

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)**

Daerah Aliran Sungai DAS suatu wilayah daratan yang secara topografik dibatasi oleh punggung-punggung pegunungan yang biasa menampung dan menyimpan banyak air hujan dan terbentuk sungai-sungai.

##### **2.1.1 Definisi Umum DAS**

Daerah aliran sungai atau sering disingkat dengan DAS adalah suatu wilayah yang di batasi oleh batas alam seperti contohnya bukit-bukit atau gunung, maupun ada batas bantuan yang lain seperti contohnya jalan yg terdapat tanggul yang dimana air hujan turun di wilayah tersebut dan mengalirkan aliran ke titik kontrol (Suripin, 2002).

Kodoatie dan Sugiyanto (2002), mendefinisikan DAS sebagai suatu kesatuan tata air yang bersatu atau terbentuk secara alami di suatu tempat daerah atau wilayah yang bersumber/berasal dari air hujan/curah hujan, dan curah hujan tersebut akan mengalir dari tempat/daerah tersebut menuju ke arah sungai-sungai yang bersangkutan. Biasanya DAS disebut juga dengan Daerah Pengaliran Sungai (DPS) atau Daerah Tangkapan Air (DTA). Dalam bahasa inggris terdapat beberapa macam istilah yaitu *cathcment area*, *watershed*.

Secara singkat dapat disimpulkan bahwa pengertian DAS adalah sebagai berikut:

- a. Suatu wilayah daratan dapat menampung, menyimpan lalu mengalirkan air hujan ke laut atau danau melalui sungai utama.
- b. Suatu daerah aliran sungai yang dipisahkan dengan daerah lain oleh pemisah topografi sehingga dapat dikatakan seluruh wilayah daratan terbagi ke beberapa DAS.
- c. Unsur-unsur utama di dalam suatu DAS ialah sumber daya alam (tanah, vegetasi dan air) yang merupakan sasaran dan manusia yang merupakan pengguna sumber daya yang ada.
- d. Unsur utama (sumber daya alam dan manusia) di DAS yaitu membentuk suatu ekosistem dimana peristiwa yang biasa terjadi pada suatu akan mempengaruhi unsur lainnya.

Mardiatno dan Marfai (2021), menjelaskan DAS sebagai suatu megasistem yang kompleks, bagian-bagian yang meliputinya antara lain yaitu sistem fisik, sistem biologis, dan sistem manusia. Setiap sistem-sistemnya saling berinteraksi satu sama lain, peranan tiap-tiap komponen dan hubungan antar komponennya sangat menentukan kualitas ekosistem DAS. Dan apabila terdapat gangguan terhadap salah satu komponen ekosistemnya dapat dirasakan oleh komponen lainnya dengan sifat dampak berantai. Keseimbangan ekosistem DAS akan terjamin jika kondisi timbal balik antara komponen berjalan dengan baik dan optimal terkondisikan.

Asdak (2010), mendefinisikan Daerah Aliran Sungai DAS sebagai suatu wilayah daratan yang secara topografik dibatasi oleh punggung-punggung

pegunungan yang biasa menampung dan menyimpan banyak air hujan dan terbentuk sungai-sungai

Daerah aliran sungai (DAS) ditentukan dengan menggunakan peta topografi yang dilengkapi dengan garis-garis kontur. Garis-garis kontur dipelajari untuk menentukan arah dari limpasan permukaan. Limpasan berasal dari titik-titik tertinggi dan bergerak menuju titik-titik yang lebih rendah dalam arah tegak lurus dengan garis-garis kontur. Daerah yang dibatasi oleh garis yang menghubungkan titik-titik tertinggi tersebut adalah DAS.

Luas DAS diperkirakan dengan mengukur daerah itu pada peta Topografi. Luas DAS sangat berpengaruh terhadap debit sungai. Pada umumnya semakin besar DAS, semakin besar jumlah limpasan permukaan sehingga semakin besar pula aliran permukaan atau debit sungai.

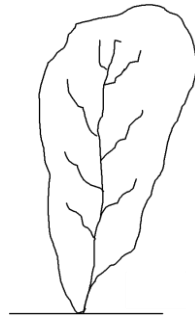
kemudian air tersebut itu akan mengalir ke laut melalui sungai-sungai tersebut. Wilayah daratan tersebut dinamakan yaitu daerah tangkapan air (DTA atau *catchment area*) yang biasa di sebut ekosistem daerah unsur utamanya terdiri dari sumber daya alam dan sumber daya manusia sebagai pemanfaatan sumberdaya alam.

### **2.1.2 Klasifikasi Daerah Aliran Sungai (DAS)**

Daerah Aliran Sungai dapat dibedakan berdasarkan bentuk atau pola dimana bentuk ini akan menentukan pola hidrologi yang ada. Klasifikasi bentuk DAS bisa di jelaskan sebagai berikut:

a. DAS Bulu Burung

Anak sungainya langsung mengalir ke sungai utama. DAS atau Sub-DAS ini mempunyai debit banjir yang relatif kecil karena waktu tiba yang berbeda. Gambar 2.1 mendiskripsikan DAS Bulu Burung.

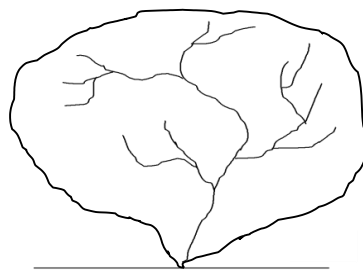


Laut

Gambar 2.1 DAS Bulu Burung

b. DAS Radial

Anak sungainya memusat di satu titik secara radial sehingga menyerupai bentuk kipas atau lingkaran. DAS atau Sub-DAS radial memiliki banjir yang relatif besar tetapi tidak relatif lama. Gambar 2.2 menjelaskan DAS Radial.

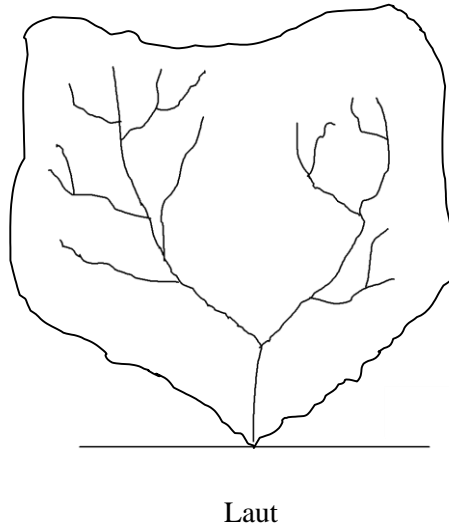


Laut

Gambar 2.2 DAS Radial

c. DAS Pararel

DAS ini mempunyai dua jalur sub-DAS yang bersatu. Gambar 2.3 menjelaskan DAS Pararel.



Gambar 2.3 DAS Pararel

Daerah aliran sungai (DAS) ialah sekumpulan dari beberapa sub-DAS yang merupakan suatu wilayah kesatuan ekosistem yang terbentuk secara alamiah, air hujan juga dapat meresap atau mengalir melalui sungai hingga ke hilir dan bisa sampai ke plosok daerah. Manusia dengan segala kegiatannya, air dalam permukaan, hewan dan tumbuhan adalah suatu ekosistem di sub-DAS yang saling berinteraksi.

Pengelolaan DAS ialah suatu kegiatan yang menggunakan segala sumber daya alam yang ada, sosial-ekonomi secara rasional untuk menghasilkan produksi (barang/jasa) yang optimum tanpa ada batasan waktu dengan menekan bahaya kerusakan seminimal mungkin dengan hasil akhir kuantitas dan kualitas air yang memenuhi persyaratan (Sinukaban, 2000).

### 2.1.3 Karakteristik DAS

Mawardi (2010), menjelaskan karakteristik DAS merupakan gambaran spesifik mengenai DAS yang dicirikan oleh parameter yang berkaitan dengan keadaan *morfometri, topografi*, penggunaan lahan, hidrologi dan manusia. Karakteristik DAS pada dasarnya dibagi menjadi 2 yaitu karakteristik biogeofisik dan karakteristik sosial ekonomi budaya dan kelembagaan. Pembagian secara rinci dari kedua karakteristik tersebut adalah sebagai berikut :

- 1) Karakteristik biogeofisik yaitu : karakteristik *meteorology* DAS, karakteristik morfologi DAS, karakteristik morfometri DAS, karakteristik hidrologi DAS, dan karakteristik kemampuan DAS.
- 2) Karakteristik sosial ekonomi budaya dan kelembagaan yaitu : karakteristik sosial kependudukan DAS, karakteristik sosial budaya DAS, karakteristik sosial ekonomi DAS dan karakteristik kelembagaan DAS.

Dalam sistem DAS ditunjukkan bahwa mekanisme perubahan hujan biasanya menjadi aliran permukaan yang sangat tergantung pada karakteristik di daerah pengalirannya. Menurut Asdak (2010), besar dan kecilnya suatu aliran permukaan yaitu dapat dipengaruhi oleh 2 faktor, yaitu faktor yang berhubungan dengan curah hujan dan karakteristik fisik DAS. Dan faktor karakteristik fisik DAS yang ikut berpartisipasi terhadap aliran permukaan yaitu biasanya dibedakan atas 2 kelompok , yaitu :

- a) Karakteristik DAS yang stabil, meliputi : jenis batuan dan tanah, kemiringan lereng, kerapatan aliran di dalam DAS
- b) Karakteristik DAS yang berubah yaitu : penggunaan lahan.

Struktur dan testur tanah berpengaruh terhadap proses terjadinya infiltrasi, kemiringan lereng akan mudah mempengaruhi perjalanan aliaran untuk mencapai *outlet*, dan alur-alur drainase akan mempengaruhi terbentuknya timbunan air permukaan (rawa, telaga, dan danau), kerapatan vegetasi/penutup lahan sangat berpengaruh sebagai jatuhnya curah hujan ke permukaan tanah

## 2.2 Perhitungan Kecepatan pada Saluran Terbuka (Metode *Manning*)

Perhitungan kecepatan pada saluran terbuka dapat dilakukan dengan menggunakan rumus *mannning*. Tolak ukur yang dijadikan acuan adalah kemiringan dasar saluran, jari-jari hidrolis dan koefisien *mannning* yang bisa di lihat dari tabel 2.1 berikut ini, dan *Robert Manning* mengusulkan rumus 2.3 berikut ini:

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan:

V = kecepatan aliran (m/det)

R = jari-jari hidraulik (m)

S = kemiringan dasar saluran

n = koefisien kekasaran dinding *mannning*



Tabel 2.1 kekasaran *Manning* untuk saluran

Saluran	Keterangan	n Manning
Tanah	Lurus, baru, seragam, landai dan bersih	0,016-0,033
	Berkelok, landai dan berumput	0,023-0,040
	Tidak terawat dan kotor	0,050-0,140
	Tanah berbatu, kasar dan tidak teratur	0,035-0,045
Pasangan	Batu kosong	0,023-0,035
	Pasangan batu belah	0,017-0,030
Beton	Halus, sambungan baik dan rata	0,014-0,018
	Kurang halus dan sambungan kurang rata	0,018-0,030

Sumber: Bambang Triatmojo, *Hidraulika II*

## 2.3 Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi digunakan untuk memprediksi debit adapun langkah-langkah dari analisis hidrologi tersebut adalah sebagai berikut :

### 2.3.1 Analisis Curah Hujan

Salah satu metode analisis curah hujan yang digunakan yaitu poligon Thiessen yang memperhitungkan bobot dari masing-masing stasiun dan mewakili luasan di sekitarnya. Pada suatu luasan di dalam DAS dianggap bahwa hujan ialah sama dengan yang terjadi pada stasiun yang terdekat, sehingga hujan yang tercatat pada suatu stasiun mewakili luasan tersebut. Metode poligon Thiessen digunakan apabila penyebaran stasiun hujan di daerah yang ditinjau tidak merata. Hitungan

curah hujan rerata dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh dari setiap stasiun.

### **2.3.2 Analisis Frekuensi Hujan**

Analisis frekuensi merupakan analisis probabilitas untuk terjadinya suatu peristiwa hidrologi dalam bentuk debit/ curah hujan rencana yang berfungsi sebagai dasar perhitungan perencanaan hidrologi untukantisipasi setiap kemungkinan yang akan terjadi. Tujuan analisis frekuensi data hidrologi adalah mencari hubungan antara besarnya kejadian ekstrim terhadap frekuensi kejadian dengan menggunakan distribusi probabilitas. Analisis frekuensi adalah suatu prosedur untuk memperkirakan frekuensi dari suatu kejadian pada masa lalu atau masa yang akan datang. Menurut Haan, C.T (1979).

Analisis frekuensi dapat dilakukan dengan menggunakan atau tanpa membuat asumsi distribusi. Prosedur yang akan dilakukan dari kedua cara di atas secara garis besar adalah sama. Jika tidak menggunakan asumsi distribusi maka penelitian dilakukan dengan memplotkan data kedalam kertas (tidak perlu menggunakan kertas probalitas) dan kemudian diambil keputusan untuk menentukan kecenderungan data tersebut pada masa lalu atau masa yang akan datang. Jika analisis frekuensi menggunakan asumsi distribusi maka data yang dianalisis pada berbagai kala ulang dipilih dari kesesuaian distribusi berdasarkan pada teori best fit. Analisis frekuensi digunakan untuk menentukan hujan rancangan dalam berbagai kala ulang berdasarkan distribusi yang paling sesuai antara distribusi hujan secara teoritik dengan distribusi hujan secara empirik. Dalam penelitian ini dihitung hujan harian

rancangan dengan kala ulang 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50 dan 100 tahun. Langkah-langkah analisis frekuensi adalah sebagai berikut:

- 1) Menentukan hujan harian maksimum rerata untuk tiap-tiap tahun data.
- 2) Menentukan parameter statistik dari data yang telah diurutkan dari besar ke kecil, yaitu:

a) Metode Normal

- ✓ Curah Hujan Rata-rata

$$R = \frac{\sum R}{n} \dots\dots\dots (2.4)$$

- ✓ Simpangan Baku

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (R - \bar{R})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.5)$$

- ✓ koefisien kemencengan

$$C_s = \frac{n \times \sum (R - \bar{R})^3}{(n-1) \times (n-2) \sigma^3} \dots\dots\dots (2.6)$$

- ✓ koefisien kurtosis

$$C_k = \frac{(n^2 - 2n + 3) \times \sum (\bar{R} - R)^4}{(n-1) \times (n-2) \times (n-3) \sigma^4} \dots\dots\dots (2.7)$$

- ✓ Distribusi normal memiliki ciri koefisien kemencengan (Cs) sama dengan = 0 dengan koefisien kurtosis (Ck) = 3

b) metode Distribusi Log Normal

- ✓ Curah Hujan Rata-Rata ( $\ln \bar{R}$ )

$$\ln R = \frac{\sum \ln R}{n} \dots\dots\dots (2.8)$$

- ✓ simpangan baku

$$\sigma \ln R = \sqrt{\frac{\sum (\ln R - \ln \bar{R})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.9)$$

- ✓ koefisien kemencengan

$$C_s (\ln R) = \frac{n \times \Sigma (\ln R - \ln \bar{R})^3}{(n-1) \times (n-2) \ln \sigma^3} \dots\dots\dots (2.10)$$

✓ koefisien kurtosis

$$C_k (\ln R) = \frac{(n^2 - 2n + 3) \times \Sigma (\ln R - \ln \bar{R})^4}{(n-1) \times (n-2) \times (n-3) \ln \sigma^4} \dots\dots\dots (2.11)$$

✓ Distribusi normal memiliki ciri koefisien kemencengan ( $C_s$ ) sama dengan = 0 dengan koefisien kurtosis ( $C_k$ ) = 3

c) Metode Distribusi Gumbel

✓ koefisien kemencengan

$$C_s (\ln R) = \frac{\frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})^3}{Sd^3} \dots\dots\dots (2.12)$$

✓ koefisien kurtosis

$$C_k (\ln R) = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})^4}{(n-1) \times (n-2) \times (n-3) Sd^4} \dots\dots\dots (2.13)$$

✓ Distribusi normal memiliki ciri koefisien kemencengan ( $C_s$ ) sama dengan = 1,14 dengan koefisien kurtosis ( $C_k$ ) = 5,4

d) Metode Distribusi Log Pearson III

✓ koefisien kemencengan

$$C_s (\ln R) = \frac{n \Sigma (\log X - \overline{\log X})^3}{(n-1) \times (n-2) \times (n-3) \times (\overline{S \log X})^3} \dots\dots\dots (2.14)$$

✓ koefisien kurtosis

$$C_k (\ln R) = \frac{n \Sigma (\log X - \overline{\log X})^4}{(n-1) \times (n-2) \times (n-3) \times (\overline{S \log X})^4} \dots\dots\dots (2.15)$$

✓ Distribusi log pearson III memiliki nilai koefisien kemencengan ( $C_s$ ) dan koefisien kurtosis ( $C_k$ ) selain dari nilai metode normal, log normal, dan gumbel

3) Menentukan jenis distribusi yang sesuai berdasarkan parameter statistik yang ada. Sifat-sifat khas dari setiap macam distribusi frekuensi adalah sebagai berikut:

- **Distribusi Normal**

Distribusi normal memiliki dua parameter yaitu rerata ( $\mu$ ) dan deviasi ( $\sigma$ ).

$$P'(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right] \dots\dots\dots (2.16)$$

dimana:

$P'$  = fungsi peluang normal

$X$  = variabel acak continue

$\mu$  = rata-rata nilai  $X$

$\sigma$  = simpangan baku  $X$

- **Distribusi Log Normal**

Distribusi Log-Normal digunakan untuk analisa frekuensi dengan persamaan berikut:

$$\text{Log } XT = \text{Log } X + k \cdot S_x \cdot \text{Log}X \dots\dots\dots (2.17)$$

dimana:

$\text{Log } XT$  = besarnya curah hujan rancangan untuk periode ulang  $T$  tahun.

$\text{Log } X$  = nilai rata-rata dari data

$$S_x \text{Log}X = \text{standar deviasi} \sqrt{\frac{\sum_1^n \log(X_i)^2 - \frac{(\sum_1^n \log(x_i))^2}{n-1}}$$

$K$  = variabel induksi

- **Distribusi Gumbel**

Persamaan yang digunakan dalam distribusi gumbel adalah sebagai berikut:

$$X = x + s \cdot K \dots\dots\dots(2.18)$$

dimana:

x = nilai rata-rata

s = standar deviasi

K = faktor untuk nilai ekstrim gumbel

Cara mencari nilai K:

$$K = \frac{Y_{tr} - Y_n}{S_n}$$

dimana:

$Y_n$  = reduce mean yang tergantung dari sampel data

$S_n$  = reduce standard deviation yang tergantung pada jumlah data

$T_r$  = fungsi waktu balik

Mencari nilai  $Y_{tr}$ :

$$Y_{tr} = -\ln \left\{ -\ln \frac{T_r - 1}{T_r} \right\} \dots\dots\dots(2.19)$$

- **Distribusi Log Pearson III**

Untuk melakukan analisa frekuensi curah hujan menggunakan metode ini, digunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Log } X_T = \overline{\text{Log } X} + k_{tr} \cdot S_1 \dots\dots\dots(2.20)$$

dimana :

$\text{Log } X_T$  = besarnya curah hujan rancangan untuk periode ulang T tahun

$\text{Log } X$  = harga rata-rata dari data,  $\overline{\text{Log } X} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log } x_i}{n}$

$S_1$  = standar deviasi,  $S_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{log } x_i - \overline{\text{log } X})^2}{n-1}}$

Ktr = koefisien frekuensi berdasarkan nilai Cs dengan periode ulang T.

Untuk menentukan jenis sebaran yang digunakan, maka parameter statistik data curah hujan wilayah diperiksa dengan kesesuaian data curah hujan terhadap jenis sebaran, seperti tabel dibawah ini.

Tabel 2.2 syarat Distribusi

NO	Jenis Distribusi	Syarat
1	Normal	cs=0 ck=3
2	Log Normal	cs(lnR)=0 ck(lnR)=3
3	Gumbel	cs=1.14 ck=5.4
4	Log Person III	Selain dari nilai di atas

Sumber: Jayadi, 2000

### 2.3.3 Uji Kesesuaian Distribusi Curah Hujan

Curah hujan rancangan adalah curah hujan yang terjadi pada suatu daerah dengan periode ulang tertentu. Dalam perhitungan curah hujan rancangan digunakan analisis frekuensi. Namun demikian sebelum menggunakan macam analisis frekuensi perlu dikaji persyaratannya dengan menggunakan :

- **Smirnov Kolmogrov**

Uji Smirnov Kolmogrov adalah membandingkan antara probabilitas empiris dan probabilitas teoritis. Probabilitas empiris dihitung dengan mengurutkan data dari yang terbesar hingga yang terkecil. Persamaannya dibawah ini,

$$P(x) = \frac{m}{(n+1)} \dots\dots\dots (2.21)$$

dimana:

m = nilai peringkat

n = jumlah data

perbedaan probabilitas teoritis dan empiris tidak boleh lebih dari nilai kritis Smirnov Kolmogorov.

- **Uji Chi Kuadrat**

Uji Chi Kuadrat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$X^2 = \sum_i^g \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots (2.22)$$

dimana:

$X^2$  = parameter Chi Kuadrat terhitung

g = jumlah grup

$O_i$  = jumlah nilai pengamatan pada sub ke i

$E_i$  = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke i

Hasil uji teoritis tidak boleh melebihi nilai kritis Chi Kuadrat.

### 2.3.4 Analisis koefisien Aliran

Pengaruh tata guna lahan (*land use*) pada aliran permukaan dinyatakan dalam koefisien aliran permukaan (C), yaitu bilangan yang menunjukkan perbandingan antara besarnya aliran permukaan dan besarnya curah hujan. Angka koefisien aliran permukaan ini merupakan salah satu indikator untuk menentukan kondisi fisik suatu DAS. Nilai C berkisar antara 0 sampai 1. Nilai C=0 menunjukkan bahwa semua air hujan terintersepsi dan terinfiltrasi ke dalam tanah, sebaliknya untuk nilai C =1 menunjukkan bahwa semua air hujan mengalir sebagai aliran permukaan. Koefisien pengaliran (Nilai C) tergantung dari beberapa faktor antara lain seperti jenis tanah (tata guna lahan), kemiringan, luas



dan bentuk pengaliran sungai yang didapatkan dari tabel *manning* yang didiskripsikan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Koefisien Pengaliran

Daerah	C
Pegunungan curam	0,75-0,95
Pegunungan tersier	0,70-0,80
Tanah bergelombang dan hutan	0,50-0,75
Daerah perbukitan	0,70-0,80
Daerah pegunungan	0,75-0,90
Tanah dataran yang ditanami	0,45-0,60
Pesawahan yang diairi	0,45-0,60
Daerah perkotaan (urban)	0,70-0,95
Daerah sub-urban	0,60-0,70
Daerah Industri	0,60-0,95
Daerah berpenduduk padat	0,40-0,60
Daerah berpenduduk jarang	0,40-0,60
Taman dan kebun	0,20-0,40

*Sumber: Suripin, 2004*

### 2.3.5 Analisis Debit

Debit (*discharge*) atau besarnya aliran sungai (*stream flow*) adalah volume aliran yang mengalir melalui suatu penampang melintang sungai persatuan waktu. Biasanya debit dinyatakan dalam satuan  $m^3/d$  atau liter/detik. Aliran adalah pergerakan air di dalam alur sungai. Pada dasarnya perhitungan debit adalah pengukuran luas penampang, kecepatan aliran, dan

tinggi muka air. Rumus yang umumnya digunakan untuk menghitung nilai debit adalah metode rasional diaman :

$$Q = A.v \dots\dots\dots (2.22)$$

Keterangan :

Q = debit ( $m^3/det$ )

A = luas

v = Kecepatan aliran rata-rata ( $m/det$ )

Debit menggunakan metode rasional yang hanya digunakan untuk menentukan banjir maksimum bagi saluran-saluran dengan daerah aliran kecil. Metode rasional inidapat dinyatakan secara aljabar dengan persamaan sebagai berikut:

$$Q_t = 0,278. C. I. A \text{ (} m^3/det \text{)} \dots\dots\dots (2.23)$$

Keterangan:

$Q_t$  = debit banjir rencana ( $m^3/det$ )

C = Koefisien pengaliran (koefisien limpasan)

I = intensitas hujan rerata ( $mm/jam$ )

A = luas DAS yang akan di teliti ( $km$ )

## 2.4 HEC-RAS

*HEC-RAS* adalah sistem software terintegrasi, yang didesain untuk digunakan secara interaktif pada kondisi tugas yang beraneka macam. Sistem ini terdiri dari interface grafik pengguna, komponen analisa hidrolika terpisah, kemampuan manajemen dan tampilan data, fasilitas pelaporan dan grafik.

Sistem *HEC-RAS* pada akhirnya akan memuat tiga komponen analisa hidrolika satu dimensi untuk:

- a) Perhitungan profil muka air aliran seragam (*steady flow*),
- b) Simulasi aliran tidak seragam,
- c) Perhitungan transport sedimen dengan batas yang bisa dipindahkan.

*HEC-RAS* dibuat dan dikembangkan oleh *Hydrologic Engineering Center*, salah satu divisi dari *the Institute for Water Resources (IWR)*, *U.S Army Corp of Engineer*. Software ini merupakan salah satu bagian dari pengembangan *Next Generation (NextGen)* dari *software Hydrologic Emgineering*, dimana *NextGen* meliputi beberapa aspek rekayasa hidrologi diantaranya analisa curah hujan – limpasan, hidraulik sungai, simulasi system waduk, analisa bahaya banjir dan perkiraan real-time sungai untuk operasi waduk.

*HEC-RAS* adalah satu paket program analisa hidrolis, yang didalamnya pengguna dapat berhubungan dengan sistem melalui *Graphic User Interface (GUI)*. Sistem mampu melakukan perhitungan profil muka air tunak (*steady flow*) dan juga muka air tidak tunak (*unsteady flow*), angkutan sedimen, dan beberapa perhitungan desain bangunan hidrolis sebagai tambahan.

Di dalam program *HEC-RAS*, kumpulan data tergabung di dalam proyek sistem sungai. Pengguna program ini dapat melakukan berbagai macam tipe analisa tentang pemodelan untuk formulasi beberapa rencana yang berbeda. Masing-masing rencana mewakili kumpulan data geometri dan data aliran. Setelah data awal dimasukkan ke dalam *HEC-RAS*, pemodel dapat dengan mudah memformulasikan rencana baru. Setelah simulasi selesai dibuat untuk berbagai macam rencana, hasil simulasi dapat dibandingkan dalam bentuk tabel dan grafik yang berbeda.

Langkah utama pengembangan model hidrolis dengan *HEC-RAS* adalah:

1. Memulai proyek baru
2. Memasukkan data geometri aliran/sungai
3. Memasukkan data aliran
4. Melakukan perhitungan hidrolis
5. Melihat dan mencetak hasil

#### **1) Memulai Proyek Baru (*Starting a New Project*)**

Proyek sangat diperlukan untuk pekerjaan-pekerjaan (aplikasi) yang tidak mudah untuk diulang kembali, bersifat kompleks dan banyak memerlukan dan melibatkan resource (manusia, waktu, data dokumen, analisa dan lain-lain). Pendefinisian proyek sesuai dengan tinjauan dalam penelitian.

Langkah ini dapat diselesaikan dengan memilih direktori dimana kita ingin bekerja dan memasukkan judul untuk proyek baru. Untuk memulai proyek baru, kita dapat memilih menu file pada layer utama *HEC-RAS* dan pilih *new project*. Sebelum data geometri aliran dan data aliran dimasukkan, sistem satuan yang akan digunakan dapat disesuaikan terlebih dahulu (*English atau Metric*)

## 2) Memasukkan Data Geometri (*Entering Geometri Data*)

Data geometri diperlukan untuk menghubungkan informasi untuk sistem sungai seperti jaringan sungai, data *cross section*, data tampungan air, dan data bangunan hidrolis (jembatan, gorong-gorong, tanggul dan lain-lain).

Data geometri dimasukkan dengan memilih geometri data dari menu edit pada tampilan utama *HEC-RAS*. Penggambaran skema sistem sungai (*drawing the schematic of the river system*) harus digambar dari hulu (*upstream*) ke hilir (*down stream*) sebagai anggapan alur positif. Dalam tahap ini terdapat beberapa langkah pemasukkan data yaitu, menggambar skema sistem sungai (*drawing the schematic of the river system*), memasukkan data *cross section* (*entering cross section data*), dan memasukkan data bangunan hidrolis bandung pada sistem sungai.

## 3) Pemasukkan Data Aliran (*Steady Entering Steady Flow Data*)

Pada langkah ini kita diminta untuk memasukkan data aliran *steady*, hal ini dilakukan karena dianggap aliran sungai adalah aliran yang tunak/tetap. Data aliran yang dimasukkan dari *upstream* ke *downstream*, setelah data dimasukkan di *upstream* maka diasumsikan bahwa aliran konstan hingga ada perubahan aliran yang lain. Ini terjadi pada sungai yang bercabang. Data yang diperlukan pada tahap ini adalah jumlah debit dan kondisi batas (*boundary conditions*). Kondisi batas digunakan untuk memulai elevasi muka air pada ujung sistem sungai dan sebagai penentuan jenis aliran yang akan digunakan. Dalam perhitungan subkritis kondisi batas hanya diminta pada ujung bagian hilir dari sungai, superkritis pada bagian hulu dan jika aliran campuran maka diperlukan kondisi batas pada kedua ujungnya. Langkah tersebut juga untuk memasukkan data *unsteady flow*, tampilan *steady flow data* dan *unsteady flow*

#### **4) Tampilan Untuk Melakukan Perhitungan Hidrolika (*Performing The Hydraulic Calculations*)**

Pada tahap ini kita mendefinisikan rencana perhitungan yang akan dilakukan dan jenis aliran yang digunakan. Setelah semua data geometrik dan data aliran dimasukkan, pemodel dapat memulai untuk melakukan perhitungan hidrolika. Ketentuan awal pada *HEC-RAS* bahwa terdapat dua tipe perhitungan yang dapat dilakukan, yaitu analisa aliran tunak (*steady flow*) dan analisa aliran tidak tunak (*unsteady flow*) serta fungsi desain hidrolik.

#### **5) Melihat Hasil (*Viewing Results*)**

Setelah model selesai menghitung perhitungan dengan sukses, maka kita dapat melihat hasilnya. Terdapat beberapa pilihan yang tersedia untuk melihat hasil perhitungan, diantaranya:

- a. Pencetakan *cross section* (*cross section plots*)
- b. Pencetakan penampang Memanjang sungai (*profile plots*)
- c. Pencetakan tampak perspektif X-Y-Z (*X-Y-Z perspective plot*)
- d. Tabel *cross section tabulator output at spesific locations* (*cross section table*)
- e. Tabel profil memanjang (*profile table*)
- f. Ringkasan kesalahan, peringatan, dan catatan (*the summary, warnings, and notes*).