimasukkan ke dalam dua atau lebih kategori. Dalam perhitungan curah hujan digunakan distribusi frekuensi untuk memudahkan dalam mengolah data. Perhitungan curah hujan rencana digunakan untuk meramalkan besarnya hujan dengan periode ulang tertentu (Soewarno, 1995). Parameter untuk menentukan frekuensi curah hujan meliputi parameter statistik, jenis sebaran, dan uji kecocokan.

Tujuan analisis frekuensi data hidrologi adalah berkaitan dengan besaran peristiwa – peristiwa ekstrim yang berkaitan dengan frekuensi kejadiannya melalui penerapan distribusi kemungkinan. Data hidrologi yang dianalisis diasumsikan tidak bergantung (*independent*) dan terdistribusi secara acak dan bersifat stokastik.

Analisis hidrologi diperlukan seri data hujan yang diperoleh dari pos penakar hujan, baik yang manual maupun yang otomatis. Analisis frekuensi ini di dasarkan pada sifat statistik data kejadian yang telah lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan dimasa yang akan datang. Dengan anggapan bahwa sifat statistik kejadian hujan yang akan datang masih sama dengan statistik hujan

di masa lalu. Ada dua macam seri data yang dipergunakan dalam analisis frekuensi, yaitu:

1) Data maksimum tahunan

Tiap tahun diambil hanya satu besaran maksimum yang dianggap berpengaruh pada analisis selanjutnya. Seri data seperti ini dikenal dengan seri data maksimum (*maximum annual series*). Jumlah data dalam seri akan sama dengan panjang data yang tersedia, dalam cara ini besaran data maksimum kedalam suatu yang mungkin lebih besar dari besaran data maksimum dalam tahun yang lain tidak diperhitungkan pengaruhnya dalam analisis.

2) Seri parsial

Dengan menetapkan suatu besaran tertentu sebagai batas bawah, selanjutnya semua besaran data yang lebih besar dari batas bawah tersebut diambil dan dijadikan bagian seri data untuk kemudian dianalisis seperti biasa. Pengambilan batas bawah dapat dilakukan dengan sistem peringkat dimana semua besaran data yang cukup besar diambil, kemudian diurutkan dari yang terbesar ke yang terkecil. Data yang diambil untuk analisis selanjutnya adalah sesuai dengan panjang data dan diambil besaran data yang paling besar.

Parameter yang digunakan dalam perhitungan analisis frekuensi meliputi parameter nilai rata-rata (\bar{X}), standar deviasi (Sd), koefisien variasi (Cv), koefisien kemiringan (Cs) dan koefisien *kurtosis* (Ck). Perhitungan parameter tersebut didasarkan pada data catatan tinggi hujan harian rata-rata maksimum 10 tahun terakhir.

1. Nilai rata-rata

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan :

- \bar{X} : Nilai rata-rata curah hujan
- X_i : Nilai pengukuran dari suatu curah hujan ke-i
- n : Jumlah data curah hujan

2. Standar deviasi

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \{X_i - \bar{X}\}^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan:

- S_d : Standar deviasi curah hujan
- \bar{X} : Nilai rata-rata curah hujan
- X_i : Nilai pengukuran dari suatu curah hujan ke-i
- n : Jumlah data curah hujan

3. Koefisien variasi

$$Cv = \frac{S_d}{\bar{X}} \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan:

- Cv : Koefisien variasi curah hujan
- S_d : Standar deviasi curah hujan
- \bar{X} : Nilai rata-rata curah hujan

4. Koefisien kemencengan

Untuk populasi : $Cs = \frac{\alpha}{\sigma^3} \dots\dots\dots (2.8)$

Untuk sampel : $Cs = \frac{a}{S_d^3} \dots\dots\dots (2.9)$

$$\alpha = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \mu)^3 \dots\dots\dots (2.10)$$

$$a = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan:

- Cs : Koefisien kemencengan curah hujan
- σ : Standar deviasi dari populasi curah hujan
- S_d : Standar deviasi dari sampel curah hujan
- μ : Nilai rata-rata dari data populasi curah hujan
- \bar{X} : Nilai rata-rata dari data sampel curah hujan
- X_i : Curah hujan ke-i
- n : Jumlah data curah hujan
- a, α : Parameter kemencengan

5. Koefisien kurtosis

$$C_k = \frac{MA(4)}{S_d^4} \dots\dots\dots (2.12)$$

Keterangan :

C_k : Koefisien *kurtosis*

MA(4) : Momen ke-4 terhadap nilai rata-rata

S_d : Standar deviasi

Untuk data yang belum dikelompokkan, maka :

$$C_k = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{S_d^4} \dots\dots\dots (2.13)$$

Metode yang digunakan untuk perhitungan curah hujan, yaitu cara statistik atau metode distribusi pada curah hujan harian maksimum rata-rata DAS. Analisis curah hujan rencana dapat dilakukan dengan menggunakan empat jenis distribusi diantaranya Distribusi Normal, Log Normal, Gumbel, dan Log Pearson Type III. Untuk mengetahui jenis yang digunakan maka harus mengetahui syarat – syarat yang bisa masuk, dengan menghitung parameter statistiknya. Syarat pemilihan jenis distribusi dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 Syarat pemilihan jenis distribusi

| No | Jenis Distribusi | Syarat |
|----|------------------|--|
| 1 | Normal | $C_s=0$ $C_k=0$ |
| 2 | Log Normal | $C_s = C_v^3 + 3C_v$ $C_k = (C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3)$ |
| 3 | Log Person III | Jika semua syarat tidak terpenuhi |
| 4 | Gumbel | $C_s= 1.14$ $C_k= 5.4$ |

Sumber : (Suripin,2004)

2.4.1 Distribusi Normal

Distribusi normal disebut pula distribusi Gauss. untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan metode distribusi normal, dengan persamaan berikut:

$$X_T = \bar{X} + Kt.Sd \dots\dots\dots(2.14)$$

Keterangan:

X_t : Variate yang di ekstrapolasi, yaitu besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun

\bar{X} : Harga rata – rata dari data $\frac{\sum_1^n x_i}{n}$

Kt : Variabel reduksi

Sd : Standar deviasi

Tabel 2.5 Nilai Variabel Reduksi Gauss

| No | Periode Ulang, T (tahun) | Peluang | KT |
|----|-----------------------------|---------|-------|
| 1 | 1,001 | 0,999 | -3,05 |
| 2 | 1,005 | 0,995 | -2,58 |
| 3 | 1,01 | 0,99 | -2,33 |
| 4 | 1,05 | 0,95 | -1,64 |
| 5 | 1,11 | 0,9 | -1,28 |
| 6 | 1,25 | 0,8 | -0,84 |
| 7 | 1,33 | 0,75 | -0,67 |
| 8 | 1,43 | 0,7 | -0,52 |
| 9 | 1,67 | 0,6 | -0,25 |
| 10 | 2 | 0,5 | 0 |
| 11 | 2,5 | 0,4 | 0,25 |
| 12 | 3,33 | 0,3 | 0,52 |
| 13 | 4 | 0,25 | 0,67 |
| 14 | 5 | 0,2 | 0,84 |
| 15 | 10 | 0,1 | 1,28 |
| 16 | 20 | 0,05 | 1,64 |
| 17 | 50 | 0,02 | 2,05 |
| 18 | 100 | 0,01 | 2,33 |
| 19 | 200 | 0,005 | 2,58 |
| 20 | 500 | 0,002 | 2,88 |
| 21 | 1,000,000 | 0,001 | 3,09 |

Sumber: (Soewarno, 1995)

2.4.2 Distribusi Log Normal

Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan metode distribusi Log Normal, dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + K \cdot Sd \dots \dots \dots (2.15)$$

Keterangan:

Log X_T : Variate yang diekstrapolasikan, yaitu besarnya curah hujan rancangan untuk periode ulang T tahun.

Log \bar{X} : Harga rata – rata dari data = $\frac{\sum_{i=1}^n \text{Log } (X_i)}{n}$

Sd : Standar Deviasi = $\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i^2 - \text{Log } \sum_{i=1}^n X_i)}{n-1}}$

K : Variabel reduksi

Tabel 2.6 Nilai Variabel Reduksi Gauss

| No | Periode Ulang, T (tahun) | Peluang | KT |
|----|-----------------------------|---------|-------|
| 1 | 1,001 | 0,999 | -3,05 |
| 2 | 1,005 | 0,995 | -2,58 |
| 3 | 1,01 | 0,99 | -2,33 |
| 4 | 1,05 | 0,95 | -1,64 |
| 5 | 1,11 | 0,9 | -1,28 |
| 6 | 1,25 | 0,8 | -0,84 |
| 7 | 1,33 | 0,75 | -0,67 |
| 8 | 1,43 | 0,7 | -0,52 |
| 9 | 1,67 | 0,6 | -0,25 |
| 10 | 2 | 0,5 | 0 |
| 11 | 2,5 | 0,4 | 0,25 |
| 12 | 3,33 | 0,3 | 0,52 |
| 13 | 4 | 0,25 | 0,67 |
| 14 | 5 | 0,2 | 0,84 |
| 15 | 10 | 0,1 | 1,28 |
| 16 | 20 | 0,05 | 1,64 |
| 17 | 50 | 0,02 | 2,05 |
| 18 | 100 | 0,01 | 2,33 |

| No | Periode Ulang, T (tahun) | Peluang | KT |
|----|-----------------------------|---------|------|
| 19 | 200 | 0,005 | 2,58 |
| 20 | 500 | 0,002 | 2,88 |
| 21 | 1,000,000 | 0,001 | 3,09 |

Sumber: (Soewarno,1995)

2.4.3 Log Pearson Type III

Untuk menghitung banjir perencanaan *The Hidrology Committee of The Water Resources Council USA* menganjurkan pertama kali mentransformasi data ke nilai-nilai logaritmanya, kemudian menghitung parameter-parameter statistiknya. Informasi tersebut disebut juga dengan Log Pearson Type III. Persamaan yang di gunakan untuk menghitung Log Person III adalah sebagai berikut (Suripin, 2003) :

$$\text{Log } X_T = \text{log } \bar{X} + K.Sd \dots \dots \dots (2.16)$$

Keterangan :

Log X_T : nilai logaritmik dari X dan log (X)

Log \bar{X} : nilai rata – rata dari data

K : karakteristik distribusi peluang Log person type III

Sd : standar deviasi

Garis besar analisis ini sebagai berikut :

- 1) Mengubah data debit banjir tahunan sebanyak n buah. $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ menjadi $\text{log } X_1, \text{log } X_2, \text{log } X_3, \dots, \text{log } X_n$.

- 2) Menghitung harga rata-rata dengan rumus :

$$\overline{\text{log } x} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{log } X_i}{n} \dots \dots \dots (2.17)$$

- 3) Menghitung harga standar deviasi dengan rumus :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{log } X_i - \overline{\text{log } x})^2}{n-1}} \dots \dots \dots (2.18)$$

- 4) Menghitung koefisien kemencengan dengan rumus :

$$C_S = \frac{\sum (\text{log } X_i - \overline{\text{log } x})^3}{(n-1)(n-2).S^2} \dots \dots \dots (2.19)$$

- 5) Menghitung logaritma debit dengan waktu balik yang dikehendaki dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Log } q = \overline{\log x^2} + G \cdot s \dots\dots\dots (2.20)$$

Keterangan :

- S : Standar deviasi
 Cs : Koefisien kemencengan
 G : Koefisien pearson
 q : Hujan rancangan

- 6) Mencari anti log q untuk mendapatkan nilai yang diharapkan terjadi pada tingkat peluang atau periode tertentu sesuai dengan nilai Cs.

Tabel 2.7 Harga G untuk distribusi Log Person III

| Koef. G | Interval kejadian (Recurrence interval), tahun (periode ulang) | | | | | | |
|---------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1.0101 | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 |
| | Persentase peluang terlampaui (Precent chance of being exceeded) | | | | | | |
| | 99 | 50 | 20 | 10 | 4 | 2 | 1 |
| -3 | -4,051 | 0,396 | 0,636 | 0,666 | 0,666 | 0,666 | 0,667 |
| -2,9 | -4,013 | 0,39 | 0,651 | 0,681 | 0,683 | 0,689 | 0,69 |
| -2,8 | -3,973 | 0,384 | 0,666 | 0,702 | 0,712 | 0,714 | 0,714 |
| -2,7 | -3,932 | 0,376 | 0,681 | 0,747 | 0,738 | 0,74 | 0,74 |
| -2,6 | -3,889 | 0,368 | 0,696 | 0,771 | 0,764 | 0,768 | 0,769 |
| -2,5 | -3,845 | 0,36 | 0,711 | 0,795 | 0,793 | 0,798 | 0,799 |
| -2,4 | -3,8 | 0,351 | 0,725 | 0,819 | 0,823 | 0,83 | 0,832 |
| -2,3 | -3,753 | 0,341 | 0,739 | 0,844 | 0,855 | 0,864 | 0,867 |
| -2,2 | -3,705 | 0,33 | 0,752 | 0,869 | 0,888 | 0,9 | 0,905 |
| -2,1 | -3,656 | 0,319 | 0,765 | 0,895 | 0,923 | 0,939 | 0,946 |
| -2 | -3,553 | 0,307 | 0,777 | 0,92 | 0,959 | 0,98 | 0,99 |
| -1,9 | -3,499 | 0,294 | 0,788 | 0,945 | 0,996 | 1,023 | 1,038 |
| -1,8 | -3,444 | 0,282 | 0,799 | 0,97 | 1,035 | 1,069 | 1,087 |
| -1,7 | -3,388 | 0,268 | 0,808 | 0,884 | 1,075 | 1,116 | 1,14 |
| -1,6 | -3,33 | 0,254 | 0,817 | 0,994 | 1,116 | 1,166 | 1,197 |
| -1,5 | -3,271 | 0,24 | 0,825 | 1,018 | 1,157 | 1,217 | 1,256 |
| -1,4 | -3,211 | 0,225 | 0,832 | 1,041 | 1,198 | 1,270 | 1,318 |
| -1,3 | -3,149 | 0,21 | 0,838 | 1,064 | 1,24 | 1,324 | 1,383 |
| -1,2 | -3,087 | 0,195 | 0,844 | 1,086 | 1,282 | 1,379 | 1,449 |
| -1,1 | -3,065 | 0,18 | 0,848 | 1,107 | 1,324 | 1,435 | 1,518 |
| -1 | -3,022 | 0,164 | 0,852 | 1,128 | 1,366 | 1,492 | 1,588 |
| -0,9 | -2,957 | 0,148 | 0,854 | 1,147 | 1,407 | 1,549 | 1,66 |
| -0,8 | -2,891 | 0,132 | 0,856 | 1,166 | 1,448 | 1,606 | 1,733 |
| -0,7 | -2,824 | 0,116 | 0,857 | 1,183 | 1,488 | 1,663 | 1,806 |

| Koef.G | Interval kejadian (Recurrence interval), tahun (periode ulang) | | | | | | |
|--------|--|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1.0101 | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 |
| | Persentase peluang terlampaui (Percent chance of being exceeded) | | | | | | |
| | 99 | 50 | 20 | 10 | 4 | 2 | 1 |
| -0,6 | -2,755 | 0,099 | 0,857 | 1,2 | 1,528 | 1,72 | 1,88 |
| -0,5 | -2,686 | 0,083 | 0,856 | 1,216 | 1,567 | 1,77 | 1,955 |
| -0,4 | -2,615 | 0,066 | 0,855 | 1,231 | 1,606 | 1,834 | 2,029 |
| -0,3 | -2,544 | 0,5 | 0,853 | 1,245 | 1,643 | 1,89 | 2,104 |
| -0,2 | -2,472 | 0,033 | 0,85 | 1,258 | 1,68 | 1,945 | 2,178 |
| -0,1 | -2,400 | 0,017 | 0,846 | 1,27 | 1,716 | 2,000 | 2,252 |
| 0 | -2,326 | 0 | 0,842 | 1,282 | 1,751 | 2,054 | 2,326 |
| 0,1 | -2,253 | -0,017 | 0,836 | 1,292 | 1,785 | 2,107 | 2,4 |
| 0,2 | -2,178 | -0,033 | 0,83 | 1,301 | 1,818 | 2,159 | 2,472 |
| 0,3 | -2,104 | -0,05 | 0,824 | 1,309 | 1,849 | 2,211 | 2,544 |
| 0,4 | -2,029 | -0,066 | 0,816 | 1,317 | 1,88 | 2,261 | 2,615 |
| 0,5 | -1,955 | -0,083 | 0,808 | 1,323 | 1,91 | 2,311 | 2,686 |
| 0,6 | -1,880 | -0,099 | 0,8 | 1,328 | 1,939 | 2,359 | 2,755 |
| 0,7 | -1,806 | -0,116 | 0,79 | 1,333 | 1,967 | 2,407 | 2,824 |
| 0,8 | -1,733 | -0,132 | 0,78 | 1,336 | 1,998 | 2,453 | 2,891 |
| 0,9 | -1,66 | -0,148 | 0,769 | 1,339 | 2,018 | 2,498 | 2,957 |
| 1 | -1,588 | -0,164 | 0,758 | 1,34 | 2,043 | 2,542 | 3,022 |
| 1,1 | -1,518 | -0,18 | 0,745 | 1,341 | 2,066 | 2,585 | 3,087 |
| 1,2 | -1,449 | -0,195 | 0,732 | 1,34 | 2,087 | 2,626 | 3,149 |
| 1,3 | -1,383 | -0,21 | 0,719 | 1,339 | 2,108 | 2,666 | 3,211 |
| 1,4 | -1,318 | -0,225 | 0,705 | 1,337 | 2,128 | 2,706 | 3,271 |
| 1,5 | -1,258 | -0,24 | 0,69 | 1,333 | 2,146 | 2,743 | 3,33 |
| 1,6 | -1,197 | -0,254 | 0,675 | 1,329 | 2,163 | 2,78 | 3,388 |
| 1,7 | -1,14 | -0,268 | 0,66 | 1,324 | 2,179 | 2,815 | 3,444 |
| 1,8 | -1,087 | -0,282 | 0,643 | 1,318 | 2,193 | 2,828 | 3,499 |
| 1,9 | -1,037 | -0,282 | 0,627 | 1,31 | 2,207 | 2,881 | 3,553 |
| 2 | -0,99 | -0,307 | 0,609 | 1,302 | 2,219 | 2,912 | 3,605 |
| 2,1 | -0,946 | -0,319 | 0,592 | 1,294 | 2,23 | 2,942 | 3,656 |
| 2,2 | -0,905 | -0,33 | 0,574 | 1,284 | 2,24 | 2,97 | 3,705 |
| 2,3 | -0,867 | -0,341 | 0,555 | 1,274 | 2,248 | 3,997 | 3,753 |
| 2,4 | -0,832 | -0,351 | 0,537 | 1,262 | 2,256 | 3,023 | 3,8 |
| 2,5 | -0,799 | -0,36 | 0,518 | 1,25 | 2,262 | 3,048 | 3,845 |
| 2,6 | -0,769 | -0,368 | 0,799 | 1,238 | 2,267 | 3,017 | 3,899 |
| 2,7 | -0,740 | -0,384 | 0,46 | 1,21 | 2,275 | 3,114 | 3,937 |
| 2,8 | -0,714 | -0,376 | 0,479 | 1,224 | 2,272 | 3,093 | 3,932 |
| 2,9 | -0,690 | -0,390 | 0,440 | 1,195 | 2,277 | 3,134 | 4,013 |
| 3 | -0,667 | -0,396 | 0,420 | 1,18 | 2,278 | 3,152 | 4,051 |

Sumber : (Suripin, 2003)

2.4.4 Distribusi Gumbel

Untuk menghitung curah hujan rencana dengan metode distribusi Gumbel di gunakan persamaan distribusi frekuensi empiris sebagai berikut (Suripin, 2003) sebagai berikut :

$$X_T = \bar{X} + Sd. K \dots \dots \dots (2.21)$$

$$Sd = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (X_i - \bar{X})^2} \dots \dots \dots (2.22)$$

$$K = \frac{Y_T - Y_n}{S_n} \dots \dots \dots (2.23)$$

$$Y_t = \ln[\ln[(T - 1)/T]] \dots \dots \dots (2.24)$$

Keterangan :

X_T : nilai hujan rencana dengan data T tahun.

Sd : standar deviasi.

\bar{X} : nilai rata – rata hujan.

Y_T : reduced variate dari variabel yang diharapkan yang terjadi pada periode T ulang tahun.

Y_n : reduced mean nilainya tergantung dari jumlah data n.

S_n : reduced standar nilainya tergantung dari jumlah data n.

Tabel 2.8 Besarnya *Reduced variate* (Y_t) berdasarkan periode ulang (T)

| Tahun (T) | Reduced Variate (Yt) | Tahun (T) | Reduced Variate (Yt) |
|-----------|----------------------|-----------|----------------------|
| 2 | 0,3665 | 100 | 4,6001 |
| 5 | 1,4999 | 200 | 5,2960 |
| 10 | 2,2502 | 500 | 6,241 |
| 20 | 2,9606 | 1000 | 6,919 |
| 25 | 3,1983 | 5000 | 8,539 |
| 50 | 3,9019 | 10000 | 9,921 |

Sumber : Suripin, 2003

Tabel 2.9 Metode Gumbel *Reduced Mean* (Y_n)

| N | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 10 | 0,4952 | 0,4996 | 0,5035 | 0,5070 | 0,5100 | 0,5128 | 0,5157 | 0,5181 | 0,5202 | 0,5220 |
| 20 | 0,5236 | 0,5252 | 0,5268 | 0,5283 | 0,5296 | 0,5309 | 0,5320 | 0,5332 | 0,5343 | 0,5353 |
| 30 | 0,5362 | 0,5371 | 0,5380 | 0,5388 | 0,5396 | 0,5403 | 0,5410 | 0,5418 | 0,5424 | 0,5436 |
| 40 | 0,5436 | 0,5442 | 0,5448 | 0,5453 | 0,5458 | 0,5463 | 0,5468 | 0,5473 | 0,5477 | 0,5481 |
| 50 | 0,5485 | 0,5489 | 0,5493 | 0,5497 | 0,5501 | 0,5504 | 0,5508 | 0,5511 | 0,5515 | 0,5518 |
| 60 | 0,5521 | 0,5524 | 0,5527 | 0,5530 | 0,5533 | 0,5535 | 0,5538 | 0,5543 | 0,5543 | 0,5545 |

| N | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 70 | 0,5548 | 0,5550 | 0,5552 | 0,5555 | 0,5557 | 0,5559 | 0,5561 | 0,5563 | 0,5565 | 0,5567 |
| 80 | 0,5569 | 0,5570 | 0,5572 | 0,5574 | 0,5576 | 0,5578 | 0,5580 | 0,5581 | 0,5583 | 0,5585 |
| 90 | 0,5586 | 0,5587 | 0,5589 | 0,5591 | 0,5592 | 0,5593 | 0,5595 | 0,5596 | 0,5598 | 0,5599 |
| 100 | 0,5600 | 0,5602 | 0,5603 | 0,5604 | 0,5606 | 0,5607 | 0,5608 | 0,5609 | 0,5610 | 0,5611 |

Sumber: Suripin,2003

Tabel 2.10 Metode Gumbel *Reduced Standar Deviation* (Sn)

| N | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 10 | 0,9496 | 0,9676 | 0,9833 | 0,9971 | 1,0095 | 1,0206 | 1,0316 | 1,0411 | 1,0493 | 1,0565 |
| 20 | 1,0628 | 1,0696 | 1,0754 | 1,0811 | 1,0864 | 1,0915 | 1,0961 | 1,1004 | 1,1047 | 1,1080 |
| 30 | 1,1124 | 1,1159 | 1,1193 | 1,1226 | 1,1225 | 1,1285 | 1,1313 | 1,1339 | 1,1363 | 1,1388 |
| 40 | 1,1413 | 1,1436 | 1,1458 | 1,1480 | 1,1499 | 1,1519 | 1,1538 | 1,1557 | 1,1574 | 1,1590 |
| 50 | 1,1607 | 1,1623 | 1,1638 | 1,1658 | 1,1667 | 1,1681 | 1,1696 | 1,1708 | 1,1721 | 1,1734 |
| 60 | 1,1747 | 1,1759 | 1,1770 | 1,1782 | 1,1793 | 1,1803 | 1,1814 | 1,1824 | 1,1834 | 1,1844 |
| 70 | 1,1854 | 1,1863 | 1,1873 | 1,1881 | 1,1890 | 1,1898 | 1,1906 | 1,1915 | 1,1923 | 1,1930 |
| 80 | 1,1938 | 1,1945 | 1,1953 | 1,1959 | 1,1967 | 1,1973 | 1,1980 | 1,1987 | 1,1994 | 1,2001 |
| 90 | 1,2007 | 1,2013 | 1,2020 | 1,2026 | 1,2032 | 1,2038 | 1,2044 | 1,2049 | 1,2055 | 1,2060 |
| 100 | 1,2065 | 1,2069 | 1,2073 | 1,2077 | 1,2081 | 1,2084 | 1,2087 | 1,2090 | 1,2093 | 1,2096 |

Sumber: Suripin, 2003

2.5 Uji Kecocokan Distribusi

Uji kecocokan sebaran dilakukan untuk mengetahui jenis sebaran yang paling sesuai dengan data hujan. Uji sebaran dilakukan dengan uji kecocokan distribusi yang dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan sebaran peluang yang telah dipilih dapat menggambarkan atau mewakili dari sebaran statistik sample data yang dianalisis tersebut (Soemarto, 1999).

A. Uji Chi-Kuadrat

Metode uji chi-kuadrat sering kali digunakan untuk menghitung statistika. Uji sebaran ini dimaksudkan untuk mengetahui distribusi-distribusi yang memenuhi syarat. Dalam kasus ini maka memilih distribusi yang memenuhi syarat untuk dijadikan dasar dalam menentukan debit banjir rencana dengan periode ulang tertentu. Metode uji chi-kuadrat ini dapat dijelaskan menggunakan persamaan (Suripin, 2004).

$$X^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots (2.25)$$

Keterangan :

- X² : Harga chi-kuadrat terhitung.
- O_i : Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke-i.
- E_i : Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke-i.

n : Jumlah data.

Suatu distrisbusi dikatakan selaras jika nilai X^2 hitung < dari X^2 kritis. Nilai X^2 kritis dapat dilihat di tabel nilai kritis untuk *chi-square*. Dari hasil pengamatan yang didapat dicaripenyimpangannya dengan chi-kuadrat kritis paling kecil. Untuk suatu nilai nyata tertentu(*level of significant*) yang sering diambil adalah 5 %.. Derajat kebebasan (Dk) dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Kamiana, 2011) :

$$Dk : K - (P+1).....(2.26)$$

$$K : 1 + 3.3 \log n.....(2.27)$$

Keterangan :

Dk : derajat kebebasan

K : jumlah kelas

α : banyaknya kerikatan (banyaknya parameter).untuk uji Chi-Kuadrat adalah 2

n : banyaknya data

Distribusi probabilitas yang dipakai untuk menentukan curah hujan rencana adalah distribusi probabilitas yang mempunyai simpangan maksimum terkecil dari lebih kecil dari simpangan kritis, atau dirumuskan sebagai berikut :

$$X^2 < X_{cr}^2.....(2.28)$$

Keterangan:

X^2 : parameter chi-kuadrat terhitung

X_{cr}^2 : parameter chi-kuadrat kritis

Prosedur perhitungan dengan menggunakan metode chi-kuadrat :

- 1) Urutkan data dari terbesar ke terkecil atau sebaliknya
- 2) Menghitung jumlah kelas
- 3) Menghitung derajat kebebasan
- 4) Menghitung interval kelas
- 5) Menghitung nilai X^2
- 6) Bandingkan nilai X^2 dan nilai X_{cr}^2

Tabel 2.11 Nilai kritis untuk distribusi Chi-kuadrat

| dk | α Derajat Kepercayaan | | | | | | | |
|----|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 0,99 | 0,99 | 0,975 | 0,95 | 0,05 | 0,025 | 0,01 | 0,005 |
| 1 | 0,000 | 0,000 | 0,001 | 0,004 | 3,841 | 5,024 | 6,635 | 7,879 |
| 2 | 0,010 | 0,020 | 0,051 | 0,103 | 5,991 | 7,378 | 9,210 | 10,597 |
| 3 | 0,072 | 0,115 | 0,261 | 0,352 | 7,815 | 9,348 | 11,345 | 12,838 |
| 4 | 0,207 | 0,297 | 0,484 | 0,711 | 9,488 | 11,143 | 13,277 | 14,860 |
| 5 | 0,412 | 0,554 | 0,831 | 1,145 | 11,070 | 12,832 | 15,086 | 16,750 |
| 6 | 0,676 | 0,872 | 1,237 | 1,635 | 12,592 | 14,449 | 16,182 | 18,548 |
| 7 | 0,989 | 1,239 | 1,690 | 2,167 | 14,067 | 16,013 | 18,475 | 20,278 |
| 8 | 1,344 | 1,646 | 2,180 | 2,733 | 15,507 | 17,535 | 20,090 | 21,955 |
| 9 | 1,735 | 2,088 | 2,700 | 3,325 | 16,919 | 19,023 | 21,666 | 23,589 |
| 10 | 2,156 | 2,558 | 3,247 | 3,940 | 18,307 | 20,483 | 23,209 | 25,188 |
| 11 | 2,603 | 3,053 | 3,816 | 4,575 | 19,675 | 21,920 | 24,725 | 26,757 |
| 12 | 3,074 | 3,571 | 4,404 | 5,226 | 21,026 | 23,337 | 26,127 | 28,300 |
| 13 | 3,565 | 4,107 | 5,009 | 5,892 | 22,362 | 24,736 | 27,688 | 29,819 |
| 14 | 4,075 | 4,660 | 5,629 | 6,571 | 23,685 | 26,119 | 29,141 | 31,319 |
| 15 | 4,601 | 5,229 | 6,262 | 7,261 | 24,996 | 27,488 | 30,578 | 32,801 |
| 16 | 5,142 | 5,812 | 6,908 | 7,962 | 26,296 | 28,845 | 32,000 | 34,267 |
| 17 | 5,697 | 6,408 | 7,564 | 8,672 | 27,587 | 30,191 | 33,409 | 35,718 |
| 18 | 6,265 | 7,015 | 8,321 | 9,390 | 28,869 | 31,526 | 34,805 | 37,157 |
| 19 | 6,844 | 7,633 | 8,907 | 10,117 | 30,144 | 32,852 | 36,191 | 38,582 |
| 20 | 7,434 | 8,260 | 9,591 | 10,851 | 31,410 | 34,170 | 37,566 | 39,997 |
| 21 | 8,034 | 8,897 | 10,283 | 11,591 | 32,671 | 35,479 | 38,932 | 41,401 |
| 22 | 8,643 | 9,542 | 10,982 | 12,338 | 33,924 | 36,781 | 40,289 | 42,796 |
| 23 | 9,260 | 10,196 | 11,689 | 13,091 | 36,172 | 38,076 | 41,683 | 44,181 |
| 24 | 9,886 | 10,856 | 12,401 | 13,848 | 36,415 | 39,364 | 42,980 | 45,558 |
| 25 | 10,520 | 11,524 | 13,120 | 14,611 | 37,652 | 40,646 | 44,314 | 46,928 |
| 26 | 11,160 | 12,198 | 13,844 | 15,379 | 38,885 | 41,923 | 45,642 | 48,290 |
| 27 | 11,808 | 12,879 | 14,573 | 16,151 | 40,113 | 43,194 | 46,963 | 49,645 |
| 28 | 12,461 | 13,565 | 15,308 | 16,928 | 41,337 | 44,461 | 48,278 | 50,993 |
| 29 | 13,121 | 14,256 | 16,047 | 17,708 | 42,557 | 45,722 | 49,588 | 52,336 |
| 30 | 13,787 | 14,953 | 16,791 | 18,493 | 43,773 | 46,979 | 50,892 | 53,672 |

Sumber: (Kamiana, 2011)

B. Uji Sminorv kolmogorov

Pengujian distribusi probabilitas dengan metode Sminorv-Kolmogorov dilakukan dengan langkah-langkah perhitungan sebagai berikut (Kamiana,2011) :

- 1) Urutkan data (X_i) dari besar ke kecil atau sebaliknya
- 2) Tentukan peluang empiris masing-masing data yang sudah diurut tersebut

$P(X_i)$ dengan rumus Weibull sebagai berikut :

$$P(X_i) = \frac{m}{n+1} \dots \dots \dots (2.29)$$

Keterangan :

P : peluang

n : jumlah data

m : nomor urut data (setelah diurut dari besar ke kecil atau sebaliknya)

3) Tentukan peluang teoritis masing-masing data yang sudah di urut tersebut $P'(X_i)$ berdasarkan persamaan distribusi probabilitas yang dipilih.

4) Hitung selisih (ΔP_i) antara peluang empiris dan teoritis untuk setiap data yang sudah diurut :

$$\Delta P_i = P(X_i) - P'(X_i) \dots \dots \dots (2.30)$$

5) Tentukan $\Delta P_i < \Delta P$ kritis, jika “tidak” artinya distribusi probabilitas yang dipilih tidak dapat diterima, demikian sebaliknya.

6) ΔP kritis dapat dilihat pada tabel 2.12

Tabel 2.12 Nilai ΔP kritis Uji Sminorv Kolmogorov

| N | ΔP (derajat kepercayaan) | | | |
|-----|----------------------------------|------|------|------|
| | 20% | 10% | 5% | 1% |
| 5 | 0,45 | 0,51 | 0,56 | 0,67 |
| 10 | 0,32 | 0,37 | 0,41 | 0,49 |
| 15 | 0,27 | 0,3 | 0,34 | 0,4 |
| 20 | 0,23 | 0,26 | 0,29 | 0,36 |
| 25 | 0,21 | 0,24 | 0,27 | 0,32 |
| 30 | 0,19 | 0,22 | 0,24 | 0,29 |
| 35 | 0,18 | 0,2 | 0,23 | 0,27 |
| 40 | 0,17 | 0,19 | 0,21 | 0,25 |
| 45 | 0,16 | 0,18 | 0,2 | 0,24 |
| 50 | 0,15 | 0,17 | 0,19 | 0,23 |
| >50 | Menggunakan persamaan | | | |

Sumber: (Kamiana,2011)

2.6 Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya. Apabila data hujan tersedia data curah hujan harian, maka intensitas hujan dapat dihitung dengan persamaan Van Breen, sebagai:

$$R_T = \frac{R_{24}}{T} \times \left[\frac{T}{t_c} \right]^3 \dots\dots\dots (2.31)$$

Keterangan :

R_T : rerata hujan dari awal sampai jam ke t (mm/jam)

t_c : waktu hujan sampai jam ke t (jam)

R_{24} : curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm) setelahh didapat sebarang hujan jam-jaman, kemudian dapat dihitung ratio sebaran hujan sebagai berikut:

$$R_t = t.R_T - (t-1).R_{(t-1)} \dots\dots\dots (2.32)$$

Keterangan:

R_t : curah hujan pada jam ke T

R_T : intensitas hujan rerata dalam T jam (mm/jam)

t : waktu hujan dari awal sampai dengan jam ke T

$R_{(t-1)}$: rerata hujan dari awal sampai jam ke T

T : waktu mulai hujan

Setelah didapat ratio sebaran hujan, kemudian dapat dihitung hujan efektif sebagai berikut:

$$R_{eff} = f. R_{24} \dots\dots\dots (2.33)$$

Keterangan

R_{eff} : hujan netto (mm/jam)

f : koefisien pengaliran sungai (tabel)

R_{24} : intensitas curah hujan pada jam t (mm/jam)

Tabel 2.13 Niai Koefisien Limpasan (Koefisien Pengairan)

| Kondisi DAS | Harga f |
|------------------------------|-------------|
| Daerah pegunungan yang curam | 0,75 – 0,90 |
| Daerah pegunungan tersier | 0,70 – 0,80 |
| Tanah bergelombang dan hutan | 0,50 – 0,75 |
| Tanah dataran yang ditanami | 0,45 – 0,60 |
| Persawahan yang diairi | 0,70 – 0,80 |
| Sungai di daerah pegunungan | 0,75 – 0,85 |
| Sungai kecil di dataran | 0,45 – 0,75 |

| Kondisi DAS | Harga f |
|---|-------------|
| Sungai besar yang lebih dari setengah DAS terdiri dari dataran | 0,50 – 0,75 |

Sumber : Sosrodarsono, 2006

2.7 Debit Banjir Rencana

Banjir sungai merupakan peningkatan debit air yang terjadi di badan sungai. Jika debit air sungai semakin meningkat dan badan sungai tidak mampu lagi menampung air, maka air sungai itu akan melimpah keluar badan sungai (Kironoto, 2008). Banjir merupakan peristiwa alam yang dapat menimbulkan kerugian harta benda penduduk serta dapat pula menimbulkan korban jiwa. Dikatakan banjir apabila terjadi luapan atau jebolannya dan air banjir, disebabkan oleh kurangnya kapasitas penampang saluran pembuang. Banjir di bagian hulu biasanya arus banjirnya deras, daya gerusnya besar, tetapi durasinya pendek. Sedangkan di bagian hilir arusnya tidak deras (karena landai), tetapi durasi banjirnya panjang.

Beberapa karakteristik yang berkaitan dengan banjir, diantaranya :

- a) Banjir dapat datang secara tiba-tiba dengan intensitas besar namun dapat langsung mengalir.
- b) Banjir datang secara perlahan namun dapat menjadi genangan yang lama (berhari-hari atau bahkan berminggu-minggu) di daerah depresi.
- c) Banjir datang secara perlahan namun intensitas hujannya sedikit.

2.7.1 Penyebab Terjadinya Banjir

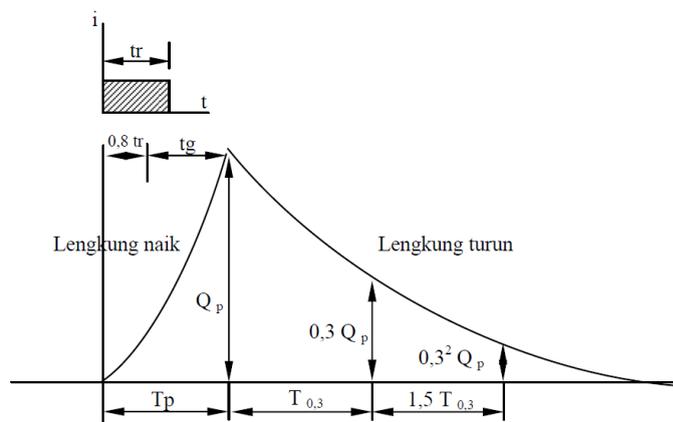
Menurut Kodoatie dan Sugiyanto (2002), penyebab terjadinya banjir dapat diklasifikasikan dalam 2 kategori yaitu banjir yang disebabkan oleh sebab-sebab alamiah dan banjir yang diakibatkan oleh tindakan manusia. Adapun Banjir yang disebabkan oleh faktor alamiah adalah curah hujan yang tinggi, pengaruh fisiografi, Erosi dan sedimentasi, kapasitas sungai, pengaruh air pasang, aliran anak sungai tertahan oleh aliran pada sungai induknya yang sedang tinggi. Sedangkan banjir yang disebabkan oleh tindakan manusia adalah perubahan

kondisi DAS, kawasan kumuh, sampah serta perencanaan sistem pengendali banjir tidak tepat.

2.7.2 Perkiraan Besaran Banjir

Perkiraan besaran banjir dapat dihitung dengan cara hidrograf, merupakan sebuah diagram yang menggambarkan variasi debit atau permukaan air terhadap waktu. Diagram ini berbentuk kurva yang memberikan gambaran mengenai berbagai kondisi daerah. Jadi kalau karakteristik daerah aliran berubah, maka bentuk hidrografnya akan berubah pula. Sumber air untuk hidrograf terdiri dari curah hujan langsung diatas permukaan air, limpasan permukaan air, aliran dibawah permukaan, dan aliran air tanah. Penguraian hidrograf berarti menguraikan komponen komponen tersebut. Analisis debit banjir yang biasa dipakai yaitu Rasional dan Empiris. Formula yang berdasarkan rumus Rasional adalah Melchior, Haspers dan Rasional Jepang.

Perhitungan debit banjir metode ini hanya untuk mengetahui besarnya debit maksimum (puncak), tanpa menunjukkan kronologis kenaikan serta penurunan debit yang terjadi. Sementara itu metode empiris yang dikenal seperti, *Hidrograf satuan sintesis Nakayasu*, *Hidrograf satuan sintesis Snyder* dan *Hidrograf Satuan Gama I*, disamping dapat menunjukkan besarnya debit puncak, cara ini juga dapat menggambarkan kronologis peningkatan dan penurunan debit seperti kondisi kenyataan. Dalam tugas akhir ini akan digunakan Hidrograf satuan sintesis Nakayasu.



Gambar 2.4 Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

Hidrograf Satuan sintetis Nakayasu untuk memprediksi unit hidrograf dari suatu DAS berdasarkan data-data karakteristik fisik DAS sungai yang bersangkutan, dapat digunakan metode unit hidrograf sintetis. Salah satu metode yang umum dipakai adalah metode Nakayasu. Rumus dari hidrograf satuan sintetis Nakayasu adalah sebagai berikut:

$$Q_p = \frac{A \cdot R_0}{3,6(0,3T_p + T_{0,3})} \dots\dots\dots (2.34)$$

Keterangan :

- Q_p : Debit puncak banjir (m^3/det)
- R_0 : Hujan satuan (mm)
- T_p : Tenggang waktu dari permulaan sampai puncak banjir (jam)
- $T_{0,3}$: Waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari puncak sampai 30% dari debit puncak
- A : Luas daerah pengaliran sampai outlet

Untuk menentukan T_p dan $T_{0,3}$ digunakan pendekatan rumus sebagai berikut :

$$T_p = tg + 0,8 t_r \dots\dots\dots (2.35)$$

$$T_{0,3} = \alpha tg \dots\dots\dots (2.36)$$

$$T_r = 0,5 tg \text{ sampai } tg \dots\dots\dots (2.37)$$

tg adalah *time lag* yaitu waktu antara hujan sampai debit puncak banjir dimana tg dihitung dengan ketentuan sebagai berikut:

- Sungai dengan panjang alur $L > 15$ km : $tg = 0,4 + 0,058 L \dots\dots\dots 2.37a$

- Sungai dengan panjang alur $L < 15$ km : $tg = 0,21 L^{0,7} \dots\dots\dots 2.37b$

Keterangan :

- t_r : satuan waktu hujan (jam)
- α : parameter hidrograf, untuk
- α : 2 → pada daerah pengaliran biasa
- α : 1,5 → pada bagian naik hidrograf lambat dan turun cepat
- α : 3 → pada bagian naik hidrograf cepat, dan turun lambat

- Pada waktu kurva naik : $0 < t < T_p$

$$Q_a = \left(\frac{t}{T_p}\right)^{2,4} Q_p \dots\dots\dots (2.38)$$

Dimana :

Qa = limpasan sebelum mencari debit puncak (m^3)

t = waktu (jam)

- Pada waktu kurva turun

a. Selang nilai : $t \leq (T_p + T_{0,3})$

$$Q_{d1} = Q_p \cdot 0,3^{\frac{(t-T_p)}{T_{0,3}}} \dots\dots\dots (2.39)$$

b. Selang nilai : $(T_p + T_{0,3}) \leq t \leq (T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3})$

$$Q_{d2} = Q_p \cdot 0,3^{\frac{(t-T_p+0,5T_{0,3})}{T_{0,3}}} \dots\dots\dots (2.40)$$

c. Selang nilai : $t > (T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3})$

$$Q_{d3} = Q_p \cdot 0,3^{\frac{(t-T_p+0,5T_{0,3})}{2T_{0,3}}} \dots\dots\dots (2.41)$$