

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banjir merupakan salah satu masalah yang sering terjadi di Indonesia. Permasalahan ini hampir setiap tahun berulang, bahkan cenderung mengalami peningkatan dari segi frekuensi, luasan, kedalaman, dan durasi. Jika dilihat ke belakang, akar permasalahan banjir di perkotaan berawal dari penambahan penduduk yang sangat besar di atas rata - rata pertumbuhan nasional akibat urbanisasi. Pertambahan penduduk ini tidak diimbangi dengan penyediaan sarana dan prasarana perkotaan yang memadai sehingga morfologi kota menjadi tidak teratur. Banjir terjadi akibat tidak berfungsinya drainase sebagai saluran untuk menyalurkan kelebihan air.

Sistem drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan membuang kelebihan air (banjir) dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Jadi sistem drainase adalah rekayasa infrastruktur di suatu kawasan untuk menanggulangi adanya genangan banjir dan drainase didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari tentang usaha untuk mengalirkan air yang berlebihan pada suatu kawasan Pemanfaatan lahan yang tidak tertib turut menyebabkan persoalan drainase di perkotaan menjadi sangat kompleks. Selain karena masalah sedimentasi, kondisi saluran yang rusak juga menjadi salah satu penyebab terjadinya genangan (Luciana et al. 2013). Menurut Dewi et al. (2014), drainase merupakan sarana atau prasarana untuk mengalirkan air hujan dari suatu tempat ke tempat lain.

Kabupaten Badung sebagai pusat pariwisata di Bali sekaligus merupakan kabupaten yang memiliki kepadatan penduduk 683,20 ribu jiwa (BPS Kabupaten Badung tahun 2020). Hal tersebut menyebabkan kebutuhan jaringan drainase sangat penting di wilayah Kabupaten Badung. Jaringan drainase di Kabupaten Badung memiliki peranan yang sangat penting, dalam pengelolaan air limbah, pembuangan air hujan,

Daerah Tuka, Dalung Kabupaten Badung merupakan daerah langganan banjir saat musim penghujan. Banjir ini terjadi pada saat hujan deras mengguyur daerah Tuka Desa Dalung. Berdasarkan pengamatan penulis banjir di Daerah Tuka terjadi setiap tahun sejak tahun 2017. Tahun 2022 ini banjir masih menjadi masalah di Daerah Tuka. Banjir menyebabkan terganggunya aktivitas masyarakat terutama pengguna jalan. Masyarakat tidak bisa melakukan mobilisasi karena jalan terendam oleh air. Banyak kendaraan yang mogok akibat menerjang luapan air drainase yang menggenangi jalan. Sampai saat ini belum ada analisis terhadap saluran drainase existing di Jalan Raya Tuka Dalung, perhitungan curah hujan rencana di kawasan Jalan Raya Tuka Dalung dan perhitungan debit banjir di kawasan Jalan Raya Tuka Dalung. Untuk itu penulis perlu melakukan analisis mengenai kapasitas saluran drainase untuk mengetahui kapasitas saluran tersebut memadai atau tidak dalam menampung debit limpasan air hujan.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang masalah yang telah diurikan di atas, maka rumusan masalah yang dapat di kemukakan yaitu :

1. Berapakah curah hujan rencana 2th, 5th, dan 10th di kawasan Jalan Raya Tuka Dalung?
2. Berapakah debit banjir rencana di kawasan Jalan Raya Tuka Dalung dengan Q_{2th} , Q_{5th} , dan Q_{10th} ?
3. Berapa kapasitas saluran drainase yang ada saat ini (existing) di jalan Raya Tuka Dalung ?

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian analisa kapasitas banjir saluran drainase ini adalah :

1. Mengetahui curah hujan rencana pada Jalan Raya Tuka Dalung.
2. Mengetahui berapa debit banjir rencana dengan Q_{2th} , Q_{5th} , dan Q_{10th} pada Jalan Raya Tuka Dalung.
3. Dapat mengetahui kondisi awal dari saluran drainase pada Jalan Raya Tuka dalung.

1.4 Manfaat

1. Menambah wawasan mengenai analisa kapasitas saluran drainase pada suatu wilayah untuk penulis.
2. Dapat digunakan sebagai bahan kajian ulang bagi mahasiswa maupun dosen untuk dilanjutkan pada penelitian selanjutnya.
3. Dapat dijadikan pedoman pada pemerintah daerah untuk melakukan perbaikan bangunan air untuk menanggulangi masalah banjir.
4. Dapat dijadikan referensi bagi pembaca yang ingin mengetahui dan mendalami ilmu di bidang perairan khususnya mahasiswa yang akan mengambil penelitian di bidang air.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang menjadi pembahasan dalam penelitian ini adalah :

1. Pengukuran yang di ukur adalah saluran darinase sepanjang Jalan Raya Tuka.
2. Data hujan yang digunakan sesuai dengan lokasi yaitu di Kabupaten Badung dengan stasiun terdekat dari lokasi penelitian yaitu BMKG wilayah III
3. Menghitung uji konsistensi data curah hujan dengan metode RAPS (*rescaled adjusted partial sums*).
4. Menghitung curah hujan wilayah dengan menggunakan Metode Rata-Rata Aljabar
5. Peta jaringan drainase pada Kabupaten Badung khususnya Jalan Raya Tuka Dalung.
6. Uji kesesuaian distribusi dengan metode *Chi Square* dan *Smirnov Kolmogorof*.
7. Perhitungan intensitas hujan dengan metode monobe, Ishiguro, Talbot, dan Sherman.
8. Analisa debit banjir rencana dengan metode Rasional.
9. Analisa dimensi saluran drainase pada Jalan Raya Tuka dengan formula *Manning*.
10. Penelitian ini tidak menghitung penyumbatan oleh sampah.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Drainase

Drainase merupakan salah satu fasilitas dasar yang dirancang sebagai sistem guna memenuhi kebutuhan masyarakat dan merupakan komponen penting dalam perencanaan kota (perencanaan infrastruktur khususnya). Berikut beberapa pengertian drainase : Menurut Dr. Ir. Suripin, M.Eng. (2004;7) drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan salinitas. Drainase yaitu suatu cara pembuangan kelebihan air yang tidak diinginkan pada suatu daerah, serta cara-cara penanggulangan akibat yang ditimbulkan oleh kelebihan air tersebut. (Suhardjono 1948:1). Dari sudut pandang yang lain, drainase adalah salah satu unsur dari prasarana umum yang dibutuhkan masyarakat kota dalam rangka menuju kehidupan kota yang aman, nyaman, bersih, dan sehat. Prasarana drainase disini berfungsi untuk mengalirkan air permukaan ke badan air (sumber air permukaan dan bawah permukaan tanah) dan atau bangunan resapan. Selain itu juga berfungsi sebagai pengendali kebutuhan air permukaan dengan tindakan untuk memperbaiki daerah becek, genangan air dan banjir. Kegunaan dengan adanya saluran drainase ini antara lain : Mengeringkan daerah becek dan genangan air sehingga tidak ada akumulasi air tanah. Menurunkan permukaan air

tanah pada tingkat yang ideal. Mengendalikan erosi tanah, kerusakan jalan dan bangunan yang ada. Mengendalikan air hujan yang berlebihan sehingga tidak terjadi bencana banjir. Sebagai salah satu sistem dalam perencanaan perkotaan, maka sistem drainase yang ada dikenal dengan istilah sistem drainase perkotaan. Menurut Dr. Ir. Suripin, M.Eng. (2004;7) drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan salinitas. Drainase yaitu suatu cara pembuangan kelebihan air yang tidak diinginkan pada suatu daerah, serta cara-cara penanggulangan akibat yang ditimbulkan oleh kelebihan air tersebut. (Suhardjono 1948:1) Dari sudut pandang yang lain, drainase adalah salah satu unsur dari prasarana umum yang dibutuhkan masyarakat kota dalam rangka menuju kehidupan kota yang aman, nyaman, bersih, dan sehat. Prasarana drainase disini berfungsi untuk mengalirkan air permukaan ke badan air (sumber air permukaan dan bawah permukaan tanah) dan atau bangunan resapan. Selain itu juga berfungsi sebagai pengendali kebutuhan air permukaan dengan tindakan untuk memperbaiki daerah becek, genangan air dan banjir. Kegunaan dengan adanya saluran drainase ini antara lain :

1. Mengeringkan daerah genangan air sehingga tidak ada akumulasi air tanah.
2. Menurunkan permukaan air tanah pada tingkat yang ideal. Mengendalikan erosi tanah, kerusakan jalan dan bangunan yang ada.

3. Mengendalikan air hujan yang berlebihan sehingga tidak terjadi bencana banjir.

Drainase yang meliputi jenis, sistem, dan permasalahannya: Drainase merupakan salah satu faktor pengembangan irigasi yang berkaitan dalam pengolahan banjir (*float protection*), sedangkan irigasi bertujuan untuk memberikan suplai air pada tanaman . Drainase dapat juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan salinitas.

2.2 Analisis Hidrologi

Secara umum analisa hidrologi merupakan satu bagian analisis awal dalam perancangan bangunan-bangunan hidraulik. Pengertian yang terkandung didalamnya adalah informasi dan besaran-besaran yang diperoleh dalam analisis hidrologi merupakan masukan penting dalam analisis selanjutnya. Bangunan hidraulik dalam bidang teknik sipil dapat berupa gorong-gorong, bendungan, bangunan limbah, tanggul penahan banjir, dan sebagainya. Ukuran dan karakter bangunan-bangunan tersebut sangat tergantung dari tujuan pembangunan dan informasi yang diperoleh dari analisa hidrologi. Sebelum ada informasi yang jelas dari sifat-sifat dan besaran hidrologi diketahui, hampir tidak mungkin dilakukan analisis untuk menentukan berbagai sifat dan besaran hidroliknya. Demikian pula pada dasarnya bangunan-bangunan tersebut harus dirancang berdasar suatu patokan perancangan yang benar, yang diharapkan akan dapat menghasilkan rancangan yang memuaskan. Pengertian memuaskan dalam hal ini adalah bahwa bangunan hidraulik tersebut harus dapat berfungsi baik struktural maupun fungsional dalam jangka waktu yang ditetapkan (Harto, 1993)

2.3 Data Hujan

Data hujan digunakan sebagai acuan dalam melakukan penelitian pada bangunan air atau saluran drainase pada suatu tempat. Data hujan dapat ditemukan pada BMKG wilayah tersebut sesuai dengan kota yang akan dilakukan penelitian. Data curah hujan yang digunakan dalam analisis hidrologi ini adalah data curah hujan harian rata-rata maksimum. Hal ini bertujuan agar analisis dapat mendekati kondisi yang sebenarnya yang ada di lapangan. Data curah hujan tersebut didapat dari stasiun-stasiun penakar hujan maupun stasiun-stasiun pos hujan yang terdapat di wilayah tibubeneng, yang dapat mewakili frekuensi curah hujan yang jatuh dalam daerah tangkapan hujan.

2.4 Uji Konsistensi Data Hujan

Di dalam suatu seri data hujan, biasa terjadi *Non homogenitas* data dan ketidaksamaan (*Inconsistency*) data. Faktor-faktor yang menyebabkan data menjadi tidak homogen dan tidak konsisten meliputi:

1. Perubahan mendadak pada sistem hidrologis, misalnya karena adanya pembangunan gedung-gedung atau tumbuhnya pohon-pohon, gempa bumi dan lain-lain.
2. Pemindahan alat ukur
3. Perubahan cara pengukuran, misalnya penggantian alat dengan jenis dan spesifikasi alat baru atau metode yang berbeda.

Data tidak homogen maupun tidak konsisten menyebabkan hasil analisis tidak teliti. Oleh karena itu sebelum data tersebut dipakai untuk analisis, terlebih dahulu harus diujidulu konsistensi data. Metode yang tersedia antara lain :

2.4.1. Metode *Double Mass Curva Analysis*

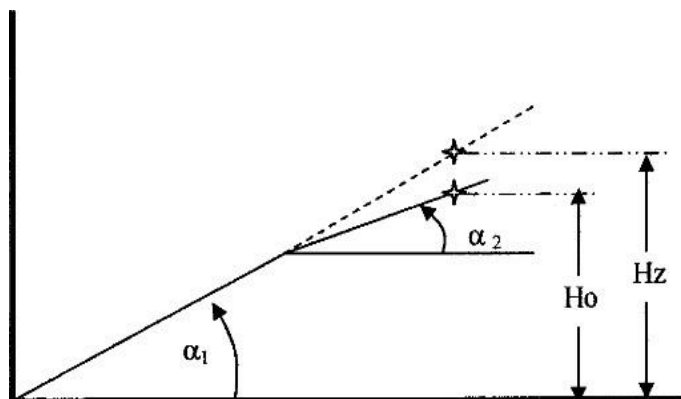
Lengkung massa ganda (*Double Mass Analysis*) adalah pengujian yang menggunakan dua atau lebih data dari stasiun curah hujan. Pengujian dilakukan dengan cara merata-ratakan data dari setiap stasiun curah hujan kawasan (sumbu x) sedangkan pada stasiun yang akan diuji konsistensinya (sumbu y). Pada dasarnya stasiun yang digunakan ≤ 10 (ada juga yang menetapkan ≤ 5) (Subarkah, 1980). Jika stasiun tidak konsisten, akan dilakukan koreksi dengan mengalikan data setelah kurva berubah dengan perbandingan sebelum dan setelah kurva patah (Triatmodjo, 2008). Data curah hujan yang tidak konsisten harus diluruskan menggunakan rumus faktor koreksi dengan persamaan (2. 6) sebagai berikut:

$$H_z = \frac{a_1}{a_2} \times H_o \dots\dots\dots (2. 1)$$

Dimana:

H_z = Tinggi hujan setelah dikoreksi

H_o = Tinggi hujan sebelum dikoreksi



Gambar 2.1 Metode Double Mass Analysis
Sumber : Triatmodjo, 2008

Pengujian dengan metode ini menggunakan analisis regresi linier. Analisis regresi linier adalah hubungan secara linier antara satu variabel independen (X) dengan variabel dependen (Y). Rumus regresi linier adalah:

$$Y = a + bX \text{ (2. 2)}$$

Keterangan:

- Y = Variabel dependen (nilai yang diprediksi)
 X = Variabel Independen
 a = Konstanta (nilai Y apabila X = 0)
 b = Koefisien regresi (nilai peningkatan ataupun penurunan)

Keselaran model regresi dapat diterangkan dengan menggunakan nilai R^2 . Semakin besar nilai tersebut maka model semakin baik. Jika nilai $R^2 < 1$ maka model regresi semakin baik. Nilai R^2 mempunyai karakteristik antara lain selalu positif. Jika $R^2 = 1$ mempunyai arti kesesuaian yang sempurna, maksudnya seluruh variasi dalam variabel Y dapat diterangkan oleh model regresi. Sebaliknya jika $R^2 = 0$ maka tidak ada hubungan linier antara X dan Y.

2.4.2. Metode RAPS (Rescaled Adjusted Partial Sums)

Pengujian konsistensi dengan metode RAPS adalah pengujian dengan menggunakan data dari stasiun itu sendiri yang pengujian dengan kumulatif penyimpangan terhadap nilai rata-rata dibagi dengan akar kumulatif rerata penyimpangan terhadap nilai reratanya, berikut yang akan digunakan :

$$So^* = 0 \text{ (2.3)}$$

$$SK^* = \sum_{k=0}^n (Y - \bar{Y}) \text{ (2.4)}$$

Dengan k = 1,2,3

$$SK^{**} = \frac{SK}{Dy} \dots\dots\dots (2.5)$$

$$Dy^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y - \bar{Y})}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n (sk^*)^2}{n} \dots\dots\dots (2.6)$$

Nilai statistic Q dan R :

$Q = \text{maks } |Sk^{**}| \text{ dengan } 0 \leq k \leq n$

$R = \text{maks } Sk^{**} - \text{min } SK^{**} \text{ dengan } 0 \leq k \leq n$

Dengan melihat nilai statistic maka dapat dicari nilai $Q / \sqrt{n}$ dan $R / \sqrt{n}$. Hasilnya dibandingkan dengan nilai $Q / \sqrt{n}$ syarat dan $R / \sqrt{n}$. Data dikatakan masih dalam batasan konsisten jika $Q / \sqrt{n}$ dan $R / \sqrt{n}$ yang dihitung lebih kecil dari $Q / \sqrt{n}$ dan $R / \sqrt{n}$ syarat dapat dilihat pada tabel

Tabel 2.1 nilai $Q / \sqrt{n}$ dan $R / \sqrt{n}$

N	Q / $\sqrt{n}$			R / $\sqrt{n}$		
	90%	95%	99%	90%	95%	99%
10	1,05	1,14	1,29	1,21	1,28	1,38
20	1,10	1,22	1,42	1,34	1,43	1,60
30	1,12	1,24	1,46	1,40	1,50	1,70
40	1,13	1,26	1,50	1,42	1,42	1,74
50	1,14	1,27	1,52	1,44	1,55	1,78
100	1,17	1,29	1,55	1,50	1,62	1,86

sumber : (hartono, 1993)

2.5 Curah Hujan Kawasan

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata di

seluruh daerah yang bersangkutan (Sosrodarsono, 1978). Cara perhitungan curah hujan dari suatu pengamatan curah hujan di beberapa titik adalah sebagai berikut :

2.5.1. Metode Rata-rata Aljabar

$$R = \frac{1}{n}(R_1 + R_2 + \dots + R_n) \dots \dots \dots (2.7)$$

Dengan:

R = curah hujan rata-rata daerah (mm)

n = jumlah titik-titik (pos-pos) pengamatan

$R_1, R_2, \dots \dots \dots X_n$ = curah hujan di titik-titik pengamatan (mm)

2.5.2. Metode Poligon Thiessen

Metode ini dikenal juga sebagai metode rata-rata timbangan (*weighted mean*). Cara ini memberikan proporsi luasan daerah pengaruh pos penakar hujan untuk mengakomodasi ketidakseragaman jarak. Daerah pengaruh dibentuk dengan menggambarkan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung dua pos penakar terdekat. Diasumsikan bahwa variasi hujan antara pos yang satu dengan lainnya alaha linier dan bahwa sembarangan pos dianggap dapat mewakili kawasan terdekat (Hadisusanto, 2010).

Prosedur penerapan metode ini meliputi :

1. Lokasi pos penakar hujan di pot pada peta DAS. Antara pos penakar dibuat garis lurus penghubung.
2. Tarik garis tegak lurus di tengah-tengah tiap garis penghubung sedemikian rupa, sehingga membentuk poligon thiessen (gambar 2.1). semua tutuk

dalam satu poligon akan mempunyai jarak terdekat dengan pos penakar yang ada di dalamnya dibandingkan dengan jarak terhadap pos lainnya. Selanjutnya, curah hujan pada pos tersebut dianggap representasi hujan pada kawasan dalam poligon yang bersangkutan.

3. Luas areal pada tiap-tiap poligon dapat diukur dengan planimeter dan luas total DAS dapat diketahui dengan menjumlahkan semua luasan poligon.
4. Hujan rata-rata DAS dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$P = \frac{A_1P_1 + A_2P_2 + \dots + A_nP_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots\dots\dots (2.8)$$

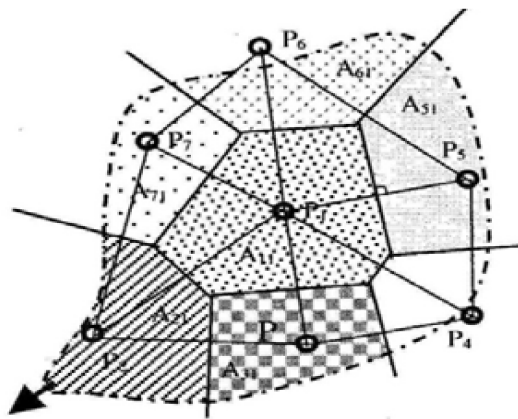
Dimana :

P = curah hujan rata-rata daerah (mm)

$P_1, p_2, \dots, P_n$ = curah hujan di titik-titik pengamatan

$A_1, A_2, \dots, A_n$ = luas pengaruh setiap bagian

A = luas total



Gambar 2.2 poligon thiessen
Sumber : (suripin, 2004)

2.5.3. Metode Isohyet

Luas bagian daerah antara dua garis isohyets yang berdekatan diukur, demikian pula harga rata-rata dari garis isohyet yang berdekatan yang termasuk bagian-bagian daerah itu dapat dihitung sehingga curah hujan daerah dapat dihitung (Wesli, 2008) dengan persamaan :

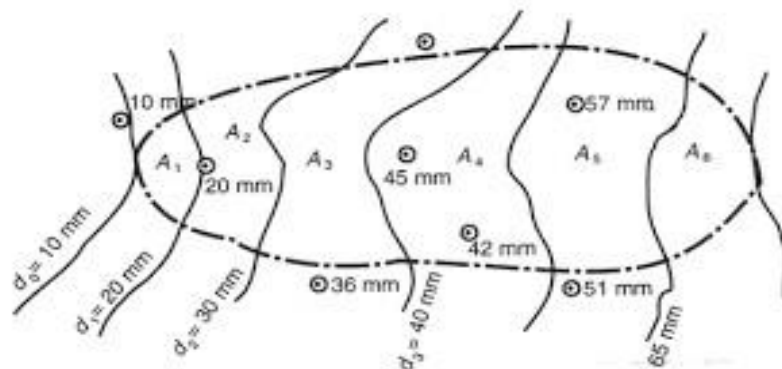
$$R = \frac{\frac{d_0+d_1}{2}A_1 + \frac{d_1+d_2}{2}A_2 + \dots + \frac{d_{n-1}+d_n}{2}A_n}{A_1+A_2+\dots+A_n} \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana :

R = Curah hujan rata-rata daerah (mm)

$d_1, d_2, \dots, d_n$ = curah hujan isohyet 1,2,3.....n

$A_1, A_2, \dots, A_n$ = luas bagian-bagian antara garis isohyet



Gambar 2.2 mengukur tinggi curah hujan dengan metode Isohyet
Sumber : (Soemarto, 1987)

2.6 Parameter Statistik Uji Pemilihan Distribusi

Parameter yang digunakan dalam analisis frekuensi meliputi parameter nilai rata-rata ($\bar{X}$), standar deviasi (S), koefisien variasi (Cv), koefisien kemencengan

(Cs), dan koefisien kurtosis (Ck). Sementara untuk memperoleh harga parameter statistik dilakukan perhitungan dengan rumus dasar sebagai berikut : (Soemarto, Hidrologi Teknik, 1999)

1. Rata-rata

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} \dots\dots\dots(2.10)$$

2. Standar Deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.11)$$

3. Koefisien Variasi (*variation*)

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} \dots\dots\dots(2.12)$$

4. Koefisien Skewness (Skewness)

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \dots\dots\dots(2.13)$$

5. Koefisien Kurtosis

$$C_k = \frac{n^2 \sum (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana :

X_i = curah hujan harian maksimum (mm)

$\bar{X}$ = tinggi curah hujan harian maksimum rata-rata selama n tahun
(mm)

n = jumlah tahun pencatatan data hujan

S = standar deviasi

C_v = koefisien variasi

C_s = koefisien kemencengan

C_k = koefisien kurtosis

2.7 Analisis Frekuensi Data Hidrologi

Tujuan analisis data hidrologi adalah berkaitan dengan besaran peristiwa-peristiwa ekstrim yang berkaitan dengan frekuensi kejadiannya melalui penerapan distribusi kemungkinan. Data hidrologi yang dianalisis diasumsikan tidak tergantung (*independent*) dan terdistribusi secara acak dan bersifat stokastik. (Suripin, 2004).

Data yang diperlukan untuk menunjang teori kemungkinan ini adalah minimum 10 besaran hujan atau debit dengan harga tertinggi dalam setahun jelasnya diperlukan data minimum 10 tahun. Karena terbatasnya data debit maka perkiraan besarnya limpasan, khususnya untuk daerah aliran yang tak terlampau besar, dihitung berdasarkan hubungan curah hujan terhadap aliran dan analisis frekuensi curah hujan. Untuk daerah aliran yang mempunyai beberapa pos hujan, berbagai pertimbangan harus di tinjau supaya dapat harga ekstrim dari rata-rata curah hujan dalam daerah tersebut.

2.7.1. Metode Gumbel

$$X = \bar{X} + K \cdot s_d \dots\dots\dots (2.15)$$

Dengan :

$\bar{X}$ = Harga rata-rata sampel

s_d = Standar deviasi (simpangan baku) sampel

Berikut merupakan langkah-langkah menggunakan distribusi gumbel dimana mencari nilai rata-rata ($\bar{x}$), standar deviasi (Sd), koefisien variasi (Cv), Koefisien skewness (Cs) dan pengukuran kurtosis (Ck) maka nilai tersebut dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$1. \bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} \dots\dots\dots(2.16)$$

$$2. sd = \sqrt{\frac{\sum X_i - \bar{X}^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.17)$$

$$3. cv = \frac{sd}{\bar{X}} \dots\dots\dots(2.18)$$

$$4. cs = \frac{n \sum (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)sd^3} \dots\dots\dots(2.19)$$

$$5. ck = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)sd^4} \dots\dots\dots(2.20)$$

K= faktor frekuensi yang merupakan fungsi dari periode ulang (return periode) dari tipe distribusi.

Untuk menghitung faktor frekuensi E.J gumbel digunakan rumus :

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots(2.21)$$

Dengan :

Y_t = *Reduced variate* sebagai fungsi periode ulang T_r (th)

Y_n = *Reduced mean* sebagai fungsi dari banyaknya data n

S_n = *Reduced standart* deviasi sebagai fungsi dari banyaknya data n

Table 2.2 Reduced Variate sebagai fungsi periode ulang

Tr (Tahun)	Yt
2	0,367
5	1,500
10	2,250
20	2,970

25	3,199
50	3,902
100	4,600
200	5,296
500	6,214
1000	6,907

Sumber : (soemarto, 1987)

Tabel 2.3 Hubungan Jumlah Data n dengan Yn

N	Yn	n	Yn	n	Yn	n	Yn
10	0,4592	34	0.5396	58	0.5518	82	0.5572
11	0.4996	35	0.5402	59	0.5518	83	0.5574
12	0.5053	36	0.5410	60	0.5521	84	0.5576
13	0.507	37	0.5418	61	0.5524	85	0.5578
14	0.51	38	0.5424	62	0.5527	86	0.5580
15	0.5128	39	0.5430	63	0.5530	87	0.5581
16	0.5157	40	0.5436	64	0.5533	88	0.5583
17	0.5181	41	0.5442	65	0.5535	89	0.5585
18	0.5202	42	0.5448	66	0.5538	90	0.5586
19	0.522	43	0.5453	67	0.5540	91	0.5587
20	0.5236	44	0.5458	68	0.5543	92	0.5589
21	0.5283	45	0.5463	69	0.5545	93	0.5591
22	0.5296	46	0.5468	70	0.5548	94	0.5592
23	0.5383	47	0.5473	71	0.5550	95	0.5593
24	0.5396	48	0.5477	72	0.5552	96	0.5595
25	0.5309	49	0.5481	73	0.5555	97	0.5596
26	0.5320	50	0.5485	74	0.5557	98	0.5598
27	0.5332	51	0.5489	75	0.5559	99	0.5599
28	0.5343	52	0.5493	76	0.5561	100	0.5600
29	0.5353	53	0.5497	77	0.5563		
30	0.5362	54	0.5501	78	0.5565		
31	0.5371	55	0.5504	79	0.5557		
32	0.5380	56	0.5508	80	0.5569		
33	0.5388	57	0.5511	81	0.5570		

Sumber : (soewarno, 1995)

Table 2.4 Hubungan Jumlah Data n dengan Sn

n	Sn	n	Sn	n	Sn	n	
10	0.9496	33	1. 1226	56	1. 1696	79	1. 1930
11	0.9676	34	1. 1255	57	1. 1708	80	1. 1938
12	0.9933	35	1. 1285	58	1. 1721	81	1. 1945
13	0.9971	36	1. 1313	59	1. 1734	82	1. 1953
14	1. 0095	37	1. 1339	60	1. 1747	83	1. 1959
15	1. 0206	38	1. 1363	61	1. 1759	84	1. 1967
16	1. 0316	39	1. 1388	62	1. 1770	85	1. 1973
17	1. 0411	40	1. 1413	63	1. 1782	86	1. 1980
18	1. 0493	41	1. 1436	64	1. 1793	87	1. 1987
19	1. 0565	42	1. 1458	65	1. 1803	88	1. 1940
20	1. 0628	43	1. 1480	66	1. 1814	89	1. 2001
21	1. 0696	44	1. 1499	67	1. 1824	90	1. 2007
22	1. 0754	45	1. 1519	68	1. 1834	91	1. 2013
23	1. 0811	46	1. 1538	69	1. 1844	92	1. 2020
24	1. 0864	47	1. 1557	70	1. 1854	93	1. 2026
25	1. 0915	48	1. 1574	71	1. 1863	94	1. 2032
26	1. 1961	49	1. 1590	72	1. 1873	95	1. 2038
27	1. 1004	50	1. 1607	73	1. 1881	96	1. 2044
28	1. 1047	51	1. 1623	74	1. 1890	97	1. 2049
29	1. 1086	52	1. 1638	75	1. 1898	98	1. 2055
30	1. 1124	53	1. 1658	76	1. 1906	99	1. 2060
31	1. 1159	54	1. 1667	77	1. 1915	100	1. 2065
32	1. 1193	55	1. 1681	78	1. 1923		

Sumber : (Soewarno, 1995)

2.7.2. Metode Normal

$$X_T = \bar{X} + kt \cdot sd \quad \dots\dots\dots (2.22)$$

Dengan :

X_T = Hujan Rencana dengan Periode Ulang T Tahun

$\bar{X}$ = nilai rata-rata dari data hujan (X) mm

kt = faktor frekuensi, nilai tergantung T (lampiran tabel variabel reduksi gauss)

Sd = standar deviasi

Berikut merupakan langkah-langkah menggunakan distribusi normal

dimana mencari nilai rata-rata ($\bar{x}$), standar deviasi (Sd), koefisien variasi (Cv),

Koefisien skewness (Cs) dan pengukuran kurtosis (Ck) maka nilai tersebut dapat

dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$1. \bar{X} = \frac{\sum Xi}{n} \dots\dots\dots(2.23)$$

$$2. sd = \sqrt{\frac{\sum Xi - \bar{X}^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.24)$$

$$3. cv = \frac{sd}{\bar{X}} \dots\dots\dots(2.25)$$

$$4. cs = \frac{n \sum (Xi - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)sd^3} \dots\dots\dots(2.26)$$

$$5. ck = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)sd^4} \dots\dots\dots(2.27)$$

Tabel 2.5 nilai variabel reduksi gauss

No	Periode Ulang, T (tahun)	Peluang	K _T
1	1,001	0,999	-3,05
2	1,005	0,995	-2,58
3	1,010	0,990	-2,33
4	1,050	0,950	-1,64
5	1,110	0,900	-1,28
6	1,250	0,800	-0,84
7	1,330	0,750	-0,67
8	1,430	0,700	-0,52
9	1,670	0,600	-0,25
10	2,000	0,500	0
11	2,500	0,400	0,25
12	3,330	0,300	0,52
13	4,000	0,250	0,67
14	5,000	0,200	0,84
15	10,000	0,100	1,28
16	20,000	0,050	1,64
17	50,000	0,020	2,05
18	100,000	0,010	2,33
19	200,000	0,005	2,58
20	500,000	0,002	2,88
21	1000,000	0,001	3,09

Sumber : (soewarno, 1995)

2.7.3. Metode Log Normal

Distribusi Log Normal merupakan hasil transformasi dari distribusi normal, yaitu dengan mengubah nilai variat X menjadi logaritmik variat X. Distribusi log

person type III akan menjadi distribusi log normal apabila nilai koefisien kemencengan $C_s = 0,00$. Metode log normal apabila digambarkan pada kertas peluang logaritmik akan merupakan persamaan garis lurus, sehingga dapat dinyatakan sebagai model matematik dengan persamaan sebagai berikut :

(soewarno, 1995)

Rumus :

Curah hujan rencana periode ulang t tahun :

$$\log Xt = \overline{\log X} + Kt \times S \log X \dots\dots\dots(2.28)$$

Standar deviasi :

$$S \log X = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log Xi - \overline{\log X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.29)$$

Dimana :

$\log Xt$ = curah hujan rencana dengan periode ulang t tahun (mm)

$\overline{\log X}$ = curah hujan rata-rata (mm)

$S \log X$ = standar deviasi

Kt = faktor frekuensi

Tabel 2.6 Standar Variabel KT

T (Tahun)	Kt	T (Tahun)	Kt	T (Tahun)	Kt
1	- 1.86	20	1.89	90	3.34
2	- 0.22	25	2.1	100	3.45
3	0. 17	30	2.27	110	3.53
4	0.44	35	2.41	120	3.62
5	0.64	40	2.54	130	3.7
6	0.81	45	2.65	140	3.77
7	0.95	50	2.75	150	3.84
8	1.06	55	2.86	160	3.91
9	1.17	60	2.93	170	3.97
10	1.26	65	3.02	180	4.03
11	1.35	70	3.08	190	4.09
12	1.43	75	3.6	200	4.14
13	1.5	80	3.21	221	4.24
14	1.57	85	3.28	240	4.33
15	1.63	90	3.33	260	4.42

Sumber : (soewarno, 1995)

Tabel 2.7 Variasi Untuk Metode Sebaran Log Normal

Cv	Periode Ulang T tahun					
	2	5	10	20	50	100
0.0500	-0.2500	0.8334	12.965	16.863	21.341	24.370
0.1000	-0.0496	0.8222	13.078	17.247	22.130	25.489
0.1500	-0.0738	0.8085	13.156	17.598	22.899	26.607
0.2000	-0.0971	0.7926	13.200	17.911	23.640	27.716
0.2500	-0.1194	0.7748	13.209	18.183	24.348	28.805
0.3000	-0.1406	0.7547	13.183	18.414	25.316	29.866
0.3500	-0.1604	0.7333	13.126	18.602	25.638	30.890
0.4000	-0.1788	0.7100	13.037	18.746	26.212	31.870
0.4500	-0.1957	0.6870	12.920	18.848	26.734	32.109
0.5000	-0.2111	0.6626	12.778	18.909	27.202	33.673
0.5500	-0.2251	0.6129	12.513	18.931	27.615	34.488
0.6000	-0.2375	0.5879	12.428	18.916	27.974	35.241
0.6500	-0.2485	0.5879	12.226	18.866	28.279	35.930
0.7000	-0.2582	0.5631	12.011	18.786	28.532	36.568
0.7500	-0.2667	0.5387	11.784	18.577	28.735	37.118
0.8000	-0.2739	0.5148	11.548	18.543	28.891	37.617
0.8500	-0.2801	0.4914	11.306	18.388	29.002	38.056

0.9000	-0.2852	0.4886	11.060	18.212	29.071	38.437
0.9500	-0.2895	0.4466	10.810	18.021	29.102	38.762
10.000	-0.2929	0.4254	10.560	17.815	29.098	39.036

Sumber : (Soewarno, 1995)

2.7.4. Metode Log Pearson Type III

Distribusi Log Pearson Tipe III digunakan untuk analisis variabel hidrologi dengan nilai variat minimum misalnya frekuensi distribusi dari debit minimum (low flows). Distribusi Log Pearson Type III, mempunyai koefisien kemencengan $C_s \neq 0$, (Indarto, 2016).

Harga rata-rata :

$$\overline{\log X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log x_i}{n} \dots\dots\dots(2.30)$$

Koefisien kemencengan :

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log x_i - \overline{\log x})^3}{(n-1)(n-2)^3} \dots\dots\dots(2.31)$$

Standar Deviasi :

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\log X - \overline{\log X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.32)$$

Curah hujan rencana periode ulang t tahun :

$$\log X_t = \overline{\log X} + G \times S \dots\dots\dots(2.33)$$

Koefisien kurtosis :

$$C_k = \frac{n^2 \sum (\log X_i - \overline{\log X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)X(S \log X)^4} \dots\dots\dots(2.34)$$

Koefisien variasi :

$$C_v = \frac{S}{\overline{\log X}} \dots\dots\dots(2.35)$$

Dinamika : $\log Xt$ = curah hujan rencana periode ulang t tahun

$\overline{\log X}$ = harga rata-rata

G = faktor frekuensi

S = standar deviasi

Cs = koefisien kemencengan

Ck = koefisien kurtosis

Cv = koefisien variasi

Sumber : (Indarto, 2016)

Tabel 2.8 Harga G Pada Distribusi Log Pearson III (Untuk Cs Positif)

Cs	Kala Ulang											
	1,0101	1,0526	1,1111	1,25	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Kemungkinan Terjadinya Banjir (%)											
	99	95	90	80	50	20	10	4	2	1	0.5	0.1
0.0	-2.326	-1.645	-1.282	-0.842	0.000	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576	3.090
0.1	-2.252	-1.616	-1.270	-0.846	-0.017	0.836	1.292	1.785	2.107	2.400	2.670	3.235
0.2	-2.175	-1.586	-1.258	-0.850	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763	3.380
0.3	-2.104	-1.555	-1.245	-0.853	-0.050	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856	3.525
0.4	-2.029	-1.524	-1.231	-0.855	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615	2.949	3.670
0.5	-1.955	-1.491	-1.216	-0.856	-0.083	0.808	1.323	1.910	2.311	2.686	3.041	3.815
0.6	-1.880	-1.458	-1.200	-0.857	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132	3.960
0.7	-1.806	-1.423	-1.183	-0.857	-0.116	0.790	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223	4.105
0.8	-1.733	-1.388	-1.166	-0.856	-0.132	0.780	1.336	1.993	2.453	2.891	3.312	4.250
0.9	-1.660	-1.353	-1.147	-0.854	-0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957	3.401	4.395
1.0	-1.588	-1.317	-1.128	-0.852	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022	3.489	4.540
1.1	-1.518	-1.280	-1.107	-0.848	-0.180	0.745	1.341	2.006	2.585	3.087	3.575	4.680
1.2	-1.449	-1.243	-1.086	-0.844	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149	3.661	4.820
1.3	-1.388	-1.206	-1.064	-0.838	-0.210	0.719	1.339	2.108	2.666	3.211	3.745	4.965
1.4	-1.318	-1.163	-1.041	-0.832	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828	5.110
1.5	-1.256	-1.131	-1.018	-0.825	-0.240	0.690	1.333	2.146	2.743	3.330	3.910	5.250

1.6	-1.197	-1.093	-0.994	-0.817	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388	3.990	5.390
1.7	-1.140	-1.056	-0.970	-0.808	-0.268	0.660	1.324	2.179	2.815	3.444	4.069	5.525
1.8	-1.087	-1.020	-0.945	-0.799	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147	5.660
1.9	-1.037	-0.984	-0.920	-0.788	-0.294	0.627	1.310	2.207	2.881	3.553	4.223	5.785
2.0	-0.990	-0.949	-0.895	-0.777	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298	5.910
2.1	-0.946	-0.914	-0.869	-0.765	-0.319	0.592	1.294	2.230	2.942	3.656	4.372	6.055
2.2	-0.905	-0.882	-0.844	-0.752	-0.330	0.574	1.284	2.240	2.970	3.705	4.454	6.200
2.3	-0.867	-0.850	-0.819	-0.739	-0.341	0.555	1.274	2.248	2.997	3.753	4.515	6.333
2.4	-0.832	-0.819	-0.795	-0.725	-0.351	0.537	1.262	2.256	3.023	3.800	4.584	6.467
2.5	-0.799	-0.790	-0.771	-0.711	-0.360	0.518	1.250	2.262	3.048	3.845	4.652	6.600
2.6	-0.769	-0.762	-0.747	-0.696	-0.368	0.499	1.238	2.267	3.071	3.889	4.718	6.730
2.7	-0.740	-0.736	-0.724	-0.681	-0.376	0.479	1.224	2.272	3.097	3.932	4.783	6.860
2.8	-0.714	-0.711	-0.702	-0.666	-0.384	0.460	1.210	2.275	3.114	3.973	4.847	6.990
2.9	-0.690	-0.688	-0.681	-0.651	-0.390	0.440	1.195	2.277	3.134	4.013	4.909	7.120
3.0	-0.667	-0.665	-0.660	-0.636	-0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	4.051	4.970	7.250

Sumber : (Soemarto, 1987)

Tabel 2.9 Harga G Pada Distribusi Log Pearson III (Untuk Cs Negatif)

Cs	Kala Ulang											
	1,0101	1,0526	1,1111	1,25	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Kemungkinan Terjadinya Banjir (%)											
	99	95	90	80	50	20	10	4	2	1	0.5	0.1
0.0	-2.326	-1.645	-1.282	-0.842	0.000	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576	3.090
-0.1	-2.400	-1.673	-1.292	-0.836	0.017	0.846	1.270	1.716	2.000	2.252	2.482	2.950
-0.2	-2.472	-1.700	-1.301	-0.830	0.033	0.850	1.258	1.680	1.945	2.178	2.388	2.810
-0.3	-2.544	-1.726	-1.309	-0.824	0.050	0.853	1.245	1.643	1.890	2.104	2.294	2.675
-0.4	-2.615	-1.750	-1.317	-0.816	0.066	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029	2.201	2.540
-0.5	-2.686	-1.774	-1.323	-0.808	0.083	0.856	1.216	1.567	1.777	1.955	2.108	2.400
-0.6	-2.755	-1.797	-1.328	-0.800	0.099	0.857	1.200	1.528	1.720	1.880	2.016	2.275
-0.7	-2.824	-1.819	-1.333	-0.790	0.116	0.857	1.183	1.488	1.663	1.806	1.926	2.150
-0.8	-2.891	-1.839	-1.336	-0.780	0.132	0.856	1.166	1.448	1.606	1.733	1.837	2.035
-0.9	-2.957	-1.858	-1.339	-0.769	0.148	0.854	1.147	1.407	1.549	1.660	1.749	1.910
-1.0	-3.022	-1.877	-1.340	-0.758	0.164	0.852	1.128	1.366	1.492	1.588	1.664	1.800
-1.1	-3.087	-1.894	-1.341	-0.745	0.180	0.848	1.107	1.324	1.435	1.518	1.581	1.713
-1.2	-3.149	-1.190	-1.340	-0.732	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.449	1.501	1.625
-1.3	-3.211	-1.925	-1.339	-0.719	0.210	0.838	1.064	1.240	1.324	1.383	1.424	1.545
-1.4	-3.271	-1.938	-1.337	-0.705	0.225	0.832	1.041	1.198	1.270	1.318	1.351	1.465
-1.5	-3.330	-1.951	-1.333	-0.690	0.240	0.825	1.018	1.157	1.217	1.318	1.351	1.373
-1.6	-3.388	-1.962	-1.329	-0.875	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.197	1.216	1.280
-1.7	-3.444	-1.972	-1.324	-0.660	0.268	0.808	0.970	1.075	1.116	1.140	1.155	1.205
-1.8	-3.499	-1.981	-1.318	-0.643	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	1.087	1.097	1.130

-1.9	-3.553	-1.989	-1.310	-0.627	0.294	0.788	0.920	0.996	1.023	1.037	1.044	1.065
-2.0	-3.605	-1.996	-1.302	-0.609	0.307	0.777	0.895	0.959	0.980	0.990	0.995	1.000
-2.1	-3.656	-2.001	-1.294	-0.592	0.319	0.765	0.869	0.923	0.939	0.946	0.949	0.955
-2.2	-3.705	-2.006	-1.284	-0.574	0.330	0.752	0.844	0.888	0.900	0.905	0.907	0.910
-2.3	-3.753	-2.009	-1.274	-0.555	0.341	0.739	0.819	0.855	0.864	0.867	0.869	0.874
-2.4	-3.800	-2.011	-1.262	-0.537	0.351	0.725	0.795	0.823	0.830	0.832	0.833	0.838
-2.5	-3.845	-2.012	-1.290	-0.518	0.360	0.711	0.771	0.793	0.798	0.799	0.800	0.802
-2.6	-3.889	-2.013	-1.238	-0.499	0.368	0.696	0.747	0.764	0.768	0.769	0.769	0.775
-2.7	-3.932	-2.012	-1.224	-0.479	0.376	0.681	0.724	0.738	0.740	0.740	0.741	0.748
-2.8	-3.973	-2.010	-1.210	-0.460	0.384	0.666	0.702	0.712	0.714	0.714	0.714	0.722
-2.9	-4.013	-2.007	-1.195	-0.440	0.330	0.651	0.681	0.683	0.689	0.690	0.690	0.695
-3.0	-4.051	-2.003	-1.180	-0.420	0.390	0.636	0.660	0.666	0.666	0.667	0.667	0.668

Sumber : (soemarto, 1987)

Syarat yang digunakan untuk menentukan jenis distribusi yang akan digunakan sebagai berikut :

Tabel 2.10 sebaran distribusi frekuensi

Jenis Sebaran	Syarat
Nornal	$C_s = 0$
	$C_k = 3$
Gumbel	$C_s \leq 1,1396$
	$C_k \leq 5,4002$
Log Person Tipe III	$C_s \neq 0$
Log Normal	$C_s \approx 3 C_v + C_v^2 = 3$
	$C_k = 5,383$

Sumber : (Soemarto, Hidrologi Teknik, 1999)

2.8 Uji Kesesuaian Distribusi

Uji kesesuaian distribusi curah hujan dimaksudkan untuk menentukan kecocokan (*the goodness of fit test*) distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperbaiki. Untuk menggambarkan hal tersebut maka dibutuhkan pengujian dengan parameter. Parameter yang adalah Uji Chi-kuadrat dan Uji Smirnov Kolmogorov. (suripin, 2004)

2.8.1. Metode Chi Kuadrat

Prinsip pengujian dengan metode ini didasarkan pada jumlah pengamatan yang diharapkan pada pembagian kelas, dan ditentukan terhadap jumlah data pengamatan yang terbaca di dalam kelas tersebut, atau dengan membandingkan nilai *chi square* (X^2) dengan nilai *chi square kritis* (X^2_{cr}). (Soewarno, 1995)

Uji kesesuaian antara jumlah pengamatan dan harapan didasarkan pada jumlah *chi square*. Berikut adalah rumus yang digunakan dalam perhitungan *chi kuadrat*:

$$\chi^2 = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots (2.36)$$

Dimana :

χ^2 = parameter *chi-kuadrat* terhitung kritis

Σ = jumlah sub kelompok

O_i = jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke- i

E_i = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke- i

Sumber : (Soewarno, 1995)

Suatu distribusi dikatakan selaras jika nilai X^2 dihitung $< X^2$ kritis. Nilai X^2 kritis dapat dilihat di tabel 2.11. dari hasil pengamatan yang dapat dicari penyimpangannya dengan *chi square* kritis paling kecil. Untuk suatu nilai nyata tertentu (*level of significant*) yang sering diambil adalah 5%. (Soewarno, 1995). Derajat kebebasan ini secara umum dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Dk = K - (P + 1) \dots \dots \dots (2.37)$$

Dimana :

Dk = Derajat kebebasan

P = Nilai untuk distribusi Metode Gumbel, $P=1$

Adapun kriteria penilaian hasilnya adalah sebagai berikut :

1. Apabila peluang lebih besar 5% maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan dapat diterima.
2. Apabila peluang lebih kecil dari 1% maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan dapat di terima.
3. Apabila peluang lebih kecil dari 1%-5%, maka tidak mungkin mengambil keputusan, perlu penambahan data.

Tabel 2.11 Nilai Kritis Derajat Kepercayaan (α) Untuk Uji Chi-Kuadrat

dk	α Derajat Kepercayaan							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,0000393	0,000016	0,00089	0,00393	3,841	5,0245	6,635	78,879
2	0,01	0,0201	0,0506	0,103	5,991	7,378	9,21	10,597
3	0,0717	0,115	0,216	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	14,86
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,077	12,832	15,086	16,75
6	0,676	0,872	1,273	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,69	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,18	2,733	15,507	17,535	20,09	21,955
9	1,735	2,088	2,7	3,325	16,919	19,023	21,666	23,59
10	2,156	2,558	3,47	3,94	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19,675	21,92	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,026	23,337	26,217	28,3
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,362	24,736	27,388	29,819
14	4,075	4,66	5,629	6,571	23,685	26,119	29,141	31,319

15	4,601	5,229	6,262	7,261	24,996	27,448	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,296	28,845	32	34,267
17	5,697	6,408	7,564	8,672	27,587	30,191	33,409	35,718
18	6,625	7,015	8,231	9,39	28,869	31,526	34,805	37,156
19	6,844	7,633	8,907	10,117	30,114	32,852	36,191	38,582
20	7,434	8,26	9,591	10,815	31,41	34,17	37,566	39,997
21	8,034	8,897	10,283	11,591	32,671	35,479	38,923	41,401
22	8,643	9,542	10,982	12,338	33,924	36,781	40,289	42,796
23	9,26	10,196	11,689	13,091	36,172	38,076	41,638	44,181
24	9,688	10,856	12,401	13,848	36,415	39,364	42,98	45,558
25	10,52	11,524	13,12	14,611	37,652	40,646	44,314	46,928
26	11,16	12,1989	13,844	15,379	38,885	41,923	45,642	48,29
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	13,131	14,256	16,047	17,708	42,558	45,722	49,588	52,336
30	13,787	14,953	16,791	18,493	43,733	46,979	50,892	53,672

Sumber : (Soewarno, 1995)

2.8.2. Metode Smirnov Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov sering disebut juga uji kecocokan non parametrik, karena pengujiaannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu.

Prosedur pelaksanaannya adalah sebagai berikut : (Suripin, 2004)

1. Urutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut

$$X_1 = P(X_1) ; X_2 = P(X_2) ; X_3 = P(X_3), \text{ dan seterusnya}$$

2. Urutkan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya)

$$X_1 = P'(X_1) ; X_2 = P'(X_2) ; X_3 = P'(X_3), \text{ dan seterusnya}$$

3. Dari kedua nilai peluang tersebut, tentukan selisih terbesarnya antara peluang pengamatan dengan peluang teoritis.

$$D \text{ maksimum} = (P(X_n) - (p'(X_n)))$$

4. Berdasarkan tabel nilai kritis (Smirnov-Kolmogorov test) tentukan harda tabel Do dari tabel 2.12.

Tabel 2.12 nilai kritis uji smirnov-kolmogorov

α n	Derajat Kepercayaan			
	0,2	0,1	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,3	0,43	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	0,1	0,2	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
n>50	$\frac{1.07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.22}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.36}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.63}{\sqrt{n}}$

Sumber : (Soewarno, 1995)

2.9 Intensitas Hujan

Intensitas hujan merupakan kedalaman atau tinggi air hujan per satuan waktu dan hujan memiliki sifat umum yaitu semakin singkat hujan berlangsung maka intensitasnya cenderung semakin tinggi dan semakin tinggi periode ulangnya maka semakin tinggi pula intensitasnya. Analisis intensitas hujan sangat tergantung dari ketersediaan data pada daerah studi, namun apabila data yang tersedia berupa data dari penakar hujan harian maka perhitungan kurva IDf (*Intencity Duration Frequence*) menggunakan rumus pendekatan Mononobe sebagai berikut :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \dots\dots\dots(2.38)$$

Dimana :

I = intensitas hujan (mm/jam)

R_{24} = curah hujan harian maksimum dalam jam (mm)

t = lamanya hujan (jam)

hubungan antara intensitas hujan, lama hujan dan frekuensi hujan biasanya dinyatakan dalam lengkungan Intensitas Durasi Frekuensi (IDF). Diperlukan data jangka pendek untuk membentuk lengkungan IDF. Data hujan jenis ini dapat diperoleh pada pos penakar otomatis. Selanjutnya, berdasarkan data hujan jangka pendek tersebut lengkungan IDF dapat dibuat dengan salah satu persamaan berikut :

1. Metode Talbot

$$I = \frac{a}{t+b} \dots\dots\dots(2.39)$$

$$a = \frac{[It][I^2] - [I^2t][I]}{N[I^2] - [I][I]} \dots\dots\dots(2.40)$$

$$b = \frac{[I][It] - N[I^2t]}{N[I^2] - [I][I]} \dots\dots\dots(2.41)$$

2. Metode Sherman

$$I = \frac{a}{t^n} \dots\dots\dots(2.42)$$

$$a = \left(\frac{[\log I][(\log t^2) - [\log t \log I][\log t]]}{N[(\log t)]^2 - [\log t][\log t]} \right) \dots\dots\dots(2.43)$$

$$n = \frac{[\log I][\log t] - N[\log I \log t]}{N[(\log t)]^2 - [\log t][\log t]} \dots\dots\dots(2.44)$$

3. Metode Ishiguro

$$I = \frac{a}{\sqrt{t+b}} \dots\dots\dots(2.44)$$

$$a = \frac{[I\sqrt{t}][I^2] - [I^2\sqrt{t}][I]}{N[I^2] - [I][I]} \dots\dots\dots(2.46)$$

$$b = \frac{[I][I\sqrt{t}] - N[I^2\sqrt{t}]}{N[I^2] - [I][I]} \dots\dots\dots(2.47)$$

Dimana :

a, b, n = konstanta

I = intensitas hujan (mm/jam)

t = lamanya hujan (jam)

N = banyaknya data

$[]$ = jumlah angka-angka dalam tiap suku

Besarnya deviasi rata-rata dari ketiga jenis rumus harus dihitung untuk mengetahui metode atau jenis rumus yang memberikan hasil yang optimum sebagai rumus persamaan kurva lengkung IDF.

2.10 Analisis Debit Banjir Rencana

Menurut (Wanielista, 1990) metode rasional adalah kaitan antara run-off dengan intensitas curah hujan awalnya digunakan untuk memperkirakan debit puncak (*peak discharge*).

Rumus umum metode Rasional

$$Q = 0,278 C. I. A \dots\dots\dots(2.48)$$

Dimana :

Q = Debit banjir (m³/det)

C = Koefisien pengaliran

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas daerah aliran (km²)

Konstanta 0,278 adalah faktor konversi debit puncak ke satuan dalam m³/detik (Seyhan, 1990). Dalam perencanaan saluran drainase dapat dipakai standar yang telah ditetapkan, baik debit rencana (periode ulang) dan cara analisis yang dipakai, tinggi jagaan, struktur saluran, dan lain-lain.

1. Koefisien Pengaliran

Merupakan satuan variabel yang berdasar pada kondisi daerah pengaliran dan karakteristik hujan jatuh pada daerah tersebut, sehingga waktu konsentrasi merupakan waktu yang diperlukan oleh air hujan yang jatuh untuk mengalir dari titik terjauh sampai ketempat saluran atau disebut dengan titik kontrol setelah tanah dan depresi-depresi kecil terpenuhi, dan waktu konsentrasi (t_c) oleh Kirpich (1940) yaitu sebagai berikut :

$$t_c = \left(\frac{0.87L^2}{1000S} \right)^{0.387} \dots\dots\dots (2.49)$$

Dimana :

t_c = Waktu konsentrasi (mm)

L = Panjang saluran utama (km)

S = Kemiringan saluran utama (m/m)

Berdasarkan koefisien pengaliran suatu daerah dipengaruhi oleh kondisi karakteristik, sebagai berikut : (Subarkah, 1980).

- a. Keadaan hujan.
- b. Luas dan bentuk daerah pengaliran.

- c. Kemiringan daerah pengaliran dan kemiringan dasar pegunungan.
- d. Daya infiltrasi tanah dan perokasi tanah.
- e. Kebasahan tanah.
- f. Suhu, udara, angin, dan evaporasi.
- g. Letak daerah aliran terhadap arah angin.
- h. Daya tampung palung sungai dan daerah sekitar.

Tabel 2.13 koefisien Pengaliran

Kondisi DAS	Koefisien pengaliran
Pegunungan curam	0.75 – 0.90
Pegunungan tersier	0.70 – 0.80
Tanah berelief berat dan Berhutan kayu	0.50 – 0.75
Dataran pertanian	0.45 – 0.60
Dataran sawah irigasi	0.70 – 0.80
Sungai di pegunungan	0.75 – 0.85
Sungai di dataran rendah	0.45 – 0.75
Sungai besar yang sebagian alirannya berada di dataran rendah	0.50 – 0.75

Sumber : (Sosrodarsono, 1978)

2. Daerah Pengaliran

Merupakan cakupan hujan yang terjadi di dalam daerah pengaliran. Yang dimana dalam penentuan luas daerah pengaliran berpengaruh pada besarnya debit banjir rancangan sehingga semakin luas daerah pengaliran maka semakin lama puncak banjir.

3. Intensitas Hujan

Merupakan ketinggian curah hujan yang terjadi persatuan waktu yang dimana air tersebut terkonsentrasi.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{tc} \right)^{2/3} \dots\dots\dots(2.53)$$

Dimana:

I = Intensitas Hujan (mm/jam)

R_{24} = Curah hujan harian maksimum dalam jam (mm)

tc = Lamanya hujan (jam)

2.11 Analisis Dimensi Saluran

Analisis ini dilaksanakan guna untuk mengetahui besarnya kapasitas masing-masing saluran atau sungai yang dikaitkan dengan debit banjir yang ada, dan untuk melakukan analisis kapasitas saluran menggunakan persamaan rumus sebagai berikut:

$$Q = A \cdot V \dots\dots\dots(2.54)$$

Dimana :

Q = Debit banjir rancangan (m^3/dt)

A = Luas penampang basah (m^2)

V = Kecepatan air

Rumus kecepatan menurut Manning :

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} S^{1/2} \dots\dots\dots(2.55)$$

Dimana :

n = Kekasaran dasar saluran (tabel 2.14)

R = jari-jari hidrolis (m)

S = Kemiringan dasar saluran

Dengan :

$$A = b \cdot h \dots\dots\dots(2.56)$$

$$P = b + 2h \dots\dots\dots(2.57)$$

$$R = A/P \dots\dots\dots(2.58)$$

Untuk saluran dengan penampang persegi. Dan untuk saluran penampang trapesium rumus yang digunakan :

$$A = (b + m \cdot h)h \dots\dots\dots(2.59)$$

$$P = b + 2h \sqrt{m^2 + 1} \dots\dots\dots(2.60)$$

$$R = A/P \dots\dots\dots(2.61)$$

Dimana :

b = lebar saluran (m)

h = tinggi saluran (m)

m = perbandingan kemiringan talud

A = luas penampang basah (m^2)

P = keliling basah saluran (m)

Tabel 2.14 Angka Kekasaran Manning

No	Type Saluran	Koefisien (n)
1	Saluran Tanah	0.0055
2	Saluran Pasangan Batu Kali (dasar batu kali)	0.023
3	Saluran Pasangan Batu Kali (dasar tanah)	0.020
4	Pasangan Batu Kali (dasar beton)	0.015
5	Saluran Alami	0.030

Sumber : (Chow, 1992)