

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Hadi (2010), melakukan penelitian dengan judul “Analisis Karakteristik Curah Hujan di Kota Bengkulu”. Metode penelitian dimulai dari pengumpulan data curah hujan bulanan selama kurun waktu 30 tahun (1997 s.d 2006) sedari satasiun Meterologi Padang Kamiling, Bengkulu.kemudian diolah dengan menggunakan Software Microsoft Excel, sehinga diperoleh nilai rata-rata curah hujan selama 30 tahun dan juga diperoleh nilai intensitas curah hujan rata-rata bulanan tiap tahun. Hasil dari penelitian ini adalah curah hujan normal di Kota Bengkulu selama 30 tahun (1977-2006) yaitu 3413,5mm/tahun. intensitas curah hujan rata-rata Kota Bengkulu selama 30 tahun mengalami peningkatan secara polinomial dengan persamaan $y = 0,0069x + 0,5095$ dengan nilai koefisien determinasi $R^2 = 0,2236$.

Putra (2010) mengemukakan hasil penelitian adalah metode Van Breen yang terpilih untuk daerah kawasan jeruk purut untuk menghitung intensitas hujan. Penelitian tersebut adalah tentang evaluasi permasalahan sistem drainase kawasan jeruk purut, kecamatan pasar minggu, kotamadya jakarta selatan. Analisa frekuensi yang digunakan adalah dengan menggunakan 4 metode, yaitu Metode Distribusi Normal, Log pearson Tipe III, dan Metode Gumbel, lalu pemilihan metode dengan menggunakan Uji Chi Kuadrat yang mempunyai peluang lebih besar dari 5%. Sedangkan untuk analisis Intensitas Hujan dilakukan dengan menggunakan curah hujan harian maksimum dengan Metode Mononobe, Van Breen, Hasper der Weduwen , dan Bell- Tanimoto.

Susilowati (2010), melakukan penelitian dengan judul “Analisis Karakteristik Curah Hujan dan Kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) di Propinsi Lampung”. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk menganalisa karakteristik curah hujan yang sesuai dengan data hujan jangka pendek di stasiun BMG Maritim Lampung, Stasiun BMG Radin Inten II Bandar Lampung, Stasiun Kalimatologi Masgar Tenginer dan Stasiun Geofisika Kotabumi.

Kesimpulan yang diperoleh pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data hujan yang digunakan adalah data curah hujan jangka pendek (5, 10, 30, 45, 60, 120 menit, 3 jam, 6 jam dan 12 jam) dan merupakan data maksimum tahunan.
2. Jenis distribusi yang sesuai dengan semua stasiun pengamatan adalah Distribusi Log Pearson Type III.
3. Intensitas hujan metode Van Breen menggunakan persamaan Talbot dipakai sebagai acuan untuk membentuk kurva IDF. Persamaan Intensitas ini berlaku hanya untuk data hujan sepanjang tahun pengamatan saja di tiap-tiap stasiun.
4. Dari kurva IDF terlihat bahwa intensitas hujan yang tinggi berlangsung dalam durasi pendek.
5. Kurva IDF dapat digunakan untuk menentukan banjir rencana dengan mempergunakan metode rasional.

Lubis et.al (2012), melakukan penelitian membahas tentang “Analisa Intensitas Curah Hujan Maksimum Terhadap Kemampuan Drainase Perkotaan”. Metode penelitian diawali dengan pengumpulan data primer maupun sekunder, lalu dilanjutkan dengan analisis data. Hasil dari penelitian ini antara lain:

1. Berdasarkan perhitungan di dapat debit aliran saluran drainase eksisting (Q) daerah Sisingamangraja Jalan 1.034 m^3/det , sedangkan besaran aliran banjir puncak (Q_p) daerah Jalan Sisingamangraja 2.829 m^3/det . Dengan demikian bahwa sistem drainase eksisting yang ada tidak dapat menampung debit banjir puncak.
2. Perlu dilakukan sistem jaringan drainase yang baru agar dapat menanggulangi banjir di daerah Jalan Sisingamangraja. Berdasarkan perhitungan yang didapat bahwa dengan mengubah dimensi saluran drainase rencana dengan mengacu pada dimensi saluran eksisting Menghasilkan besaran debit rencana sebesar 3.276 m^3/det , sedangkan besaran aliran puncak (Q_p) daerah Sisingamangraja Jalan adalah 2.829 m^3/det , sehingga dapat dikatakan bahwa dengan memperbesar dimensi saluran drainase rencana maka genangan air/banjir di Jalan Sisingamangraja dapat diatasi.

3. Penampang saluran eksisting daerah Jalan Sisingamangaraja lebar 1.4m, mengacu pada dimensi saluran eksisting maka dimensi saluran rencana menjadi 2.2m.

Ambri (2013), melakukan penelitian dengan judul “Analisis Intensitas Curan Hujan di Kota Samarinda”. Metode penelitian ini dimulai dengan pengumpulan data curah hujan, kemudian melakukan analisis frekuensi, dilanjutkan dengan melakukan perhitungan intensitas hujan kala ulang 2,5,10,20 dan 25 tahun dan yang terakhir adalah diperoleh hasil berupa kurva IDF. Hasil dari penelitian memperoleh nilai-nilai parameter statistik, jenis distribusi data yang sesuai dengan masing-masing stasiun pengukuran hujan dan mendapatkan hasil intensitas curah hujan yang sama/mendekati dari stasiun hujan Temindung di Kota Samarinda.

Fauziyah et.al (2013), melakukan penelitian tentang “Analisis Karakteristik dan Intensitas Hujan Kota Surakarta”. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Deskriptif Kuantitatif. Metode ini berupa pengumpulan data, analisis data, dan interpretasi hasil analisis untuk mendapatkan informasi guna pengambilan keputusan kesimpulan. Hasil dari penelitian ini sebagai berikut: Analisis hujan wilayah dari data hujan harian dan tahunan maksimum cenderung naik dengan persentasi masing-masing 0.137 mm pertahun dan 3.25 mm pertahun. Distribusi yang terpilih adalah Log Pearson III dan memenuhi uji Smirnov-Kolmogorov. Kurva IDF dibuat menggunakan metode Sherman. Penerapan kurva IDF Kota Surakarta pada DAS kali Boro dan Kali Anyar menunjukkan bahwa intensitas hujan hanya dapat digunakan untuk menghitung debit rencana pada kala ulang 5 dan 10 tahun.

Handayani, dkk (2013) melakukan penelitian dengan menggunakan data curah hujan harian dan data curah hujan otomatis (jam-jaman) pada stasiun Pekanbaru. Kemudian data curah hujan harian tersebut diolah dengan menggunakan metode Sherman, Talbot, dan Ishiguro. Hasilnya menunjukkan bahwa metode intensitas hujan yang sesuai dengan karakteristik data stasiun Pekanbaru adalah Sherman untuk kala ulang 2, 5, 10 dan 100 tahun sedangkan untuk kala ulang 20, 25 dan 50 tahun adalah metode Ishiguro. Intensitas hujan

dengan menggunakan metode Talbot tidak menunjukkan karakteristik data stasiun Pekanbaru.

Aryani (2014), melakukan penelitian yang berjudul “Ketelitian Estimasi Banjir Berdasarkan Data Curah Hujan Das (Walanae-Cenrana)”. Metode penelitian diawali dengan pengamatan dan pengambilan data Peta DAS dan Curah Hujan kemudian dilanjutkan dengan analisis (curah hujan, debit banjir, analisis frekuensi). Hasil dari penelitian ini diperoleh bahwa jenis distribusi yang sesuai dengan data curah hujan pada DAS Walanae Cenrana adalah Metode Gumbel. Hasil analisa frekuensi debit yang diperoleh dari data Tinggi Muka Air (TMA) yaitu, untuk Rasional 3,91%, Der Weduwen 1,42%, Haspers 0,87%, Hidrograf Satuan Sintetik Gama I 71,92% dan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu 21,85%. Debit Banjir Rancangan hasil olahan data curah hujan dengan menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik terhadap debit banjir rancangan hasil olahan data debit sungai (terukur) menunjukkan perbedaan yang cukup besar.

Mulyono (2014), melakukan penelitian tentang “Analisis Karakteristik Curah Hujan di Wilayah Kabupaten Garut Selatan”. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana karakteristik curah hujan yang dilakukan pada 2 kecamatan, yaitu Kecamatan Cikajang dan Bungbulang yang merupakan kecamatan yang ada di Kabupaten Garut Selatan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa Station hujan yang diambil dalam analisis karakteristik curah hujan di wilayah Garut Selatan adalah station hujan Cikajang dan Bungbulang, mulai dari tahun 1995 sampai 2004 selaman 10 tahun ; Curah hujan R80 adalah sebesar 70 mm/hari ; Kebutuhan bersih air di sawah pada awal masa tanam pada bulan Oktober adalah sekitar 1,9 lt/det/ha ; Data curah hujan yang ada adalah curah hujan harian sehingga dalam perhitungan intensitas curah hujan yang dipakai untuk perencanaan drainase adalah dihitung dengan cara Mononobe, dengan berbagai kala ulang. Sedangkan kala ulang yang diperhitungkan untuk perencanaan drainase biasanya kala ulang 5 tahunan.

Hendry (2015), melakukan penelitian tentang “Analisis Metode Intensitas Hujan Pada Stasiun Hujan Pasar Kampar Kabupaten Kampar”. Metodologi penelitian ini adalah dengan menumpulkan data curah hujan jam-jaman dan harian

yang tercatat dan dikelola oleh Proyek Pengendalian Banjir dan Pengamanan Pantai Riau Dirjen Sumber Daya Air Dinas Kimpraswil Propinsi Riau, dengan pencatatan (record) 10 tahun dari tahun 2002 sampai dengan 2011 pada stasiun hujan pasar Kampar, kemudian dilanjutkan dengan analisis parameter statistik, analisis pola distribusi, analisis uji kecocokan dan analisis hujan rancangan. Kesimpulan dalam penelitian ini adalah Metode intensitas hujan Bell Tanimoto mempunyai nilai peak-weighted root mean square error yang sangat besar pada semua kala ulang kecuali pada kala ulang 2 tahun. Metode intensitas hujan yang sesuai dengan data stasiun kampar adalah metode Hasper-Weduwen dan Van Breen. Sedangkan metode Mononobe dan Bell Tanimoto tidak menunjukkan pemilihan metode intensitas hujan yang sesuai dengan stasiun hujan Pasar Kampar.

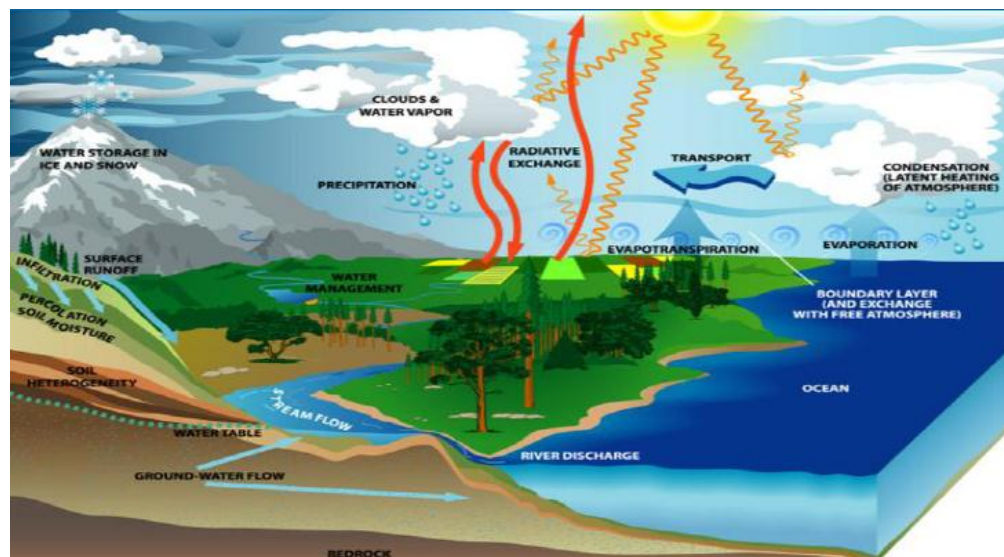
2.2. Dasar Teori

2.2.1. Siklus Hidrologi

Siklus Hidrologi adalah proses transportasi air secara kontinyu dari laut ke atmosfer dan dari atmosfer ke permukaan tanah yang akhirnya kembali ke laut. Siklus hidrologi dapat diterangkan sebagai berikut:

1. Energi panas matahari menimbulkan penguapan (evaporasi) pada permukaan laut, permukaan tanah, permukaan sungai dan permukaan danau.
2. Energi panas matahari juga menjadi sumber tenaga untuk penguapan pada tubuh-tumbuhan (transpirasi).
3. Uap air pada ketinggian tertentu akan diubah menjadi awan.
4. Dengan proses meteorologi selanjutnya akan diubah menjadi awa hujan atau mendung.
5. Setelah mengalami proses kondensasi di atmosfer dan proses selanjutnya akan terjadilan hujan.
6. Sebagian hujan sebelum mencapai tanah ada yang diuapkan kembali.
7. Air hujan yang jatuh ke permukaan tanah sebagian mengalir sebagai airan permukaan (*surface run off*).

8. Sedangkan sebagian lainnya meresap kedalam tanah sebagai infiltrasi dan perlokasi.
9. Air tanah yang mengalami infiltrasi pada kondisi tanah yang memungkinkan mengalir secara horisontal sebagai *inter flow*.
10. Sebagian air tanah akan tinggal dalam masa tanah sebagai *Soil moisture content* dan sisanya mengalir vertikal ke bawah secara perlokasi, hingga mencapai air tanah.
11. Selanjutnya air tanah sebagian mengalir ke danau dan sungai kemudian mengalir ke laut. (Hadisusanto, 2010)



Gambar 2.1 Siklus Hidrologi. (Sumber:

<https://simplenews05.blogspot.co.id/2015/04/tahapan-proses-siklus-hidrologi.html>).

2.2.2. Hujan

Hujan adalah titik-titik yang jatuh dari awan melalui lapisan atmosfer ke permukaan bumi secara proses alami. Hujan turun ke permukaan bumi selalu ditandai dengan adanya pembentukan awan, karena adanya penggabungan uap air yang ada di atmosfer melalui proses kondensasi, maka terbentuklah butir-butir air yang berat dari gravitasi akan jatuh berupa hujan.

Proses terjadinya hujan menurut teori kristal Es diterangkan dengan teori “Bergaron”. Teori ini mengemukakan bahwa pada kondisi udara di bawah suhu

0°C, tekanan air di atas kristal akan menurun lebih cepat dibandingkan suhu di atas air yang didinginkan dengan suhu -5° C dan - 25 °C. Sehingga apabila kristak es dan butir-butir uanp air didinginkan berada secara bersamaan terjadi di awan, maka titik uap air akan cenderung menyublin langsung di atas kristal es. Selanjutnya kristal es tersebut akan terbentuk menjadi lebih besar oleh adanya endapan dari uap air, yang pada akhirnya es jatuh dari awan ini akan mengakibatkan butir-butir es dapat terus tumbuh dengan proses kndensasi dan bergabung dengan buir-butir yang lain. (Hadisusanto, 2010).

Secar garis besar tipe hujan dapat di kategorikan menjadi tiga tipe yaitu:

1. Hujan Konvektif
2. Hujan Orgrafis
3. Hujan frontal.

Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung maka intensitasnya cendrung semakin tinggi dan semakin besar kala ulangnya, semakin tinggi pula intensitasnya.

Curah hujan dapat diukur dalam selang waktu tertentu, misalnya:

- a. Curah hujan harian adalah jumlah curah hujan yang terjadi dalam satu hari tertentu.
- b. Curah hujan bulanan adalah curah hujan harian dalam satu bulan tertentu.
- c. Curah hujan tahunan jumlah curah hujan bulanan dalam satu tahun tertentu.

Kala ulang adalah waktu hipotetik dimana debit atau hujan dengan suatu besaran tertutup (xT) akan disamai atau dilmpaiu sekali dalam jangka waktu tersebut. Hubungan antara intensitas, lama hujan, dan frekuensi hujan dinyatakan dalam lengkung Kurva IDF (Indensity-Durasi-Frequncy Curve). (Triatmodjo, 2014).

Maka akan diperlukan data curah hujan jangka pendek, misal 2, 5, 10, 20 dan 25 menit dan harian yang akan membentuk lengkung IDF.data hujan dengan jangka pendek tersebut akan dibuat dalam lengkung IDF dengan Menggunakan Metode Talbot, Sherman dan Ishiguro. Apabila data hujan yang tersedia hanya

data harian. maka persamaan yang digunakan adalah persamaan Mononobe. (Suripin, 2003).

2.2.3. Analisis Curah Hujan Rata-Rata

2.2.3.1. Penentuan Luas DAS

DAS adalah suatu daerah yang dibatasi oleh pemisah topografi yang menerima hujan, menampung, menyimpan dan mengalirkan ke sungai dan seterusnya ke danau atau ke laut. Konsep Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan dasar dari semua perencanaan hidrologi tersusun dari DAS-DAS kecil, dan DAS kecil ini juga tersusun dari DAS-DAS yang lebih kecil lagi sehingga dapat didefinisikan sebagai suatu wilayah yang dibatasi oleh batas alam seperti punggung bukit-bukit atau gunung, maupun batas buatan seperti jalan atau tanggul dimana air hujan yang turun di wilayah tersebut memberi kontribusi aliran ke titik kontrol (outlet).

Ada tiga metode yang biasa digunakan untuk mengetahui besarnya curah hujan rata-rata pada suatu DAS, yaitu sebagai berikut :

1. Metode Rata-rata Aljabar

Metode ini adalah yang paling sederhana untuk menghitung hujan rerata pada suatu daerah. Pengukuran yang dilakukan di beberapa stasiun dalam waktu yang bersamaan dijumlahkan dan kemudian dibagi dengan jumlah stasiun. Jika dirumuskan dalam suatu persamaan adalah sebagai berikut (Triatmodjo, 2014):

$$\bar{P} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n} \quad (2.1)$$

Dengan :

P = hujan rerata kawasan

P_1, P_2, \dots, P_n = hujan stasiun 1,2,3, ... , n

n = jumlah stasiun

2. Metode Poligon Thiessen

Metode ini memperhitungkan bobot dari masing-masing stasiun yang mewakili luasan di sekitarnya. Pada suatu luasan di dalam DAS dianggap bahwa hujan adalah sama dengan yang terjadi pada stasiun yang terdekat, sehingga hujan yang tercatat pada suatu stasiun mewakili luasan tersebut. hitungan curah hujan rerata dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh dari tiap stasiun.

Dengan demikian Curah hujan daerah (rata-rata) dari suatu DAS dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Triatmodjo, 2014):

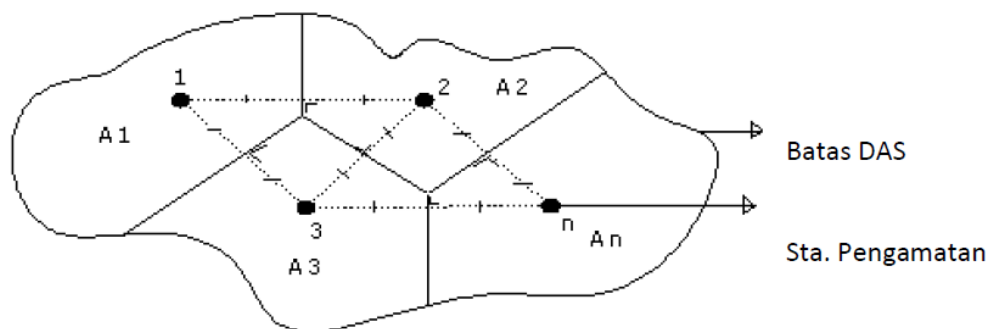
$$\bar{P} = \frac{A_1P_1 + A_2P_2 + \dots + A_nP_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (2.2)$$

Dengan:

\bar{P} = hujan rerata kawasan

P_1, P_2, \dots, P_n = hujan pada stasiun 1,2,3, ... , n

A_1, A_2, \dots, A_n = luas daerah yang mewakili 1,2,3, ... , n



Gambar 2.2 Pembagian Daerah Stasiun Hujan dengan cara Poligon Thiessen.

3. Metode Isohiet

Isohiet adalah garis lengkung yang menghubungkan titik-titik dengan kedalaman hujan yang sama. harga curah hujan yang sama. Pada metode ini dianggap bahwa hujan pada suatu daerah diantara dua garis isohiet adalah merata dan sama dengan nilai rerata dari kedua garis isohiet tersebut. Jika dirumuskan dalam suatu persamaan adalah sebagai berikut (Triatmodjo, 2014):

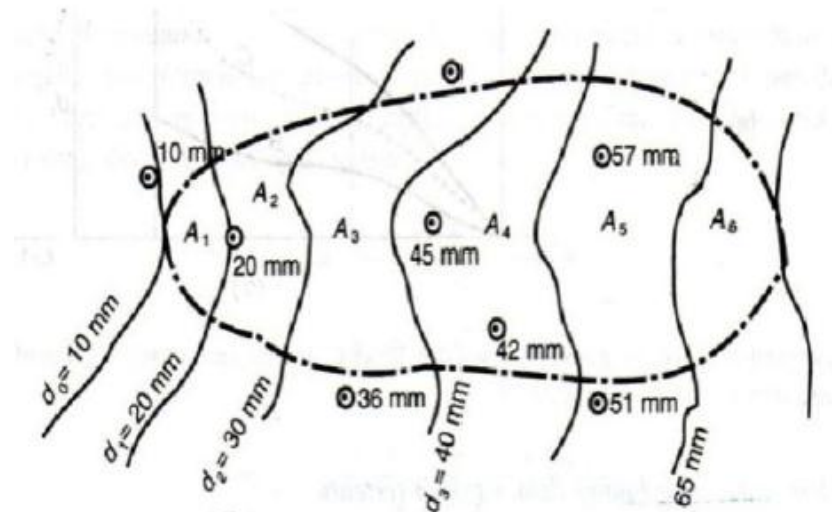
$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \frac{I_i + (I_i + 1)}{2}}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad (2.3)$$

Dengan :

\bar{P} = hujan rerata kawasan

I_1, I_2, \dots, I_n = garis isohiet ke 1, 2, 3, ... , n

A_1, A_2, \dots, A_n = luas daerah yang dibatasi oleh garis isohiet ke 1 dan 2, 2 dan 3, ... n dan $n + 1$.



Gambar 2.3 Pembagian Daerah Stasiun Hujan dengan cara Isohiet.

2.2.4. Analisis Frekuensi

Analisis frekuensi merupakan analisis statistik penafsiran hujan, biasanya dalam perhitungan hidrologi dipakai untuk menentukan terjadinya periode ulang hujan pada periode tahun tertentu. Pada perencanaan sumber daya air, analisis frekuensi hujan ini sangat diperlukan dalam perhitungan kejadian banjir rencana apabila pada lokasi yang direncanakan tidak terdapat catatan debit maksimum jangka panjang. (Hadisusanto, 2010).

Dalam Statistik dikenal beberapa jenis distribusi frekuensi dan yang banyak digunakan dalam hidrologi yaitu :

1. Distribusi Normal
2. Distribusi Log- Normal
3. Distribusi Log – Person Type III
4. Distribusi Gumbell (Suripin, 2003).

Tabel 2.1 Parameter Analisis Frekuensi

| Parameter | Sample |
|--------------------|---|
| Rata-rata | $\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$ |
| Simpangan baku | $s = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \right]^{1/2}$ |
| Koefisien Variasi | $Cv = \frac{s}{\bar{X}}$ |
| Koefisien Skewness | $Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)s^3}$ |
| Koefisien Kurtosis | $Ck = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4}$ |

Sumber : (Suripin, 2003).

Tabel 2.2 Parameter statistik untuk menentukan jenis distribusi

| No | Distribusi | Persyaratan |
|----|-----------------|--|
| 1 | Normal | $Cs \approx 0$ $Ck \approx 3$ |
| 2 | Log Normal | $Cs = Cv^3 + 3Cv$ $Ck = Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$ |
| 3 | Gumbel | $Cs = 1,14$ $Ck = 5,4$ |
| 4 | Log Pearson III | Selain dari nilai di atas |

Sumber : Triatmodjo, 2014

1. Distribusi Normal

Distribusi normal adalah simetris terhadap sumbu vertikal dan berbentuk lonceng yang juga disebut distribusi Gauss. Fungsi distribusi normal mempunyai bentuk :

$$p(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(X-\mu)^2/(2\sigma^2)} \quad (2.4)$$

Dengan :

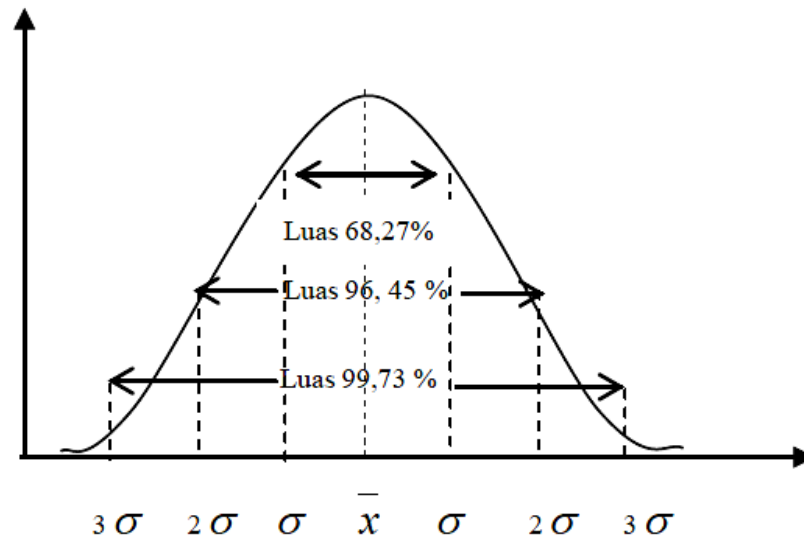
$P(X)$ = fungsi probabilitas kontinyu

X = Variabel random

μ = Rata-rata nilai X

σ = Standar deviasi (simpangan baku dari X)

Analisis kurva normal cukup menggunakan statistik μ dan σ . Bentuk kurvanya simetris terhadap $X = \mu$, dan grafiknya selalu diatas sumbu datar X serta mendekati sumbu X dan di mulai dari $X = \mu + 3\sigma$ dan $X = \mu - 3\sigma$, nilai mean = median = modus.



Gambar 2.4. Kurva distribusi frekuensi normal.

Dari gambar kurva diatas dapat diterangkan bahwa :

- 1) Kira-kira 68,27 % terletak di daerah satu deviasi standart sekitar nilai rata-rata yaitu antara $(\mu - \sigma)$ dan $(\mu + \sigma)$.
- 2) Kira-kira 95,45% terletak didaerah dua deviasi standart sekitar nilai rata-ratanya yaitu antara $(\mu - 2\sigma)$ dan $(\mu + 2\sigma)$
- 3) Kira-kira 99,73 % terletak di daerah tiga deviasi standart sekitar nilai rata-ratanya yaitu antara $(\mu - 3\sigma)$ dan $(\mu + 3\sigma)$.

Rumus yang umum digunakan untuk distribusi normal adalah :

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot S \quad (2.5)$$

Dimana :

X_T = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahun

\bar{X} = Nilai rata-rata hitung sampel

s = Deviasi standard nilai sampel

K_T = Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau yang digunakan periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang. (Suripin, 2004).

2. Distribusi Log Normal

Distribusi log normal digunakan apabila nilai-nilai dari variabel random tidak mengikuti distribusi normal, tetapi nilai logaritmanya memenuhi distribusi normal. Dalam hal ini, fungsi densitas probabilitas (PDF) diperoleh dengan melakukan transformasi.

$$y = \ln x \quad \text{atau} \quad y = \log x \quad (2.6)$$

Parameter dari distribusi log normal adalah rerata dan deviasi standar dari y yaitu μy dan σy . Dengan melakukan transformasi tersebut maka :

$$p(X) = \frac{1}{\sigma y \sqrt{2\pi}} e^{-(y-\mu y)^2/(2\sigma y^2)} \quad (2.7)$$

Fungsi densitas kumulatif (CDF) dapat diturunkan dengan integrasi dari fungsi densitas probabilitas, yang menghasilkan:

$$F(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma y}} \int_{-\infty}^y e^{-(y-\mu y)^2/(2\sigma y^2)} dy \quad (2.8)$$

Dengan $F(z)$ adalah probabilitas kumulatif. (Triatmodjo, 2014).

3. Distribusi Gumbel

Menurut Triatmodjo (2014), persamaan yang sering digunakan dalam analisis frekuensi metode Gumbel sebagai berikut ini:

$$x = \bar{x} + K \cdot s \quad (2.9)$$

Dengan :

\bar{x} = nilai rata-rata

K = Frekuensi faktor

s = standar deviasi

K bisa dihitung dengan persamaan berikut :

$$y = yn + K\sigma n \quad (2.10)$$

Dengan :

y = Faktor reduksi Gumbel

y_n dan σ_n = nilai rerata dan deviasi standar dari variat Gumbel.

Dari persamaan (3.6) dan (3.7) diperoleh:

$$x = \bar{x} + \frac{y - y_n}{\sigma_n} s \quad (2.11)$$

4. Distribusi Log Pearson III

Menurut Triatmodjo (2014), Bentuk kumulatif dari distribusi log Pearson III dengan nilai variat X apabila digambarkan pada kertas probabilitas logaritmik akan membentuk persamaan garis lurus. Persamaan tersebut mempunyai bentuk berikut :

$$yt = \bar{y} + KT \cdot sy \quad (2.12)$$

Dengan :

yt = nilai logaritmik dari x dengan periode ulang T

\bar{y} = nilai rerata dari y_i

sy = deviasi standar dari y_i

KT = faktor frekuensi, merupakan fungsi dari probabilitas dan koefisien kemencengan.

Langkah-langkah penggunaan metode log Pearson III sebagai berikut:

- 1) Data debit banjir maksimum tahunan disusun dalam tabel
- 2) Hitung nilai logaritma dari data debit banjir dengan transformasi:

$$y_i = \ln x_i \quad \text{atau} \quad y_i = \log x_i$$
- 3) Hitung nilai rerata \bar{y} , deviasi standar sy , koefisien kemencengan C_{sy} dari nilai logaritma y_i .
- 4) Dihitung nilai y_i untuk berbagai periode ulang yang dikehendaki dengan menggunakan persamaan (2.9)
- 5) Hitung debit banjir x_T untuk setiap periode ulang dengan menghitung nilai anti-lognya:

$$x_T = \text{arc ln } y \quad \text{atau} \quad x_T = \text{arc log } y$$

2.2.5. Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi

Untuk menentukan kekesuaian distribusi frekuensi empiris dari sampel data terhadap fungsi distribusi frekuensi teoritis yang diperkirakan dapat menggambarkan/mewakili distribusi empiris, diperlukan pengujian secara statistik

yaitu: Uji kesesuaian Smirnov-Kolmogorov dan Uji Chi Kuadrat. (Hadisusanto, 2010).

1. Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji kesesuaian Smirnov-Kolmogorov merupakan uji kesesuaian non parametrik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi sebaran tertentu. Sehingga pengujian kesesuaian dapat dilakukan lebih sederhana dengan membandingkan kemungkinan untuk setiap peluang dan peluang teoritisnya untuk mendapatkan nilai perbedaan D maksimum (Dmax).

Berdasarkan perbedaan antara peluang pengamatan dan peluang teoritis didapat persamaan:

$$D = \text{maksimum} [P(X_m) - P'(X_m)] \quad (2.13)$$

Dimana:

D = perbedaan peluang maksimum

P(X_m) = nilai peluang data pengamatan

P'(X_m) = nilai peluang teoritis

Pemeriksaan uji kesesuaian cara Smirnov-Kolmogorov ini dimaksudkan untuk mengetahui suatu kebenaran hipotesa frekuensi sebaran. Dengan pemeriksaan ini akan diketahui beberapa hal seperti:

1. Kebenaran antara hasil pengamatan dengan model sebaran yang diharapkan atau diperoleh secara teoritis.
2. Kebenaran hipotesa diterima atau ditolak.

Untuk melakukan pemeriksaan pengujian tersebut terlebih dahulu dilakukan plotting data hujan hasil pengamatan pada kertas probabilitas dan garis durasi yang sesuai.

Plotting data pengamatan hujan dan garis durasi pada kertas probabilitas tersebut dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Data hujan harian maksimum tiap tahun disusun dari urutan besar ke kecil.
2. Peluang probabilitas dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$P(X_i) = \frac{m}{n+1} \times 100\% \quad (2.14)$$

3. Plot data hujan X_m pengamatan dan peluangnya pada kertas probabilitas.
4. Plot persamaan analisis frekuensi hujan berdasarkan periode ulang yang ditetapkan.

5. Membandingkan perbedaan plotting nilai peluang data pengamatan $P(X_m)$ dengan Plot persamaan analisis frekuensi hujan berdasarkan periode ulang yang ditetapkan sebagai nilai peluang teoritis $P'(X_m)$.
6. Nilai perbedaan yang terbesar antara $P(X_m)$ dan $P'(X_m)$, kemudian dibandingkan dengan nilai delta Δ kritis seperti pada tabel 2.3 untuk uji kesesuaian Smirnov-Kolmogorov, jika hasilnya nilai $(P(X_m) - P'(X_m)) <$ Nilai delta Δ kritis artinya hipotesa diterima dan begitu juga sebaliknya.

Tabel 2.3 Nilai Δ Kritis Uji Smirnov-Kolmogorov

| $n \backslash \alpha$ | 0,20 | 0,10 | 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 | 0,30 | 0,34 | 0,40 |
| 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 | 0,20 | 0,23 | 0,27 |
| 40 | 0,17 | 0,19 | 0,21 | 0,25 |
| 45 | 0,16 | 0,18 | 0,20 | 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 : (Hadisusanto, 2010)

2. Uji Chi-Kuadrat

Metode uji kesesuaian Chi Kuadrat biasanya digunakan untuk menguji apakah distribusi pengamatan dapat disamai dengan baik oleh distribusi teoritis, yakni menguji kebenaran distribusi yang digunakan pada perhitungan frekuensi analisis. Uji Chi Kuadrat ini menggunakan parameter χ^2 , dimana metode ini diperoleh berdasarkan rumus:

$$\chi^2 = \sum \frac{(Ef - Of)^2}{Ef} \quad (2.15)$$

Dimana:

χ^2 = harga Chi Kuadrat

Ef = Frekuensi (banyaknya pengamatan) yang diharapkan, sesuai pembagian kelas.

Of = Frekuensi yang terbaca pada kelas yang sama

Nilai χ^2 yang terhitung ini harus lebih kecil dari harga χ^2_{cr} (yang didapat dari tabel Chi-Kuadrat kritis). Untuk drajat nyata tertentu yang sering diambil 5%.

Adapaun derajat kebebasan ini secara umum dapat dihitung dengan :

$$DK = K - (P + 1) \quad (2.16)$$

Dengan :

DK = Derajat kebebasan.

K = Banyaknya kelas.

P = Banyaknya keterikatan atau sama dengan banyaknya parameter, yang untuk sebaran Chi-Square adalah sama dengan 2 (dua).

Dalam hal ini disarankan pula agar banyaknya kelas tidak kurang dari 5 dan frekuensi absolut tiap kelas juga tidak kurang dari 5 apabila terdapat kelas kurang dari 5, maka dapat dilakukan penggabungan dengan kelas yang lainnya. (Hadisusanto, 2010).

2.2.6 Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah jumlah hujan per satuan waktu yang biasanya dinyatakan dalam mm/jam. Data intensitas hujan dapat diperoleh dari analisis pencatatan hujan otomatis, kemudian distribusi hujan jam-jamannya didistribusikan. Selanjutnya dilakukan penggambaran kurva masa hujan dan dari gambar kurva masa dapat dibuat Gambar Hyetograph. Apabila disekitar daerah penelitian tidak terdapat stasiun hujan otomastis, makan sebaiknya dilakukan pendekatan dengan menggunakan beberapa rumus empiris dalam hidrologi di antaranya metode Talboth (1881) biasanya digunakan untuk hujan dengan durasi 5 menit sampai 2 jam, metode Sherman (1905) biasanya digunakan untuk hujan dengan durasi lebih dari 2 jam, metode Ishigiro (1953), dan yang terakhir adalah metode Mononobe, metode ini sering dipakai dalam perhitungan karena bisa digunakan untuk hujan sembarang berdasarkan percobaan di Jepang. (Hadisusanto, 2010). Dalam penelitian ini metode yang akan digunakan adalah metode Mononobe.

Rumus Dr. Mononobe:

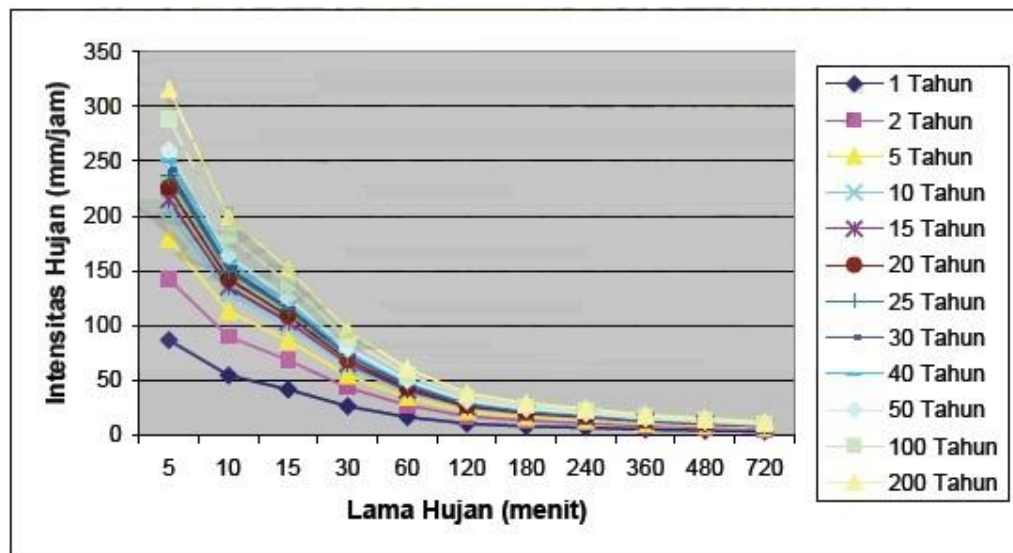
$$I = \frac{R24}{24} \cdot \left(\frac{24}{tc}\right)^{\frac{2}{3}} \quad (2.17)$$

Dimana:

- I = intensitas hujan (mm/jam)
 R_{24} = hujan harian (mm)
 t_c = lamanya waktu konsentrasi (jam)

2.2.7. Lengkung IDF (Intensity-Durasi-Frekuensi)

IDF biasanya diberikan dalam bentuk kurva yang memberikan hubungan antara intensitas hujan sebagai ordinat dan durasi hujan sebagai absis dan beberapa grafik yang menunjukkan frekuensi atau periode ulang. Gambar 2.5 adalah contoh Kurva IDF.



Gambar 2.5 Kurva IDF (Intensitas – Durasi – Frekuensi).

Analisis IDF dilakukan untuk memperkirakan debit aliran puncak berdasarkan data hujan titik (suatu stasiun pencatat hujan). Data yang digunakan adalah data hujan dengan intensitas tinggi yang terjadi dalam waktu singkat, seperti hujan 5, 10, 15,, 120 menitan atau lebih. Untuk itu diperlukan data hujan dari stasiun pencatatan hujan otomatis.

Pembuatan kurva IDF dilakukan dengan prosedur berikut ini.

1. Tetapkan durasi tertentu, misalnya 5, 10, 15,menit.
2. Dari data pencatatan hujan otomatis, dicatat kedalaman hujan deras dengan beberapa durasi tersebut. selanjutnya dipilih kedalaman maksimum untuk masing-masing tahun pencatatan.

3. Kedalaman hujan yang diperoleh pada poin 2 dapat dikonversi menjadi intensitas hujan dengan menggunakan hubungan $i = 60 p/t$, dimana p adalah kedalaman hujan dan t adalah durasi (5, 10, 15,menit).
4. Dihitung intensitas hujan ekstrim untuk beberapa periode ulang.
5. Dibuat kurva hubungan antara intensitas hujan dan durasi hujan untuk beberapa periode ulang, sehingga didapat kurva IDF. Triatmodjo (2014).