

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Definisi Hujan

Hujan adalah salah satu dari peristiwa presipitasi. Presipitasi itu sendiri merupakan peristiwa turunnya air ke permukaan bumi. Di daerah tropis khususnya di Indonesia hujan sering kali terjadi. Hujan terjadi disebabkan oleh uap air di atmosfer yang sudah terlalu banyak ditampung. Secara teknis, air yang ada di bumi akan menguap menjadi uap air dan naik ke atmosfer. Kemudian, keadaan suhu yang dingin di atmosfer tersebut akan membuat uap air menjadi dingin dan terjadi kondensasi sehingga uap air akan menjadi butir-butir air dan kristal-kristal es yang kemudian jatuh sebagai hujan. Maka dari itu, hujan ini sangat dipengaruhi oleh faktor klimatologi yaitu seperti angin, temperatur dan tekanan atmosfer.

Kejadian hujan dapat dibagi menjadi dua, yaitu hujan terukur dan hujan rencana. Kejadian hujan terukur merupakan hujan yang diukur secara real time dan didapat dari hasil pengamatan dalam waktu tertentu dengan menggunakan alat pengukur hujan. Adapun, hujan rencana merupakan hujan hasil analisis dan bukan kejadian hujan yang diukur secara *real time*. Menurut Suripin (2004), hujan yang identik dengan hujan rencana tidak pernah dan tidak akan pernah terjadi, tetapi kebanyakan hujan rencana mempunyai karakteristik yang secara umum sama dengan karakteristik hujan yang terjadi pada masa lalu. Maka dari itu, hujan rencana ini diharapkan dapat menggambarkan atau memberi prediksi hujan yang terjadi pada masa yang akan datang.

3.2 Jenis Hujan

Dalam membedakan jenis hujan ini didasarkan pada cara naiknya udara yang mengandung uap air ke atmosfer. Berikut ini akan dijelaskan mengenai jenis-jenis hujan.

1. Hujan Konvektif

Hujan konvektif ini sering kali terjadi di daerah tropis. Hal ini disebabkan karena pada musim kemarau di daerah tropis udara yang berada dekat dengan permukaan bumi akan mengalami pemanasan secara terus-menerus sehingga pemanasan ini dapat menyebabkan rapat massa berkurang dan mengakibatkan udara yang mengandung uap air akan ke atas menuju atmosfer. Kemudian, uap air akan mengalami pendinginan dan terjadilah kondensasi sampai akhirnya turun hujan. Menurut Triatmodjo (2006), hujan konveksi ini bersifat setempat, mempunyai intensitas tinggi dan durasi singkat.

2. Hujan Siklonik

Hujan siklonik merupakan hujan yang terjadi jika massa udara panas yang ringan bertemu dengan massa udara dingin yang berat. Sehingga hal tersebut mengakibatkan udara panas bergerak naik dengan posisi diatas udara dingin. Kemudian udara tersebut mengalami pendinginan sehingga akan mengalami kondensasi dan membentuk awan serta hujan. Hujan siklonik ini mempunyai karakteristik dengan intensitas yang rendah dan berlangsung dengan durasi yang lebih lama.

3. Hujan Orografis

Hujan orografis ini terjadi di pegunungan atau di hulu dari suatu DAS. Udara yang mengandung uap air tertiup angin dan naik melewati daerah pegunungan. Uap air yang ada pada udara tersebut kemudian mengalami pendinginan dan membentuk awan serta hujan.

3.3 Parameter Hujan

Dalam penelitian dan pengkajiannya, hujan mempunyai parameter untuk menyatakan keadaan atau karakteristik hujan itu sendiri. Parameter tersebut adalah sebagai berikut.

1. Kedalaman hujan

Kedalaman hujan atau ketebalan hujan merupakan banyaknya hujan yang turun dipermukaan bumi dan biasanya dinyatakan dalam millimeter (mm). Kedalaman hujan ini dianggap terjadi dengan cara terdistribusi merata di seluruh daerah tangkapan air hujan.

Kedalaman hujan ini bisa digunakan untuk mengetahui volume hujan yang terjadi terhadap luas daerah yang terjadi hujan.

2. Durasi hujan

Parameter yang kedua adalah durasi hujan. Durasi hujan merupakan lamanya waktu hujan yang terjadi yaitu dihitung dari awal mulainya hujan sampai hujan berhenti. Satuan yang digunakan untuk durasi hujan biasanya dinyatakan dengan jam. Nilai hasil perbandingan antara durasi hujan dengan intensitas hujan biasa disebut dengan intensitas hujan rata-rata. Dalam mengukur intensitas dari hujan rata-rata ini juga perlu mempertimbangkan dari luas daerahnya yaitu untuk wilayah tangkapan hujan yang kecil durasi perlu ditinjau dengan jangka waktu yang pendek seperti 5 menit, 10 menit, dan seterusnya. Kemudian, untuk daerah yang daerah tangkapan hujannya luas maka digunakan durasi yang lebih panjang, misalnya dengan durasi harian.

3. Distribusi hujan

Distribusi hujan yang merupakan fungsi waktu yang mendeskripsikan tentang berbagai variasi tentang kedalaman hujan selama durasi terjadinya hujan. Setiap wilayah mempunyai karakteristik distribusi hujan yang berbeda-beda. Distribusi ini sering disajikan dengan cara diskret. Bentuk dari cara diskret yaitu berupa histogram atau biasa disebut hietograf, dengan durasi hujan sebagai sumbu x dan kedalaman hujan atau intensitas hujan sebagai sumbu y .

Dalam menganalisis banjir rancangan, perlu dibutuhkan hietograf hujan ini. Untuk menganalisis hietograf yang dimaksud dibutuhkan pola distribusi hujan jam-jaman yang didapatkan dari pengamatan kejadian-kejadian hujan besar yang dianggap mewakili, pengamatan ini dilakukan dengan merekam ke kejadian hujan menggunakan pengukur hujan otomatis (Triatmodjo, 2008).

3.4 Pengukuran Curah Hujan

Pengukuran curah hujan merupakan suatu kegiatan yang sering dilakukan karena dalam perencanaan bangunan air dibutuhkan data curah hujan yang sesuai dengan lokasi tempat bangunan air itu akan dibangun. Dalam pelaksanaan pengukuran hujan ini metode yang biasa digunakan adalah menampung air hujan

yang turun disuatu wilayah. Namun, penampungan air hujan dengan alat ukur hujan ini hanya dilakukan di beberapa titik tertentu dari sebuah wilayah yang dapat mewakili luasan tangkapan air dari wilayah disekitarnya, mengingat sangat tidak mungkin jika penampungan ini dilakukan di seluruh wilayah tangkapan air. Hasil pengukuran tersebut dinyatakan dengan kedalaman hujan yang turun pada durasi waktu tertentu.

Di Indonesia pengukuran hujan ini dapat dilakukan dengan dua macam alat yaitu alat pengukuran hujan biasa dan alat pengukuran hujan otomatis. Perbedaan dari kedua alat pengukuran tersebut adalah sebagai berikut.

1. Alat pengukur hujan biasa

Alat pengukur hujan biasa ini memiliki corong yang berguna untuk menangkap air hujan dan dibawahnya terdapat tabung untuk menampung air hujan. Alat pengukur hujan harus ditempatkan pada titik yang terbuka dan terhindar dari suatu hal yang dapat mengganggu masuknya air ke corong penampungan, seperti misalnya pohon dan gedung yang ada disekitarnya. Pengukuran ini menghasilkan data hujan harian, karena pembacaan data dari alat ini dilakukan setiap hari pada waktu pagi. Jadi, data yang didapat adalah data hujan yang terjadi pada hari sebelum pencatatan data dilakukan. Kekurangan dari alat ini adalah tidak bisa mengetahui intensitas hujan, durasi hujan dan kapan terjadinya hujan. Alat pengukur hujan biasa ini dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut.



Gambar 3.1 Alat pengukur hujan biasa

(sumber:<https://lppgenerasibangsa.wordpress.com/tag/alat-pengukur-curah-hujan/>)

2. Alat pengukur hujan otomatis

Alat pengukuran hujan otomatis ini juga memiliki corong untuk menangkap hujan yang turun dan tabung untuk menampung air hujan. Perbedaannya dari alat pengukuran hujan biasa adalah pada tabung yang didalamnya terdapat pelampung dan terhubung dengan alat tulis, dimana alat tulis ini dapat bergerak jika pelampungnya juga bergerak. Sehingga, pergerakan alat tulis tersebut dapat memberikan tanda pada kertas grafik yang telah digulung pada silinder yang dapat berputar. Alat pengukur hujan otomatis ini dapat mengetahui intensitas hujan, durasi hujan dan kapan terjadinya hujan. Hasil dari alat ini juga dapat digunakan untuk mengevaluasi jumlah hujan jangka pendek untuk setiap interval waktu tertentu, misalnya 5, 10, 15 menit dan seterusnya. Contoh alat pengukur hujan otomatis ini dapat dilihat pada Gambar 3.3 berikut.



Gambar 3.2 Alat pengukur hujan otomatis

(sumber: <http://teknologisurvey.com/alat-ukur-curah-hujan-otomatis-hellmann>)

3.5 Persyaratan Stasiun Hujan

Untuk mendapatkan data curah hujan yang baik dan dapat digunakan maka pemilihan lokasi untuk memasang alat pengukur hujan ini perlu diperhatikan.

Menurut Sosrodarsono (2003), berikut ini adalah hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai lokasi yang digunakan untuk pemasangan alat pengukur hujan otomatis agar mendapatkan hasil pengukuran yang baik.

1. Menghindari lokasi yang selalu terjadi angin kencang

Lokasi yang selalu terjadi angin kencang diantaranya ialah di tepi pantai ataupun di tanah tandus seperti *plateau*. Bila tidak diperhatikan, angin yang kencang ini akan mempengaruhi jatuhnya air hujan karena air hujan yang sedang jatuh dapat terbawa oleh angin yang kencang tersebut.

2. Menghindari lokasi yang terjadi arus angin naik

Lokasi yang dimaksud adalah lokasi yang terjadi perbedaan tekanan dan suhu, perbedaan dari kedua hal ini akan mengakibatkan arus angin naik. Hal ini mempengaruhi hal yang sama dengan yang sebelumnya, yaitu angin ini juga akan mempengaruhi jatuhnya air hujan.

3. Menghindari lokasi sekitar gedung dan pohon

Jarak dan tinggi gedung ini bisa mempengaruhi hasil pengukuran hujan dengan alat ukur hujan. Minimal perbandingan jarak dan tinggi gedung/pohon terhadap pemasangan alat ukur hujan ini adalah $d > h$, dengan d merupakan jarak antara alat ukur dan gedung/pohon serta h merupakan tinggi gedung/pohon.

4. Mempunyai sudut maksimal 45° antara gedung/pohon dan alat ukur hujan

Jika antara alat ukur dan gedung/pohon yang ada disekitarnya memiliki sudut lebih dari 45° maka dapat dipastikan gedung/pohon terlalu tinggi atau jarak terlalu dekat dan dapat mempengaruhi hasil pengukuran.

3.6 Analisis Frekuensi dan Probabilitas

Peristiwa hujan yang terjadi, sering kali turun dari atmosfer ke permukaan bumi dengan keadaan tidak menentu dan susah diprediksi. Akan tetapi, hal tersebut harus bisa teratasi demi pengendalian hujan. Menurut Suripin (2004), peristiwa hujan ini terkadang dipengaruhi oleh peristiwa yang luar biasa (ekstrim), seperti hujan lebat, banjir dan kekeringan. Peristiwa hujan ini mempunyai besaran yang berbanding terbalik terhadap frekuensi kejadiannya, peristiwa hujan yang luar biasa ekstrim kejadiannya sangat langka. Analisis frekuensi ini memiliki tujuan

mengetahui besaran kejadian hujan ekstrim terhadap frekuensi kejadiannya melalui penerapan distribusi probabilitas. Data hujan yang dianalisis merupakan data variabel bebas atau tidak bergantung, terdistribusi secara acak dan bersifat stokastik.

Frekuensi hujan merupakan besarnya peluang dari besaran kejadian hujan yang disamai atau dilampaui. Adapun, kala ulang merupakan waktu hipotetik di mana besaran dari kejadian hujan akan disama atau dilampaui. Dalam waktu hipotetik tersebut, misalnya dalam waktu 5 tahunan mempunyai makna bahwa tidak berarti kejadian hujan akan terjadi dalam jangka waktu 5 tahun sekali. Tetapi, kejadian hujan ada kemungkinan terjadi dalam jangka waktu 25 tahun akan terjadi 10 kali kejadian hujan 5 tahunan atau mungkin selama jangka waktu 5 tahun akan terjadi hujan 5 tahunan lebih dari satu kali atau kejadian hujan tidak terjadi sama sekali.

Dalam analisis frekuensi data hujan yang diperlukan bisa didapatkan dari alat pengukuran hujan otomatis maupun manual. Data hujan untuk analisis frekuensi ini terdapat dua jenis data, yaitu:

1. Data maksimum tahunan

Data maksimum tahunan merupakan satu data maksimum yang diambil dari setiap tahun untuk dijadikan seri data. Maka dari itu, jumlah seri data yang diperoleh sama dengan panjang tahun dari data yang diperoleh. Menurut Triatmodjo (2008), data ini dapat digunakan apabila data yang diperoleh minimal dalam jangka waktu 10 tahun secara runtut.

2. Data parsial

Menurut Suripin (2004), data parsial ini dilakukan dengan menetapkan besaran tertentu sebagai batas bawah, selanjutnya semua besaran data yang lebih besar dari batas bawah tersebut diambil dan dijadikan bagian dari seri data yang akan dianalisis. Menurut Triatmodjo (2008), penerapan metode ini dilakukan apabila jumlah data kurang dari 10 tahun data runtut waktu.

3.6.1 Distribusi Probabilitas

Dalam analisis frekuensi untuk hidrologi terdapat jenis distribusi probabilitas yang sering digunakan, yaitu: Normal, Log Normal, Gumbel, Log Pearson III.

Penentuan jenis distribusi probabilitas yang sesuai dengan data dilakukan dengan mencocokkan parameter data statistik dengan syarat dari jenis distribusi seperti pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Syarat penentuan jenis distribusi probabilitas

No.	Distribusi	Syarat
1	Gumbel	$Cs = 1,14$
		$Ck = 5,4$
2	Normal	$Cs = 0$
		$Ck = 3$
3	Log Normal	$Cs = Cv^3 + 3Cv$
		$Ck = Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$
4	Log Pearson III	Selain nilai diatas

(sumber : Bambang Triadmodjo, 2008)

Berdasarkan Tabel 3.1 tersebut parameter data statistik tersebut mempunyai bentuk persamaan sebagai beriku.

$$\text{Koefisien Kemencengan (Cs)} = \frac{n \sum_{i=1}^i (I - I_{\text{rerata}})^3}{(n-1)(n-2)(s)^3} \quad (3.1)$$

$$\text{Koefisien kurtosis (Ck)} = \frac{n^2 \sum_{i=1}^i (I - I_{\text{rerata}})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(s)^4} \quad (3.2)$$

$$\text{Standar Deviasi (S)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (I - I_{\text{rerata}})^2}{n-1}} \quad (3.4)$$

$$\text{Koefisien varian (Cv)} = \frac{S}{I_{\text{rerata}}} \quad (3.5)$$

Berikut ini penjelasan dari distribusi probabilitas yang digunakan dalam analisis frekuensi.

1. Distribusi Probabilitas Gumbel

Distribusi probabilitas Gumbel dinyatakan dalam persamaan 3.6 sebagai berikut:

$$I_T = I_{\text{rerata}} + S \times K \quad (3.6)$$

dimana, I_T = hujan rencana atau debit periode ulang T,

I_{rerata} = nilai rata-rata dari data hujan,

S = standar deviasi,

$$K = \text{faktor frekuensi Gumbel: } K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \quad (3.7)$$

Y_t = nilai reduced variate

Y_n = reduced mean

S_n = reduced mean

2. Distribusi Probabilitas Normal

Perhitungan hujan rencana berdasarkan distribusi probabilitas normal dilakukan dengan rumus-rumus berikut:

$$I_T = I_{\text{rerata}} + K_T \times S \quad (3.8)$$

dimana, I_T = hujan rencana dengan periode ulang T,

I_{rerata} = nilai rata-rata dari data hujan (mm),

S = standar deviasi,

K_T = faktor frekuensi, nilainya bergantung dari T.

3. Distribusi Probabilitas Log Normal

Perhitungan hujan rencana berdasarkan distribusi probabilitas Log Normal dilakukan dengan rumus-rumus berikut.

$$\text{Log } I_T = \text{Log } I_{\text{rerata}} + K_T \times S_{\text{LogI}} \quad (3.9)$$

dimana, $\text{Log } I_T$ = nilai logaritmis hujan rencana periode ulang T,
 $\text{Log } I_{\text{rerata}}$ = nilai logaritmis dari nilai rata-rata data hujan,
 K_T = faktor frekuensi, nilainya bergantung dari T,
 S_{LogI} = standar deviasi dari LogI .

4. Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III

Perhitungan hujan rencana berdasarkan distribusi probabilitas Log Pearson Type III dilakukan dengan rumus-rumus berikut:

$$\text{Log } I_T = \text{Log } I_{\text{rerata}} + K_T \times S_{\text{LogI}} \quad (3.10)$$

dimana, $\text{Log } I_T$ = nilai logaritmis hujan rencana periode ulang T,
 $\text{Log } I_{\text{rerata}}$ = nilai logaritmis dari nilai rata-rata data hujan,
 S_{LogI} = standar deviasi dari LogI ,
 K_T = variabel standar, besarnya bergantung Cs.

3.6.2 Uji Distribusi Probabilitas

Uji distribusi probabilitas ini perlu dilakukan karena untuk membuktikan bahwa persamaan distribusi probabilitas yang dipilih dapat mewakili distribusi data statistik sampel data yang dianalisis. Terdapat 2 metode untuk melakukan pengujian distribusi probabilitas, yaitu Metode Chi-Kuadrat (X^2) dan metode Smirnov-Kolmogorof.

1. Metode Chi-Kuadrat (X^2)

Persamaan rumus yang digunakan pada uji Chi-kuadrat ini mempunyai bentuk sebagai berikut.

$$X^2 = \frac{(O_f - E_f)^2}{E_f} \quad (3.11)$$

dimana, X^2 = parameter Chi-Kuadrat terhitung,

E_f = frekuensi yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelasnya,

O_f = frekuensi yang diamati pada kelas yang sama,

Derajat kepercayaan (α) tertentu yang sering diambil dalam banyak penelitian adalah 5%. Adapun, derajat kebebasan (dk) dihitung dengan persamaan 3.12 dan 3.13 berikut.

$$dk = K - (p + 1) \quad (3.12)$$

$$K = 1 + 3,3 \log n \quad (3.13)$$

dimana, P = banyaknya parameter, untuk uji Chi-kuadrat adalah 2,

K = jumlah kelas distribusi,

n = banyaknya data.

Dalam menyimpulkan bahwa persamaan distribusi probabilitas yang dipilih dapat mewakili distribusi data statistik sampel data yang dianalisis atau tidak, yaitu dengan membandingkan parameter Chi-Kuadrat terhitung (X^2) dan Chi-Kuadrat kritis (X_{cr}^2). Jika $X^2 < X_{cr}^2$, maka dapat disimpulkan bahwa persamaan distribusi yang digunakan dapat mewakili data statistik sampel data. Untuk lebih jelasnya dalam melakukan uji ini berikut adalah langkah-langkah perhitungannya.

- 1.) Urutkan data dari besar ke kecil atau sebaliknya.
- 2.) Menghitung jumlah kelas.
- 3.) Menghitung derajat kebebasan (dk) dan X_{cr}^2 .
- 4.) Menghitung kelas distribusi.
- 5.) Menghitung interval kelas.
- 6.) Perhitungan nilai X^2 .
- 7.) Membandingkan nilai X^2 terhadap X_{cr}^2 .

2. Uji Smirnov-Kolmogorof

Dalam uji Smirnov-Kolmogorof dilakukan langkah analisis sebagai berikut ini.

- 1.) Mengurutkan data dari besar ke kecil atau sebaliknya.
- 2.) Menentukan peluang empiris $P(I_i)$ masing-masing data menggunakan persamaan Weibull seperti dibawah ini.

$$P(I_i) = \frac{n+1}{i} \quad (3.14)$$

dimana, n = Jumlah data,

i = nomor urut data setelah diurutkan dari besar ke kecil atau sebaliknya.

- 3.) Menentukan peluang teoritis masing-masing data yang sudah diurutkan $P'(P(I_i))$.
- 4.) Menghitung selisih (ΔP_i) antara peluang empiris dan teoritis untuk setiap data yang diurutkan.
- 5.) Menentukan apakah $\Delta P_i > \Delta P_{kritis}$, jika tidak sesuai dengan persamaan tersebut maka distribusi probabilitas yang dipilih tidak dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis dan sebaliknya. ΔP_{kritis} dapat dilihat pada Lampiran 19.

3.7 Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah curah hujan jangka pendek yang dinyatakan per jam (mm/jam). Menurut Sosrodarsono (1985), intensitas hujan jangka waktu yang singkat (biasanya dalam 2 jam), digunakan sebagai dasar rancangan pengendalian banjir dan drainase. Intensitas hujan ini dinyatakan dalam rumus sebagai berikut.

$$I = \frac{R}{t} \quad (3.15)$$

dimana, I = Intensitas hujan (mm/jam),

R = kedalaman hujan (mm),

t = durasi hujan (jam).

Perhatikan Tabel 3.2 dibawah ini, pada tabel tersebut menunjukkan bahwa keadaan atau sifat hujan dapat diketahui dengan melihat nilai intensitasnya dalam durasi waktu 1 jam maupun dalam 24 jam.

Tabel 3.2 Keadaan hujan dan intensitas hujan

Keadaan Hujan	Intensitas Hujan (mm)	
	1 Jam	24 Jam
Hujan sangat ringan	<1	<5
Hujan ringan	1-5	5-20
Hujan normal	5-10	20-50
Hujan lebat	10-20	50-100
Hujan sangat lebat	>20	>100

(Sumber : Suyono Sosrodarsono, 2003)

Hujan mempunyai sifat yang umum terjadi yaitu jika durasi terjadinya singkat maka intensitasnya pun semakin tinggi, kemudian jika kala ulangnya semakin lama maka intensitas yang terjadi semakin tinggi dan begitu pula sebaliknya. Kala ulang sendiri merupakan suatu waktu hipotetik dimana hujan dengan jumlah tertentu akan disamai atau dilampaui. Intensitas hujan ini mempunyai hubungan dengan durasi hujan dan frekuensi hujan yang digambarkan dengan lengkung IDF (*Intersity-Duration-Frequency Curve*). Dalam penggambaran IDF ini dibutuhkan data hujan jangka pendek (5, 10, 20 menit dan jam-jaman) yang didapat dari rekaman data pengukur hujan otomatis. Dari sebaran data hujan jangka pendek tersebut persamaan lengkung IDF juga dapat diketahui dengan cara pendekatan, yaitu metode Talbot, metode Sherman, dan Ishiguro. Penjelasan dari metode-metode tersebut adalah sebagai berikut.

1. Metode Talbot

Metode Talbot ini ditemukan oleh Professor Talbot pada tahun 1881. Rumus dari metode ini pun banyak digunakan di Jepang karena metode ini termasuk metode yang mudah diterapkan. Metode ini mempunyai dua tetapan

yang simbolkan dengan huruf a dan b dengan harga-harga yang terukur. Rumus dari metode Talbot adalah sebagai berikut.

$$I = \frac{a}{t + b} \quad (3.16)$$

dimana, I = intensitas hujan (mm/jam),
 t = durasi hujan (jam),
 a dan b = tetapan rumus Talbot,
 N = jumlah data.

Adapun persamaan a dan b adalah sebagai berikut.

$$a = \frac{\sum(I \cdot t) \cdot \sum(I^2) - \sum(I^2 \cdot t) \cdot \sum(I)}{N \cdot \sum(I^2) - \sum(I) \cdot \sum(I)} \quad (3.17)$$

$$b = \frac{\sum(I) \cdot \sum(t \cdot I) - N \cdot \sum(I^2 \cdot t)}{N \cdot \sum(I^2) - \sum(I) \cdot \sum(I)} \quad (3.18)$$

2. Metode Sherman

Metode Sherman ini dikemukakan oleh Professor Sherman pada tahun 1905. Rumus Sherman ini digunakan untuk curah hujan dengan jangka waktu yang durasinya lebih dari 2 jam. Bentuk dari rumus Sherman adalah sebagai berikut.

$$I = \frac{a}{t^n} \quad (3.19)$$

dimana, I = Intensitas hujan (mm/jam),
 t = durasi hujan (jam),
 a dan n = tetapan rumus Sherman,
 N = jumlah data.

Adapun persamaan a dan n adalah sebagai berikut.

$$\log a = \frac{\sum(\log I) \cdot \sum(\log t)^2 - \sum(\log t \cdot \log I) \cdot \sum(\log t)}{N \cdot \sum(\log t)^2 - \sum(\log t) \cdot \sum(\log t)} \quad (3.20)$$

$$n = \frac{\sum(\log I) \cdot \sum(\log t) - N \sum(\log t \cdot \log I)}{N \cdot \sum(\log t)^2 - \sum(\log t) \cdot \sum(\log t)} \quad (3.21)$$

3. Metode Ishiguro

Metode Ishiguro ini diperkenalkan oleh Dr. Ishiguro pada tahun 1953.

$$I = \frac{a}{\sqrt{t} + b} \quad (3.22)$$

dimana, I = Intensitas hujan (mm/jam),
 t = durasi hujan (jam),
 a dan b = tetapan rumus Ishiguro,
 N = jumlah data.

Adapun persamaan a dan b adalah sebagai berikut.

$$a = \frac{\sum(I \cdot \sqrt{t}) \cdot \sum(I^2) - \sum(I^2 \cdot \sqrt{t}) \cdot \sum(I)}{N \cdot \sum(I^2) - \sum(I) \cdot \sum(I)} \quad (3.23)$$

$$b = \frac{(I) \cdot (I \cdot \sqrt{t}) - N \cdot (I^2 \cdot \sqrt{t})}{N \cdot (I^2) - (I) \cdot (I)} \quad (3.24)$$

3.8 Standar Deviasi, Korelasi dan Regresi

3.8.1 Standar Deviasi

Standar Deviasi atau simpangan baku ini merupakan tolak ukur dari sebaran data statistik. Standar deviasi juga dapat menggambarkan atau mendefinisikan rata-rata jarak penyimpangan titik-titik sebaran data yang diukur dari nilai rata-rata data tersebut. Semakin kecil nilai standar deviasinya terhadap

nilai rata-rata variabelnya maka semakin baik kualitas data yang diperoleh. Namun sebaliknya, jika semakin besar nilai standar deviasinya terhadap nilai rata-rata variabelnya maka semakin besar simpangan yang terjadi dan berarti data yang didapat kurang baik. Bentuk persamaan dari standar deviasi ini dapat dilihat pada persamaan 3.25 di bawah ini.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - X_r)^2}{N - 1}} \quad (3.25)$$

dimana, S = Standar Deviasi,
 X_i = Variabel empiris,
 X_r = Variabel rencana,
 N = Jumlah data.

3.8.2 Korelasi dan Regresi

Menurut teori probabilitas, korelasi merupakan nilai yang digunakan sebagai tolak ukur yang menunjukkan kekuatan hubungan linier dari dua variabel. Korelasi ini disimbolkan dengan huruf r dimana nilai r yang mendekati -1 atau +1 menunjukkan hubungan yang kuat dari dua variabel dan nilai r yang mendekati 0 menunjukkan hubungan yang lemah dari dua variabel. Untuk lebih jelasnya perhatikan Tabel 3.3 berikut ini.

Tabel 3.3 Tingkat hubungan korelasi

Interval Koef. Korelasi	Tingkat Hubungan
0,80 – 1,00	Sangat Kuat
0,60 – 0,79	Kuat
0,40 – 0,59	Cukup Kuat
0,20 – 0,39	Rendah
0,00 – 0,19	Sangat Rendah

(sumber : Sugiyono, 2004)

Nilai koefisien korelasi ini mempunyai rumus sebagai berikut.

$$r = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{n \cdot (\sum X^2) - (\sum X)^2} \cdot \sqrt{n \cdot (\sum Y^2) - (\sum Y)^2}} \quad (3.26)$$

dimana, r = nilai koefisien korelasi,
 n = jumlah data,
 X dan Y = variabel yang dibandingkan.

Regresi merupakan suatu cara dalam statistika yang digunakan untuk menentukan hubungan sebab akibat yang disajikan melalui grafik. Grafik regresi ini terdiri dari variabel bebas pada sumbu X dan variabel terikat pada sumbu Y.

Analisis regresi dikenal dengan linear atau garis lurus dan non linear atau lengkung. Untuk analisis kurva IDF digunakan analisis regresi non linear karena mempunyai *trend* data yang cenderung lengkung. Pada analisis regresi non linear ini ada 2 cara yang sering digunakan, yaitu analisis regresi logaritma dan ln. Menurut Triadmodjo (2008), analisis regresi non linear yang digunakan dalam mencari tahu persamaan kurva IDF adalah analisis regresi logaritma yang mempunyai bentuk persamaan sebagai berikut.

$$I = a \cdot t^b \quad 3.27$$

dimana, I = Intensitas hujan (mm/jam),
 t = durasi hujan (jam),
 a dan b = tetapan rumus regresi logaritma,

Korelasi dan regresi ini mempunyai hubungan yang sangat kuat. Hal ini terjadi karena pada setiap regresi selalu ada korelasinya. Tetapi, suatu korelasi belum tentu ada persamaannya regresinya. Penyebabnya adalah jika suatu hubungan dari dua variabel tersebut mempunyai nilai koefisien korelasi yang lemah atau

berarti dua variabel tersebut tidak mempunyai hubungan sebab akibat yang kuat maka tidak bisa dilanjutkan dengan membuat persamaan regresinya.