

# 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 disungai yang secara hidrologis digambarkan sebagai hidrograf dengan puncak dan volume banjir. Curah hujan yang jatuh diatas 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 aktifitas manusia dan lain – lain.

Sungai Way Pidada merupakan salah satu sungai yang ada di kabupaten Tulang Bawang yang merupakan pusat penghidupan sebagian masyarakat. Sungai Way Pidada memiliki panjang 73.29 kilometer (KM), sungai Way Pidada 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 Pidada menjadi langganan banjir.

Untuk mengurangi resiko terjadinya banjir perlu melakukan upaya pengendalian banjir, Perencanaan pengendalian banjir dapat di lakukan 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). Hidrograd satuan ini membutuhkan data curah hujan dan debit aliran dalam proses pembuatannya, namun jika tidak tersedianya data - data tersebut maka dapat dapat digunakan secara sintesis yang

dikenal sebagai Hidrograf Satuan Sintetis (HSS). Dalam perhitungan debit banjir rencana ini menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu.

## **1.2 Tujuan**

Tujuan yang ingin dicapai penulis dari Tugas Akhir (TA) ini meliputi :

- 1) Menghitung curah hujan rencana dengan periode ulang 2, 5, 10, 20, 25, 50, dan 100 tahun
- 2) Menghitung debit banjir rencana dengan periode ulang 2, 5, 10, 20, 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 CV. Trimitra Jaya 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 CV Trimitra Jaya Konsultan  
Memberikan referensi tambahan tentang perhitungan debit banjir rencana.

## **1.4 Gambaran Umum Lokasi**

### **1.4.1 Gambaran umum lokasi studi**

Kabupaten Tulang Bawang terdiri atas Kecamatan Menggala, Gedung Aji Baru, Gedung Aji Lama, Banjar Agung, Banjar Baru, Banjar Margo, Dente Teladas, Gedung Meneng, Menggala Timur, Meraksa Aji, Penawar Aji, Penawar Tama, Rawa Jitu Selatan, Rawa Jitu Timur, dan Rawa Pitu.

Kabupaten Tulang Bawang terdapat beberapa sungai yang diantaranya adalah sungai Way Pidada, sungai Way Pidada memiliki panjang 73,29 km yang melewati beberapa kecamatan yang berada di kabupaten Tulang Bawang.

Sungai Way Pidada sendiri menjadi sumber daya air masyarakat untuk mengairi area persawahan, perkebunan, dan sebagai mata pencaharian ikan oleh masyarakat yang tinggal di sekitar daerah aliran sungai.

#### 1.4.2 Kontraktor Pengawas

##### A. CV. Trimitra Jaya Konsultan

CV. Trimitra Jaya Konsultan merupakan salah satu perusahaan swasta yang bergerak dibidang Layanan Jasa Konsultansi. Dengan demikian diharapkan, CV. Trimitra Jaya Konsultan akan dapat memberikan partisipasinya dalam era reformasi sesuai dengan bidang pelayanan jasa konsultan.

CV. Trimitra Jaya Konsultan didirikan di Bandar Lampung pada tanggal 17 Februari 2005. Pendirian CV. Trimitra Jaya Konsultan ini disahkan oleh Akta Notaris No. 04 tanggal 17 Februari 2005 yang dikeluarkan oleh Notaris Andry Yulian,S.H. di Bandar Lampung dan perubahan CV. Trimitra Jaya Konsultan ini disahkan oleh Akta Notaris No. 08 tanggal 12 Januari 2010 yang dikeluarkan oleh Notaris Andry Yulian,S.H. di Bandar Lampung.

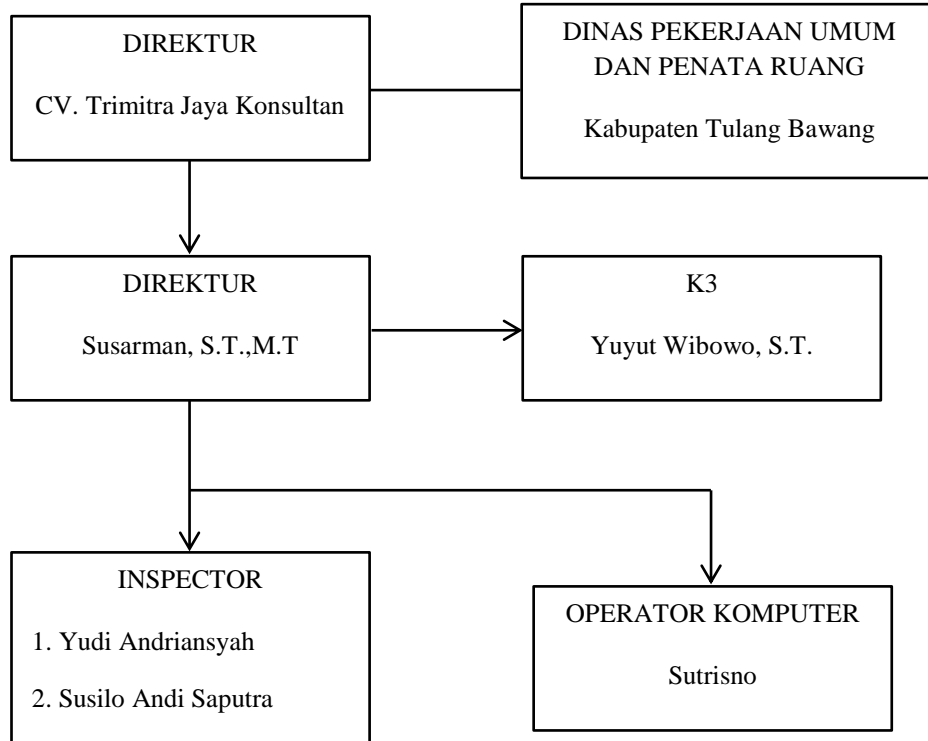
Hingga kini CV. Trimitra Jaya Konsultan telah berkembang pesat dan menunjukkan kemampuannya dalam memberikan pelayanan jasa konsultansi yang meliputi berbagai jenis kegiatan: Survey dan Pengawasan, Studi Kelayakan, Manajemen Proyek dan Pengawasan Proyek. Adapun bidang-bidang pemberian jasa konsultan yang ditangani oleh CV. Trimitra Jaya Konsultan meliputi Bidang Sipil, Keairan, Arsitektur, Lingkungan Hidup dan Pelatihan / Pengembangan Sumber Daya Manusia.

CV. Trimitra Jaya Konsultan didukung oleh para ahli yang berpengalaman dalam bidang penelitian, Pengawasan dan pelaksanaan proyek. Untuk mendukung kegiatan jasa konsultansi ini CV. Trimitra Jaya Konsultan mempunyai gedung serta ruangan kantor yang memadai, peralatan kantor lengkap dengan perangkat komputer, alat transportasi milik sendiri dan dukungan manajemen keuangan yang profesional. Disamping itu organisasi perusahaan ini telah berpengalaman dalam pengelolaan berbagai proyek di wilayah Provinsi Lampung. Melihat hal tersebut diatas maka sangatlah tepat jika CV. Trimitra Jaya Konsultan dipilih sebagai pelaksana pekerjaan ini.

Terbentuknya CV. Trimitra Jaya Konsultan memiliki kaitan yang tidak dapat dipisahkan oleh dengan para pendirinya. CV. Trimitra Jaya Konsultan didirikan oleh beberapa tenaga teknik yang ingin mengembangkan keahliannya dan kewiraswastaan dalam suatu badan usaha yang mampu menampung aspirasi bidang keilmuan dan sesuai dengan idealisme mereka. Bahwa tujuan dari perusahaan ini adalah lebih luas dari tujuan praktis mencari keuntungan semata. Atas dasar pemikiran tersebut, maka pendiri menjadikan CV. Trimitra Jaya Konsultan sebagai wadah partisipasi, pengembangan pribadi, penyaluran ide dan aspirasi mereka, bersama rekan-rekan lainnya tanpa mengesampingkan kehidupan sosial dan lingkungan sekitarnya.

#### B. Struktur organisasi CV. Trimitra Jaya Konsultan

Berikut adalah susunan struktur organisasi beserta fungsi CV. Trimitra Jaya Konsultan pada proyek Rehabilitasi Irigasi Saluran Sekunder dapat dilihat pada Gambar 1.1



Gambar 1.1 Struktur Organisasi CV. Trimitra Jaya Konsultan

1. *Site Enginner* : Tugas-tugas dari *Site Manager* adalah bertanggungjawab pada pelaksanaan pembangunan keseluruhan baik biaya, waktu dan mutu, dapat diberikan dalam beberapa bagian.
2. K3 ( Kesehatan dan Keselamatan Kerja ) : K3 berperan untuk menjamin setiap tenaga kerja yang mendapat perlindungan dari kesehatan dan keselamatan selama bekerja, menjamin setiap sumber produksi yang layak dan aman digunakan sehingga mengurangi resiko kerugian yang di akibatkan oleh kecelakaan kerja.
3. *Inspector* : *Inspector* bertanggungjawab terutama atas pengendalian kegiatan yang berhubungan dengan desain, pengukuran volume bahan dan hasil pekerjaan sesuai mutu/spesifikasi sebagai dasar pembayaran prestasi pekerjaan yang dilaksanakan oleh Kontraktor berdasarkan ketentuan dan persyaratan yang ditentukan dalam dokumen kontrak.
4. Operator Komputer : Tugas utama Operator Komputer adalah membantu dalam membuat laporan-laporan dan memasukkan data- data serta bertanggung jawab atas kebenaran dan ketelitian pemasukan data.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Sungai

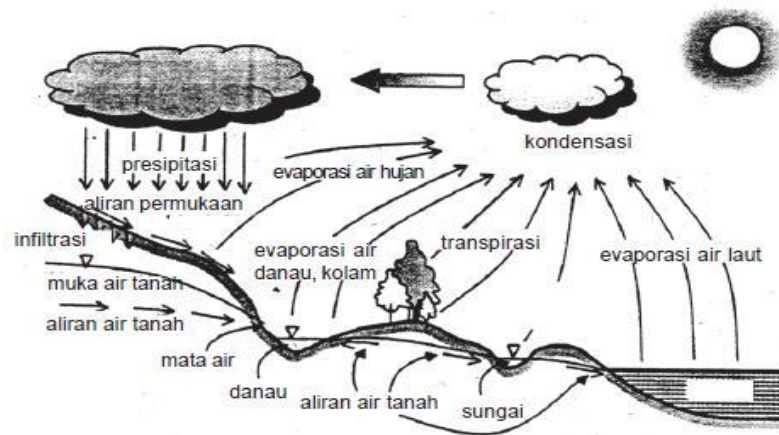
Sungai merupakan salah satu ekosistem air tawar yang terdapat di daratan dengan badan air mengalir karena adanya arus air, di mana arus adalah aliran air yang terjadi karena adanya perubahan vertikal persatuan panjang. Sungai juga ditandai dengan adanya anak sungai yang menampung dan menyimpan serta 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, pengendalian 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 dinamakan siklus hidrologi (*hydrologic cycle*).

Air menguap dari permukaan samudera akibat energi panas matahari, laju dan jumlah penguapan bervariasi, terbesar terbesar terjadi di dekat equator, dimana radiasi lebih kuat. Uap air adalah murni, karena pada waktu di bawa naik ke atmosfer kandungan garam ditinggalkan. Uap air yang di hasilkan di bawa 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).

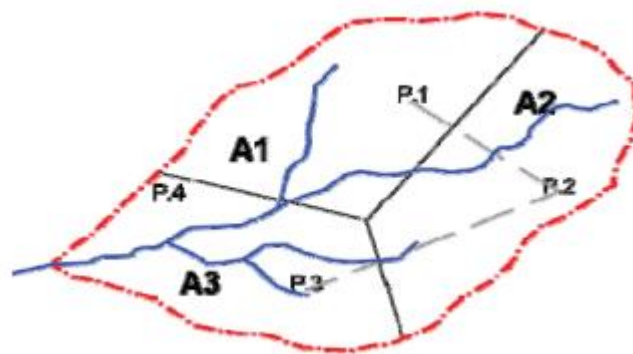
$$d = \frac{A_1 d_1 + A_2 d_2 + A_3 d_3 + \dots + A_n d_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n} = \sum_{i=1}^n \frac{A_i \cdot d_i}{A_i} \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan:

$d$  : Curah hujan daerah (mm)

$A_1 \dots A_n$  : Luas daerah pengaruh tiap-tiap stasiun ( $\text{km}^2$ )

$d_1 \dots d_n$  : 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



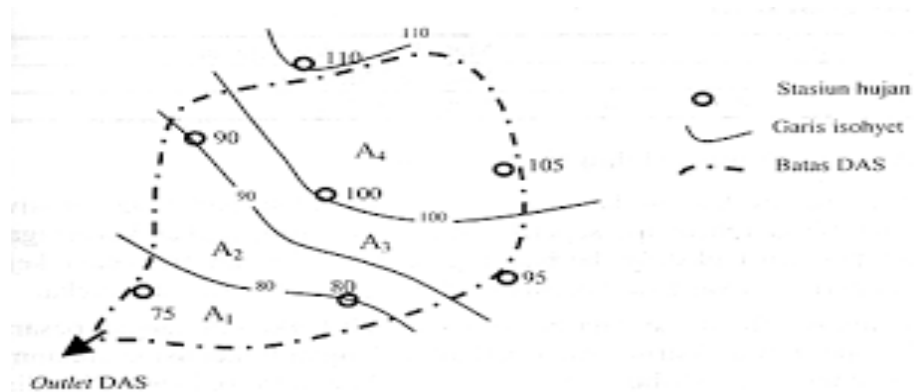
cara menggambar kontur tinggi hujan yang sama, lalu luas area antara garis isohyet yang berdekatan diukur dan dihitung nilai rata-ratanya. Curah hujan daerah metode Isohyet dihitung dengan persamaan berikut (CD. Soemarto, 1993).

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

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

Keterangan:

- d : Curah hujan rata-rata areal (mm)
- A<sub>1</sub>...A<sub>n</sub> : Luas daerah untuk ketinggian curah hujan Isohyet yang berdekatan (km<sup>2</sup>)
- d<sub>1</sub>...d<sub>n</sub> : Curah hujan di garis Isohyet (mm)
- A : Luas total (A<sub>1</sub>+A<sub>2</sub>+...+A<sub>n</sub>)



Gambar 2.3 Metode Isohyet ( Suripin, 2004)

Tabel 2.1 Jaring – jaring pos penakar hujan dalam DAS

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

DAS besar (> 5000 km <sup>2</sup> )	Metode Isohyet
DAS sedang (500 s/d 5000 km <sup>2</sup> )	Metode Thiessen
DAS kecil (<500 km <sup>2</sup> )	Metode rata-rata aljabar

Sumber : (Suripin,2004)

Tabel 2.3 Topografi DAS

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 pengelompokan 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 keda dalam 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 ( $S_d$ ), koefisien variasi ( $C_v$ ), koefisien kemiringan ( $C_s$ ) dan koefisien *kurtosis* ( $C_k$ ). 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

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

Keterangan :

$C_v$  : Koefisien variasi curah hujan

$S_d$  : Standar deviasi curah hujan

$\bar{X}$  : Nilai rata-rata curah hujan

#### 4. Koefisien kemencengan

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

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

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

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

Keterangan :

$C_s$  : Koefisien kemencengan curah hujan

$\sigma$  : Standar deviasi dari populasi curah hujan

$S_d$  : Standar deviasi dari sampel curah hujan

$\mu$  : 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

$a, \alpha$  : 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	Cs=0 Ck=0
2	Log Normal	Cs = Cv3+3Cv Ck = (Cv8+6Cv6+15Cv4+16Cv2+3
3	Log Person III	Jika semua syarat tidak terpenuhi
4	Gumbel	Cs= 1.14 Ck= 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<sub>T</sub>: Variate yang di ekstrapolasikan , yaitu besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun

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

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.

$\text{Log } \bar{X}$  : Harga rata – rata dari data =  $\frac{\sum_1^n \text{Log } (Xi)}{n}$

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

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
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) :

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

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  $\log X_1, \log X_2, \log X_3, \dots, \log X_n$ .

- 2) Menghitung harga rata-rata dengan rumus :

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

- 3) Menghitung harga standar deviasi dengan rumus :

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

- 4) Menghitung koefisien kemencengan dengan rumus :

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

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

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

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
-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 ( $Y_t$ )	Tahun (T)	Reduced Variate ( $Y_t$ )
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	9
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
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* ( $S_n$ )

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 :

- $X^2$  : 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) :

$$Dk : K - (P+1) \dots\dots\dots (2.26)$$

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

Keterangan :

- Dk : derajat kebebasan
- K : jumlah kelas

$\alpha$  : 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 :

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

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 ntuk distribusi Chi-kuadrat

dk	$\alpha$ 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 ( $\Delta P_i$ ) 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)  $\Delta P$  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:

$$R_T = \frac{R_{24}}{T} \times \left[ \frac{T}{t_c} \right]^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots (2.31)$$

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:

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

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 Nilai Koefisien Limpasan (Koefisien Pengaliran)

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
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 :

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

### **2.7.1 Penyebab Terjadinya Banjir**

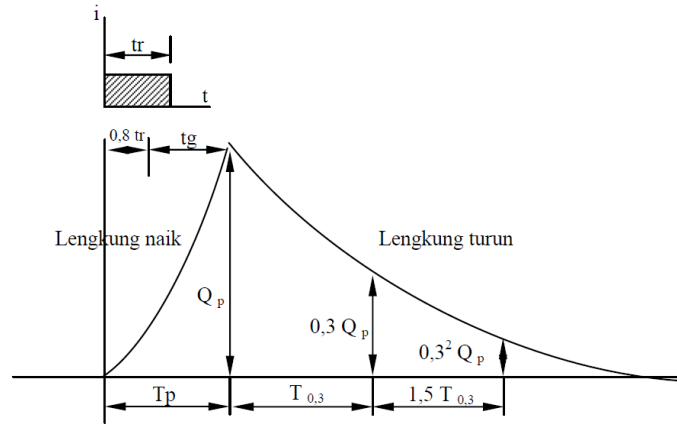
Menurut Kodoatie dan Sugiyanto (2002), penyebab terjadinya banjir dapat diklasifikasikan dalam 2 kategori yaitu banjir yang disebabkan oleh sebab-sebab alamiah dan banjir yang diakibatkan oleh tindakan manusia. Adapun Banjir yang disebabkan oleh faktor alamiah adalah curah hujan yang tinggi, pengaruh 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 di atas permukaan air, limpasan permukaan air, aliran di bawah 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 sintetis Nakayasu.



Gambar 2.4 Hidrograf Satuan Sintetis 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 :

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

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

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

$tg$  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 :  $t_g = 0,4 + 0,058 L$
- Sungai dengan panjang alur  $L < 15$  km :  $t_g = 0,21 L^{0,7}$

Keterangan :

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

$Q_a$  = 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 :  $t > (T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3})$

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

