

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

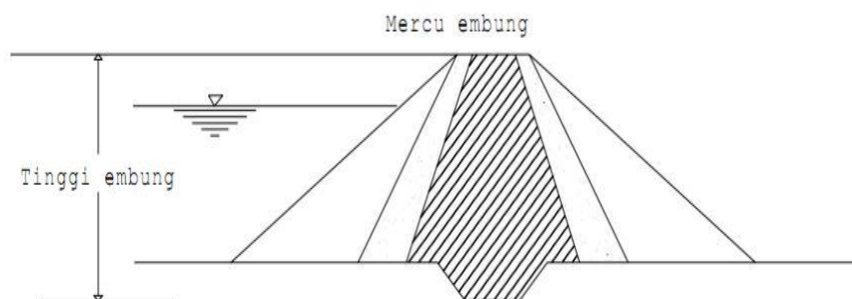
2.1 Embung

2.1.1 Definisi Embung

Embung merupakan sesuatu konstruksi bangunan air yang dapat disebut juga skala mikro dari suatu waduk dimana fungsinya untuk yaitu menampung air yang nantinya dapat dimanfaatkan pada hilir embung terserbut untuk kebutuhan baik irigasi, air baku, dan sebagainya. Embung banyak dipilih sebagai tampungan air selain pelaksanakannya yang sederhana dan kebutuhan lahan yang nantinya akan dibangun suatu embung juga tidak membutuhkan lokasi yang luas, dalam penampungan embung juga tidak membutuhkan biaya relatif yang besar.

2.1.2 Tinggi Embung

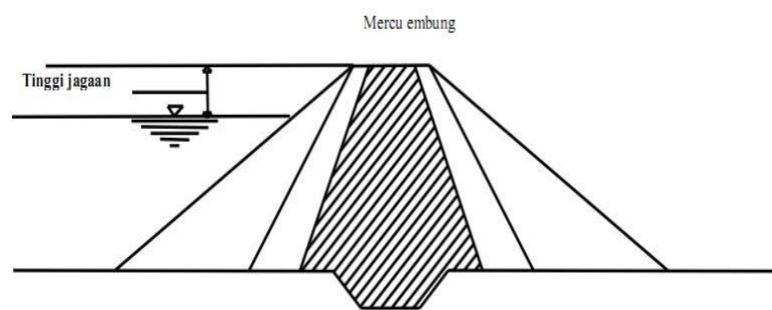
Tinggi embung adalah perbedaan antara elevasi permukaan pondasi dan elevasi mercu embung. Apabila pada embung dasar dinding kedap air atau zona kedap air, maka yang dianggap permukaan pondasi adalah garis perpotongan antara bidang vertikal yang melalui hulu mercu embung dengan permukaan pondasi alas embung tersebut. Tinggi maksimal untuk embung adalah 20 m (Loebis, 1984).



Gambar 2.1. Tinggi Embung

2.1.3 Tinggi Jagaan

Tinggi jagaan adalah perbedaan antara elevasi permukaan maksimum rencana air dalam embung dan elevasi mercu embung. Elevasi permukaan air maksimum rencana biasanya merupakan elevasi banjir rencana embung.



Gambar 2.2. Tinggi Jagaan pada Mercu Embung

2.1.4 Lebar Mercu

Lebar mercu embung yang memadai di perlukan agar puncak embung dapat tahan terhadap hempasan ombak dan dapat tahan terhadap aliran filtrasi yang melalui mercu tubuh embung. Di samping itu, pada penentuan lebar mercu perlu di perhatikan kegunaannya sebagai jalan inspeksi dan pemeliharaan embung.

2.1.5 Panjang Embung

Yang dimaksud dengan panjang embung adalah seluruh panjang mercu embung yang bersangkutan, termasuk bagian yang digali pada tebing-tebing sungai di kedua ujung mercu tersebut. Apabila bangunan pelimpah atau bangunan penyadap terdapat pada ujung-ujung mercu, maka lebar bangunan-bangunan pelimpah tersebut diperhitungkan pula dalam menentukan panjang embung (Sosrodarsono, 1989).

2.1.6 Volume Embung

Seluruh jumlah volume konstruksi yang dibuat dalam rangka pembangunan tubuh embung termasuk semua bangunan pelengkapya dianggap sebagai volume embung.

2.1.7 Pemilihan Lokasi dan Tipe Embung

Embung merupakan salah satu bagian dari proyek secara keseluruhan maka lentaknya juga dipengaruhi oleh bangunan-bangunan lain seperti bangunan pelimpah, bangunanpenyadap bangunan pengeluaran, bangunan untuk pembelokan sungai dan lain-lain (dala, soediby, 1993).

Dalam bukunya Soediby (1993) faktor yang menentukan didalam pemilihan tipe embung adalah :

1. Tujuan pembangunan proyek
2. Keadaan klimatologi setempat
3. Keadaan hidrologi setempat
4. Keadaan di daerah genangan
5. Keadaan geologi setempat
6. Tersedianya bahan bnaguanan
7. Hubungan dengan bangunan pelengkap
8. Keperluan untuk pengoperasian waduk
9. Keadaan lingkungan stempat
10. Biaya proyek

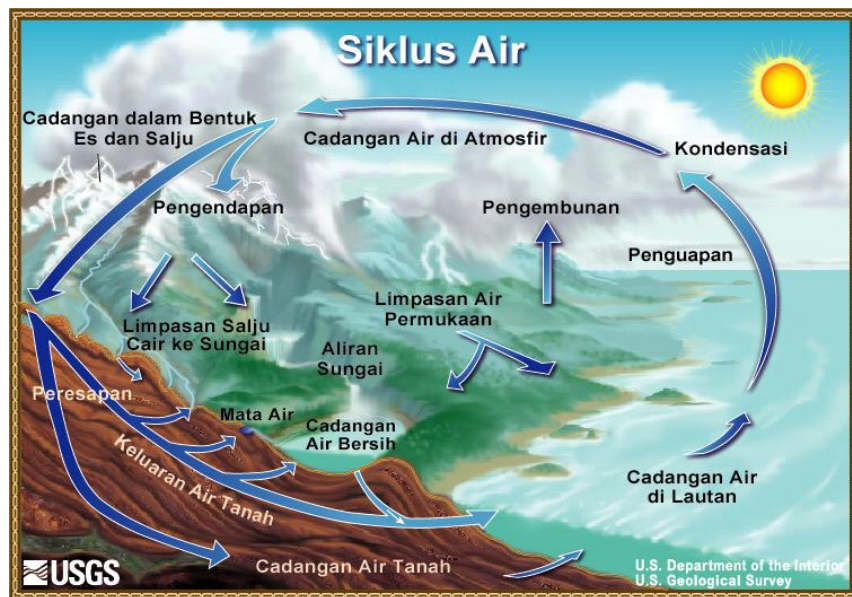
2.2 Analisa Hidrologi

2.2.1 Sirkulasi Air (Siklus Hidrologi)

Di bumi ini terdapat kira kira sejumlah 1,3-1,4 milyar km^3 air : 97,5% adalah air laut, 1,75% berbentuk es dan 0,73% berada didaratan sebagai air sungai,air danau dan air tanah dan sebagainya. Air di bumi ini ,mengulangi terus menerus sirkulasi penguapan,presipitasi,dan pengaliran keluar (outflow). Tetapi sirkulasi air ini tidak merata,karena kita melihat perbedaan besar prepitasi dari tahun ke tahun,dari musim

kemusing yang berikut dadn juga dari wilayah ke wilayah yg lain. Sirkulasi air ini dipengaruhi oleh kondisi meteorologi (suhu,tekanan atmosfer,angin dan lain lain). Air permukaan tanah dan air tanah yang dibutuhkan untuk kehidupan dan produksi adalah air yang terdapat dalam proses sirkulasi ini. Jadi jika sikulasi ini tidak merata,maka akan terjadi bermacam macam kesulitan.

Jika terjadi sirkulasi yang lebih,seperti banjir maka harus diadakan pengendalian banjir. Jika terjadi sirkulasi yang kurang,maka kekurangan air ini harus ditambah dalam suatu usaha pemanfaatan air.



Gambar 2.3 Siklus Air

Berdasarkan hal-hal tersebut maka berkembanglah ilmu hidrologi. Hidrologi didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari sistem kejadian air di atas pada permukaan dan di dalam tanah. Definisi tersebut terbatas pada hidrologi didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari sistem kejadian air di atas, pada permukaan dan di dalam tanah. Definisi tersebut terbatas pada hidrologi rekayasa. Secara luas hidrologi meliputi pula berbagai bentuk air termasuk transformasi antara keadaan cair, padat, dan gas dalam atmosfer, di atas dan dibawah permukaan tanah. Di dalam nya tercakup pula

air laut yang merupakan sumber dan penyimpanan air yang mengaktifkan kehidupan di planet bumi ini. Curah hujan pada suatu daerah merupakan faktor yang menentukan besarnya debit banjir yang terjadi pada daerah yang menerimanya.

Analisis hidrologi dilakukan untuk mendapatkan karakteristik hidrologi dan meteorologi daerah aliran sungai. Tujuannya adalah untuk mengetahui karakteristik hujan, debit air yang ekstrim maupun yang wajar yang akan digunakan sebagai dasar analisis selanjutnya dalam pelaksanaan detail desain.

2.2.2 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Suatu DAS adalah daerah yang dianggap sebagai wilayah dari suatu titik tertentu pada suatu sungai dan dipisahkan dari DAS – DAS di sebelahnya oleh suatu pembagi (*divide*), atau punggung bukit /gunung yang dapat ditelusuri pada peta topografi. Semua air permukaan yang berasal dari daerah yang dikelilingi oleh pembagi tersebut di alirkan melalui titik terendah pembagi, yaitu tepat yang dilalui oleh sungai utama pada DAS yang bersangkutan (*Djoko,1985*)

DAS adalah suatu daerah yang di batasi oleh pemisah topografi yang menerima hujan, menampung, menyimpan dan mengalirkan ke sungai dan seterusnya ke danau atau ke laut. Komponen masukan masukan dalam DAS adalah curah hujan, sedangkan keluarnya terdiri dari debit air dan muatan sedimen (*Suripin,2004*). 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 sehinggasper dapat didefinsikan 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*).

2.2.3 Curah Hujan Rencana

2.2.3.1 Curah Hujan Area

Data curah hujan dan debit merupakan data yang paling fundamental dalam perencanaan pembuatan embung. Ketetapan dalam memilih lokasi dan peralatan baik curah hujan maupun debit merupakan faktor yang menentukan kualitas data yang diperoleh. Analisis data hujan dimaksudkan untuk mendapatkan besaran curah hujan dan analisis statistik yang diperhitungkan dalam perhitungan debit banjir rencana. Data curah hujan yang dipakai untuk perhitungan debit banjir adalah hujan yang terjadi pada daerah aliran sungai pada waktu yang sama. Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah hujan area dan dinyatakan dalam mm (Sarosardono, 2003). Curah hujan area ini harus diperkirakan dari beberapa titik pengamatan curah hujan. Berikut metode perhitungan curah hujan area dari pengamatan curah hujan di beberapa titik :

1. Cara rata-rata aljabar

Tinggi rata-rata curah hujan didapatkan dengan mengambil nilai rata-rata hitung (*arithmetic metic*) pengukuran di pos penakar-penakar hujan di dalam awal areal tersebut. Jadi

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

Dimana:

d = tinggi curah hujan rata-rata

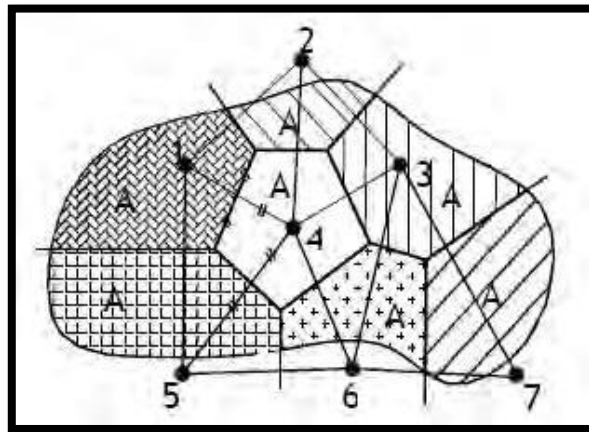
d₁, d₂...d_n = tinggi curah hujan pada pos penakar 1, 2, ...n

n = banyak pos penakar

Hasil yang diperoleh dengan cara ini tidak jauh berbeda dari hasil yang didapat dengan cara lain, jika titik pengamatan itu banyak dan tersebar merata di seluruh daerah itu. Keuntungan cara ini ialah bahwa cara ini obyektif yang berbeda dengan umpama cara isohyet, dimana faktor subyektif turut menentukan (Ir. suryono, 1983).

2. Cara poligon Thiessen

Cara ini berdasarkan rata rata timbang (*weighted average*). Masing-masing penakar mempunyai daerah pengaruh yang dibentuk dengan menggambarkan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung diantara dua buah pos penakar.



Gambar 2.4 Mengukur tinggi curah hujan dengan cara poligon Thiessen

Langkah-langkah metode Thiessen sebagai berikut :

1. Lokasi stasiun hujan di plot pada peta DAS. Antar stasiun dibuat garis lurus penghubung.
2. Tarik garis tegak lurus ditengah-tengah tiap garis penghubung sedemikian rupa, sehingga membentuk poligon Thiessen. Semua titik dalam satu poligon akan mempunyai jarak terdekat dengan stasiun yang ada di dalamnya dibandingkan dengan jarak terhadap stasiun lainnya. Selanjutnya, curah hujan

pada stasiun 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 (A) dapat diketahui dengan menjumlahkan luas poligon.

4. Hujan rata-rata DAS dapat dihitung dengan rumus :

$$d = \frac{A_1 d_1 + A_2 d_2 + A_3 d_3 + \dots + A_n d_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

d = Curah hujan rata-rata

A₁, A₂, ..., A_n = Luas daerah pengaruh dari setiap stasiun hujan (km²)

D₁, d₂, ..., d_n = Curah hujan pada setiap stasiun hujan (mm)

n = Banyaknya stasiun hujan

3. Cara Ishoyet

Metode perhitungan dengan memperhitungkan secara aktual pengaruh tiap-tiap stasiun hujan dengan kata lain asumsi metode Thiessen yang menganggap bahwa tiap-tiap stasiun hujan mencatat kedalaman yang sama untuk daerah sekitarnya dapat dikoreksi. Metode ini cocok untuk daerah berbukit dan tidak teratur (*Suripin, 2004*). Prosedur penerapan metode ini meliputi langkah-langkah sebagai berikut :

1. Plot data kedalaman air hujan untuk tiap stasiun hujan pada peta
2. Gambar kontur kedalaman air hujan dengan menghubungkan titik-titik yang mempunyai kedalaman air hujan yang sama Interval Ishoyet yang umum di pakai adalah 10mm.
3. Hitung luas areal antara dua garis Ishoyet yang berdekatan dengan menggunakan planimeter. Kalikan masing-masing luas areal dengan rata-rata hujan antara dua Ishoyet yang berdekatan.

4. Hitung hujan rata-rata DHS dengan rumus :

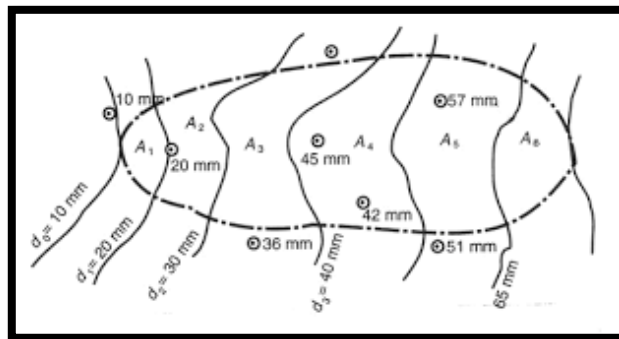
$$d = \frac{\frac{(R_1+R_2)}{2}A_1 + \frac{R_2+R_4}{2}A_2 + \frac{R_n+R_{n-1}}{2}A_n}{A_1+A_2+\dots+A_n} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

d = Curah hujan rata-rata (mm)

R1,R2....Rn = Curah hujan di garis Isohyet (mm)

A1,A2,...An = Luas bagian yang dibatasi oleh isohyet (Km²)



Gambar 2.5 Mengukur tinggi curah hujan dengan cara isohyet

2.2.4 Curah Hujan Maksimum Harian Rata-Rata

Metode/cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan hujan maksimum harian rata-rata DAS adalah sebagai berikut :

- a. Tentukan hujan maksimum harian pada tahun tertentu di salah satu pos hujan
- b. Cari besarnya curah hujan pada tanggal-bulan-tahun yang sama untuk pos hujra yang lain
- c. Hitung hujan DAS dengan salah satu cara yang di pilih
- d. Tentukan hujan maksimum harian (seperti langkah 1) pada tahun yang sama untuk pos hujan yang lain

- e. Ulangi langkah 2 dan 3 setiap tahun

Dari hasil rata-rata yang diperoleh (sesuai dengan jumlah pos hujan) dipilih yang tertinggi setiap tahun. Data hujan yang terpilih setiap tahun merupakan huja maksimum harian DAS untuk tahun yang bersangkutan (*suripin,2004*).

2.2.5 Perhitungan Curah Hujan Rencana

Perhitungan curah hujan rencana digunakan untuk meramalkan besarnya hujan dengan periode ulang tertentu (Soewarno, 1995). Berdasarkan curah hujan rencana dapat dicari besarnya intensitas hujan (analisis frekuensi) yang digunakan untuk mencari debit banjir rencana. Analisis frekuensi ini dilakukan dengan menggunakan sebaran kemungkinan teori probability distribution dan yang biasa digunakan adalah sebaran Gumbel tipe 1, sebaran Log Pearson tipe III, sebaran Normal dan sebaran Log Normal. Secara sistematis Metode Kontur tinggi hujan analisi frekuensi perhitungan hujan rencana ini dilakukan secara berurutan sebagai berikut :

- a. Parameter statistik
- b. Pemilihan jenis sebaran
- c. Uji kecocokan sebaran
- d. Perhitungan hujan rencana

a. Parameter Statistik

Parameter yang digunakan dalam perhitungan analisi frekuensi meliputi parameter nilai rata-rata (\bar{X}), standar deviasi (S_d), koefisien variasi (Cv), koefisien kemiringan (Cs) dan koefisien kurtosis (Ck). Perhitungan parameter tersebut didasarkan pada data catatan tinggi hujan harian rata-rata maksimum 20 tahun terakhir.

Nilai rata-rata

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

- \bar{X} = nilai rata-rata curah hujan
- X_i = nilai pengukuran dari suatu curah hujan ke-i
- N = jumlah data curah hujan

- Standar deviasi

Ukuran sebaran yang paling banyak digunakan adalah deviasi standar. Apabila penyebaran sangat besar terhadap nilai rata-rata maka nilai Sd akan besar. Akan tetapi apabila penyebaran data sangat kecil terhadap nilai rata-rata maka nilai Sd akan kecil. Jika dirumuskan dalam suatu persamaan adalah sebagai (soewarno,1995)

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

- S_d = standar deviasi curah hujan
- \bar{X} = nilai rata-rata curah hujan
- X_i = nilai pengukuran dari suatu curah hujan ke-i
- n = jumlah data curah hujan

- Koefisien variasi

Koefisien variasi (Icoefficient of variation) adalah nilai perbandingan antara standar deviasi dengan nilai rata-rata dari suatu sebaran. Koefisien variasi dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (sowarno,1995) :

$$Cv = \frac{S_d}{\bar{X}} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana :

- Cv = koefisien variasi curah hujan
- S_d = standar deviasi curah hujan

\bar{X} = nilai rata-rata curah hujan

- Koefisien Kemencengan

Koefisien Kemencengan (*coefficient of skewness*) adalah suatu nilai menunjukkan derajat ketidak simetrisan (*assymetry*) dari suatu bentuk distribusi. Jika dirumuskan dalam suatu persamaan adalah sebagai berikut (*soewarno, 1995*) :

$$\text{Untuk populasi : } C_s = \frac{\alpha}{a^3} \dots\dots\dots(2.7)$$

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

$$\alpha = \frac{1}{n} \sum_i^n =_i (X_i - \mu) \dots\dots\dots(2.9)$$

$$\alpha = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_i^n =_i (X_i - \bar{X}) \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana :

C_s = koefisien kemencengan curah hujan

σ = standar deviasi dari populasi curah hujan

S_d = standar dari deviasi dari sampel curah hujan

μ = nilai rata-rata dari data populasi curah hujan

\bar{X} = curah hujan ke-i

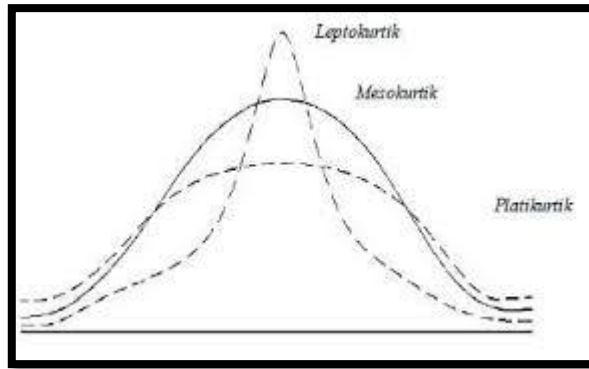
n = jumlah data curah hujan

α = parameter kemencengan

- Koefisien kurtosis

Kurtosis adalah suatu nilai yang menunjukkan keruncingan dari bentuk kurva distribusi, yang umumnya dibandingkan dengan distribusi normal yang mempunyai C_k

= 3 yang dinamakan mesokurtik, $C_k < 3$ berpuncak tajam yang dinamakan leptokurtik, sedangkan $C_k > 3$ berpuncak datar di namakan platikurtik.



Gambar 2.6 korfisien Kurtosis

Koefisien kurtosis biasanya digunakan untuk menentukan keruncingan kurva distribusi, dan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$C_k = \frac{MA(4)}{S_d^4} = \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana :

- C_K = koefisien kurtosis
- MA(4) = momen ke-4 terhadap nilai rata-rata
- S_d^4 = standar deviasi

Untuk data yang belum dikelompokan, maka :

$$C_k : \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I(X_i - \bar{x})^4}{S_d^4} \dots\dots\dots(2.12)$$

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

Dimana :

- C_k = koefisien kurtosis curah hujan
- N = jumlah data curah hujan i

X_i = curah hujan ke-i

f_i = nilai frekuensi variat ke i

S_d = standar deviasi

b. Pemilihan Jenis Sebaran

Masing-masing sebaran memiliki sifat-sifat khas sehingga harus diuji kesesuaiannya dengan sifat statistik masing-masing sebaran tersebut. Pemilihan sebaran yang tidak benar dapat mengundang kesalahan perkiraan yang cukup besar. Pengambilan sebaran secara sembarang tanpa pengujian data hidrologi sangat tidak dianjurkan. Penentuan jenis sebaran yang digunakan untuk analisis frekuensi dapat dipakai beberapa cara sebagai berikut.

Tabel pedoman pemilihan sebaran

- Sebaran Gumbel Tipe 1
- Sebaran Log Pearson tipe III
- Sebaran Normal
- Sebaran Log Normal

Tabel 2.1. Pedoman Pemilihan Sebaran

Jenis Sebaran	Syarat
Normal	$C_s \approx 0$
	$C_k \approx 3$
Gumbel Tipe I	$C_s \leq 1,1396$
	$C_k \leq 5,4002$
Log Pearson Tipe III	$C_s \neq 0$ $C_k \approx 1,5C_s^2 + 3$
Log normal	$C_s \approx 3C_v + C_v^3$
	$C_v \approx 0$

- Sebaran Gumbel Tipe 1

Digunakan untuk analisis data maksimum, misal untuk analisis frekuensi banjir. Untuk menghitung curah hujan rencana dengan metode sebaran Gumbel Tipe 1 digunakan persamaan distribusi frekuensi empiris sebagai berikut :

(CD.Soemarto, 1999)

$$X_T = \bar{X} + \frac{S}{S_n}(Y_T - Y_n) \dots \dots \dots (2.14)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots \dots \dots (2.15)$$

Hubungan antara periodeulang T dengan YT dapat dihitung dengan rumus : untuk T ≥ 20 , maka : $Y = 1n T$

$$Y = - \ln \left[-1n \frac{T-1}{T} \right] \dots \dots \dots (2.16)$$

Dimana :

X_T = nilai hujan rencana dengan data ukur T tahun

\bar{X} = nilai rata-rata hujan

S = standar deviasi (simpangan buku)

Y_T = nilai reduksi variat (reduced variate) dari variabel yang di harapkan

Table 2.4 Reduced Variate (YT) untuk Metode Sebaran Gumbel Tipe 1

Periode Ulang	Reduced Variate
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2502
20	2,9606
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001
200	5,2960
500	6,2140
1000	6,9190
5000	8,5390
10000	9,9210

(Sumber : CD Soemarto,1999)

- Sebaran Log-Pearson Tipe III

Digunakan dalam analisis hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrim. Bentuk sebaran Log Pearson tipe III merupakan hasil transformasi dari sebaran Pearson tipe III dengan menggantikan variat menjadi nilai logaritmik. Metode Log-Pearson tipe III apabila digambarkan pada kertas peluang logaritmik akan merupakan persamaan garis lurus, sehingga dapat dinyatakan sebagai model matematik dengan persamaan sebagai berikut (CD. Soemarto, 1999):

$$Y = \bar{Y} + K.S \dots \dots \dots (2.17)$$

Dimana :

Y = nilai logaritmik dari X atau Log (X)

X = data curah hujan

\bar{Y} = rata-rata hitung (lebih baik rata-rata geometrik) nilai Y

S = deviasi standar nilai Y

K = karakteristik distribusi peluang Log-Pearson tipe III

Langkah-langkah perhitungan sebagai berikut :

1. Mengubah data curah hujan sebanyak n buah $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ menjadi $\log(X_1), \log(X_2), \log(X_n)$.

2. Menghitung harga rata-ratanya dengan rumus :

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

Dimana :

$\overline{\log(x)}$ = harga rata-rata logaritmik

n = jumlah data

X_i = nilai curah hujan tiap-tiap tahun (R_{24} maks)

3. Menghitung harga standar deviasinya dengan rumus berikut :

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log(X_i) - \overline{\log(X)})^2}{n-1}} \dots \dots \dots (2.19)$$

4. Menghitung koefisien skewness (C_s) dengan rumus :

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (\log(X_i) - \overline{\log(X)})^3}{(n-1)(n-2)sd^3} \dots \dots \dots (2.20)$$

Dimana :

C_s = koefisien skewness

5. Menghitung logaritma hujan rencana dengan periode ulang T tahun dengan rumus :

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

Dimana :

X_T = curah hujan rencana periode ulang T tahun

K = harga yang diperoleh berdasarkan nilai C_s

6. Menghitung koefisien kurtosis (C_k) dengan rumus :

$$C_k = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (\log(X_i) - \overline{\log(X)})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)sd^4} \dots \dots \dots (2.22)$$

Dimana :

Ck = koefisien kurtosi

7. Menghitung koefisien variasi (Cv) dengan rumus :

$$Cv: \frac{sd}{\log(X)} \dots \dots \dots (2.23)$$

Dimana :

Cv : koefisien variasi

Sd : standar devias

2.2.6 Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya. Analisis intensitas curah hujan ini dapat diproses dari data curah hujan yang telah terjadi pada masa lampau.

Rumus yang dapat dipakai :

a. Menurut Dr. Mononobe

Jika data curah hujan yang ada hanya curah hujan harian. Rumus yang digunakan (sosrodarsono, 2003) :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \cdot \left[\frac{24}{t} \right]^{2/3} \dots \dots \dots (2.24)$$

Dimana :

I = Intensitas Curah Hujan (mm/jam)

t = lamanya curah hujan (jam)

R₂₄ = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

2.2.7 Debit Banjir Rencana

Untuk mencari debit banjir rencana dapat digunakan beberapa metode diantaranya hubungan empiris antara curah hujan dengan limpasan. Metode ini paling banyak di kembangkan sehingga didapat beberapa rumus, diantaranya adalah

1. Rumus rasional

Metode rasional ini digunakan jika luas DAS kurang dari 2,5 km² (<2,5 km²).

Rumus rasional yang dipakai adalah :

$$Q_r = \frac{C_f \cdot C \cdot I \cdot A}{3,6} = 0,278 \cdot C_f \cdot C \cdot I \cdot A \dots\dots\dots(2.25)$$

Dimana :

Q_r = Debit puncak yang ditimbulkan oleh hujan dengan intensitas dan frekuensi tertentu (m³/det)

I = intensitas curah hujan selama konsentrasu (mm/jam)

A = luas daerah tangkapan (Km²)

C_f = faktor koreksi frekuensi

C = koefisien aliran yang tergantung pada jenis permukaan lahan

2.3 Analisa Saluran

2.3.1 Bentuk-Bentuk Saluran

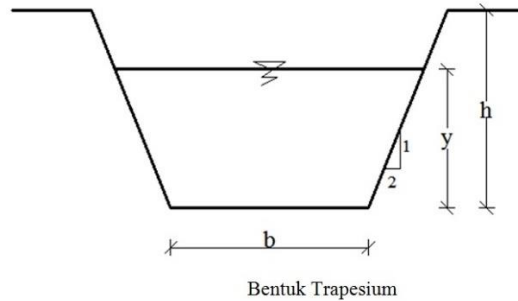
Bentuk-bentuk saluran untuk drainase tidak terlampau jauh berbeda dengan saluran air irigasi pada umumnya. Dalam perencanaan dimensi saluran harus diusahakan dapat memperoleh dimensi saluran tumpang yang ekonomis. Dimensi saluran yang terlalu besar berarti tidak ekonomis, sebaliknya dimensi saluran yang terlalu kecil, tingkat kerugian akan besar. Bentuk-bentuk saluran terdiri dari :

1. Bentuk trapezium
2. Bentuk persegi
3. Bentuk setengah lingkaran,
4. Bentuk segitiga

1. Bentuk trapezium

Saluran yang berbentuk trapezium pada umumnya saluran dari tanah. Tapi dimungkinkan juga bentuk ini dari pasangan batu dan beton. Bentuk trapezium

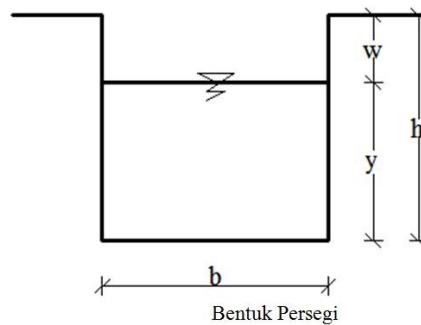
tersebut berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan yang memiliki debit besar.



Gambar 2.7 penampang saluran berbentuk trapezium

2. Bentuk persegi

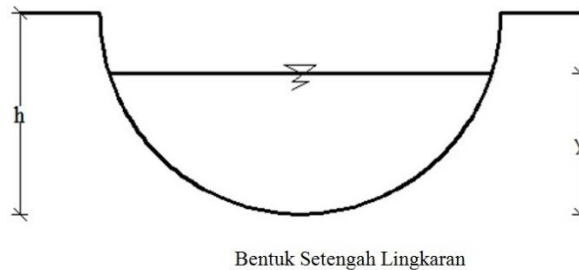
Saluran berbentuk persegi tidak banyak membutuhkan ruang. Saluran berbentuk persegi ini biasanya terbuat dari pasangan batu dan beton. Menampung dan menyalurkan limpasan air dengan debit yang besar merupakan fungsi utama dari saluran berbentuk persegi ini.



Gambar 2.8 penampang saluran berbentuk persegi

3. Bentuk setengah lingkaran

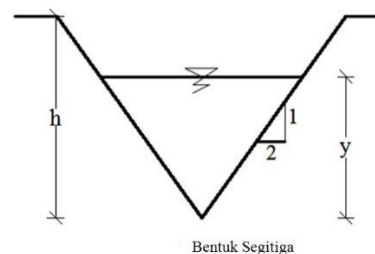
Saluran ini mempunyai fungsi menyalurkan limpasan air hujan dengan debit yang kecil. Bentuk saluran ini umumnya digunakan untuk saluran rumah penduduk dan pada sisi jalan perumahan yang padat



Gambar 2.9 penampang saluran berbentuk setengah lingkaran

4. Bentuk segitiga

Memiliki bentuk yang cukup aneh dimana hanya memiliki 2 sisi saja yang menghadap ke tanah membuat saluran air berbentuk segitiga ini sangat jarang digunakan. Saluran bentuk segitiga hanya digunakan pada kondisi tertentu saja dimana hanya berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan dengan debit kecil.



Gambar 2.10 penampang saluran berbentuk segitiga

2.4 Pengelolaan Proyek

2.4.1 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana anggaran biaya adalah suatu bangunan atau proyek adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek. Anggaran biaya merupakan harga dari bahan bangunan yang dihitung dengan teliti, cermat dan memenuhi syarat.

Anggaran biaya pada bangunan yang sama akan berbeda-beda di masing-masing daerah, disebabkan karena perbedaan harga bahan dan upah tenaga kerja. Adapun langkah-langkah untuk menghitung rencana anggaran biaya (RAB), yaitu:

a. Persiapan dan pengecekan gambar kerja

Gambar kerja adalah dasar untuk menentukan pekerjaan apa saja yang ada dalam komponen bangunan yang akan dikerjakan. Dari gambar akan didapatkan ukuran, bentuk dan spesifikasi pekerjaan. Pastikan gambar yang mengandung semua ukuran dan spesifikasi material yang akan digunakan untuk mempermudah perhitungan volume pekerjaan dalam tahap persiapan ini perlu juga dilakukan pengecekan harga-harga material dan upah yang ada disekitar atau lokasi paling dekat dengan tempat bangunan yang akan dikerjakan.

b. Perhitungan volume

Langkah awal untuk menghitung volume pekerjaan, yang perlu dilakukan adalah mengurutkan semua item dan komponen pekerjaan yang akan dilaksanakan sesuai dengan gambar kerja yang ada.

c. Membuat harga satuan pekerjaan

Untuk menghitung harga satuan pekerjaan yang perlu dipersiapkan adalah indeks koefisien Analisa pekerjaan, harga material atau bahan sesuai satuan dan hargaupah kerja per-hari termasuk mandor, kepala tukang, tukang pekerja.

d. Perhitungan jumlah biaya pekerjaan

Setelah didapatkan volume dan harga satuan pekerjaan, kemudian kita tinggal mengkalikanya sehingga didapat harga biaya pekerjaan dari masing-masing item pekerjaan.


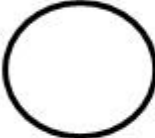


e. Rekapitulasi

Rekapitulasi adalah jumlah masing-masing sub item pekerjaan dan kemudian ditotalkan sehingga didapatkan jumlah total biaya pekerjaan. Dalam rekapitulasi ini bila mana diperlukan juga ditambahkan biaya *overhead* dan biaya pajak.

2.4.2 Network Planning

Network planning adalah sebuah jadwal kegiatan pekerjaan berbentuk diagram network sehingga dapat diketahui pada area mana pekerjaan yang termasuk ke dalam lintasan kritis dan harus diutamakan pelaksanaannya. Cara membuat network planning bisa dengan cara manual atau menggunakan software komputer. Selain network planning kita kenal juga jenis jadwal lain yang digunakan dalam melaksanakan proyek seperti kurva “S”, Barchart, Schedule harian mingguan bulanan dan lain-lain. Adapun bentuk simbol-simbol Diagram Network Planning.

Tabel 2.5 Simbol-simbol diagram Network Planning

No	Simbol	Keterangan
1		<i>Arrow</i> , bentuknya merupakan anak panah yang artinya aktivitas/kegiatan : adalah suatu pekerjaan atau tugas dimana penyelesaiannya membutuhkan “duration” (jangka Waktu Tertentu) dan “Resources” (Tenaga, equipment, Material dan Baiaya) tertentu.
2		<i>Node/event</i> , bentuknya merupakan lingkaran bulat yang artinya saat, peristiwa atau kejadian : adalah permulaan atau akhir dari satua atau lebih kegiatan-kegiatan.
3		<i>Double arrow</i> , Anak panah sejajar, merupakan kegiatan di Lintasan Kritis (Critical Path)
4		<i>Dummy</i> , Bentuknya merupakan anak panah terputus-putus yang artinya kegiatan semu atau aktivitas semu : adalah bukan kegiatan/aktivitas tetapi dianggap kegiatan/aktivitas, hanya saja tidak membutuhkan duration dan resource tertentu.

2.4.3 Barchart

Barchart adalah diagram alur pelaksanaan pekerjaan yang dibuat untuk menentukan waktu penyelesaian pekerjaan yang dibutuhkan. Untuk dapat memanejemen proyek dengan baik perlu diketahui sebelumnya dimana posisi waktu tiap item pekerjaan, sehingga disitula pekerjaan proyek harus benar-benar dipantau

agar tidak terjadi keterlambatan penyelesaian proyek. Hal-hal yang ditampilkan dalam barchart adalah :

- Jenis pekerjaan
- Durasi waktu pelaksanaan pekerjaan
- Alur pekerjaan

Barchart dibuat untuk mengetahui waktu penyelesaian pekerjaan, sehingga proyek dapat diselesaikan tepat waktu, pekerjaan terlambat, akan tetapi tidak tahu mana item pekerjaan yang harus dipantau untuk segera diselesaikan, dan untuk mengetahui alternatif jalur penyelesaian pekerjaan dan waktu penyelesaian jika melalui jalur tersebut.

2.4.4 Kurva S

Kurva S adalah penggambaran kemajuan kerja (bobot %) kumulatif pada sumbu vertikal terhadap waktu pada sumbu horizontal. Kemajuan kegiatan biasanya diukur terhadap jumlah uang yang telah dikeluarkan oleh proyek. Perbandingan kurva s rencana dengan kurva pelaksanaan memungkinkan dapat diketahuinya kemajuan pelaksanaan proyek apakah sesuai, lambat, ataupun lebih dari yang direncanakan. Bobot kegiatan adalah nilai prentase proyek dimana penggunaanya dipakai untuk mengetahui kemajuan proyek tersebut.

$$\text{Bobot Kegiatan} = \frac{\text{Harga Kegiatan}}{\text{Harga Total Kegiatan}} \times 100$$

