

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Cut Suciatina dan Dian Febrianti (2018) tentang “*Analisis dan Evaluasi Drainase Kawasan Perumahan Blang Beurandang Kabupaten Aceh Barat*”. Jenis penelitian bersifat deskriptif dengan metode survei dan analisis data. Pengumpulan data diperoleh dari data primer yang meliputi data kondisi genangan di wilayah studi, data dimensi saluran drainase eksisting, data arah aliran air dan sketsa lokasi saluran drainase. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi kondisi kapasitas saluran eksisting yang ada, sehingga akan diperoleh kondisi nyata dari saluran eksisting. Hasil perbandingan antara debit banjir rencana dengan kapasitas saluran eksisting diperoleh bahwa ada 26 titik saluran yang tidak mampu menampung debit banjir rencana yaitu saluran 43, 41, 20, 13, 14, 10, 25, 11, 49, 50, 26, 27, 52, 31, 5, 30, 53, 54, 2, 32, 36, 38, 40, 35, 39 dan saluran 42. Kondisi ini membutuhkan alternatif penanganan agar saluran mampu menampung debit hujan rencana.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Fahri Ekananda, Nora Herdiana Pandjaitan, dan Maulana Ibrahim Rau (2019) tentang “*Evaluasi Saluran Drainase di Perumahan Alam Sinar Sari Kabupaten Bogor*”. Jenis penelitian bersifat deskriptif dengan teknik pengambilan data menggunakan studi literatur dan studi lapangan, Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi kondisi sistem drainase eksisting di Alam Sinar Sari Perumahan, menganalisis debit menggunakan aplikasi EPA SWMM 5.1, dan menganalisis kesesuaian sistem drainase yang ada dengan limpasan.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Siti Nurul Hijah dan Rosita Eliawati (2021) yang berjudul tentang “*Evaluasi Sistem Drainase Kota*

Mataram” Untuk mengetahui permasalahan terjadinya banjir pada kondisi eksisting saluran drainase dan penanganan yang tepat dilakukan survey lapangan dan menganalisis kapasitas masing-masing saluran drainase di Kelurahan Pagutan Timur. Dari hasil analisis penyebab utama banjir dan genangan di Kelurahan Pagutan Timur yaitu penumpukan sedimen dan kecilnya dimensi saluran sehingga tidak mampu menampung kelebihan air yang terjadi disaat musim hujan yang intensitasnya tinggi. Pada saluran drainase dikawasan tersebut terdapat dua penampang saluran, Persegi dan trapesium. Dari 36 ruas saluran yang ada, 22 ruas saluran masih mampu mengaliri debit rencana secara optimal dan 14 ruas saluran tidak mampu menampung debit rancangan

B. Pengertian Drainase

Drainase merupakan salah satu fasilitas dasar yang dirancang sebagai sistem untuk memenuhi kebutuhan dan termasuk komponen penting dalam perencanaan kota. Drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang atau mengalihkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal (Suripin,2004).

Bangunan sistem drainase terdiri dari saluran penerima (*interceptor drain*), saluran pengumpul (*collector drain*), saluran penerima (*conveyor drain*), salurann induk (*main drain*) dan badan air penerima (*receiving waters*). Di sepanjang sistem sering dijumpai bangunan lainnya, seperti gorong-gorong, siphon, jembatan air (*aqueduct*), pelimpah, pintu-pintu air, bangunan terjun, kolam tando, dan stasiun pompa (Suripin, 2004).

C. Jenis

Drainase

Menurut Hadi Hardjaja (Kusumo, 2009) drainase dikelompokkan menjadi 4 jenis yaitu drainase berdasarkan bentuknya, drainase berdasarkan fungsinya,

drainase berdasarkan letak bangunan dan drainase berdasarkan konstruksi. Berikut jenis jenis drainase beserta penjelasannya :

1. Berdasarkan Bentuknya

a. Drainase Alamiah (*Natural Drainage*)

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 adanya grafitasi yang lambat laun membentuk jalan air yang permanen seperti sungai.

b. Drainase Buatan (*Artificial Drainage*)

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

2. Menurut Letak Bangunan

a. Drainase Permukaan Tanah (*Surface Drainage*)

Saluran drainase yang berada diatas permukaan tanah yang berfungsi mengalirkan air limpasan permukaan. Analisa airnya merupakan analisa *open chanel flow*.

b. Drainase Bawah Permukaan Tanah (*Subsurface Drainage*)

Saluran drainase yang bertujuan untuk mengalirkan air limpasan permukaan melalui media dibawah permukaan tanah (pipa-pipa), dikarenakan alasan-alasan tertentu. Antara lain: tuntutan artistik, tuntutan fungsi permukaan tanah yang tidak memperbolehkan adanya saluran dipermukaan tanah seperti lapangan sepak bola, lapangan terbang, taman dan lain-lain.

3. Menurut Fungsi

a. *Single Purpose*, yaitu saluran yang berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan, misalnya air hujan atau jenis air buangan yang lainnya seperti limbah domestik, air limbah industri dan lain-lain.

- b. *Multy Purpose*, yaitu saluran yang berfungsi mengalirkan beberapa jenis air buangan baik secara bercampur maupun bergantian.

4. Menurut Konstruksi

- a. Saluran Terbuka yaitu saluran yang lebih cocok untuk drainase air hujan yang terletak di daerah yang mempunyai luasan yang cukup, ataupun untuk drainase air non-hujan yang tidak membahayakan kesehatan/mengganggu lingkungan.
- b. Saluran Tertutup yaitu saluran yang pada umumnya sering digunakan untuk aliran kotor (air yang mengganggu kesehatan atau lingkungan) atau untuk saluran yang terletak di kota atau permukiman.

D. Pola Jaringan Drainase

Pola jaringan drainase adalah perpaduan antara satu saluran dengan saluran lainnya baik yang memiliki fungsi sama maupun berbeda dalam suatu kawasan tertentu. Dalam perencanaan sistem drainase yang baik bukan hanya membuat dimensi saluran yang sesuai tetapi harus ada kerjasama antar saluran sehingga penggalian air lancar. Ada beberapa pola jaringan drainase sebagai berikut :

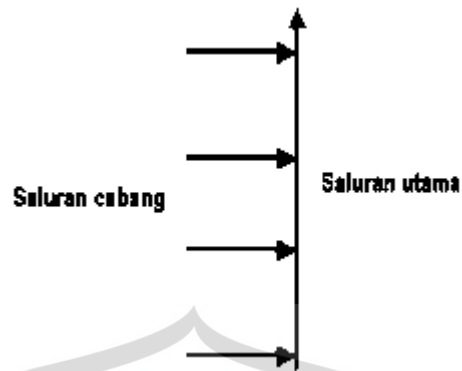
1. Pola Jaringan Drainase Siku



Gambar 2.1 Pola Jaringan Drainase Siku

(Sumber : Suripin, 2004)

2. Pola Paralel



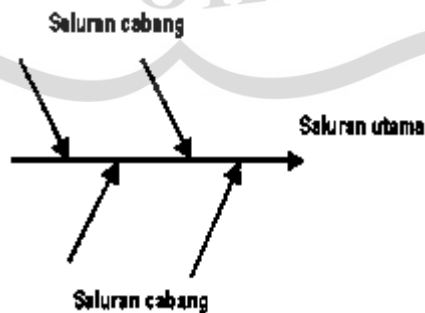
Gambar 2.2 Pola Jaringan Drainase Paralel
(Sumber : Suripin, 2004)

3. Pola Jaringan Drainase Grid Iron



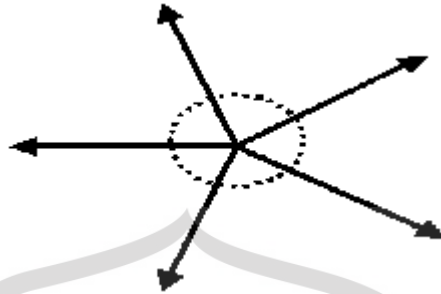
Gambar 2.3 Pola Jaringan Drainase Grid Iron
(Sumber : Suripin, 2004)

4. Pola Jaringan Drainase Alamiah



Gambar 2.4 Pola Jaringan Drainase Alamiah
(Sumber : Suripin, 2004)

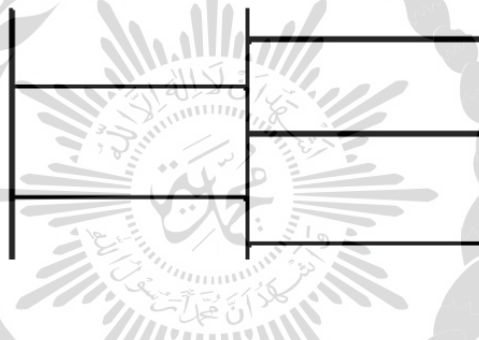
5. Pola Jaringan Drainase Radial



Gambar 2.5 Pola Jaringan Drainase Radial

(Sumber : Suripin, 2004)

6. Pola Jaringan Drainase Jaring-jaring



Gambar 2.6 Pola Jaringan Drainase Jaring-jaring

(Sumber : Suripin, 2004)

E. Sistem Jaringan Drainase

Sistem jaringan drainase di dalam wilayah kota dibagi atas dua bagian, yaitu sistem drainase makro dan sistem drainase mikro.

1. Sistem Drainase Makro

Sistem drainase makro adalah sistem saluran/badan air yang menampung dan mengalirkan air dari suatu daerah tangkapan air hujan (*catchment area*). Sistem ini menampung aliran yang berskala besar dan luas seperti saluran primer, kanal-kanal, atau sungai-sungai. Pada umumnya drainase makro direncanakan untuk debit hujan

dengan periode ulang 5 (lima) sampai 10 (sepuluh) tahun. Sistem drainase makro biasanya meliputi saluran primer dan sekunder.

2. Sistem Drainase Mikro

Sistem drainase mikro adalah sistem saluran dan bangunan pelengkap drainase yang menampung dan mengalirkan air dari suatu kawasan perkotaan yang telah terbangun seperti perumahan, kawasan perdagangan, industri, pasar, atau kompleks pertokoan. Luas tipikal kawasan ini sekitar 10 ha, yang pada umumnya drainase mikro direncanakan untuk debit hujan dengan periode ulang 2 (dua) sampai 5 (lima) tahun tergantung pada tata guna tanah yang ada. Sistem drainase mikro meliputi saluran drainase tersier dan kuarter.

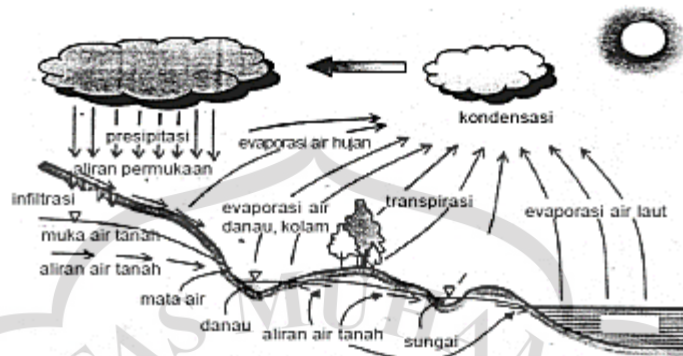
F. Pengertian Hidrologi

Hidrologi adalah suatu ilmu yang mempelajari seluk beluk air, kejadian dan distribusinya, sifat fisik dan sifat kimianya, serta tanggapannya terhadap perilaku manusia (Chow,1964). Menurut Marta dan Adidarma (1983) “Hidrologi juga dapat diartikan sebagai ilmu yang mempelajari tentang terjadinya pergerakan dan distribusi air di bumi, baik di atas maupun di bawah permukaan bumi, tentang sifat fisik dan kimia air serta reaksinya terhadap lingkungan dan hubungannya dengan kehidupan”.

G. Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi adalah suatu rangkaian proses yang terjadi dengan air yang terdiri dari penguapan, prestipasi, infiltrasi dan pengaliran keluar (*out flow*). Air menguap ke udara dari permukaan tanah dan laut. Penguapan dari daratan terdiri dari evaporasi dan transpirasi. Evaporasi merupakan proses menguapnya air dan tanaman. Uap yang dihasilkan mengalami kondensasi dan dipadatkan membentuk awan-awan yang nantinya dapat kembali menjadi air dan turun sebagai prestipasi. Sebelum tiba di permukaan bumi prestipasi tersebut sebagian langsung menguap ke udara, sebagian tertahan oleh tumbuhan, dan sebagian lagi mencapai permukaan tanah. Prestipasi

yang tertahan oleh tumbuhan sebagian akan diuapkan dan sebagian lagi mengalir melalui dahan (*system flow*) atau jatuh dari daun



Gambar 2.7 Siklus Hidrologi
(Sumber : Suripin, 2002)

H. Analisa Hidrologi

Analisis hidrologi dalam evaluasi sistem drainase perumahan Bukit Sidabowa Asri digunakan untuk mengetahui besarnya debit banjir rencana dengan periode ulang tertentu (Q_{th}). Pada perhitungan Analisa hidrologi ini digunakan data curah hujan harian yang nantinya akan diolah menjadi debit rencana.

1. Penentuan Hujan Wilayah

Apabila dalam suatu daerah terdapat lebih dari satu stasiun pengukuran yang ditempatkan secara terpencar, hujan yang tercatat dimasing-masing. Stasiun dapat tidak sama. Dalam analisis hidrologi sering diperlukan untuk menentukan hujan rerata pada daerah tersebut, yang dapat dilakukan dengan tiga metode berikut yaitu metode Aritmatik, metode Poligon Thiessen, dan metode Isohyet (Triatmodjo 2008). Penentuan hujan wilayah dalam penulisan Tugas Akhir ini menggunakan metode **Poligon Thiessen**. Metode ini memperhitungkan bobot dari setiap stasiun yang mewakili luasan disekitarnya. Metode Thiessen digunakan jika penyebaran stasiun hujan pada daerah tersebut

terbatas, luas DAS sedang (500 s/d 5000 km²) dan topografi DAS tertetak didaerah daratan.

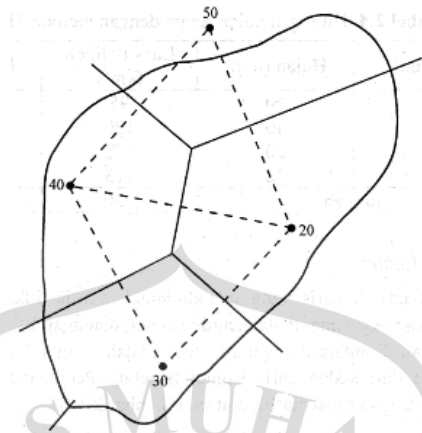
Metode Poligon Thiessen dilakukan dengan cara sebagai berikut :

- a. Menggambarkan stasiun pencatat hujan pada peta DAS yang ditinjau.
- b. Menghubungkan garis antar stasiun satu dan lainnya dengan garis terputus hingga membentuk segitiga-segitiga.
- c. Membuat garis berat pada sisi-sisi segitiga, yaitu garis yang membagi dua sama persis dan tegak lurus garis.
- d. Menghubungkan ketiga garis berat dari segitiga sehingga membuat titik berat akan membentuk poligon mengelilingi tiap stasiun seperti pada Gambar 2.1. Tiap stasiun mewakili luasan yang dibentuk oleh poligon. Untuk stasiun yang berada di dekat batas DAS, garis batas DAS akan membentuk batas tertutup dari poligon.
- e. Luas tiap poligon diukur dan kemudian dikalikan dengan kedalaman hujan di stasiun yang berada di dalam poligon.
- f. Jumlah dari hitungan pada butir (e) untuk semua stasiun dibagi dengan luas daerah yang ditinjau menghasilkan hujan rata-rata pada suatu daerah dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$P = \frac{(A_1P_1)+(A_2P_2)+\dots\dots\dots+(A_nP_n)}{A_1+ A_2} \quad (2.1)$$

Dimana:

- | | |
|--|---|
| P | : Hujan rata –rata wilayah(mm) |
| $P_1, P_2, P_3 \dots \dots \dots, P_n$ | : Jumlah hujan masing- masing stasiun yang diamati (mm) |
| $A_1, A_2, A_2 \dots \dots \dots, A_n$ | : Luas daerah yang mewakili masing -masing |



Gambar 2.8 contoh Poligon Thiessen

(sumber : Triatmodjo,2008)

2. Analisis Hujan Rencana

Analisis hujan rencana menggunakan curah hujan rencana yaitu hujan harian maksimum yang digunakan untuk menghitung Intensitas hujan, kemudian Intensitas hujan ini digunakan untuk mengestimasi debit rencana. Perencanaan saluran drainase periode ulang (*return period*) yang digunakan tergantung dari fungsi saluran serta daerah tangkapan hujan yang akan dikeringkan. Rekomendasi periode ulang desain banjir dan genangan dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut ini :

Tabel 2.1 Periode Ulang (Tahun) untuk Perencanaan Saluran Kota

No.	Distribusi	PUH (tahun)
1	Saluran tersier Resiko kecil	2
	Resiko besar	5
2	Saluran sekunder Resiko kecil	5
	Saluran Primer (Induk) Resiko kecil	
	Resiko Besar	
3.	Atau	
	Luas DAS (25 -50) Ha	5
	Luas DAS (50 – 100) Ha	(5 -10)
	Luas DAS (100 – 1300) Ha	(10- 25)
	Luas DAS (1300 – 6500) Ha	(25-50)

(sumber : sofia, 2006)

3. Analisis Distribusi Frekuensi

Analisis distribusi frekuensi data yang digunakan adalah data hidrologi. Analisis ini memiliki tujuan guna mencari hubungan dari besarnya curah hujan maksimum harian terhadap frekuensi kejadian menggunakan distribusi probabilitas. Analisis frekuensi terhadap data hujan yang tersedia dapat dilakukan dengan beberapa metode antara lain Distribusi Normal, Log Normal, *Log-Pearson* III dan Gumbel.

Analisis data hidrologi memerlukan ukuran-ukuran numerik yang menjadi ciri data tersebut. Sembarang nilai yang menjelaskan ciri susunan data disebut parameter. Parameter yang digunakan dalam analisis susunan data dari suatu variabel disebut dengan parameter statistik, seperti nilai rerata, deviasi, dsb. Pengukuran parameter statistik yang sering digunakan dalam analisis data hidrologi meliputi pengukuran koefisien variasi, koefisien kemencengan (*skewness*), dan koefisien keruncingan. (Triatmodjo, 2008).

Berikut ini adalah cara perhitungan mencari koefisien variasi, kemencengan (*Skewness*) dan keruncingan:

- 1) Menyusun data curah hujan dari nilai yang terbesar hingga yang terkecil.
- 2) Menghitung *mean* (harga rata-rata curah hujan) menggunakan rumus berikut:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} \text{ atau } \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (2.2)$$

- 3) Menghitung kuadrat dari selisih curah hujan dengan curah hujan rata-rata dengan rumus berikut :

$$(\bar{x} - \bar{X})^2 \quad (2.3)$$

- 4) Menghitung standar deviasi data hujan. Rumus yang digunakan sebagai berikut :

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad (2.4)$$

5) Menghitung harga koefisien variasi data hujan dengan rumus :

$$C_v = \frac{s}{\bar{x}} \quad (2.5)$$

6) Menghitung harga koefisien kemencengan (skewness) data hujan menggunakan rumus:

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)s^3} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3 \quad (2.6)$$

7) Menghitung harga koefisien (keruncingan) data hujan dengan rumus :

$$\frac{n}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4 \quad (2.7)$$

Dimana:

X_i = curah hujan harian maksimum (mm)

\bar{x} = tinggi hujan harian maksimum rata-rata selama n tahun (mm)

n = jumlah tahun pencatatan data hujan

S = standar deviasi

C_v = koefisien variasi

C_s = koefisien kemencengan

C_k = koefisien kurtosis

Setiap distribusi memiliki syarat-syarat parameter statistik. Adapun syarat- syarat parameter statistic terdapat dalam Tabel 2.2 sebagai berikut:

Tabel 2.2 syarat nilai parameter statistik untuk berbagai distribusi probabilitas

No	Jenis Sebaran	Syarat
1	Normal	$C_s=0$ $C_k=3$
2	Gumbel	$C_s=1,14$ $C_k=5,4$
3	Log Pearson Tipe III	C_s dan C_k fleksibel
4	Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3 C_v$ $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$

(sumber : Triatmodjo,2008)

Berdasarkan perhitungan metode-metode tersebut, diambil kesimpulan dari metode distribusi yang memenuhi syarat nilai parameter statistik distribusi berdasarkan Tabel 2.2 diatas.

4. Pemilihan Jenis Distribusi

Berikut ini jenis distribusi curah hujan maksimum harian rencana yang digunakan pada Tugas Akhir ini, yaitu :

a. Metode Distribusi Normal

Distribusi normal atau kurva normal disebut distribusi Gauss. Perhitungan curah hujan rencana menurut metode distribusi normal dengan persamaan sebagai berikut :

$$X_t = \bar{X} + k_t S \quad (2.8)$$

Dengan :

X_t = Curah hujan rencana dengan periode ulang T tahunan

\bar{X} = Nilai rata – rata hitung variat

S = Deviasi standar

k_t = Faktor frekuensi

Untuk perhitungan nilai faktor frekuensi (K_T) umumnya sudah tersedia dalam tabel Nilai variable reduksi Gauss (*Variable reduced Gauss*) yang ditunjukkan pada Tabel 2.3

Tabel 2.3 Nilai Variable Reduksi Gauss

Periode ulang T (tahun)	Peluang	K
1,001	0,999	-3,050
1,005	0,995	-2,580
1,010	0,990	-2,330
1,110	0,950	-1,640
1,250	0,900	-1,280
1,330	0,800	-0,840
1,430	0,750	-0,670
1,670	0,700	-0,520
2,000	0,600	-0,250
2,500	0,500	0,000
2,330	0,400	0,250
4,000	0,300	0,520
5,000	0,250	0,670
10,000	0,200	0,840
20,000	0,100	1,280
50,000	0,050	1,640
100,000	0,020	2,050
200,000	0,010	2,330
500,000	0,005	2,580
1000,000	0,002	2,880
	0,001	3,090

(sumber :soewarno;1995).

b. Metode Distribusi Log Normal

Distribusi Log Normal 2 Parameter mempunyai persamaan transformasi :

$$\text{Log}X = \overline{\log X} + K.S_{\log X} \quad (2.9)$$

Dimana :

Log X = nilai variat X yang diharapkan terjadi pada peluang atau periode ulang tertentu

$\overline{\log X}$ = rata-rata nilai X hasil pengamatan

$S_{\log X}$ = deviasi standar logaritmik nilai X hasil pengamatan

K = karakteristik dari distribusi Log Normal. Nilai k dapat diperoleh dari tabel yang merupakan fungsi peluang kumulatif dan periode ulang.

Parameter statistik metode Log Normal 2 Parameter dapat dicapai dengan :

$$\text{Koefisien Variasi}(Cv) = \frac{\sigma}{\mu} = \left[e^{\frac{\sigma^2}{\mu^2}} - 1 \right]^{0.5} = \frac{S}{\bar{X}} \quad (2.10)$$

$$1) \text{ Koefisien Skewness}(Cs) = 3Cv + Cv^3 \quad (2.11)$$

$$2) \text{ Koefisien Kurtosis}(Ck) = Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3 \quad (2.12)$$

Jika tanpa menggunakan nilai logaritmik, dapat menggunakan cara

$X = \bar{X} + K.S$ dimana nilai k diambil dari tabel nilai fungsi kumulatif dari periode ulang dengan nilai koefisien variasinya

Tabel 2.4. Nilai Faktor Frekuensi k untuk Distribusi Log Normal

Koefisien Variasi (G)	Peluang Kumulatif P(%) : P(X ≤ X)					
	50,000	80,000	90,000	95,000	98,000	99,000
	Periode Ulang (Tahun)					
	2,000	5,000	10,000	20,000	50,000	100,000
0,050	-0,025	0,833	1,297	1,686	2,134	2,457
0,100	-0,050	0,822	1,308	1,725	2,213	2,549
0,150	-0,074	0,809	1,316	1,760	2,290	2,261
0,200	-0,097	0,793	1,320	1,760	2,364	2,772
0,250	-0,119	0,775	1,321	1,791	2,432	2,881
0,300	-0,141	0,765	1,318	1,818	2,502	2,987
0,350	-0,160	0,733	1,313	1,841	2,564	3,089
0,400	-0,179	0,710	1,304	1,860	2,621	3,187
0,450	-0,196	0,687	1,290	1,875	2,673	3,280
0,500	-0,211	0,663	1,278	1,885	2,720	3,367
0,550	-0,225	0,638	1,261	1,891	2,761	3,449
0,600	-0,238	0,613	1,243	1,893	2,797	3,521
0,650	-0,219	0,588	1,223	1,895	2,828	3,393
0,700	-0,258	0,563	1,201	1,887	2,853	3,366
0,750	-0,267	0,539	1,178	1,868	2,874	3,712
0,800	-0,274	0,512	1,155	1,854	2,889	3,762
0,850	-0,280	0,491	1,131	1,839	2,900	3,806
0,900	-0,285	0,469	1,106	1,821	2,907	3,814
0,950	-0,290	0,447	1,081	1,802	2,910	3,876
1,000	-0,293	0,425	1,056	1,782	2,910	3,904

(Sumber : Soewarno, 1995; jilid 1; 220)

b. Metode Distribusi Gumbel

Dalam Soewarno, 2000; 123 dikatakan bahwa distribusi Gumbel atau disebut juga dengan distribusi ekstrem 1 (extreme type I distribution) umumnya digunakan untuk analisa data maksimum, misal untuk analisis frekuensi banjir.

Persamaan garis lurus model matematik distribusi Gumbel yang ditentukan dengan menggunakan metode momen adalah :

$$Y = \alpha(X - X_0) \quad (2.13)$$

$$\alpha = \frac{1,283}{\sigma}$$

$$X_0 = \mu - \frac{0,577}{\alpha} \text{ atau } X_0 = \mu - 0,455\sigma \quad (2.14)$$

Dengan : μ = nilai rata-rata

σ = deviasi standar

distribusi Gumbel Tipe I mempunyai koefisien kemencengan (*coefficient of skewness*) $C_s < 1,139$. nilai Y , faktor reduksi Gumbel Tipe I merupakan fungsi dari besarnya peluang atau periode ulang seperti yang ditunjukkan dalam tabel 2.5. berikut :

Tabel 2.5. Nilai Variabel reduksi Gumbel

T (Tahun)	Peluang	Y	T (Tahun)	Peluang	Y
1,001	0,001	-1,930	3,330	0,700	1,030
1,005	0,005	-1,670	4,000	0,750	1,240
1,010	0,010	-1,530	5,000	0,800	1,500
1,050	0,050	-1,097	10,000	0,900	2,250
1,110	0,100	-0,834	20,000	0,950	2,970
1,250	0,200	-0,476	50,000	0,980	3,900
1,330	0,250	-0,326	100,000	0,990	4,600
1,430	0,300	-0,185	200,000	0,995	5,290
1,670	0,400	0,087	500,000	0,998	6,210
2,000	0,500	0,366	1000,000	0,999	6,900
2,500	0,600	0,671			

(Sumber ;Soewarno; 1995;124).

Perhitungan persamaan garis lurus untuk distribusi Gumbel Tipe I dapat juga menggunakan persamaan distribusi frekuensi empiris sebagai berikut :

$$X = \bar{X} + \frac{S}{S_n} (Y - Y_n) \quad (2.15)$$

Dengan :

X = nilai variat yang diharapkan terjadi

\bar{X} = nilai rata-rata hitung variat

Y = nilai reduksi variat dari variabel yang diharapkan terjadi pada periode ulang tertentu

$$Y = -\ln \left[-\ln \frac{T-1}{T} \right], \text{ untuk } T \geq 20, \text{ maka } Y = \ln T$$

Y_n = nilai rata-rata dari reduksi variat (mean of reduced variate)

nilainya tergantung dari jumlah data (n) seperti tabel berikut :

S_n = deviasi standar dari reduksi variat pada tabel 2.4.

Tabel 2.6. Hubungan Reduksi Variat Rata-rata Y_n dengan Jumlah data n

N	Y_n	S_n	N	Y_n	S_n
5	0,4588	0,7928	20	0,5236	1,0628
6	0,469	0,8388	21	0,5252	1,0694
7	0,4774	0,8749	22	0,5252	1,0755
8	0,4843	0,9013	23	0,5268	1,0812
9	0,4902	0,9288	24	0,5282	1,0865
10	0,4952	0,9496	25	0,5309	1,0914
11	0,4996	0,9697	26	0,5321	1,0961
12	0,5035	0,9833	27	0,5332	1,1005
13	0,507	0,9971	28	0,5343	1,1017
14	0,51	1,0095	29	0,5353	1,1086
15	0,5128	1,0206	30	0,5362	1,1124
16	0,5154	1,0306	31	0,5371	1,1159
17	0,5177	1,0397	32	0,538	1,1193
18	0,5198	1,0481	33	0,5388	1,1225
19	0,5217	1,0557	34	0,5396	1,1256

(Sumber : Soewarno, 1995; 129).

Tabel 2.7. Hubungan Antara Deviasi standar dan Reduksi Variat dengan Jumlah Data

N	S_n	n	S_n	N	S_n	n	S_n
10	0,9496	33	1,1226	56	1,1696	79	1,193
11	0,9676	34	1,1255	57	1,1708	80	1,1938
12	0,9933	35	1,1285	58	1,1721	81	1,1945
13	0,9971	36	1,1313	59	1,1734	82	1,1953
14	1,0095	37	1,1339	60	1,1747	83	1,1959
15	1,0206	38	1,1363	61	1,1759	84	1,1967
16	1,0316	39	1,1388	62	1,177	85	1,1973
17	1,0411	40	1,1413	63	1,1782	86	1,198
18	1,0493	41	1,1436	64	1,1793	87	1,1987
19	1,0565	42	1,1458	65	1,1803	88	1,1994
20	1,0628	43	1,148	66	1,1814	89	1,2001
21	1,0696	44	1,1499	67	1,1824	90	1,2007
22	1,0754	45	1,1519	68	1,1834	91	1,2013
23	1,0811	46	1,1538	69	1,1844	92	1,202
24	1,0864	47	1,1557	70	1,1854	93	1,2026
25	1,0915	48	1,1574	71	1,1863	94	1,2032
26	1,1961	49	1,159	72	1,1873	95	1,2038
27	1,1004	50	1,1607	73	1,1881	96	1,2044
28	1,1047	51	1,1623	74	1,189	97	1,2049
29	1,1086	52	1,1638	75	1,1898	98	1,2055
30	1,1124	53	1,1658	76	1,1906	99	1,206
31	1,1159	54	1,1667	77	1,1915	100	1,2065
32	1,1193	55	1,1682	78	1,1923		

(Sumber ; Soewarno, 1995; 130).

Y juga dapat dilihat dari tabel untuk T_r (X_m) tertentu. Tabel hubungan antara T_r (periode ulang) dengan reduced variate sesuai dengan rumus :

$$Y = -\ln \left\{ -\ln \frac{T_r(X \geq x) - 1}{T_r(X \geq x)} \right\} \quad (2.16)$$

sehingga untuk nilai T dan Y adalah sebagai berikut :

Tabel 2.8. Hubungan Perode Ulang (T) dengan Reduksi Variat dari Variabel (Y)

	T	Y	T	Y
U	2	0,3065	20	2,9702
n	5	1,4999	50	3,9019
t	10	2,2504	100	4,6001

(Sumber ; Soemarto 1999).

nilai perode ulang yang besar ($T_r \geq 20$), rumus diatas dapat dinyatakan sebagai $Y = \ln(T_r)$.

c. Metode Log Pearson Tipe III

Distribusi *Log Pearson* Tipe III, banyak digunakan dalam analisis hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrem (Soewarno; 1995; 141). Bentuk ini merupakan hasil transformasi dari Distribusi Pearson Tipe III dengan menggantikan variat menjadi nilai logaritmik. Bentuk kumulatif dari distribusi *Log Pearson* Tipe III dengan nilai Variatnya X apabila digambarkan pada kertas peluang logaritmik akan merupakan model matematik persamaan garis lurus dengan prosedur perhitungannya :

- 1) Tentukan logaritma dari semua nilai variat
- 2) Hitung nilai rata-ratanya :

$$\overline{\log X} = \frac{\sum \log X}{n} \quad (2.17)$$

3) Hitung nilai deviasi standar dari log X

$$S_{\log X} = \sqrt{\frac{(\log X - \overline{\log X})^2}{n-1}} \quad (2.18)$$

4) Hitung nilai koefisien kemencengan (*skewness*)

$$C_s = \frac{n \sum (\log X - \overline{\log X})^3}{(n-1)(n-2)(S_{\log X}^3)} \quad (2.19)$$

5) Hitung logaritma hujan tahunan periode ulang T

$$\log X_T = \log \bar{X} + G \cdot S \quad (2.20)$$

Dengan :

G = variable standar untuk X, besarnya tergantung koefisien kemencengan (Tabel 2.4)

X_T = hujan kala ulang T tahun

\bar{X} = nilai rata-rata hitung variant

S = deviasi standar nilai variant

Tabel 2.9. Nilai G untuk Distribusi Log Person III

Interval kejadian (<i>Recurrence interval</i>), tahun (periode ulang)								
	1,0101	1,25	2	5	10	25	50	100
Persentase peluang terlampaui								
Koef. G	99	80	50	20	10	4	2	1
3	-0,667	-0,636	-0,396	0,42	1,18	2,278	3,152	4,051
2,8	-0,714	-0,666	-0,384	0,46	1,21	2,275	3,114	3,973
2,6	-0,769	-0,696	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	3,889
2,4	-0,832	-0,725	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,8
2,2	-0,905	-0,752	-0,33	0,574	1,284	2,24	2,97	3,705
2	-0,99	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,192	3,605
1,8	-1,087	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499
1,6	-1,197	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,78	3,388
1,4	-1,316	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271
1,2	-1,449	-0,844	-0,195	0,732	1,34	2,087	2,626	3,149
1	-1,588	-0,852	-0,164	0,758	1,34	2,043	2,542	3,022
0,8	-1,733	-0,856	-0,132	0,78	1,336	1,993	2,453	2,891
0,6	-1,88	-0,857	-0,009	0,8	1,328	1,939	2,359	2,755
0,4	-2,029	-0,855	-0,066	0,816	1,317	1,88	2,261	2,615
0,2	-2,178	-0,85	-0,033	0,83	1,301	1,818	2,159	2,472
0	-2,326	-0,842	0	0,842	1,282	1,751	2,051	2,326
-0,2	-2,472	-0,83	0,033	0,85	1,258	1,68	1,945	2,178
-0,4	-2,615	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029
-0,6	-2,755	-0,8	0,099	0,857	1,2	1,528	1,72	1,88
-0,8	-2,891	-0,78	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-1	-3,022	-0,758	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-1,2	-2,149	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449
-1,4	-2,271	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,198	1,27	1,318
-1,6	-2,388	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197
-1,8	-3,499	-0,643	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087

(Sumber : Suripin, 2004).

I. Uji Kesesuaian Distribusi Curah Hujan

a. Uji Chi Kuadrat

Uji chi kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisa atau dengan kata lain apakah distribusi yang telah dipilih benar atau dapat digunakan untuk menghitung sampel data.

Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter χ^2_h , oleh karena itu disebut uji chi-kuadrat.

$$\chi^2_h = \frac{\sum_{i=1}^Q (O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (2.21)$$

dimana :

χ^2_h = parameter chi kuadrat hitungan

Q = jumlah sub kelompok

O_i = jumlah nilai pengamatan pada sub

E_i = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok k-i

Parameter χ^2_h merupakan variabel acak. Peluang untuk mencapai nilai χ^2_h 2 sama atau lebih besar dari nilai chi – kuadrat sebenarnya (χ^2_{cr}). Adapun langkah-langkah pengujian uji chi – kuadrat adalah sebagai berikut:

Membagi data curah hujan rata-rata harian maksimum ke dalam beberapa kelas dengan rumus $K = 1 + 3,322 \log n$,

- 1) Memasukan anggota atau nilai-nilai data ke kelas yang bersangkutan,
- 2) Menghitung nilai-nilai pengamatan yang ada dalam kelas (O_i),
- 3) Menentukan E_i ,
- 4) Menentukan χ^2_h dengan persamaan (Tabel 2.9)
- 5) Menentukan derajat kebebasan (D_k) dengan $D_k = K-R-1$ (nilai $R=2$, untuk distribusi normal.
- 6) Menentukan nilai $\chi^2_{h2 cr}$. Agar distribusi frekuensi yang dipilih dapat diterima, harga $\chi^2_h < \chi^2_{h2 cr}$.

Tabel 2.10. Nilai kritis untuk Uji Chi – Kuadrat

Z	α (Drajat Kepercayaan)							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,000039	0,00015	0,00098	0,0039	3841	5024	6635	7879
2	0,01	0,0201	0,0506	0,103	5991	7378	9210	10597
3	0,0717	0,115	0,216	0,352	7815	9348	11345	12838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9488	11143	13277	14860
5	0,412	0,554	0,831	1154	11070	12832	15086	16750
6	0,676	0,872	1237	1635	12592	14449	16812	18548
7	0,989	1239	1690	2167	14067	16013	18475	20278
8	1344	1646	2180	2733	15507	17535	20090	21955
9	1735	2088	2700	3325	16919	19023	21666	23589
10	2156	2558	3247	3940	18307	20483	23209	25188
11	2603	3053	3816	4575	19675	21920	24725	26757
12	3074	3571	4404	5226	21026	23337	26712	28300
13	3565	4107	5009	5892	22362	24736	27688	29819
14	4075	4660	5629	6571	23685	26119	29141	31319
15	4601	5229	6262	7261	24996	27488	30578	32801
16	5142	5812	6908	7962	26296	28845	32000	34267
17	5697	6408	7564	8672	27587	30191	33409	35718
18	6265	7015	8231	9390	28869	31526	34805	37156
19	6844	7633	8907	10117	30144	32852	36191	38582
20	7434	8260	9591	10851	31410	34170	37566	39997
21	8034	8897	10283	11591	32711	35479	38932	41401
22	8643	9542	10982	12338	33924	36781	40289	42796
23	9260	10196	11689	13091	35172	38076	41638	44181
24	9886	10856	12401	13848	36415	39364	42980	45558
25	10520	11524	13120	14611	37652	40646	44314	46928
26	11160	12918	13844	15379	38885	41923	45642	48290
27	11808	12879	14573	16151	40113	43194	46963	49645
28	12641	13565	15308	16928	41337	44461	48278	50993
29	13121	14256	16047	17708	42557	45722	49588	52336
30	13787	14953	16791	18493	43773	46979	50892	53672

(Sumber : Suripin, 2004).

b. Uji Smirnov – Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov – Kolmogorov sering disebut juga uji kecocokan non parametrik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu.

Prosedur perhitungannya adalah sebagai berikut (Suripin, 2004):

- 1) Mengurutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut.

$$X_1 = P(X_1), X_2 = P(X_2), X_3 = P(X_3), \text{ dan seterusnya.}$$

- 2) Mengurutkan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya).

$$X_1 = P'(X_1), X_2 = P'(X_2), X_3 = P'(X_3), \text{ dan seterusnya.}$$

- 3) Menentukan selisih terbesar antara peluang pengamatan dan peluang teoritis. $D = \text{maksimum} [P(X_n) - P'(X_n)]$

- 4) Berdasarkan table nilai kritis (*smirnov – kolmogorov test*) ditentukan harga D_0 dari Tabel 2.10.

Tabel 2.11. Nilai Kritis D_0 untuk Uji *Smirnov – Kolmogorof*

N	A			
	0,2	0,1	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,3	0,34	0,4
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,2	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,2	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
N>50	$\frac{1,07}{N^{0,5}}$	$\frac{1,22}{N^{0,5}}$	$\frac{1,36}{N^{0,5}}$	$\frac{1,63}{N^{0,5}}$

(Sumber : Suripin, 2004).

J. Intesitas Curah Hujan

Intesitas curah hujan adalah jumlah curah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu, yang terjadi pada satu kurun waktu air hujan terkonsentrasi. (Wesli, 2008)

Rumus perhitungan intesitas curah hujan adalah sebagai berikut :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3} \text{ (mm/jam)} \quad (2.22)$$

Dimana:

I = intensitas hujan (mm/jam)

R_{24} = curah hujan maksimum harian (selama 24 jam) (mm)

t = lamanya hujan (jam)

K. Waktu Konsentrasi (T_c)

Wesli (2008), Waktu Konsentrasi adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air dari titik yang paling jauh pada daerah aliran ke titik kontrol ditentukan dibagian hilir suatu daerah.

Waktu konsentrasi pada drainase perkotaan terdiri dari waktu yang diperlukan air untuk mengalir melalui permukaan tanah dari tempat terjauh ke saluran terdekat (*inlet time*) ditambah waktu yang mengalir didalam saluran ke tempat pengukuran (*conduit time*). Perhitungan waktu konsentrasi dapat dihitung menggunakan rumus berikut :

$$T_c = T_o + T_D \quad (2.23)$$

$$T_o = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{n}{\sqrt{S}} \right) \quad (2.24)$$

$$T_D = \frac{L}{60 v} \quad (2.25)$$

Keterangan :

T_c = Lamanya atau durasi curah hujan (jam)

T_o = Waktu *in-let* (menit)

T_D = Waktu aliran dalam saluran (*conduit time*)

L_o = Jarak titik terjauh ke fasilitas drainase (m)

- L = Panjang saluran (m)
 n = Angka kekasaran permukaan lahan (tabel 2.11)
 S = Kemiringan daerah pengaliran atau kemiringan tanah
 v = Kecepatan rata-rata aliran dalam saluran (m/det)

Tabel 2.12. Angka Kekasaran Permukaan Lahan

No	Tata Guna Lahan	n
1	Lapisan semen dan aspal beton	0,013
2	Kedap air	0,02
3	Timbunan tanah	0,1
4	Tanaman pangan dengan sedikit rumput pada tanah	0,2
5	Padang rumput	0,4
6	Tanah gundul yang kasar dengan runtuhannya dedaunan	0,6
7	Hutan dan sejumlah semak belukar	0,8

(Sumber : Kamiana, 2011).

Tabel 2.13. Nilai Kemiringan Melintang Normal Perkerasan Jalan

Jenis Lapis Permukaan	Kemiringan melintang normal-i (%)
Beraspal, beton	2%-3%
Japat	4%-6%
Kerikil	3%-6%
Tanah	4%-6%

(Sumber : Drainase Perkotaan : 1997).

Tabel 2.14. Hubungan jenis lapisan permukaan dengan kecepatan rata-rata (V)

Kemringan saluran (%)	Jenis Lapis Permukaan
<1	0,4
1 -<2	0,6
2 - <4	0,9
4 - <6	1,2
6 -<10	1,5
10 - <15	2,4

(Sumber : <http://lorenskambuaya.blogspot.com/2012/12/hubungan-antara-kemiringan-dan.html>).

L. Limpasan Air (*Runoff*)

Limpasan adalah apabila intensitas hujannya jatuh disuatu DAS melebihi kapasitas infiltrasi, setelah laju infiltrasi terpenuhi air akan mengisi cekungan, selanjutnya air akan mengalir (melimpas) diatas permukaan tanah. Faktor utama yang mempengaruhi besarnya limpasan adalah laju infiltrasi tanah, tanaman penutup tanah dan intensitas hujan (Suripin, 2004).

Limpasan ini dilambangkan dengan nilai C. Besarnya Nilai C tergantung pada kondisi dan Karakteristik daerah yang akan di drain dan dikeringkan. Untuk tata guna lahan yang bervariasi, maka nilai C dihitung sebagai nilai C komposit. Rumusnya sebagai berikut:

$$C \text{ komposit} = \frac{A_1 C_1 + A_2 C_2 + \dots + A_n C_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (2.26)$$

Dimana :

C komposit = Koefisien limpasan komposit

A_1, A_2, A_n = Luas sub area (ha)

C_1, C_2, C_n = Koefisien pengaliran untuk setiap sub area

Tabel 2.15. Koefisien aliran permukaan (C)

Deskripsi Lahan/Karakter Permukaan	Koefisien Aliran, (C)
Bisnis	
Perkotaan	0,70 – 0,95
Pinggiran	0,5 – 0,70
Perumahan:	
Daerah single family	0,30 – 0,50
Multy unit terpisah	0,40 – 0,60
Multi unit tertutup	0,60 – 0,75
Perkampungan	0,25 – 0,40
Apartemen	0,50 – 0,70
Industri:	
Daerah ringan	0,50 – 0,80
Daerah berat	0,60 – 0,90
Perkerasan:	
Aspal, Beton	0,70 – 0,95
Batu bata, Paving	0,50 – 0,70
Atap	0,74 – 0,95
Halaman tanah berat :	
Datar 2%	0,13 – 0,17
Rata 2 – 7 %	0,18 – 0,22
Curam 7%	0,25 – 0,35
Halaman kereta api	0,10 – 0,35
Taman tempat bermain	0,20 – 0,35
Taman, Perkuburan	0,10 – 0,25
Hutan	
Datar 0 – 5 %	
Bergelombang 5 – 10 %	
Berbukit 10 – 30 %	

(Sumber : Suripin, 2009).

M. Metode Rasional

Metode ini digunakan untuk menaksir debit puncak banjir berdasarkan curah hujan, namun hanya untuk DAS ukuran kecil yang areanya kurang dari 300 ha (Suripin, 2004).

Rumus :

$$Q = F.C.I.A \quad (2.27)$$

$$Q = 0,002778.C.I.A$$

Keterangan :

Q = Debit maksimum rencana (m³/det)

A = Luas daerah aliran (ha)

C = Koefisien aliran (mm/jam)

F = Koefisien satuan luas, dalam ha = 0,002778

I = Intensitas curah hujan waktu konsentrasi (mm/jam)

N. Debit Air Kotor atau limbah rumah tangga

Debit air kotor adalah debit yang berasal dari air kotor buangan rumah tangga, bangunan gedung, instalasi, dan sebagainya. Kebutuhan air bersih untuk daerah perencanaan adalah sebesar 120 liter/hari/orang. Diperkirakan besarnya air buangan yang masuk ke saluran pengumpul air buangan sebesar 90% dari kebutuhan standart air minum (Suhardjono, 1984 dalam Suroso 2014). Sehingga besarnya air kotor adalah :

$$q = 90\% \cdot 120 \text{ liter/orang/hari}$$

$$= 108 \text{ liter/orang/hari}$$

$$= 1,25 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{det/orang}$$

$$Q_{\text{air Kotor}} = P \times q$$

Dengan:

$$Q = \text{Debit Air Kotor/ha (mm/det/ha)}$$

$$P_n = \text{Jumlah Penduduk (orang)}$$

$$q = \text{Jumlah Kebutuhan Air Kotor (m}^3/\text{det/orang)}$$

O. Dimensi Penampang Saluran

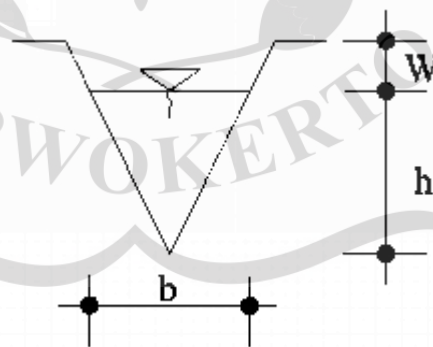
Saluran terdiri dari saluran terbuka dan tertutup. Saluran terbuka contohnya saluran air drainase kota, dan saluran tertutup contohnya saluran yang menggunakan pipa dalam pengalirannya. Menurut Triatmodjo B. (1993). Dalam perencanaan bentuk penampang drainase, dimensi saluran harus diusahakan dapat membentuk dimensi yang ekonomis dan dapat menampung debit aliran yang ada. Adapun bentuk saluran antara lain :

1. Lebar dasar saluran (b)
2. Kedalaman saluran (h)
3. Keliling basah saluran (p)
4. Luas saluran (A)
5. Tinggi jagaan (W)
6. Jari-jari hidrolis (R) adalah perbandingan antara luas saluran dengan

$$\text{keliling basah saluran : } R = \frac{A}{P} \quad (2.28)$$

Macam – macam bentuk umum yang dipergunakan yaitu :

1. Segi tiga



Gambar 2.9 Penampang Segitiga

(Sumber : Suripin,2004)

Suatu penampang saluran bentuk segitiga dengan kemiringan talud z , dan kedalam h (m), diperoleh rumus :

$$A = z \cdot h^2 \quad (2.29)$$

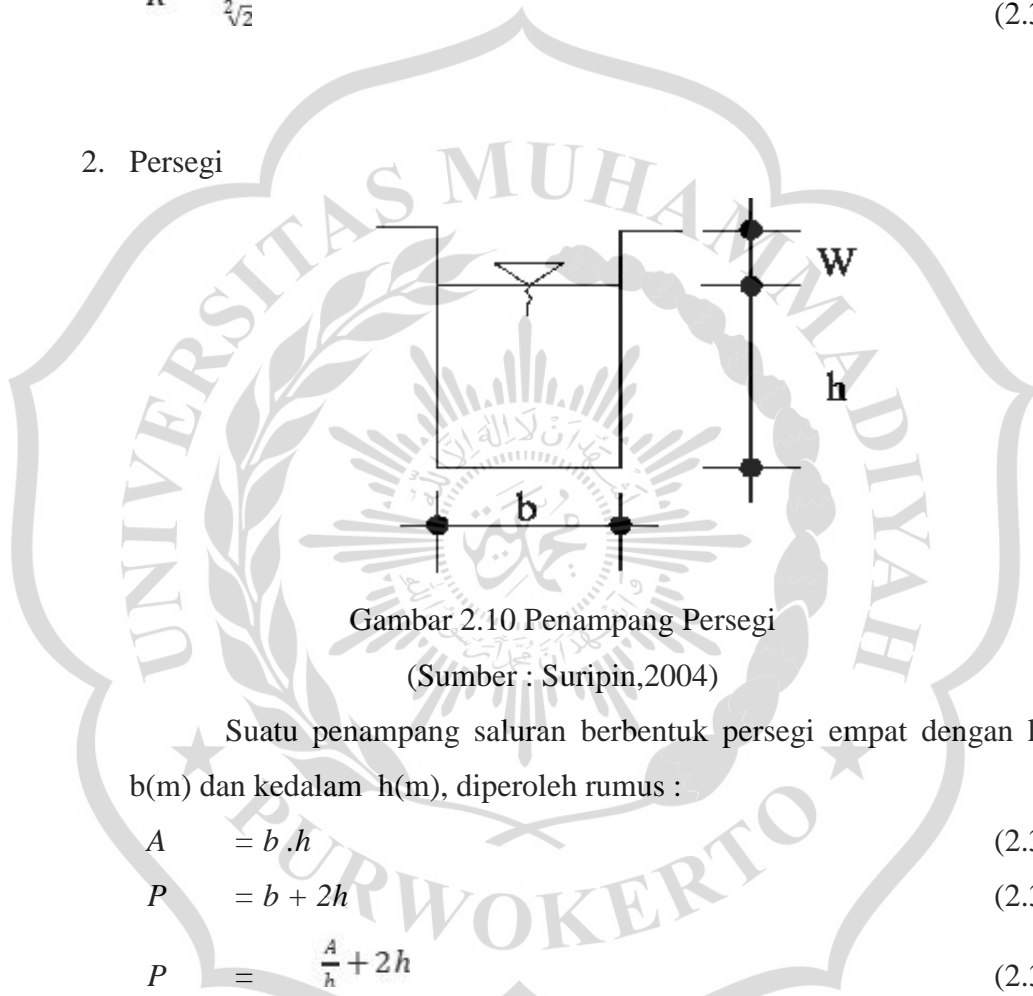
$$P = 2 \cdot \sqrt{z^2 + 1} \cdot h \quad (2.30)$$

$$P = 2 \cdot \sqrt{z^2 + 1} \cdot \left(\frac{A}{z}\right)^{0,5} \quad (2.31)$$

$$P^2 = 4 \cdot \left(z + \frac{1}{z}\right) \cdot A \quad (2.32)$$

$$R = \frac{h}{2\sqrt{2}} \quad (2.33)$$

2. Persegi



Gambar 2.10 Penampang Persegi
(Sumber : Suripin,2004)

Suatu penampang saluran berbentuk persegi empat dengan lebar b (m) dan kedalam h (m), diperoleh rumus :

$$A = b \cdot h \quad (2.34)$$

$$P = b + 2h \quad (2.35)$$

$$P = \frac{A}{h} + 2h \quad (2.36)$$

Untuk mendapatkan penampang ekonomis, P harus minimum jika

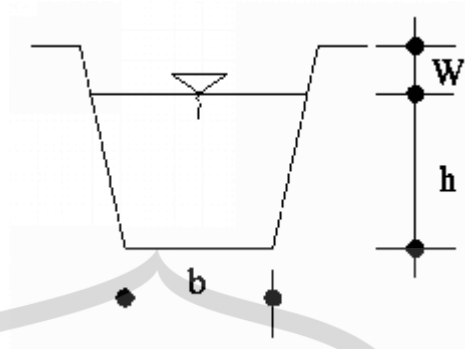
$$\frac{dP}{dh} = 0, \text{ maka didapat :}$$

$$-\frac{A}{h^2} + 2 = 0 \quad (2.37)$$

$$A = 2h^2 \quad (2.38)$$

$$R = \frac{2h^2}{4h} = \frac{h}{2} \quad (2.39)$$

3. Trapesium



Gambar 2.11 Penampang trapesium

(Sumber : Suripin, 2004)

Suatu penampang saluran berbentuk trapesium dengan lebar b (m), kemiringan talud z dan kedalaman h (m), diperoleh rumus :

$$A = (b + zh) \cdot h \quad (2.40)$$

$$P = b + 2h \sqrt{z^2 + 1} \quad (2.41)$$

$$R = \frac{h}{2} \quad (2.42)$$

P. Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran adalah kecepatan aliran air pada saluran drainase, yang didapat dari rumus *Manning*.

Rumus *Manning* :

$$\text{Kecepatan (V)} = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \text{ (m/det)} \quad (2.43)$$

Keterangan :

V = Kecepatan aliran air (m/det)

n = Koefesien kekasaran manning

R = Radius hidraulik

S = Kemiringan saluran

Tabel 2.16. Kemiringan Dinding Saluran Sesuai Jenis Material.

Bahan Saluran	Kemiringan Dinding (m)
Batuan Cadas	0
Tanah Lumpur	0,25
Lempung Keras/Tanah	0,5 - 1
Tanah dengan pasangan batu	1
Batu	1,5
Lempung	2
Lumpur berpasir	3

(Sumber : Tata cara perencanaan drainase permukaan jalan, SNI 03 3424-1994)

Q. Debit Aliran

Debit aliran adalah jumlah air yang mengalir dalam suatu tempat tiap satu satuan waktu. Fungsi debit aliran ini adalah untuk mengetahui seberapa banyak air yang mengalir pada suatu sungai atau saluran dan seberapa cepat air tersebut mengalir dalam waktu satu detik dengan rumus debit :

$$Q_s = A \times V \quad (2.44)$$

Keterangan :

Q_s = Debit Aliran (m^3/det)

A = Luas Penampang (m^2)

V = Kecepatan Aliran (m/det)