

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Drainase

Drainase merupakan salah satu fasilitas dasar yang dirancang sebagai sistem guna memenuhi kebutuhan masyarakat dan merupakan komponen penting dalam perencanaan kota (perencanaan infrastruktur khususnya). Menurut **Suripin (2004:7)** dalam bukunya yang berjudul *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan sanitasi. Jadi, drainase menyangkut tidak hanya air permukaan tapi juga air tanah.

Drainase yaitu suatu cara pembuangan kelebihan air yang tidak diinginkan pada suatu daerah, serta cara-cara penanggulangan akibat yang ditimbulkan oleh kelebihan air tersebut. Dari sudut pandang yang lain, drainase adalah salah satu unsur dari prasarana umum yang dibutuhkan masyarakat kota dalam rangka menuju kehidupan kota yang aman, nyaman, bersih, dan sehat. Prasarana drainase disini berfungsi untuk mengalirkan air permukaan ke badan air (sumber air permukaan dan bawah permukaan tanah) dan atau bangunan resapan. Selain itu juga berfungsi sebagai pengendali kebutuhan air permukaan dengan tindakan untuk memperbaiki daerah becek, genangan air dan banjir.

Kegunaan dengan adanya saluran drainase ini antara lain (**Suripin, 2004**) :

- a. Meringkakan genangan air sehingga tidak ada akumulasi air tanah.
- b. Menurunkan permukaan air tanah pada tingkat yang ideal.
- c. Mengendalikan erosi tanah, kerusakan jalan dan bangunan yang ada.
- d. Mengendalikan air hujan yang berlebihan sehingga tidak terjadi bencana banjir.

2.1.1 Drainase Perkotaan

Sebagai salah satu sistem dalam perencanaan perkotaan, maka sistem drainase yang ada dikenal dengan istilah sistem drainase perkotaan. Berikut definisi drainase perkotaan (**Hasmar, 2002**) :

1. Kawasan perkotaan yang erat kaitannya dengan kondisi lingkungan sosial-budaya yang di kawasan kota.
2. Drainase perkotaan merupakan sistem pengeringan dan Drainase perkotaan yaitu ilmu drainase yang mengkhususkan pengkajian pada
3. Pengaliran air dari wilayah perkotaan yang meliputi :
 - a. Permukiman
 - b. Kawasan industri dan perdagangan
 - c. Kampus dan sekolah
 - d. Rumah sakit dan fasilitas umum
 - e. Lapangan olahraga
 - f. Lapangan parkir
 - g. Instalasi militer, listrik, telekomunikasi
 - h. Pelabuhan udara.

2.1.2 Sistem Drainase Perkotaan

Standar dan sistem penyediaan drainase kota sistem penyediaan jaringan drainase terdiri dari empat macam, yaitu (**Hasmar, 2002**) :

1. Sistem drainase utama merupakan sistem drainase perkotaan yang melayani kepentingan sebagian besar warga masyarakat kota.
2. Sistem drainase lokal merupakan sistem drainase perkotaan yang melayani kepentingan sebagian kecil warga masyarakat kota.
3. Sistem drainase terpisah merupakan sistem drainase yang mempunyai jaringan saluran pembuangan terpisah untuk air permukaan atau air limpasan.
4. Sistem gabungan merupakan sistem drainase yang mempunyai jaringan saluran pembuangan yang sama, baik untuk air genangan atau air limpasan yang telah diolah.

2.1.3 Sarana Drainase Perkotaan

Sarana penyediaan sistem drainase dan pengendalian banjir adalah (Hasmar, 2002) :

- 1 Penataan sistem jaringan drainase primer, sekunder, dan tersier melalui normalisasi maupun rehabilitasi saluran guna menciptakan lingkungan yang aman dan baik terhadap genangan, luapan sungai, banjir kiriman, maupun hujan lokal. Dari masing-masing jaringan dapat didefinisikan sebagai berikut :
 - a. Jaringan Primer : saluran yang memanfaatkan sungai dan anak sungai.
 - b. Jaringan Sekunder : saluran yang menghubungkan saluran tersier dengan saluran primer (dibangun dengan beton/plesteran semen).
 - c. Jaringan Tersier : saluran untuk mengalirkan limbah rumah tangga ke saluran sekunder, berupa plesteran, pipa dan tanah.
- 2 Memenuhi kebutuhan dasar (basic need) drainase bagi kawasan hunian dan kota.
- 3 Menunjang kebutuhan pembangunan (development need) dalam menunjang terciptanya scenario pengembangan kota untuk kawasan andalan dan menunjang sektor unggulan yang berpedoman pada Rancana Umum Tata Ruang Kota.

Sedangkan arahan dalam pelaksanaannya adalah :

- a. Harus dapat diatasi dengan biaya ekonomis.
- b. Pelaksanaannya tidak menimbulkan dampak sosial yang berat.
- c. Dapat dilaksanakan dengan teknologi sederhana.
- d. Memanfaatkan semaksimal mungkin saluran yang ada.
- e. Jaringan drainase harus mudah pengoperasian dan pemeliharaannya.
- f. Mengalirkan air hujan ke badan sungai yang terdekat.

2.1.4 Sistem Jaringan Drainase Perkotaan

Sistem jaringan drainase perkotaan umumnya dibagi atas 2 bagian, yaitu :

1 Sistem Drainase Mayor

Sistem drainase mayor yaitu sistem saluran/badan air yang menampung dan mengalirkan air dari suatu daerah tangkapan air hujan (Catchment Area). Pada umumnya sistem drainase mayor ini disebut juga sebagai sistem saluran pembuangan utama (major system) atau drainase primer. Sistem jaringan ini menampung aliran yang berskala besar dan luas seperti saluran drainase primer, kanal-kanal atau sungai-sungai. Perencanaan drainase makro ini umumnya dipakai dengan periode ulang antara 5 sampai 10 tahun dan pengukuran topografi yang detail mutlak diperlukan dalam perencanaan sistem drainase ini.

2 Sistem Drainase Mikro

Sistem drainase mikro yaitu sistem saluran dan bangunan pelengkap drainase yang menampung dan mengalirkan air dari daerah tangkapan hujan. Secara keseluruhan yang termasuk dalam sistem drainase mikro adalah saluran di sepanjang sisi jalan, saluran/selokan air hujan di sekitar bangunan, gorong-gorong, saluran drainase kota dan lain sebagainya dimana debit air yang dapat ditampungnya tidak terlalu besar.

Pada umumnya drainase mikro ini direncanakan untuk hujan dengan masa ulang 2, 5 atau 10 tahun tergantung pada tata guna lahan yang ada. Sistem drainase untuk lingkungan permukiman lebih cenderung sebagai sistem drainase mikro.

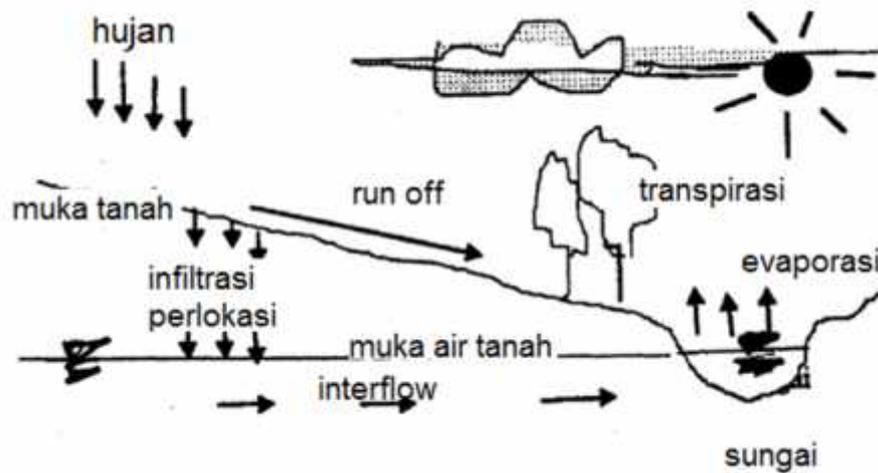
2.1.5 Jenis Drainase

Drainase memiliki banyak jenis dan jenis drainase tersebut dilihat dari berbagai aspek. Adapun jenis-jenis saluran drainase dapat dibedakan sebagai berikut (Hasmar, 2012:3) :

1. Menurut sejarah terbentuknya drainase menurut sejarahnya terbentuk dalam berbagai cara, berikut ini cara terbentuknya drainase :

a. Drainase alamiah (*natural drainage*)

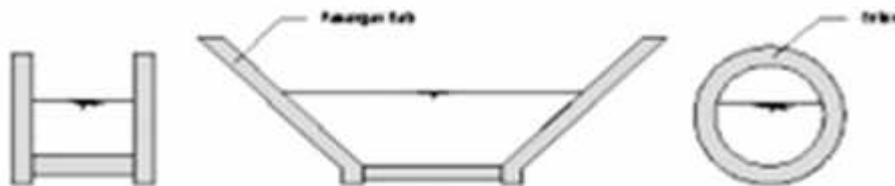
Yakni drainase yang terbentuk secara alami dan tidak terdapat bangunan- bangunan penunjang seperti bangunan pelimpah, pasangan batu / beton, gorong-gorong dan lain-lain. Saluran ini terbentuk oleh gerusan air yang bergerak karena gravitasi yang lambat laun membentuk jalan air yang permanen seperti sungai.



Gambar 2.1 Drainase Alamiah pada Saluran Air

b. Drainase buatan (*artificial drainage*)

Drainase ini dibuat dengan maksud dan tujuan tertentu sehingga memerlukan bangunan-bangunan khusus seperti selokan pasangan batu / beton, gorong- gorong, pipa-pipa dan sebagainya.



Gambar 2.2 Saluran Buatan (Sutanto,2009)

2. Menurut letak saluran

Saluran drainase menurut letak bangunannya terbagi dalam beberapa bentuk, berikut ini bentuk drainase menurut letak bangunannya :

a. Drainase permukaan tanah (surface drainage)

Yakni saluran yang berada diatas permukaan tanah yang berfungsi mengalirkan air limpasan permukaan. Analisa alirannya merupakan analisa open chanel flow.

b. Drainase bawah permukaan tanah (sub surface drainage)

Saluran ini bertujuan mengalirkan air limpasan permukaan melalui media dibawah permukaan tanah (pipa-pipa) karena alasan-alasan tertentu. Alasan itu antara lain Tuntutan artistik, tuntutan fungsi permukaan tanah yang tidak membolehkan adanya saluran di permukaan tanah seperti lapangan sepak bola, lapangan terbang, taman dan lain-lain.

3. Menurut fungsi drainase

Drainase berfungsi mengalirkan air dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah, berikut ini jenis drainase menurut fungsinya :

a. Single purpose

Yakni saluran yang berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan, misalnya air hujan saja atau jenis air buangan yang lain.

b. Multi purpose

Yakni saluran yang berfungsi mengalirkan beberapa jenis air buangan baik secara bercampur maupun bergantian, misalnya mengalirkan air buangan rumah tangga dan air hujan secara bersamaan.

4. Menurut konstruksi

Dalam merancang sebuah drainase terlebih dahulu harus tahu jenis konstruksi apadrainase dibuat, berikut ini drainase menurut konstruksi.

a. Saluran terbuka

Yakni saluran yang konstruksi bagian atasnya terbuka dan berhubungan dengan udara luar. Saluran ini lebih sesuai untuk drainase hujan yang terletak di daerah yang mempunyai luasan yang cukup, ataupun drainase non-hujan yang tidak membahayakan kesehatan/ mengganggu lingkungan.

b. Saluran tertutup

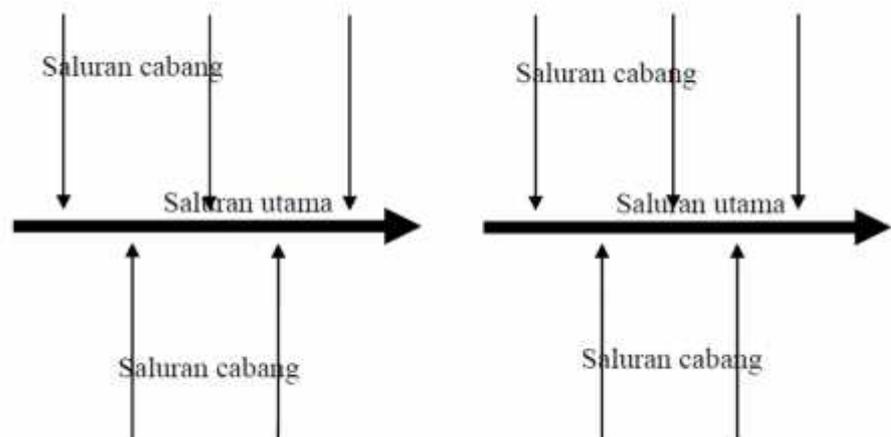
Yakni saluran yang konstruksi bagian atasnya tertutup dan saluran ini tidak berhubungan dengan udara luar. Saluran ini sering digunakan untuk aliran air kotor atau untuk saluran yang terletak di tengah kot

2.1.6 Pola Jaringan Drainase

Jaringan drainase memiliki beberapa pola, yaitu (Hasmar, 2012:5) :

1. Pola Siku

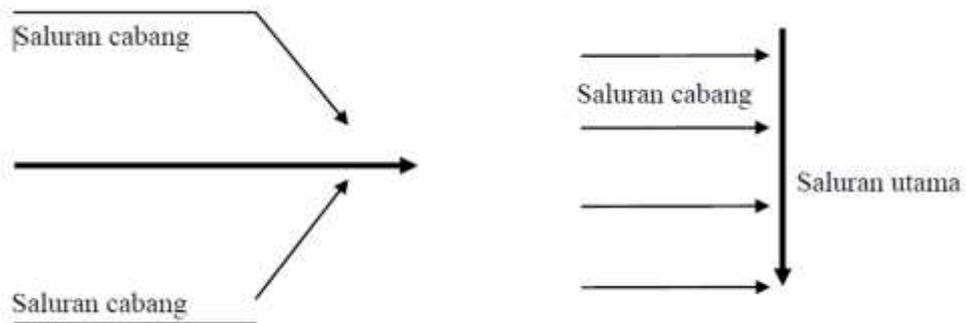
Pembuatannya pada daerah yang mempunyai topografi sedikit lebih tinggi dari pada sungai. Sungai sebagai saluran pembuang akhir berada akhir berada di tengah kota.



Gambar 2.3 Pola Jaringan Siku Sumber Wesli

2. Pola Pararel

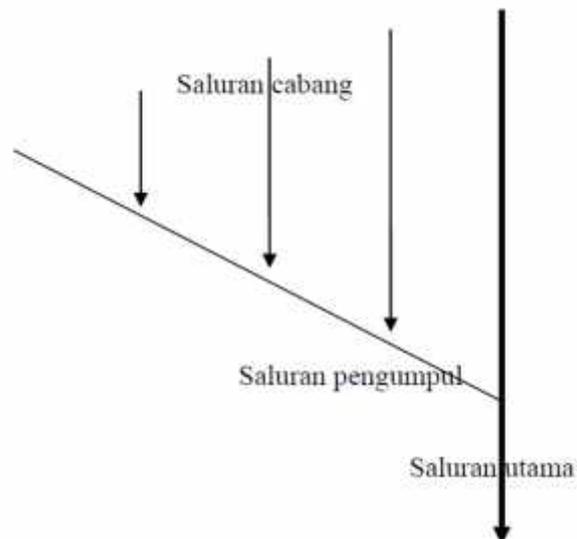
Saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang. Dengan saluran cabang (sekunder) yang cukup banyak dan pendek-pendek, apabila terjadi perkembangan kota, saluran-saluran akan dapat menyesuaikan diri.



Gambar 2.4 Pola Jaringan Parelele Sumber Wesli

3. Grid Iron

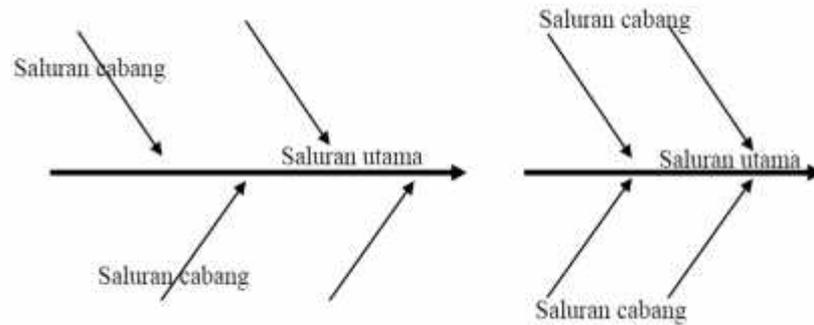
Untuk daerah dimana sungainya terletak di pinggir kota, sehingga saluran-saluran cabang dikumpulkan dulu pada saluran pengumpul.



Gambar 2.5 Pola Jaringan Grid Iron Sumber Wesli

4. Alamiah

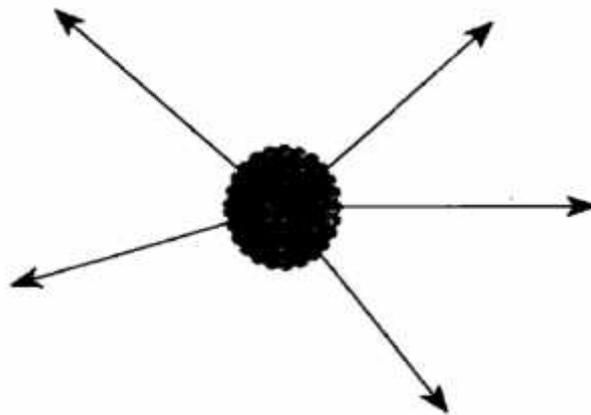
Sama seperti pola siku, hanya beban sungai pada pola alamiah lebih besar.



Gambar 2.6 Pola Jaringan Alamiah Sumber Wesli

5. Radial

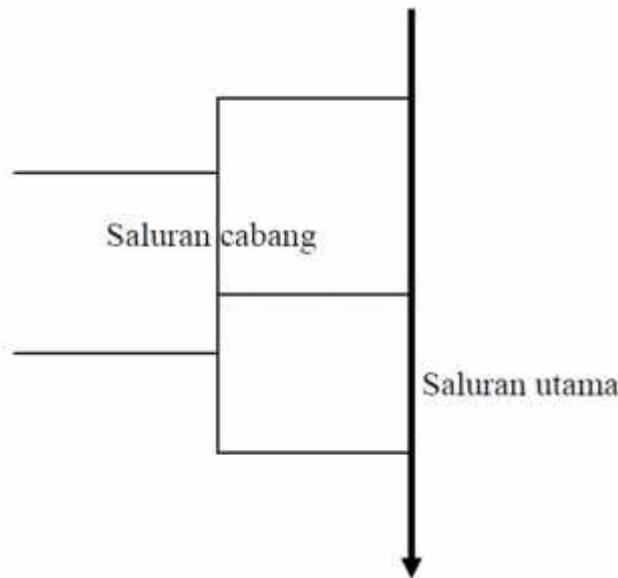
Pada daerah berbukit, sehingga pola saluran memencar ke segala arah.



Gambar 2.7 Pola Jaringan Radial Sumber Wesli

6. Jaring-jaring

Mempunyai saluran-saluran pembuang yang mengikuti arah jalan raya dan cocok untuk daerah dengan topografi datar.



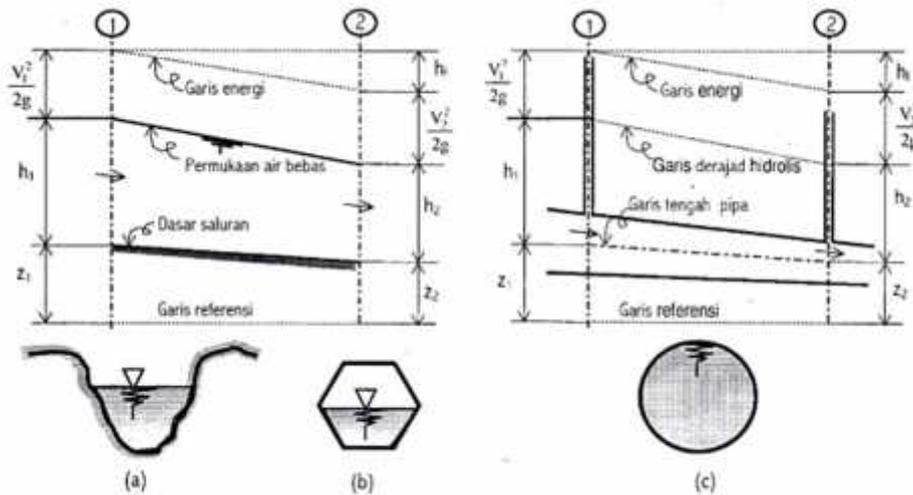
Gambar 2.8 Pola Jaringan-jaringan Sumber Wesi

2.2. Hidraulika

Zat air dapat diangkut dari suatu tempat ke tempat lain melalui bangunan pembawa alamiah ataupun buatan manusia. Bangunan pembawa ini dapat terbuka maupun tertutup bagian atasnya. Saluran yang tertutup bagian atasnya disebut saluran tertutup (*closed conduits*), sedangkan yang terbuka bagian atasnya disebut saluran terbuka (*open channels*). Sungai, saluran irigasi, selokan, estuary merupakan saluran terbuka, sedangkan terowongan, pipa, aquaduct, gorong-gorong, dan siphon merupakan saluran tertutup (*Suripin 2004*).

2.2.1 Perencanaan Hidrolika

Aliran dalam saluran terbuka maupun saluran tertutup yang mempunyai permukaan bebas disebut aliran permukaan bebas (*free surface flow*) atau aliran saluran terbuka (*open channel flow*). Permukaan bebas mempunyai tekanan sama dengan tekanan atmosfer. Jika pada aliran terdapat permukaan bebas aliran dalam saluran penuh, maka aliran yang terjadi disebut aliran dalam pipa (*pipe flow*) atau aliran tertekan (*pressurized flow*).



Gambar 2.9 Aliran permukaan bebas pada saluran terbuka (a), aliran permukaan bebas pada saluran tertutup (b), aliran tertekan pada saluran pipa (c)

2.2.2 Energi dan Aliran Saluran

Dalam ilmu hidrolika dasar, diketahui bahwa jumlah energi dalam kaki per pon air dan setiap aliran yang melalui suatu penampang saluran dapat dinyatakan sebagai jumlah tinggi air dalam kaki, yang setara dengan jumlah dari ketinggian di atas bidang persamaan, tinggi tekanan dan tinggi kecepatan.



Gambar 2.10 Energi dalam aliran saluran terbuka berubah beraturan (Sumber : Open Chaneel Hydraulics International Student Edition, Ven Te Cow, 1985)

2.2.3 Energi Spesifik

Energi spesifik dalam suatu penampang saluran ditanyakan sebagai energy air setiap pon pada setiap penampang saluran diperhitungkan terhadap dasar saluran. Menurut persamaan untuk $z = 0,20$ energi spesifik menjadi:

$$E_S = d \cos \theta + \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots (2.16)$$

Untuk saluran yang kemiringan kecil dan $\cos \theta = 1$

$$E_S = y + \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots (2.17)$$

Rumus umum Debit Air Pada Saluran

$$Q = V \cdot A \text{ (m}^3\text{/det)} \dots\dots\dots(2.18)$$

Dimana :

Q = debit air (m³/det)

A = luas penampang saluran (m²)

V = kecepatan aliran fluida (m/det)

Dengan $V = \frac{Q}{A}$, maka besarnya energy spesifik dapat di tulis menjadi :

$$E_S = y + \frac{Q^2}{2g \cdot A^3} \dots\dots\dots(2.19)$$

$$E_S = \frac{y^2}{2} + \frac{D}{2} \dots\dots\dots(2.20)$$

Bila tolak ukur diatas dipakai untuk setiap masalah, persyaratan berikut harus dipenuhi :

1. Aliran sejajar atau berubah lambat laun
2. Kemiringan saluran kecil
3. Koefisien energy dianggap sama dengan satu.

Bila koefisien energy tidak dianggap sama dengan satu, ukur kritis adalah

$$\frac{v^2}{2g} = \frac{D}{2} \dots\dots\dots(2.21)$$

untuk saluran yang kemiringannya θ besar dan koefisien energy tolak ukur untuk aliran kritis dengan muda dapat dibuktikan sebagai:

$$\frac{v^2}{2g} = \frac{D \cos \theta}{2} \dots\dots\dots(2.22)$$

Dengan D adalah kedalaman hidrolis dari luas penampang air yang tegak lurus dasar saluran. Dalam hal ini, Bilangan Froude dapat dinyatakan sebagai:

$$F = \frac{V}{\sqrt{g \cdot D \cos \theta / \alpha}} \dots\dots\dots(2.23)$$

Energi hidrolik usaha merupakan jumlah energy yang bekerja per satuan waktu.

Sedangkan usaha merupakan jumlah energy yang bekerja per satuan waktu.

Ada dua macam Energy hidrolik yaitu kinetic dan Energi potensial.

a. Energi kinetik

Energi kinetik adalah energi akibat dari aliran air dalam pipa dirumuskan :

$$EK = v^2/2 \cdot g$$

Dimana :

EK = Energi kinetik hidrolis, m

v = Kecepatan aliran, m/dt

g = Percepatan grafitasi, m²/dt

b. Energi potensial

Energi potensial adalah energi yang dihasilkan oleh tekanan yang bekerja dalam air atau energi yagn di hasilkan oleh adanya selisih ketinggian (elevasi).

1. Energi potensial tekanan

Energi potensial tekanan merupakan energi yang dimiliki oleh partikel partikel air yang berada dalam tekanan yang bersesuaian.

Dirumuskan :

$$Ep = p/w$$

Dimana :

Ep = energi potensial tekanan, m

P = tekanan, kg/m²

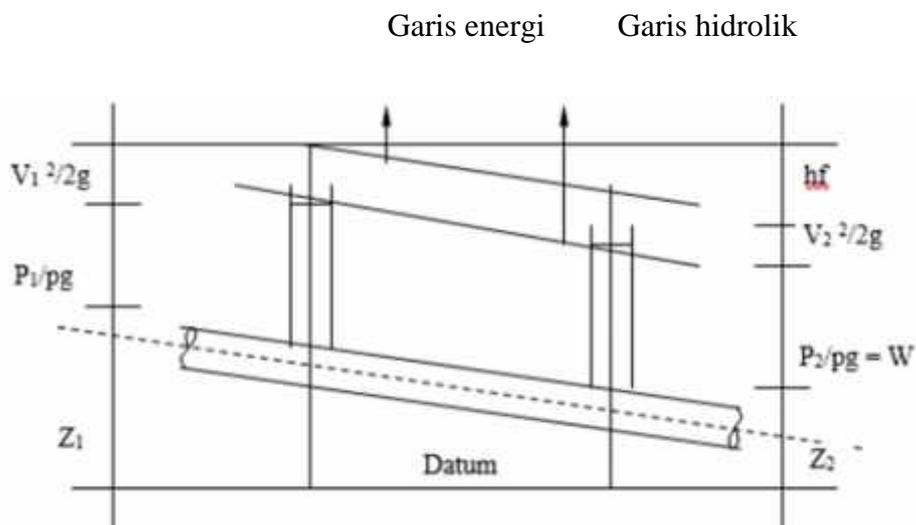
W = berat volume air, kg/m³

2. Energi potensial ketinggian

Energi potensial ketinggian merupakan energi potensial yang dimiliki oleh partikel air terhadap garis persamaan (datum) yang ditentukan. Energi potensial ketinggian diberi notasi z dengan satuan m.

Total energi hidroliks aliran dalam pipa pada suatu titik energi dirumuskan sebagai berikut :

$$H = z + \frac{v^2}{2g} + \frac{P}{W}$$



Gambar 2.11 Garis Energi dan Garis Hidrolik

Menurut hukum kekekalan energi : pada setiap titik sepanjang aliran dalam pipa, energi hidroliks adalah konstan. Pengurangan atau kehilangan energi akan dirubah dalam bentuk energi lain, sehingga untuk persamaan energi untuk titik 1 dan titik 2 sebagai berikut :

$$Z_1 + \frac{P_1}{W} + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{W} + \frac{v_2^2}{2g} + hf$$

Dimana :

Z = Jarak vertikal dari pipa terhadap garis persamaan, m

P = Tekanan dalam, Kg/m^2

w = Berat volume air, kg/m^3

v = Kecepatan air, m/dt

- g = Percepatan grafitasi, m/dt²
- hf = Kehilangan energi

2.2.4 Kedalaman Gerusan Lokal (Local Scouring)

Untuk memperoleh kestabilan bendung harus dapat memperkirakan kedalaman gerusan setempat (local scouring) yang terjadi, dimana keadaan tersebut tergantung pada.

1. Sifat dan besarnya aliran
2. Bentuk dan ukuran hidrolis bagian hilir bangunan
3. Material bahan dasar sungai

1. Menurut Prof. Wu (Ven Te Chow)

$$ds = 1,18 \cdot H^{0,235} \cdot q^{0,51} \dots\dots\dots(2.24)$$

Dimana:

- ds = Kedalaman gerusan dalam (feet), dihitung dari pennukaan air diatas lokasi penggerusan sampai dasar penggerusan.
- q = Debit satuan lebar bangunan terjun (m2/debit).
- H = Tinggi terjunan dalam (feet) antara tarafmuka air udik dan hilir.

2. Menurut Schoklitsch (Ven Te Chow, 1959)

Dimana:

$$ds = \frac{3,15}{d_{10}^{0,32}} \cdot H^{0,2} \cdot q^{0,57} \dots\dots\dots(2.25)$$

Dimana :

- ds = Kedalaman gerusan dalam (feet), dihitung dari pennukaan air diatas lokasi penggerusan sampai dasar penggerusan.
- q = Debit satuan lebar bangunan terjun (m2/det).
- H = Tinggi terjunan dalam (feet) antara tarafmuka air udik dan hillir.
- D10= Diameter butir material dasar sungai dalam mm dengan 10% yang lebih besar.

3 Menurut Varousse (Ven Te Chow, 1959)

$$ds = 1,32 \cdot H^{0,225} \cdot q^{0,54} \dots\dots\dots(2. 26)$$

Dimana :

d_s = Kedalaman gerusan dalam (feet), dihitung dari permukaan air di atas lokasi penggerusan sampai dasar penggerusan.

q = Debit satuan lebar bangunan terjun (m^2/det)

H = Tinggi terjunan dalam (feet) antara permukaan air di atas dan hilir.

2.2.5 Penampang Saluran

Penampang hidrolis terbaik adalah penampang yang mempunyai keliling basah terkecil pada luas penampang tertentu yang akan memberikan aliran yang maksimum atau penampang saluran memberikan luas penampang aliran (penampang basah) terkecil pada debit aliran tertentu dimana bentuk penampang saluran akan dapat berpengaruh terhadap besarnya debit aliran yang dapat diangkut/dialirkan oleh saluran (*Suripin, 2004*).

Disamping untuk meningkatkan kapasitas saluran, bentuk penampang saluran juga dapat disesuaikan dengan fungsi saluran tersebut dibuat. Adapun bentuk-bentuk saluran yang dikaitkan dengan fungsi saluran adalah sebagai berikut :

- a. Bentuk penampang persegi panjang apabila dilihat pada bagian dinding saluran dapat digunakan sebagai dinding penahan serta ruangan untuk saluran terbatas.
- b. Bentuk penampang lingkaran atau parabola. Walaupun pembuatannya relatif agak sulit tetapi apabila dilihat dari fungsi saluran cukup efektif untuk mengalirkan bahan endapan, serta adanya fluktuasi debit aliran atau untuk mengalirkan air limbah.
- c. Bentuk penampang tersusun dibuat apabila lahan terbatas untuk saluran atau fungsi saluran mengalirkan air limbah dan air hujan (tercampur). Penampang tersusun dapat dibuat kombinasi antara empat persegi panjang dengan setengah lingkaran atau persegi panjang dengan segitiga dibagian bawah dan sebagainya.

Pemilihan bentuk penampang saluran dalam praktek harus dilakukan

sedemikian rupa sehingga sedapat mungkin dipenuhi aspek ekonomis penampang saluran dalam arti kata dengan luas penampang tertentu mampu mengalirkan debit sebanyak-banyaknya (maksimum), selain juga melihat fungsi saluran, misalnya apabila saluran untuk mengalirkan endapan.

Menurut Suripin (2004), bentuk-bentuk saluran yang ekonomis adalah sebagai berikut :

1. Penampang Berbentuk Persegi Ekonomis

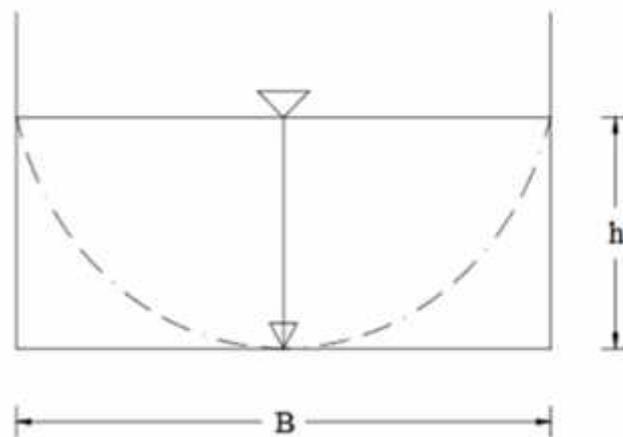
Pada penampang melintang saluran berbentuk persegi dengan lebar dasar B dan kedalaman air h luas penampang basah A dan kelling basah P dapat dituliskan sebagai berikut:

$$A = B \cdot h$$

atau

$$B = \frac{A}{h}$$

$$P = B + 2h$$



Gambar 2.12 Penampang melintang saluran berbentuk persegi panjang

Substitusi persamaan (2.62), maka diperoleh persamaan:

$$P = \frac{A}{h} + 2h$$

Dengan asumsi luas penampang, A, adalah konstan, maka persamaan (2,64) dapat dideferensialkan terhadap h dan dibuat sama dengan nol untuk memperoleh harga P minimum.

$$\frac{a}{n} = -\frac{A}{n^2} + 2h = 0$$

Jari-jari hidraulik

$$R = \frac{A}{P} = \frac{B \cdot n}{B + 2n}$$

Dalam hal ini, bentuk penampang melintang persegi yang paling ekonomis adalah jika kedalaman air setengah dari lebar dasar saluran, atau jari-jari hidrauliknya setengah dari kedalaman air.

2. Penampang Berbentuk Trapesium yang Ekonomis

Luas penampang melintang, A, dan keliling basah, P, saluran dengan penampang melintang yang berbentuk trapezium dengan lebar dasar B, kedalaman air h, dan kemiringan dinding 1: m dapat rumuskan sebagai berikut:

$$A = (B + m \cdot h) \cdot h$$

$$P = B + 2h \sqrt{m^2 + 1}$$

Atau

$$B = P - 2h \sqrt{m^2 + 1}$$

Nilai B pada persamaan disubstitusikan ke dalam persamaan maka diperoleh persamaan berikut:

$$A = (P - 2h \sqrt{m^2 + 1}) h + m \cdot h^2$$

Atau

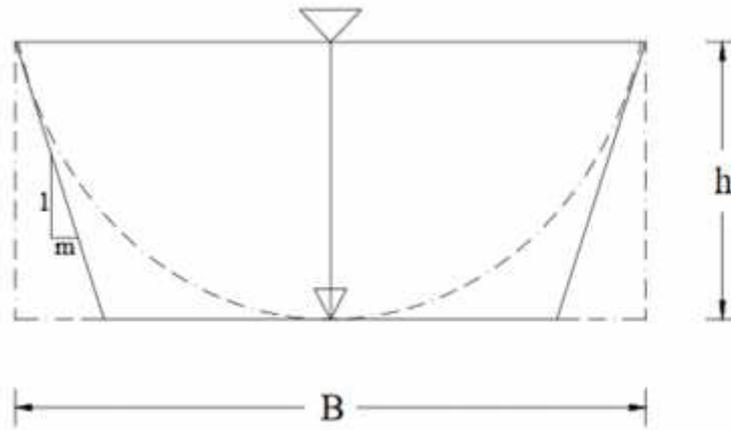
$$A = P \cdot h - 2 \cdot h^2 \sqrt{m^2 + 1} + m \cdot h^2$$

Diasumsikan bahwa luas penampang, A dan kemiringan dinding, m, adalah konsta, maka persamaan dapat dideferensialkan terhadap h dan dibuat semua dengan nol untuk memperoleh kondisi P minimum.

$$\frac{a}{an} = P - 4h \sqrt{m^2 + 1} + 2mh = 0$$

atau

$$P = 4 \sqrt{m^2 + 1} - 2mh$$



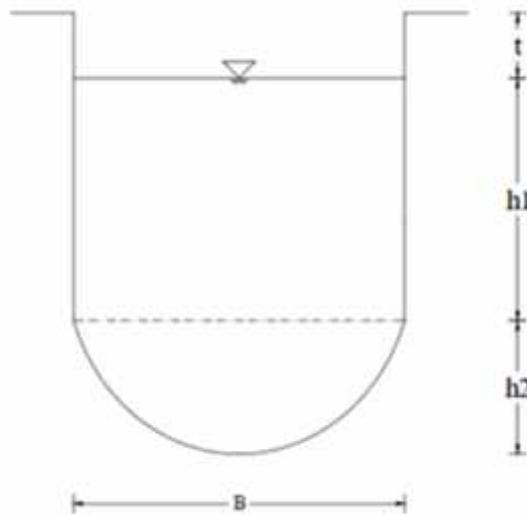
Gambar 2.13 Penampang melintang saluran berbentuk trapezium

1. Penampang Segitiga yang Ekonomis

Pada potongan melintang saluran yang berbentuk segitiga dengan kemiringan sisi terhadap garis vertikal, m , dan kedalaman air, h , maka penampang basah, A , keliling basah, P , dapat ditulis sebagai berikut:

$$A = h^2 \tan \theta$$

$$P = \frac{2\sqrt{A}}{\sqrt{t_1}} (s)$$



Gambar 2.14 Kombinasi penampang saluran

Keterangan :

t=tinggi jagaan

h=kedalaman air

b=lebar saluran

2.2.6 Kekasaran Dinding Saluran

Rumus kecepatan menurut Manning (1889) dikutip oleh (Suripin, 2004)

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{3}{2}}$$

Keterangan

R = jari-jari hidrolis (m)

V = kecepatan aliran (m/dt)

I = kemiringan memanjang dasar saluran

n = koefisien kekasaran menurut Manning yang besarnya tergantung dari bahan dinding saluran yang dipakai. Semakin kecil nilai n, maka semakin besar kecepatan aliran tersebut.

Apabila bentuk rumus Manning diubah menjadi rumus Chezy maka besarnya C adalah sebagai berikut :

$$C = R^{\frac{3}{2}}$$

Dimana rumus Chezy : $V = C\sqrt{R}$

Keterangan :

C = Koefisien Chezy

R = jari -jari hidrolis (m)

N = koefisien kekasaran menurut Manning yang besarnya tergantung dari bahan dinding saluran yang dipakai

Menurut Chow (1989),faktor- faktor yang mempengaruhi kekasaran Manning adalah sebagai berikut :

- 1) Kekasaran permukaan, yang ditandai dengan ukuran dan bentuk butiran bahan yang membentuk luas basah dan menimbulkan efek hambatan terhadap aliran. Secara umum dikatakan bahwa butiran halus menyebabkan nilai n yang relatif rendah dan butiran kasar memiliki nilai n yang tinggi.
- 2) Tetumbuhan yang juga memperkecil kapasitas saluran dan menghambat aliran.
- 3) Ketidakteraturan saluran, yang mencakup pula ketidakteraturan keliling basah dan variasi penampang, ukuran dan bentuk di sepanjang saluran. Secara umum perubahan lambat laun dan teratur dari penampang ukuran dan bentuk tidak terlalu mempengaruhi nilai n , tetapi perubahan tiba-tiba atau peralihan dari penampang kecil ke besar memerlukan penggunaan nilai n yang besar.
- 4) Trase saluran, dimana kelengkungan yang landai dengan garis tengah yang besar akan mengakibatkan nilai n yang relatif rendah, sedangkan kelengkungan yang tajam dengan belokan - belokan yang patah akan memperbesar nilai n
- 5) Pengendapan dan penggerusan. Secara umum pengendapan dapat mengubah saluran yang sangat tidak beraturan menjadi cukup beraturan dan memperkecil n sedangkan penggerusan dapat berakibat sebaliknya dan memperbesar n Namun efek utama dari pengendapan akan tergantung dari sifat alamiah bahan yang diendapkan.

- 6) Hambatan, berupa balok sekat, pilar jembatan dan sejenisnya yang cenderung memperbesar nilai n

Tabel 2.15 Harga rata- rata n dalam rumus Manning

Bahan	n
Besi tulang lapis	0,014
Kaca	0,010
Sahuran beton	0,013
Bata dilapis mortar	0,015
Pasangan batu disemen	0,025
Sahuran tanah bersih	0,022
Sahuran tanah	0,030
Sahuran dengan dasar batu dan tebing rumput	0,040
Sahuran pada galian batu padas	0,040

Sumber : Triatmodjo, 2008

Nilai yang berupa koefisien atau angka (jari-jari) kekasaran dinding akan sangat berpengaruh pada besarnya kecepatan aliran dan akan berpengaruh terhadap besarnya debit aliran. Semakin kasar dinding akan semakin besar nilai kekasaran dinding dan menghasilkan debit aliran yang semakin kecil dan juga sebaliknya semakin halus dinding akan menghasilkan debit aliran yang semakin tinggi.

2.2.7 Kapasitas Saluran

Perhitungan hidraulika digunakan untuk menganalisa dimensi penampang berdasarkan kapasitas maksimum saluran. Penentuan dimensi saluran baik yang ada (eksisting) atau yang direncanakan, berdasarkan debit maksimum yang akan dialirkan. Rumus yang digunakan (Suripin, 2004) adalah :

$$Q = A.V$$

Dimana :

$$Q = \text{debit banjir rancangan (m}^3/\text{dt)}$$

$$A = \text{luas penampang basah (m}^2\text{)}$$

$$V = \text{kecepatanrata-rata (m/dt)}$$

Dengan

$$A = (B + mh) h$$

$$P = B + 2h\sqrt{1 + m^2}$$

$$R = \frac{A}{p}$$

Dengan :

B = lebar dasar saluran (m)

P = keliling basah saluran (m)

h = tinggi muka air (m)

m = kemiringan talud saluran

Tabel 2.16 Tinggi Jagaan untuk Saluran Pasangan

No	Debit (m ³ /dt)	Tinggi Jagaan (m)
1	0,0 - 0,3	0.3
2	0,3 - 0,5	0.4
3	0,5 - 1,5	0.5
4	1,5 - 15,0	0.6
5	15,0 - 25,0	0.75
6	> 25	1

Sumber : Standar Perencanaan Irigasi, KP-03 (1986)

2.3. Hidrologi

Hidrologi adalah suatu ilmu yang menjelaskan tentang kehadiran gerakan air di alam ini, yang meliputi berbagai bentuk air yang menyangkut perubahan-perubahannya antara lain : keadaan zat cair, padat dan gas dalam atmosfer di atas dan di bawah permukaan tanah, di dalamnya tercakup pula air laut yang merupakan sumber dan penyimpanan air yang mengaktifkan kehidupan di bumi. Tanpa kita sadari bahwa sebagian besar perencanaan bangunan sipil memerlukan analisis hidrologi. Analisis hidrologi tidak hanya diperlukan dalam perencanaan berbagai bangunan air seperti : bendungan, bangunan pengendali banjir, dan bangunan irigasi, tetapi juga diperlukan untuk bangunan jalan raya, lapangan terbang, dan bangunan lainnya. (Soemarto,1987)

2.3.1 Siklus Hidrologi

Secara keseluruhan jumlah air di planet bumi ini relative tetap dari masa ke masa. Air di bumi mengalami suatu siklus melalui serangkaian peristiwa yang berlangsung terus-menerus, di mana kita tidak tahu kapan dan dari mana dinamakan siklus hidrologi (hydrologic cycle).



Gambar 2.17 Siklus Hidrologi Sumber (Suripin 2004)

Air menguap dari permukaan samudera akibat energi panas matahari. Laju dan jumlah penguapan bervariasi, terbesar terjadi di dekat equator, dimana radiasi matahari lebih kuat. Uap air adalah murni, karena pada waktu dibawa naik ke atmosfer kandungan garam ditinggalkan. Uap air yang dihasilkan dibawa udara yang bergerak. Dalam kondisi yang memungkinkan, uap tersebut mengalami kondensasi dan membentuk butir – butir air yang akan jatuh kembali sebagai presipitasi berupa hujan dan / salju. Presipitasi ada yang jatuh di samudera, di darat, dan sebagian langsung menguap kembali sebelum mencapai ke permukaan bumi.

Presipitasi yang jatuh di permukaan bumi menyebar ke berbagai arah dengan beberapa cara. Sebagian akan tertahan sementara di permukaan bumi sebagai es atau salju, atau genangan air, yang dikenal dengan simpanan depresi. Sebagian air hujan atau lelehan salju akan mengalir ke saluran atau sungai. Hal ini disebut aliran / limpasan permukaan. Jika permukaan tanah porous, maka

sebagian air akan meresap ke dalam tanah melalui peristiwa yang disebut infiltrasi. Sebagian lagi akan kembali ke atmosfer melalui penguapan dan transpirasi oleh tanaman (evapotranspirasi).

Di bawah permukaan tanah, pori-pori tanah berisi air dan udara. Daerah ini dikenal sebagai zona kapiler (vadoze zone), atau zona aerasi. Air yang tersimpan di zona ini disebut kelengasan tanah (soil moisture), atau air kapiler, proses ini disebut interflow. Uap air dalam zona kapiler dapat juga kembali ke permukaan menguap.

Kelebihan kelengasan tanah akan ditarik masuk oleh gravitasi dan proses ini disebut drainase gravitasi. Pada kedalaman tertentu, pori – pori tanah atau batuan akan jenuh air. Batas atas zona jenuh air disebut muka air tanah (water table). Air yang tersimpan dalam zona jenuh air disebut air tanah. Air tanah ini bergerak sebagai aliran air tanah melalui batuan atau lapisan tanah sampai akhirnya keluar ke permukaan sebagai sumber air (spring) atau sebagai rembesan ke danau, waduk, sungai, atau laut.

Air yang mengalir dalam saluran atau sungai dapat berasal dari aliran permukaan atau dari air tanah yang merembes di dasar sungai. Kontribusi air tanah pada aliran sungai disebut aliran dasar (baseflow), sementara total aliran disebut debit (runoff). Air yang tersimpan di waduk, danau, dan sungai disebut air permukaan (surface water) Dalam kaitannya dengan perencanaan drainase, komponen dalam siklus hidrologi yang terpenting adalah aliran permukaan. Oleh karena itu, komponen inilah yang ditangani secara baik untuk menghindari berbagai bencana, khususnya bencana banjir. **(Dr.Ir.Suripin:2004)**

2.3.2 Analisis Hidrologi

Hidrologi adalah suatu ilmu yang berhubungan dengan air di Bumi, keterpatannya, persifatan kimia dan fisika dan persitindakan dengan lingkungannya, termasuk hubungannya dengan makhluk hidup **(E.M Wilson, 1993)**. Faktor hidrologi yang sangat berpengaruh adalah curah hujan (presipitasi). Curah hujan pada suatu daerah merupakan salah satu faktor yang menentukan

besarnya debit banjir yang terjadi pada daerah yang menerimanya (**Sosrodarsono, 1993**).

Analisis hidrologi diperlukan untuk menentukan besarnya debit banjir rencana yang mana debit banjir rencana akan berpengaruh besar terhadap besarnya debit maksimum maupun kestabilan konstruksi yang akan dibangun. Pada perencanaan konstruksi, data curah hujan harian selama periode 10 tahun yang akan dijadikan dasar perhitungan dalam menentukan debit banjir rencana. Data hujan harian selanjutnya akan diolah menjadi data curah hujan rencana, yang kemudian akan diolah menjadi debit banjir rencana. Data hujan harian didapatkan dari beberapa stasiun di sekitar lokasi rencana bendung, di mana stasiun tersebut masuk dalam catchment area atau daerah pengaliran sungai.

Adapun langkah-langkah dalam analisis hidrologi adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan Daerah Aliran Sungai (DAS) beserta luasnya.
- b. Menentukan luas pengaruh daerah stasiun-stasiun penakar hujan sungai.
- c. Menentukan curah hujan maksimum tiap tahunnya dari data curah hujan yang ada
- d. Menganalisis curah hujan rencana dengan periode ulang T tahun.
- e. Menghitung debit banjir rencana berdasarkan besarnya curah hujan rencana diatas pada periode ulang T tahun.

2.3.3 Curah hujan Presipitasi

Presipitasi adalah istilah umum untuk menyatakan uap air yang mengkondensasi dan jatuh dari atmosfer ke bumi dalam segala bentuknya dalam rangkaian siklus hidrologi (**Suripin, 2004**). Jika uap air yang jatuh berbentuk cair disebut hujan (rainfall) dan jika berbentuk padat disebut salju (snow). Hujan merupakan faktor terpenting dalam analisis hidrologi. Analisis dan desain hidrologi tidak hanya memerlukan volume atau ketinggian hujan, tetapi juga distribusi hujan terhadap tempat dan waktu. Distribusi hujan terhadap waktu disebut hyetograph. Dengan kata lain, hyetograph adalah grafik intensitas hujan atau ketinggian hujan terhadap waktu.

Kejadian hujan dapat dipisahkan menjadi dua kelompok, yaitu hujan aktual dan hujan rancangan. Hujan aktual adalah rangkaian data pengukuran di stasiun hujan selama periode tertentu. Hujan rancangan adalah hyetograf hujan yang mempunyai karakteristik terpilih. Hujan rancangan mempunyai karakteristik yang secara umum sama dengan karakteristik hujan yang terjadi pada masa lalu, sehingga menggambarkan karakteristik umum kejadian hujan yang diharapkan terjadi pada masa mendatang.

Karakteristik hujan yang perlu ditinjau dalam analisis dan perancangan hidrologi meliputi:

1. Intensitas (i), adalah laju hujan atau tinggi air persatuan waktu, misalnya mm/menit, mm/jam, atau mm/hari.
2. Lama waktu atau durasi (t), adalah panjang waktu hujan turun, dinyatakan dalam menit atau jam.
3. Tinggi hujan (d), adalah jumlah atau kedalaman hujan yang terjadi selama durasi hujan, dan dinyatakan dalam ketebalan air di atas permukaan datar, dalam mm.
4. Frekuensi adalah frekuensi kejadian dan biasanya dinyatakan dengan kala ulang (return period) T , misalnya sekali dalam dua tahun.
5. Luas adalah luas geografis daerah sebaran hujan.

Curah hujan harian adalah hujan yang terjadi dan tercatat pada stasiun pengamatan curah hujan setiap hari (selama 24 jam). Data curah hujan harian biasanya dipakai untuk simulasi kebutuhan air tanaman, serta simulasi operasi waduk.

Curah hujan harian maksimum adalah: curah hujan harian tertinggi dalam tahun pengamatan pada suatu stasiun tertentu. Data ini biasanya dipergunakan untuk perancangan bangunan hidrolik sungai seperti bendung, bendungan, tanggul, pengaman sungai dan drainase.

Curah hujan bulanan adalah: jumlah curah hujan harian dalam satu bulan pengamatan pada suatu stasiun curah hujan tertentu. Data ini biasanya dipergunakan untuk simulasi kebutuhan air dan menentukan pola tanam.

Curah hujan tahunan adalah: jumlah curah hujan bulanan dalam satu tahun pengamatan pada suatu stasiun curah hujan tertentu.

2.3.4 Curah Hujan Efektif

Curah hujan efektif adalah bagian hujan total yang menghasilkan limpasan langsung (direct run-off). Limpasan langsung ini terdiri atas limpasan permukaan (surface run-off) dan interflow (air yang masuk ke dalam lapisan tipis dibawah permukaan tanah dengan permeabilitas rendah, yang keluar lagi ditempat yang lebih rendah dan berubah menjadi limpasan permukaan).

Dengan menganggap bahwa proses transformasi hujan menjadi limpasan langsung mengikuti proses linier dan tidak berubah oleh waktu (linear and time invariant process), maka hujan netto (R_n) dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$R_n = C \times R$$

dengan :

R_n = Hujan netto

C = Koefisien limpasan

R = Intesitas curah hujan

2.3.5 Analisis Frekuensi dan Probabilitas

Sistim hidrologi dipengaruhi oleh kejadian-kejadian ekstrim seperti banjir dan kekeringan. Besaran peristiwa ekstrim berbanding terbalik dengan frekuensi kejadiannya, peristiwa yang luar biasa ekstrim kejadiannya sangat langka. Tujuan analisis frekuensi adalah berkaitan dengan peristiwa-peristiwa ekstrim yang berkaitan dengan frekuensi kejadiannya melalui penerapan distribusi kemungkinan. Data hidrologi yang dianalisis diasumsikan tidak tergantung (independent) dan terdistribusi secara acak dan bersifat stokastik.

Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran curah hujan disamai atau dilampaui. Sebaliknya kala ulang atau (return period) adalah waktu hipotetik dimana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui. Analisis frekuensi didasarkan pada sifat statistik data kejadian yang telah lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan di masa yang akan datang. Dengan anggapan bahwa sifat statistik kejadian hujan yang akan datang masih sama dengan sifat statistik kejadian hujan masa lalu.

1. Data maksimum tahunan: tiap tahun diambil hanya satu besaran maksimum yang berpengaruh pada analisis selanjutnya. Seri data ini dikenal dengan seri data maksimum (*maximum annual series*).

2.Seri parsial: dengan menetapkan suatu besaran tertentu sebagai batas bawah, selanjutnya semua besaran data yang lebih besar dari batas bawah tersebut diambil dan dijadikan bagian seri data untuk kemudian dianalisis seperti biasa. Batas ambang ditetapkan berdasarkan pertimbangan teknik atau sembarang (*peak over threshold*), namun demikian hendaknya ambang tidak ditetapkan sedemikian hingga jumlah sampel dalam deret menjadi lebih besar dari lima kali panjang tahun data (**Harto, 2000**). Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi dan empat jenis distribusi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi adalah :

1. Distribusi Normal
2. Distribusi Log Normal,
3. Distribusi Log Pearson Type III
4. Distribusi Gumbel.

2.4 Pengertian Air

Pengertian Air Air merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia, tanpa air tidak akan ada kehidupan di bumi. Sedangkan yang dimaksud air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari dan akan menjadi air minum setelah dimasak terlebih dahulu. Sebagai batasannya air bersih adalah air yang memenuhi persyaratan bagi sistem penyediaan air minum. Adapun persyaratan yang dimaksud adalah persyaratan dari segi kualitas air yang meliputi kualitas fisik, kimia, biologi dan radiologis, sehingga apabila dikonsumsi tidak menimbulkan efek samping (Permenkes RI No.416/Menkes/PER/IX/1990 dalam Modul Gambaran Umum Penyediaan dan Pengolahan Air Minum Edisi Maret 2003 hal. 3 dari 41).

2.4.1 Sumber-Sumber Air

Dalam sistem penyediaan air bersih, sumber air merupakan satu komponen yang mutlak harus ada, karena tanpa sumber air sistem penyediaan air tidak akan berfungsi. Dengan mengetahui karakteristik masing-masing sumber air serta faktor-faktor yang mempengaruhinya, diharapkan dapat membantu di dalam pemilihan air baku untuk suatu sistem penyediaan air bersih, serta mempermudah tahapan selanjutnya di dalam pemilihan tipe dari pengolahan untuk menghasilkan air yang memenuhi standar kualitas secara fisik, kimiawi dan bakteriologis. Secara umum sumber air sebagai berikut :

1. Air Permukaan

Air permukaan adalah air yang terdapat pada permukaan tanah. Pada perinsipnya air permukaan terbagi menjadi:

a. Air sungai

Air sungai adalah air hujan yang jatuh kepermukaan bumi dan tidak meresap kedalam tanah akan mengalir secara grafitasi searah dengan kemiringan permukaan tanah dan mengalir melewati aliran sungai. Sebagai salah satu sumberair minum, air sungai harus mengalami pengolahan secara sempurna karena pada umumnya memiliki derajat pengotoran yang tinggi.

b. Air Danau

Air danau adalah air permukaan (berasal dari hujan atau air tanah yang keluar ke permukaan tanah), terkumpul pada suatu tempat yang relative rendah/ cekung. Termasuk kategori supaya adalah air rawa, air tendon, air waduk/dam. Air permukaan yang biasanya dimanfaatkan sebagai sumber atau bahan baku air bersih adalah:

- Air waduk (berasal dari air hujan)
- Air sungai (berasal dari air hujan dan mata air)
- Air danau (berasal dari air hujan, air sungai, atau mata air)

Di daerah hulu pemenuhan kebutuhan air secara kuantitas dan kualitas dapat disuplai oleh air sungai, tetapi di daerah hilir pemenuhan kebutuhan air sudah tidak dapat disuplai secara kualitas lagi karena pengaruh lingkungan seperti

sedimentasi serta kontaminasi oleh zat-zat pencemar seperti Total Suspended Oil (TSS) yang berpengaruh pada kekeruhan,serta limbah industri.

2. Air Tanah (Ground Water)

Air tanah banyak mengandung garam dan mineral yang terlarut pada waktu air melalui lapisan tanah dan juga air yang berasal dari air hujan yang jatuh di permukaan tanah/bumi dan meresap kedalam tanah dan mengisi rongga-rongga atau pori didalam tanah. Air tanah biasanya mempunyai kualitas yang baik karena zat-zat pencemar air tertahan oleh lapisan tanah. Bila ditinjau dari kedalaman air tanah maka air tanah dibedakan menjadi air tanah dangkal dan air tanah dalam. Air tanah dangkal mempunyai kualitas lebih rendah dibanding kualitas air tanah dalam. Hal ini disebabkan air tanah dangkal lebih mudah terkontaminasi dari luar dan fungsi tanah sebagai penyaring lebih sedikit. Air tanah terbagi atas:

a. Air Tanah Dangkal

Terjadi karena daya proses peresapan air dari permukaan tanah. Air tanah lebih banyak mengandung zat kimia berupa garam-garam terlarut meskipun kelihatan jernih karna sudah melewati lapisan tanah yang masing-masing mempunyai unsur-unsur kimia tertentu. Meskipun lapisan tanah disini berfungsi sebagai saringan namun pengotoran juga masih terus berlangsung, terutama pada muka air yang dekat dengan muka tanah. Air tanah dangkal umumnya mempunyai kedalaman kurang dari 50 meter.

b. Mata Air

Dari segi kualitas, mata air adalah sangat baik bila dipakai sebagai air baku, karena berasal dari dalam tanah yang muncul ke permukaan 16 tanah akibat tekanan, sehingga belum terkontaminasi oleh zat-zat pencemar. Dari segi kuantitasnya, jumlah dan kapasitas mata air sangat terbatas sehingga hanya mampu memenuhi kebutuhan sejumlah penduduk tertentu. Begitu pula bila mata air tersebut terus- menerus di ambil maka semakin lama akan habis.

3. Air Laut Air laut adalah salah satu sumber air walaupun tidak termasuk kategori yang biasa dipilih sebagai sumber air baku untuk untuk air bersih atau air minum, karena memiliki kandungan garam (NaCl) yang cukup besar.

4. Air Hujan

Untuk menjadikan air hujan sebagai air minum hendaknya pada waktu menampung air hujan mulai turun, karena masih mengandung banyak kotoran. Selain itu air hujan mempunyai sifat agresif terutama terhadap pipa-pipa penyalur maupun bak-bak reservoir, sehingga hal ini akan mempercepat terjadinya korosi atau karatan. Juga air ini mempunyai sifat lunak, sehingga akan boros terhadap pemakaian sabun. Sifat-sifat air hujan:

- Bersifat lunak karena tidak mengandung larutan garam dan zat-zat mineral.
- Air hujan umumnya bersifat bersih
- Dapat bersifat korosif karena mengandung zat-zat yang terdapat di udara seperti NH₃, CO₂ agresif, ataupun SO₂. adanya konsentrasi SO₂ yang tinggi di udara yang bercampur dengan air hujan akan menyebabkan terjadinya hujan asam (acid rain).

Dari segi kuantitas, air hujan tergantung pada besar kecilnya curah hujan. Sehingga hujan tidak mencukupi untuk persediaan umum karena jumlahnya berfluktuasi. Begitu pula bila dilihat dari segi kontinuitasnya, air hujan tidak dapat diambil secara terus menerus, karena tergantung pada musim.

2.4.2 Aliran Permukaan

Air Permukaan - Air bergerak diatas permukaan tanah dekat dengan aliran utama dan danau; makin landai lahan dan makin sedikit pori-pori tanah, maka aliran permukaan semakin besar. Aliran permukaan tanah dapat dilihat biasanya pada daerah urban. Sungai-sungai bergabung satu sama lain dan membentuk sungai utama yang membawa seluruh air permukaan disekitar daerah aliran sungai menuju laut. Air permukaan, baik yang mengalir maupun yang tergenang (danau, waduk, rawa), dan sebagian air bawah permukaan akan terkumpul dan mengalir membentuk sungai dan berakhir ke laut. Proses perjalanan air di daratan itu terjadi dalam komponen-komponen siklus hidrologi yang membentuk sistem Daerah Aliran Sungai (DAS).Jumlah air di bumi secara keseluruhan relatif tetap, yang berubah adalah wujud dan tempatnya.

Aliran permukaan dari suatu area merupakan hasil perpaduan dari seluruh faktor Hidrologi dan Meteorologi di dalam suatu daerah aliran. Aliran permukaan sangat bervariasi dalam jumlah, tidak hanya dari tahun ke tahun berikutnya, maupun juga dari hari ke hari, dan jam ke jam. Tidak mungkin mendeteksi secara kuantitatif pengaruh seluruh faktor terhadap aliran permukaan. Faktor utama untuk menghitung aliran permukaan adalah iklim, tidak hanya presipitasi dan evaporasi, tetapi juga dalam periode panjang seperti faktor tanah dan vegetasi. Aliran permukaan dinyatakan dalam satuan $\text{cm}^3/\text{s} = \text{m}^3/\text{s}$ ini adalah laju aliran air. Atau dapat dalam inci atau mm – cm (ketebalan).

Karena siklus hidrologi mengikuti hukum keseimbangan massa: dari hujan yang volumenya tertentu maka besarnya air yang mengalir di permukaan tergantung dari besarnya air yang meresap ke dalam tanah, demikian pula sebaliknya. Kecepatan gerak aliran air di dua kondisi ini sangat jauh berbeda, $v = 0,5-1,5$ m/detik untuk aliran permukaan, dan $v = 0,0002-450$ m/hari untuk aliran air tanah. Oleh karena itu semakin besar air hujan yang masuk ke dalam tanah, maka secara relatif semakin baik, karena hal ini berarti semakin banyak tabungan air yang kita punya, dan lagi pula air tanah akan keluar lagi ke permukaan secara perlahan.

Aliran permukaan langsung (runoff) terjadi apabila jumlah curah hujan melampaui laju infiltrasi air ke dalam tanah.

Air hujan yang merupakan input jatuh ke permukaan, ada sebagian yang hilang dan ada yang mengalami kelebihan. Aliran permukaan total (debit sungai) berasal aliran permukaan langsung, aliran bawah permukaan (lapisan antara), dan berasal dari debit air tanah hasil perkolasi dari air hujan. Volume total dari aliran permukaan diakibatkan oleh faktor iklim (banyaknya presipitasi ; banyaknya evapotranspirasi) dan factor DAS (ukuran ; ketinggian). Distribusi waktu limpasan (aliran permukaan) menurut **seyhan, 1977 :**

A. Faktor Meteorologis

a. Presipitasi (tipe, intensitas, lama, agihan kawasan, agihan waktu, arah gerakan hujan, frekuensi terjadinya, presipitasi yang mendahului)

b. Meteorologis (radiasi matahari, suhu, kelembaban, kecepatan angin, tekanan atmosfer), yang mempengaruhi evapotranspirasi

B. Faktor DAS

- a. Topografi (bentuk, kemiringan)
- b. Geologi (permeabilitas dan kapasitas akuifer)
- c. Tipe Tanah
- d. Vegetasi (penutupan vegetasi, pertumbuhan tanaman dalam saluran)
- e. Jaringan Drainase (urutan sungai dan kerapatan sungai)

C. Faktor Manusia

- a. Struktur hidrolik
- b. Teknik Pertanian
- c. Urbanisasi

2.4.3 Sumber Aliran Permukaan

Aliran permukaan berasal dari presipitasi ke dalam 3 komponen sumber yaitu run off, evaporasi, infiltrasi ke dalam tanah.

Aliran permukaan berasal dari curah hujan yang merupakan kelebihan dari laju kehilangan (Evaporasi + Infiltrasi). Kedua aliran permukaan berasal dari cairnya salju/es, salju mencair merupakan sumber air permukaan penting di daerah iklim dingin. Contoh beberapa sungai di Canada, aliran permukaan dari pencairan salju menduduki 30 – 40 % dari total run off daerah aliran. Ke tiga kontribusi aliran permukaan berasal dari tandon air tanah.

a. Proses Run Off

Diskripsi proses run off dapat diawali dengan pertanyaan, Apa yang terjadi apabila presipitasi mencapai permukaan tanah? Apabila presipitasi mencapai permukaan tanah, sebagian infiltrasi ke dalam tanah atau mengalir di atas permukaan menuju saluran air.

Sebelum mencapai permukaan presipitasi terhadang oleh vegetasi, bagian ini disebut intersepsi. Hujan yang sedikit jatuh pada hutan yang sudah berkembang baik mungkin tidak pernah mencapai tanah. Apabila kapasitas

intersepsi tercapai, sisa hujan mencapai tanah dan tersedia untuk infiltrasi atau aliran permukaan.

Pengukuran Intersepsi oleh pepohonan di dalam hutan lebat, dapat dilakukan dengan memasang penakar hujan secara acak di bawah vegetasi, dan dibandingkan dengan pengukuran di tempat terbuka. Pada hutan yang sudah berkembang intersepsi mencapai 2 – 40 % curah hujan, tergantung tipe pohon / tajuk. Misalnya Eucalyptus di Australia 2 – 3 % intersepsi. Hutan cemara di Norwegia kira-kira 25 %, dan hutan cemara di California dan Douglas di atas 40%.

b. Konsentrasi Aliran

Air hujan yang jatuh diseluruh daerah tangkapan akan terkonsentrasi (mengalir menuju) suatu titik kontrol.

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan oleh partikel air untuk mengalir dari titik terjauh didalam daerah tangkapan sampai titik yang ditinjau. Waktu konsentrasi tergantung pada karakteristik daerah tangkapan, tataguna lahan, jarak lintasan air dari titik terjauh sampai stasiun yang ditinjau.

c. Konsentrasi aliran di suatu DAS dapat dibedakan menjadi 3 tipe tanggapan DAS

· Tipe Pertama terjadi apabila durasi hujan efektif sama dengan waktu konsentrasi. Semua air hujan yang jatuh di DAS telah terkonsentrasi di titik control, sehingga debit aliran mencapai maksimum. Pada saat itu hujan berhenti dan aliran berikutnya di titik control tidak lagi aliran dari seluruh DAS, sehingga debit aliran berkurang secara berangsur-angsur sampai akhirnya kembali nol. Dan hidrograf berbentuk segitiga. Tipe tanggapan DAS seperti ini disebut aliran terkonsentrasi.

· Tipe kedua terjadi apabila durasi hujan efektif lebih lama daripada waktu konsentrasi. Pada keadaan ini aliran terkonsentrasi pada titik control, dan debit maksimum tercapai setelah waktu aliran sama dengan waktu konsentrasi. Waktu resesi sama dengan waktu konsentrasi. Tipe tanggapan DAS seperti ini disebut aliran superkonsentrasi.

· Tipe ketiga terjadi apabila durasi hujan efektif lebih pendek daripada waktu konsentrasi. Pada keadaan ini debit aliran di titik control tidak mencapai nilai maksimum. Setelah hujan berhenti, aliran berkurang sampai akhirnya menjadi nol. Tipe tanggapan seperti ini disebut aliran subkonsentrasi.

Apabila durasi hujan lebih kecil dari waktu konsentrasi, intensitas hujan akan lebih tinggi.

2.4.4 Koefisien Aliran Permukaan (C)

Salah satu konsep penting dalam upaya mengendalikan banjir adalah koefisien aliran permukaan (runoff) yang biasa dilambangkan dengan C. Koefisien C didefinisikan sebagai nisbah antara laju puncak aliran permukaan terhadap intensitas hujan. Faktor utama yang mempengaruhi nilai C adalah laju infiltrasi tanah, tanaman penutup tanah dan intensitas hujan (*Arsyad, 2006*). Koefisien aliran permukaan (C) untuk DAS pertanian bagi tanah kelompok Hidrologi B.

Faktor utama yang mempengaruhi nilai C adalah laju infiltrasi tanah atau persentase lahan kedap air, kemiringan lahan, tanaman penutupan tanah dan intensitas hujan. Koefisien ini juga tergantung pada sifat dan kondisi tanah. Laju infiltrasi turun pada hujan yang terus-menerus dan juga dipengaruhi oleh kondisi kejenuhan air sebelumnya. Faktor lain yang juga mempengaruhi nilai C adalah air tanah, derajat kepadatan tanah, porositas tanah dan simpanan depresi.

MENGHITUNG DEBIT PUNCAK (Q) DAN KOEFISIEN RUN OFF (C)

Air hujan yang jatuh ke permukaan tanah ada yang langsung masuk ke dalam tanah atau disebut air infiltrasi. Sebagian lagi tidak sempat masuk ke dalam tanah dan oleh karenanya mengalir di atas permukaan tanah ke tempat yang lebih rendah. Ada juga bagian dari air hujan yang telah masuk ke dalam tanah, terutama pada tanah yang hampir atau telah jenuh, air tersebut ke luar ke permukaan tanah lagi dan lalu mengalir ke bagian yang lebih rendah. Aliran air permukaan yang disebut terakhir sering juga disebut air larian atau limpasan.

Bagian penting dari air larian dalam kaitannya dengan rancang bangun pengendali air larian adalah besarnya debit puncak, Q (peak flow atau debit air yang tertinggi) dan waktu tercapainya debit puncak, volume dan penyebaran air larian. Curah hujan yang jatuh terlebih dahulu memenuhi air untuk evaporasi, intersepsi, infiltrasi, dan mengisi cekungan tanah baru kemudian air larian berlangsung ketika curah hujan melampaui laju infiltrasi ke dalam tanah. Semakin lama dan semakin tinggi intensitas hujan akan menghasilkan air larian semakin besar. Namun intensitas hujan yang terlalu tinggi dapat menghancurkan agregat tanah sehingga akan menutupi pori-pori tanah akibatnya menurunkan kapasitas infiltrasi. Volume air larian akan lebih besar pada hujan yang intensif dan tersebar merata di seluruh wilayah DAS dari pada hujan tidak merata, apalagi kurang intensif. Disamping itu, faktor lain yang mempengaruhi volume air larian adalah bentuk dan ukuran DAS, topografi, geologi dan tataguna lahan.

Kerapatan daerah aliran (drainase) mempengaruhi kecepatan air larian. Kerapatan daerah aliran adalah jumlah dari semua saluran air/sungai (km) dibagi luas DAS (km²). Makin tinggi kerapatan daerah aliran makin besar kecepatan air larian sehingga debit puncak tercapai dalam waktu yang cepat. Vegetasi dapat menghalangi jalannya air larian dan memperbesar jumlah air infiltrasi dan masuk ke dalam tanah.

Perhitungan Koefisien Runoff

Koefisien Air Larian

Koefisien air larian (C) adalah bilangan yang menunjukkan perbandingan antara besarnya air larian terhadap besarnya curah hujan.

$$= \frac{\text{Air larian (mm)}}{\text{Curah Hujan (mm)}} \text{ (dalam suatu DAS)}$$

atau

$$c = \sum_{i=1}^{12} (d_i \times 86400 \times Q) / (P \times A)$$

dimana:

d_i = Jumlah hari dalam bulan ke-i

Q = Debit rata-rata bulanan (m³/detik) dan 86400 = jumlah detik dalam 24 jam.

P = Curah hujan rata-rata setahun (m/tahun)

A = Luas DAS (m²)

Misalnya C untuk hutan adalah 0,1 artinya 10% dari total curah hujan akan menjadi air larian.

Angka C ini merupakan salah satu indikator untuk menentukan apakah suatu DAS telah mengalami gangguan fisik. Nilai C yang besar berarti sebagian besar air hujan menjadi air larian, maka ancaman erosi dan banjir akan besar.

Besaran nilai C akan berbeda-beda tergantung dari topografi dan penggunaan lahan. Semakin curam kelerengan lahan semakin besar nilai C lahan tersebut.

Nilai C pada berbagai topografi dan penggunaan lahan bisa dilihat pada

Tabel 2.18 Nilai C pada berbagai topografi dan penggunaan lahan

Kondisi daerah	Nilai C
Pegunungan yang curam	0.75 – 0.90
Pegunungan tersier	0.70 – 0.80
Tanah bergelombang dan hutan	0.50 – 0.75
Tanah dataran yang ditanami	0.45 – 0.60
Persawahan yang diairi	0.70 – 0.80
Sungai di daerah pegunungan	0.75 – 0.85
Sungai kecil di dataran	0.45 – 0.75
Sungai besar di dataran	0.50 – 0.75

Sumber : Dr. Mononobe dalam Suyono S. (1999).

Perhitungan Debit Puncak Aliran Permukaan

Metoda Rasional

Metoda rasional (U.S. Soil Conservation Service, 1973) adalah metoda yang digunakan untuk memperkirakan besarnya air larian puncak (peak runoff). Metoda ini relatif mudah digunakan karena diperuntukkan pemakaian pada DAS berukuran kecil, kurang dari 300 ha (Goldman et al, 1986).

Persamaan matematik metoda rasional :

$$Q_p = 0,0028 C i p A$$

Dimana,

Q_p = Air larian (debit) puncak (m^3/dt)

C = Koefisien air larian

i_p = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas Wilayah DAS (ha)

Intensitas hujan ditentukan dengan memperkirakan waktu konsentrasi (time of concentration, T_c) untuk DAS bersangkutan dan menghitung intensitas hujan maksimum untuk periode berulang (return period) tertentu dan waktu hujan sama dengan T_c . Bila $T_c=1$ jam maka intensitas hujan terbesar yang harus digunakan adalah curah hujan 1-jam.

PERHITUNGAN KOEFISIEN ALIRAN PERMUKAAN DALAM PENGELOLAAN DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS)

Informasi mengenai besarnya aliran permukaan sangat diperlukan dalam pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS). Aliran permukaan terjadi ketika jumlah curah hujan melampaui laju infiltrasi air ke dalam tanah (*Dunne dan Leopold, 1978*). Aliran permukaan merupakan bagian dari hujan yang mengalir di atas permukaan tanah menuju sungai, danau, dan lautan (*Asdak, 1995*). Ketika hujan jatuh di atas tanah akan menabrak permukaan yang mengarahkan ke arah mana alirannya mencapai saluran. Jalur yang dilalui aliran tersebut dapat menjelaskan tentang karakteristik bentang lahan (landscape), besarnya aliran permukaan, jenis penggunaan lahan, dan strategi pengelolaan lahan (*Dunne dan Leopold, 1978*). Bagian penting yang harus diketahui dari aliran permukaan ini adalah besarnya debit puncak (peak runoff), waktu tercapainya debit puncak, volume serta penyebarannya (*Asdak, 1995*). Informasi ini akan memberikan gambaran lokasi-lokasi yang memberi kontribusi aliran permukaan yang besar, sehingga diketahui daerah-daerah yang memerlukan penanganan khusus.

Jumlah air yang tersedia, debit maksimum, dan debit minimum merupakan parameter hidrologi yang mencerminkan kondisi suatu DAS. Untuk menilai perkembangan atau perubahan kondisi suatu DAS maka parameter-parameter tersebut harus diukur, baik sebelum maupun sesudah suatu perlakuan diterapkan. Dengan adanya pembukaan lahan hutan yang berakibat menurunnya kapasitas infiltrasi, akan mengakibatkan kenaikan jumlah aliran permukaan. Kegiatan

deforestasi, pembangunan jalan atau pembangunan lainnya yang menyebabkan buruknya drainase tanah dapat berakibat terbentuknya zone saturasi sehingga menghasilkan aliran permukaan. Zone yang menghasilkan aliran permukaan juga membawa sedimen, unsur hara tanaman, bakteri, dan polutan lainnya. Informasi ini bermanfaat untuk prediksi banjir dan waktu terjadinya banjir seperti yang dikemukakan oleh *Dunne dan Leopold (1978)*.

Koefisien aliran (C) merupakan perbandingan antara volume aliran permukaan dengan volume hujan yang jatuh. Akhirnya C dapat dijadikan sebagai indikator gangguan fisik dalam suatu DAS. Nilai C makin besar menunjukkan bahwa semakin banyak air hujan yang menjadi aliran permukaan. Kesalahan dalam menentukan nilai C akan berpengaruh pada kesalahan penaksiran aliran permukaan.

Banyak metode hidrologi yang dapat digunakan untuk mengestimasi debit puncak, namun demikian satu metode tidak dapat digunakan untuk semua DAS. Metode rasional (rational runoff method) banyak digunakan untuk mengestimasi debit puncak dan metode ini merupakan metode yang sederhana namun dapat menghasilkan estimasi yang handal (reliable). Namun demikian validasi metode ini sulit dilakukan karena beberapa parameter seperti waktu konsentrasi dan koefisien limpasan sulit diukur secara langsung (*Hayes dan Young, 2006*).

Dalam tulisan ini akan dikemukakan tentang bagaimana memprediksi koefisien aliran permukaan (C) dengan menggunakan metode rasional (*Dunne dan Leopold, 1978*) dengan menggunakan data debit puncak yang diukur secara langsung dengan aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG). Perhitungan nilai C dengan penerapan SIG dilakukan melalui analisis spasial untuk mengetahui sumbangan C masing-masing lokasi sesuai dengan kondisi kelerengan, jenis tanah, dan penutupan lahan. Dengan demikian, akan diperoleh informasi tentang distribusi dan pola distribusi lokasi-lokasi yang memberikan sumbangan nilai C tinggi beserta luas areanya, sehingga akan sangat bermanfaat sebagai masukan dalam perencanaan kegiatan konservasi lahan. Selain itu nilai C yang diperoleh dengan aplikasi SIG ini dapat digunakan untuk memprediksi aliran permukaan dan debit puncak apabila data pengukuran langsung debit sungai tidak tersedia.

2.5 Pengertian Sampah.

Menurut *Azwar (2002)* yang dimaksud dengan sampah adalah sebagian dari sesuatu yang tidak dipakai, tidak disenangi atau sesuatu yang harus dibuang yang umumnya berasal dari kegiatan yang dilakukan manusia (termasuk kegiatan industri) tetapi bukan biologis karena kotoran manusia (human waste) tidak termasuk kedalamnya dan umumnya bersifat padat (karena air bekas tidak termasuk didalamnya). *Manik (2003)* mendefinisikan sampah sebagai suatu benda yang tidak digunakan atau tidak dikehendaki dan harus dibuang, yang dihasilkan oleh kegiatan manusia.

Dari batasan ini jelas bahwa sampah adalah hasil kegiatan manusia yang dibuang karena sudah tidak berguna dan dibuang disebut sampah. Dengan demikian sampah mengandung prinsip sebagai berikut:

1. Adanya sesuatu benda atau bahan padat.
2. Adanya hubungan langsung atau tidak langsung dengan manusia
3. Benda atau bahan tersebut tidak dipakai lagi

2.5.1 Sumber-Sumber Sampah

a. Sampah yang berasal dari pemukiman (domestic wastes)

Sampah ini terdiri dari bahan-bahan padat sebagai hasil kegiatan rumah tangga yang sudah dipakai dan dibuang, seperti sisa-sisa makanan baik yang sudah dimasak atau belum, bekas pembungkus baik kertas, plastik, daun, dan sebagainya, pakaian-pakaian bekas, bahan-bahan bacaan, perabot rumah tangga, daun-daunan dari kebun atau taman.

b. Sampah yang berasal dari tempat-tempat umum

Sampah ini berasal dari tempat-tempat umum, seperti pasar, tempat-tempat hiburan, terminal bus, stasiun kereta api, dan sebagainya. Sampah ini berupa kertas, plastik, botol, daun, dan sebagainya.

c. Sampah yang berasal dari perkantoran

Sampah ini dari perkantoran baik perkantoran pendidikan, perdagangan, departemen, perusahaan, dan sebagainya. Sampah ini berupa kertas-kertas, plastik,

karbon, klip dan sebagainya. Umumnya sampah ini bersifat anorganik, dan mudah terbakar (rubbish).

d. Sampah yang berasal dari jalan raya

Sampah ini berasal dari pembersihan jalan, yang umumnya terdiri dari : kertaskertas, kardus-kardus, debu, batu-batuan, pasir, sobekan ban, onderdil- onderdil kendaraan yang jatuh, daun-daunan, plastik, dan sebagainya.

e. Sampah yang berasal dari industri (industrial wastes)

Sampah ini berasal dari kawasan industri, termasuk sampah yang berasal dari pembangunan industri, dan segala sampah yang berasal dari proses produksi, misalnya : sampah-sampah pengepakan barang, logam, plastik, kayu, potongan tekstil, kaleng, dan sebagainya.

f. Sampah yang berasal dari pertanian/perkebunan

Sampah ini sebagai hasil dari perkebunan atau pertanian misalnya: jerami, sisa sayur-mayur, batang padi, batang jagung, ranting kayu yang patah, dan sebagainya.

g. Sampah yang berasal dari pertambangan

Sampah ini berasal dari daerah pertambangan, dan jenisnya tergantung dari jenis usaha pertambangan itu sendiri, misalnya: batu-batuan, tanah/cadas, pasir, sisa-sisa pembakaran (arang), dan sebagainya.

h. Sampah yang berasal dari peternakan dan perikanan

Sampah yang berasal dari peternakan dan perikanan ini, berupa : kotoran-kotoran ternak, sisa-sisa makanan bangkai binatang, dan sebagainya (Notoatmojo, 2003).

2.5.2 Jenis Sampah

a. Sampah berdasarkan zat kimia yang terkandung didalamnya

- Sampah anorganik

Sampah anorganik adalah sampah yang umumnya tidak dapat membusuk, misalnya : logam/besi, pecahan gelas, plastik dan sebagainya.

- Sampah organik

Sampah organik adalah sampah yang pada umumnya dapat membusuk, misalnya : sisa-sisa makanan, daun-daunan, buah-buahan dan sebagainya.

b. Sampah berdasarkan dapat dan tidaknya terbakar

- Sampah yang mudah terbakar, misalnya : kertas, karet, kayu, plastik, kain bekas dan sebagainya.

- Sampah yang tidak dapat terbakar, misalnya: kaleng-kaleng bekas, besi/logam bekas, pecahan gelas, kaca, dan sebagainya (Notoatmodjo, 2003).

c. Sampah berdasarkan karakteristiknya

- Abu (Ashes)

Merupakan sisa pembakaran dari bahan yang mudah terbakar, baik di rumah, di kantor maupun industri.

- Sampah Jalanan (Street Sweeping)

Berasal dari pembersihan jalan dan trotoar, terdiri dari kertas-kertas, kotoran dan daun-daunan.

- Bangkai Binatang (Dead Animal)

Yaitu bangkai binatang yang mati karena bencana alam, penyakit atau kecelakaan.

- Sampah pemukiman (Household refuse)

Yaitu sampah campuran yang berasal dari daerah perumahan.

- Bangkai Kendaraan (Abandoned vehicles)

Yang termasuk jenis sampah ini adalah bangkai mobil, truk, kereta api, satelit, kapal laut dan alat transportasi lainnya.

- Sampah industri

Terdiri dari sampah padat yang berasal dari industri pengolahan hasil bumi, tumbuhtumbuhan dan industri lainnya.

- Sampah hasil penghancuran gedung/bangunan (Demolition waste)

Yaitu sampah yang berasal dari perombakan gedung/bangunan.

- Sampah dari daerah pembangunan
Yaitu sampah yang berasal dari sisa pembangunan gedung, perbaikan dan pembaharuan gedung. Sampah dari daerah ini mengandung tanah batuan, potongan kayu, alat perekat, kertas dan lain-lain.
- Sampah Padat Pada Air Buangan (Sewage Solid)
Sampah yang terdiri dari benda yang umumnya zat organik hasil saringan pada pintu masuk suatu pusat pengolahan air buangan.
- Sampah Khusus
Yaitu sampah yang memerlukan penanganan khusus dalam pengelolaannya, misalnya kaleng cat, film bekas, zat radioaktif dan zat yang toksis. (Mukono, 2006).

2.5.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kuantitas dan Kualitas Sampah

Menurut Slamet (2004) sampah baik kualitas maupun kuantitasnya sangat dipengaruhi oleh berbagai kegiatan dan taraf hidup masyarakat. Beberapa faktor yang penting antara lain :

a. Jumlah Penduduk

Dapat dipahami dengan mudah bahwa semakin banyak penduduk semakin banyak pula sampahnya. Pengelolaan sampah pun berpacu dengan laju pertumbuhan penduduk.

b. Keadaan Sosial Ekonomi

Semakin tinggi keadaan sosial ekonomi masyarakat, semakin banyak jumlah perkapita sampah yang dibuang. Kualitas sampahnya pun semakin banyak bersifat tidak dapat membusuk. Perubahan kualitas sampah ini, tergantung pada bahan yang tersedia, peraturan yang berlaku serta kesadaran masyarakat akan persoalan persampahan. Kenaikan kesejahteraan ini pun akan meningkatkan kegiatan konstruksi dan pembaharuan bangunanbangunan, transportasi pun bertambah, dan produk pertanian, industri dan lain-lain akan bertambah dengan konsekuensi bertambahnya volume dan jenis sampah.

c. Kemajuan Teknologi

Kemajuan teknologi akan menambah jumlah maupun kualitas sampah, karena pemakaian bahan baku yang semakin beragam, cara pengepakan dan produk manufaktur yang semakin beragam pula. d. Tingkat pendidikan Menurut Hermawan (2005) Untuk meningkatkan mutu lingkungan, pendidikan mempunyai peranan penting karena melalui pendidikan, manusia makin mengetahui dan sadar akan bahaya limbah rumah tangga terhadap lingkungan, terutama bahaya pencemaran terhadap kesehatan manusia dan dengan pendidikan dapat ditanamkan berpikir kritis, kreatif dan rasional. Semakin tinggi tingkat pendidikan selanjutnya semakin tinggi kesadaran dan kemampuan masyarakat dalam pengelolaan sampah.

2.5.4 Hubungan Sampah Terhadap Masyarakat dan Lingkungan

Menurut **Chandra, Budiman (2006)** pengelolaan sampah di suatu daerah akan membawa pengaruh bagi masyarakat maupun lingkungan daerah itu sendiri. Pengaruhnya tentu saja ada yang positif dan juga ada yang negatif. Pengaruh positif dari pengelolaan sampah ini terhadap masyarakat dan lingkungan, antara lain :

- a. Sampah dapat dimanfaatkan untuk menimbun lahan semacam rawa-rawa dan dataran rendah
- b. Sampah dapat dimanfaatkan untuk pupuk
- c. Sampah dapat diberikan untuk makanan ternak setelah menjalani proses pengelolaan yang telah ditentukan terlebih dahulu untuk mencegah pengaruh buruk sampah terhadap ternak
- d. Pengelolaan sampah menyebabkan berkurangnya tempat untuk berkembang biak serangga atau binatang pengerat
- e. Menurunkan insidensi kasus penyakit menular yang erat hubungannya dengan sampah
- f. Keadaan estetika lingkungan yang bersih menimbulkan kegairahan hidup masyarakat
- g. Keadaan lingkungan yang baik mencerminkan kemajuan budaya masyarakat

h. Keadaan lingkungan yang baik akan menghemat pengeluaran dana kesehatan suatu Negara sehingga dana itu dapat digunakan untuk keperluan lain

Sedangkan pengaruh negatif dari sampah terhadap kesehatan, lingkungan maupun sosial ekonomi dan budaya masyarakat, antara lain :

a. Pengaruh terhadap kesehatan

- Pengolahan sampah yang kurang baik akan menjadikan sampah sebagai tempat perkembangbiakan sektor penyakit seperti lalat atau tikus
- Insidensi penyakit Demam Berdarah dengue akan meningkat karena vector penyakit hidup dan berkembang biak dalam sampah kaleng maupun ban bekas yang berisi air hujan

- Terjadinya kecelakaan akibat pembuangan sampah secara sembarangan misalnya luka akibat benda tajam seperti besi, kaca dan sebagainya

- Gangguan psikosomatis, misalnya sesak nafas, insomnia, stress dan lain-lain.

b. Pengaruh terhadap lingkungan - Estetika lingkungan menjadi kurang sedap dipandang mata

- Proses pembusukan sampah oleh mikroorganisme akan menghasilkan gas-gas tertentu yang menimbulkan bau busuk.

- Pembakaran sampah dapat menimbulkan pencemaran udara dan bahaya kebakaran yang lebih luas

- Pembuangan sampah ke dalam saluran pembuangan air akan menyebabkan aliran air terganggu dan saluran air akan menjadi dangkal

- Apabila musim hujan datang, sampah yang menumpuk dapat menyebabkan banjir dan mengakibatkan pencemaran pada sumber air permukaan atau sumur dangkal

- Air banjir dapat mengakibatkan kerusakan pada fasilitas masyarakat seperti jalan, jembatan dan saluran air.

c. Pengaruh terhadap sosial ekonomi dan budaya masyarakat

- Pengelolaan sampah yang kurang baik mencerminkan keadaan sosial budaya masyarakat setempat

- Keadaan lingkungan yang kurang baik dan jorok, akan menurunkan minat dan hasrat orang lain (turis) untuk datang berkunjung ke daerah tersebut

- Dapat menyebabkan terjadinya perselisihan antara penduduk setempat dan pihak pengelola (misalnya kasus TPA Bantar Gebang, Bekasi)
- Angka kasus kesakitan meningkat dan mengurangi hari kerja dan produktifitas masyarakat menurun
- Kegiatan perbaikan lingkungan yang rusak memerlukan dana yang besar sehingga dana untuk sektor lain berkurang
- Penurunan pemasukan daerah (devisa) akibat penurunan jumlah wisatawan yang diikuti dengan penurunan penghasilan masyarakat setempat
- Penurunan mutu dan sumber daya alam sehingga mutu produksi menurun dan tidak memiliki nilai ekonomis
- Penumpukan sampah di pinggir jalan menyebabkan kemacetan lalu lintas yang dapat menghambat kegiatan transportasi barang dan jasa.

2.5.5 Pengelolaan Sampah

Menurut Reksosoebroto (1985) dalam Efrianof (2001) pengelolaan sampah sangat penting untuk mencapai kualitas lingkungan yang bersih dan sehat, dengan demikian sampah harus dikelola dengan sebaik-baiknya sedemikian rupa sehingga hal-hal yang negatif bagi kehidupan tidak sampai terjadi. Dalam ilmu kesehatan lingkungan, suatu pengelolaan sampah dianggap baik jika sampah tersebut tidak menjadi tempat berkembangbiaknya bibit penyakit serta sampah tersebut tidak menjadi media perantara menyebar luasnya suatu penyakit. Syarat lainnya yang harus terpenuhi dalam pengelolaan sampah ialah tidak mencemari udara, air, dan tanah, tidak menimbulkan bau (segi estetis), tidak menimbulkan kebakaran dan lain sebagainya.

Techobanoglous (1977) dalam Maulana (1998) mengatakan pengelolaan sampah adalah suatu bidang yang berhubungan dengan pengaturan terhadap penimbunan, penyimpanan (sementara), pengumpulan, pemindahan dan pengangkutan, pemrosesan dan pembuangan sampah dengan suatu cara yang sesuai dengan prinsip-prinsip terbaik dari kesehatan masyarakat, ekonomi, teknik (engineering), perlindungan alam (conservation), keindahan dan pertimbangan lingkungan lainnya dan juga mempertimbangkan sikap masyarakat.

Menurut **Cunningham (2004)** tahap pengelolaan sampah modern terdiri dari 3R (Reduce, Reuse, Recycle) sebelum akhirnya dimusnahkan atau dihancurkan.