

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

DAS merupakan satuan gerak air yang bersifat bebas dari DAS lainnya, yaitu dua buah DAS adalah DAS yang satu sama yang lainnya berbeda dalam hal pengaliran air. Dengan demikian, suatu DAS secara jelas dapat dipandang sebagai satu kesatuan ekosistem hidrologi, geografi atau unsur fisik lainnya dengan unsur utamanya sumber daya tanah, air, flora, dan fauna. *Analisis Dan Evaluasi Saluran Drainase Pada Kawasan Perumnas Talang Kelapa Di Subdas Lambidaro Kota Palembang (Dimitri Fairizi, 2015).*

Sistem drainase merupakan salah satu bagian yang penting dalam perencanaan pembangunan suatu kawasan pemukiman. Sistem drainase yang baik harus dapat menampung pembuangan air semaksimal mungkin, sehingga apabila debit air lebih dari yang diperkirakan, sistem drainase tersebut masih dapat menampung dan mengalirkannya sehingga tidak terjadi genangan air pada saat hujan turun dan banjir pada saat air sungai pasang di kawasan pemukiman tersebut. Selain itu, drainase juga berfungsi untuk mengurangi erosi tanah dan penyaluran dengan meningkatkan infiltrasi air ke dalam tanah. *Analisis Sistem Drainase Di Kawasan Pemukiman Pada Sub Das Aur Palembang (Studi Kasus : Pemukiman 9/10 Ulu) (Defi Tesha Isfandari, Reini S. Ilmiaty dan M. Baitullah A, 2014)*

Banjir merupakan masalah yang mengancam bagi kota-kota besar karena dapat menghambat pertumbuhan ekonomi. Persoalan banjir seolah

sudah menjadi tradisi tahunan yang wajib dirasakan apabila musim penghujan tiba. Penyebab terjadinya bencana banjir salah satunya dikarenakan kapasitas penampang sungai berkurang dan peningkatan debit sungai, dimana pada saat-saat cuaca ekstrem hujan yang terjadi sangatlah lebat sehingga air yang jatuh ke permukaan melebihi kapasitas yang ada sehingga saluran-saluran yang ada meluap tidak dapat menampung debit hujan yang datang. *Studi Evaluasi Sistem Jaringan Drainase Terhadap Permasalahan Genangan Di Kecamatan Sampang, Madura* (Arif Setiawan dan Prof. Dr. Drs. Ir. H. Kusnan, S.E.,M.T.,M.M., 2018).

Penelitian lain mengenai kapasitas drainase juga dilakukan oleh peneliti asing dalam judul “*Evaluation of Drainage Channels Capacity in Ambon City: A Case Study on Wai Batu Merah Watershed Flooding*” (Cilcia Kusumastutia, Ruslan Djajadia, Angel Rumihina, 2015) dan “*Hydraulic Capacity of Drainage Channels with Lateral Inflow*” (M Escarameia, Y Gasowski, RWPMay, A Lo Cascio, 2001).

B. Pengertian Drainase

Drainase adalah lengkungan atau saluran air di permukaan atau di bawah tanah, baik yang terbentuk secara alami maupun dibuat manusia. Dalam bahasa Indonesia, drainase bisa merujuk pada parit di permukaan tanah atau gorong – gorong dibawah tanah. Drainase berperan penting untuk mengatur suplai air demi pencegahan banjir.

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. (Suripin, 2004).

Sedangkan pengertian tentang drainase kota pada dasarnya telah diatur dalam SK menteri PU No. 233 tahun 1987. Menurut SK tersebut, yang dimaksud drainase kota adalah jaringan pembuangan air yang berfungsi mengeringkan bagian-bagian wilayah administrasi kota dan daerah urban dari genangan air, baik dari hujan lokal maupun luapan sungai melintas di dalam kota.

C. Sistem Jaringan Drainase

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.

D. Jenis – Jenis Drainase

Drainase dibedakan menjadi beberapa bagian yaitu :

1. Menurut sejarah terbentuknya

a. Drainase alamiah (*Natural Drainage*)

Drainase alamiah adalah sistem drainase yang terbentuk secara alami dan tidak ada unsur campur tangan manusia.

b. Drainase buatan (*Artificial Drainage*)

Drainase alamiah adalah sistem drainase yang dibentuk berdasarkan analisis ilmu drainase, untuk menentukan debit akibat hujan, dan dimensi saluran.

2. Menurut letak saluran

a. Drainase permukaan tanah (*Surface Drainage*)

Drainase permukaan tanah adalah saluran drainase yang berada di atas permukaan tanah yang berfungsi mengalirkan air limpasan permukaan. Analisa alirannya merupakan analisa open channel flow.

b. Drainase bawah tanah (*Sub Surface Drainage*)

Drainase bawah tanah adalah saluran drainase yang bertujuan mengalirkan air limpasan permukaan melalui media di bawah permukaan tanah (pipa-pipa), dikarenakan alasan-alasan tertentu.

Alasan tersebut antara lain tuntutan artistik, tuntutan fungsi permukaan tanah yang tidak membolehkan adanya saluran

permukaan tanah seperti lapangan sepak bola, lapangan terbang, taman, dan lain-lain.

3. Menurut konstruksi

a. Saluran Terbuka

Saluran terbuka adalah sistem saluran yang biasanya direncanakan hanya untuk menampung dan mengalirkan air hujan (sistem terpisah), namun kebanyakan sistem saluran ini berfungsi sebagai saluran campuran. Pada pinggiran kota, saluran terbuka ini biasanya tidak diberi lining (lapisan pelindung). Akan tetapi saluran terbuka di dalam kota harus diberi lining dengan beton, pasangan batu (*masonry*) ataupun dengan pasangan bata.

b. Saluran Tertutup

Saluran tertutup adalah saluran untuk air kotor yang mengganggu kesehatan lingkungan. Sistem ini cukup bagus digunakan di daerah perkotaan terutama dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi seperti kota Metropolitan dan kota-kota besar lainnya.

4. Menurut fungsi

a. *Single Purpose*

Single purpose adalah saluran yang berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan saja.

b. *Multy Purpose*

Multy purpose adalah saluran yang berfungsi mengalirkan beberapa jenis buangan, baik secara bercampur maupun bergantian.

(H.A Halim Hasmar.2011)

E. Pola Jaringan Drainase

Dalam perencanaan sistem drainase suatu kawasan harus memperhatikan pola jaringan drainasenya. Pola jaringan drainase pada suatu kawasan atau wilayah tergantung dari topografi daerah dan tata guna lahan kawasan tersebut. Adapun tipe atau jenis pola jaringan drainase sebagai berikut.

1. Jaringan Drainase Siku

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



Gambar 2.1. Pola Jaringan Drainase Siku

Sumber (H.A Halim Hasmar.2011)

2. Jaringan Drainase Paralel

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

Saluran Utama

Saluran Cabang

Saluran Cabang

Gambar 2.2. Pola Jaringan Drainase Paralel

Sumber (H.A Halim Hasmar.2011)

3. Jaringan Drainase Grid Iron

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

Saluran Cabang

Saluran Pengumpul

Saluran Utama

Gambar 2.3. Pola Jaringan Drainase Grid Iron

Sumber (H.A Halim Hasmar.2011)

4. Jaringan Drainase Alamiah

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

Saluran Cabang

Saluran Utama

Saluran Cabang

Gambar 2.4. Pola Jaringan Drainase Alamiah

Sumber (H.A Halim Hasmar.2011)

5. Jaringan Drainase Radial

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



Gambar 2.5. Pola Jaringan Drainase Radial

Sumber (H.A Halim Hasmar.2011)

6. Jaringan Drainase Jaring-Jaring

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

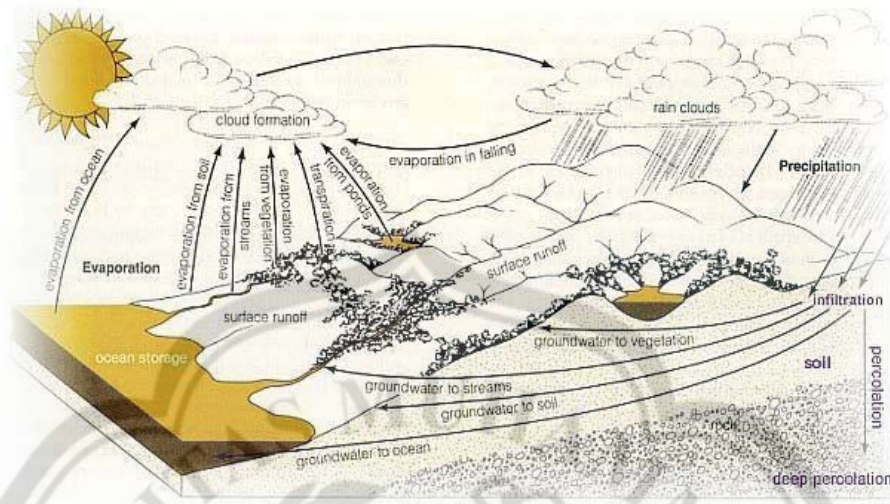
Gambar 2.6. Pola Jaringan Drainase Jaring-Jaring

Sumber (H.A Halim Hasmar.2011)

F. Siklus hidrologi

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

Air yang sampai ke permukaan tanah sebagian akan berinfiltrasi dan sebagian lagi mengisi cekungan-cekungan di permukaan tanah kemudian mengalir ke tempat yang lebih rendah (*run off*), masuk ke sungai-sungai dan akhirnya ke laut. Dalam perjalanannya, sebagian air akan mengalami penguapan. Air yang masuk ke dalam tanah sebagian akan keluar lagi menuju sungai yang disebut dengan aliran antara (*interflow*), sebagian akan turun dan masuk ke dalam air tanah yang sedikit demi sedikit dan masuk ke dalam sungai sebagai aliran bawah tanah (*ground water flow*). Gambar proses siklus hidrologi dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.7 Siklus Hidrologi

Sumber: <http://digilib.unila.ac.id/7408/15/BAB%20II.pdf> 2011

Secara gravitasi (alami) air mengalir dari daerah yang tinggi ke daerah yang rendah, dari gunung-gunung, pegunungan ke lembah, lalu ke daerah lebih rendah, sampai ke daerah pantai dan akhirnya akan bermuara ke laut. Aliran air ini disebut aliran permukaan tanah karena bergerak di atas muka tanah. Aliran ini biasanya akan memasuki daerah tangkapan atau daerah aliran menuju ke sistem jaringan sungai, sistem danau ataupun waduk.

Sebagian air hujan yang jatuh di permukaan bumi akan menjadi aliran permukaan (*surface run off*). Aliran permukaan sebagian akan meresap ke dalam tanah menjadi aliran bawah permukaan melalui proses infiltrasi (*infiltration*), dan perkolasi (*percolation*), selebihnya terkumpul di dalam jaringan alur sungai (*river flow*). Apabila kondisi tanah memungkinkan sebagian air infiltrasi akan mengalir kembali ke dalam sungai (*river*), atau

genangan lainya seperti waduk, danau sebagai *interflow*. Sebagian dari air dalam tanah dapat muncul lagi ke permukaan tanah sebagai air eksfiltrasi (*exfiltration*) dan dapat terkumpul lagi dalam alur sungai atau langsung menuju ke laut/lautan (Soewarno, 2000).

1. Data Curah Hujan

Data hujan yang diperoleh dari alat penakaran hujan merupakan hujan yang terjadi hanya pada satu tempat atau titik saja (point rainfall). Mengingat hujan sangat bervariasi terdapat tempat (space), maka untuk kawasan yang luas, satu alat penakaran hujan belum dapat menggambarkan hujan wilayah tersebut.

2. Analisa Frekuensi Data Hidrologi

Analisis frekuensi atau distribusi frekuensi digunakan untuk memperoleh probabilitas besaran curah hujan rencana dalam berbagai periode ulang. Dasar perhitungan distribusi frekuensi adalah parameter yang berkaitan dengan analisis data yang meliputi rata-rata, simpangan baku, koefisien variasi, dan koefisien *skewness* (kecondongan atau kemiringan).

a. Rata-rata

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \dots\dots\dots(2.1)$$

b. Standar Deviasi (*Standard Deviation*) :

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.2)$$

c. Koefisien Kemencengan (*Skewness*) :

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \dots\dots\dots(2.3)$$

d. Koefisien Kurtosis (*Curtosis*) :

$$C_k = \frac{n^2 \cdot \sum (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \dots\dots\dots(2.4)$$

e. Koefisien Variasi (*Variation*) :

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} \dots\dots\dots(2.5)$$

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

3. Pemilihan Jenis Distribusi

Berdasarkan ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi. Berikut ini

empat jenis distribusi frekuensi yang paling banyak digunakan dalam bidang hidrologi:

a. Distribusi Normal

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

$$X_t = \bar{X} + k_t s \dots\dots\dots (2.6)$$

Dengan :

X_T = Curah hujan rencana dengan periode ulang T-tahunan,

\bar{X} = Nilai rata-rata hitung variat,

S = Deviasi standar nilai variat,

K_T = Faktor frekuensi

Untuk mempermudah perhitungan, nilai faktor frekuensi (K_T) umumnya sudah tersedia dalam tabel, disebut sebagai tabel nilai variabel reduksi Gauss (*Variable reduced Gauss*), seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.1

Tabel 2.1. Nilai Variabel 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
1,050	0,950	-1,640
1,110	0,900	-1,280
1,250	0,800	-0,840
1,330	0,750	-0,670
1,430	0,700	-0,520
1,670	0,600	-0,250
2,000	0,500	0,000
2,500	0,400	0,250

3,330	0,300	0,520
4,000	0,250	0,670
5,000	0,200	0,840
10,000	0,100	1,280
20,000	0,050	1,640
50,000	0,020	2,050
100,000	0,010	2,330
200,000	0,005	2,580
500,000	0,002	2,880
1000,000	0,001	3,090

Sumber: Suripin, 2004

b. Distribusi Log Normal

Dalam distribusi log normal data X diubah kedalam bentuk logaritmik $Y = \log X$. Jika variabel acak $Y = \log X$ terdistribusi secara normal, maka X dikatakan mengikuti Distribusi Log Normal. Untuk distribusi Log Normal perhitungan curah hujan rencana menggunakan persamaan berikut ini:

$$Y_T = \bar{Y}K_T + S \dots\dots\dots (2.7)$$

$$K_T = \frac{Y_T - \bar{Y}}{S} \dots\dots\dots (2.8)$$

Dengan:

Y_T = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi periode ulang T-tahun

\bar{Y} = Nilai rata-rata hitung variat

S = Deviasi standar nilai variat

K_T = faktor frekuensi

c. Distribusi Gumbel

Faktor frekuensi untuk distribusi ini dapat dihitung dengan mempergunakan persamaan sebagai berikut:

1) Standar Deviasi

$$Sd = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=0}^n (X_i - \bar{X})^2} \dots\dots\dots(2.9)$$

2) Curah Hujan untuk Periode Ulang t-Tahun

$$X_T = \bar{X} + \frac{Y_T - Y_n}{\sigma_n} Sd \dots\dots\dots(2.10)$$

Dengan:

X_t = Besarnya curah hujan untuk t-tahun (mm)

Y_t = Besarnya curah hujan rata-rata untuk t-tahun (mm)

Y_n = Reduce mean deviasi berdasarkan sampel n

σ_n = Reduce standar deviasi berdasarkan sampel n

n = Jumlah tahun yang ditinjau

Sd = Standar deviasi (mm)

\bar{X} = Curah hujan rata-rata (mm)

X_i = Curah hujan maksimum (mm)

d. Distribusi Log Person III

Distribusi *Log Pearson* Tipe III banyak digunakan dalam analisis hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrim. Bentuk distribusi *Log Pearson* Tipe III merupakan hasil dari transformasi dari distribusi *Pearson* tipe III

dengan mengganti varian menjadi nilai logaritma. Data hujan harian maksimum tahunan sebanyak n tahun diubah dalam bentuk logaritma. Langkah-langkah dalam perhitungan curah hujan rencana berdasarkan perhitungan *Log Pearson Type III* sebagai berikut (Soemarto, 1999).

- 1) Ubah data kedalam bentuk logaritma

$$\text{Log} = \log X \dots\dots\dots(2.11)$$

- 2) Rata-rata Logaritma

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n \log X_i \dots\dots\dots(2.12)$$

- 3) Standar Deviasi

$$Sd = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=0}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2} \dots\dots\dots(2.13)$$

- 4) Koefisien Kemencengan

$$G = \frac{n \sum_{i=0}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)Sd^2} \dots\dots\dots(2.14)$$

- 5) Logaritma Curah Hujan Rencana dengan Periode Ulang Tertentu

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + G.Sd \dots\dots\dots(2.15)$$

Dengan :

Log X = Rata-rata logaritma data

N = Banyaknya tahun pengamatan

Sd = Standar deviasi

G = Koefisien kemencengan

K = Variabel standar (*standardized variable*)

untuk X yang besarnya tergantung koefisien kemiringan G

Tabel 2.2. 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

Tabel 2.3. Pedoman Penentuan Jenis Distribusi

Jenis Sebaran	Syarat
Normal	$C_s \approx 0$
	$C_k = 3$
Gumbel	$C_s \leq 1,1396$
	$C_k \leq 5,4002$
Log Pearson Tipe III	$C_s \neq 0$
Log normal	$C_s \approx 3C_v + C_v^2 = 3$
	$C_k = 5,383$

Sumber : C.D. Soemarto, 1999

G. Uji Kesesuaian Distribusi Curah Hujan

1. Uji Chi-kuadrat

Uji Chi – kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter χ^2 , yang dihitung dengan persamaan berikut (Suripin, 2004) :

$$\chi_h^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots(2.16)$$

Dengan:

χ_h = parameter chi – kuadrat terhitung,

O_i = jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok I,

E_i = jumlah nilai teoritis (frekuensi harapan) pada sub kelompok i.

Parameter χ_h^2 merupakan variabel acak. Peluang untuk mencapai nilai χ_h^2 sama atau lebih besar dari nilai chi – kuadrat sebenarnya (χ^2_{cr}).

Adapun langkah-langkah pengujian uji chi – kuadrat adalah sebagai berikut:

- a. Membagi data curah hujan rata-rata harian maksimum ke dalam beberapa kelas dengan rumus $K = 1 + 3,322 \log n$,
- b. Memasukan anggota atau nilai-nilai data ke kelas yang bersangkutan,
- c. Menghitung nilai-nilai pengamatan yang ada dalam kelas (O_i),
- d. Menentukan E_i ,
- e. Menentukan χ_h^2 dengan persamaan (Tabel 2.4)

- f. Menentukan derajat kebebasan (Dk) dengan $Dk = K-R-1$ (nilai $R=2$, untuk distribusi normal.
- g. Menentukan nilai $x_{h,2cr}$. Agar distribusi frekuensi yang dipilih dapat diterima, harga $x_{h,2} < x_{h,2cr}$.

Tabel 2.4. Nilai kritis untuk Uji Chi – Kuadrat

DK	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	1,154	11070	12832	15086	16750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12592	14449	16812	18548
7	0,989	1,239	1,690	2,167	14067	16013	18475	20278
8	1,344	1,646	2,180	2,733	15507	17535	20090	21955
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16919	19023	21666	23589
10	2,156	2,558	3,247	3,940	18307	20483	23209	25188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19675	21920	24725	26757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21026	23337	26712	28300
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22362	24736	27688	29819
14	4,075	4,660	5,629	6,571	23685	26119	29141	31319
15	4,601	5,229	6,262	7,261	24996	27488	30578	32801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26296	28845	32000	34267
17	5,697	6,408	7,564	8,672	27587	30191	33409	35718
18	6,265	7,015	8,231	9,390	28869	31526	34805	37156
19	6,844	7,633	8,907	10,117	30144	32852	36191	38582
20	7,434	8,260	9,591	10,851	31410	34170	37566	39997
21	8,034	8,897	10,283	11,591	32671	35479	38932	41401
22	8,643	9,542	10,982	12,338	33924	36781	40289	42796
23	9,260	10,196	11,689	13,091	35172	38076	41638	44181
24	9,886	10,856	12,401	13,848	36415	39364	42980	45558
25	10,520	11,524	13,120	14,611	37652	40646	44314	46928
26	11,160	12,198	13,844	15,379	38885	41923	45642	48290
27	11,808	12,879	14,573	16,151	40113	43194	46963	49645
28	12,461	13,565	15,308	16,928	41337	44461	48278	50993
29	13,121	14,256	16,047	17,708	42557	45722	49588	52336
30	13,787	14,953	16,791	18,493	43773	46979	50892	53672

Sumber : Suripin, 2004

2. 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):

- a. Mengurutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut. $X_1 = P(X_1)$, $X_2 = P(X_2)$, $X_3 = P(X_3)$, dan seterusnya.
- b. Mengurutkan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya). $X_1 = P'(X_1)$, $X_2 = P'(X_2)$, $X_3 = P'(X_3)$, dan seterusnya.
- c. Menentukan selisih terbesar antara peluang pengamatan dan peluang teoritis. $D = \text{maksimum} [P(X_n) - P'(X_n)]$
- d. Berdasarkan table nilai kritis (*smirnov – kolmogorov test*) ditentukan harga D_0 dari Tabel 2.5

Tabel 2.5. Nilai Kritis D_0 untuk Uji Smirnov – Kolmogorof

N	α			
	0,20	0,10	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

H. Intesitas Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu (Suripin, 2004). Besarnya intensitas hujan berbeda-beda, tergantung dari lamanya curah hujan dan frekuensi. Adapun rumus intensitas hujan adalah sebagai berikut:

$$I = \frac{R}{t} \dots \dots \dots (2.17)$$

Dengan:

I = intensitas hujan (mm/jam),

t = waktu (jam).

R = tinggi hujan (mm),

Hubungan antara intensitas hujan, lama hujan, dan frekuensi hujan dinyatakan dalam lengkung Intensitas-Durasi-Frekuensi (IDF= Intensity-Duration-Frequency Curve). Analisi IDF dilakukan untuk memperkirakan debit puncak di daerah tangkapan kecil berdasarkan

data curah hujan titik (satu stasiun pencatat curah hujan) seperti dalam perencanaan sistem drainase perkotaan, gorong-gorong, sumur resapan dan kolam resapan (Triatmodjo, 2009).

Jika data curah hujan yang tersedia adalah data curah hujan harian atau dari penakan hujan biasa (manual), maka pembuatan kurva IDF dapat diturunkan dari persamaan Mononobe sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots(2.18)$$

Dimana :

I : Intensitas curah hujan (mm/jam)

t : Lamanya curah hujan / durasi curah hujan (jam)

R_{24} : Curah hujan rencana dalam suatu periode ulang, yang nilainya didapat dari tahapan sebelumnya (tahapan analisis frekuensi)

Keterangan :

$\cdot R_{24}$, dapat diartikan sebagai curah hujan dalam 24 jam (mm/hari)

I. Waktu Konsentrasi (tc)

Waktu konsentrasi suatu DAS adalah waktu yang diperlukan oleh air hujan yang jatuh untuk mengalir dari titik terjauh sampai ke tempat keluaran DAS.

Dalam hal ini diasumsikan jika durasi hujan sama dengan waktu konsentrasi.

(Suripin,2004)

$$t_o = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_o \times \frac{nd}{\sqrt{s}} \right)^{0,167} \dots\dots\dots(2.19)$$

$$td = \frac{L}{60V} \dots\dots\dots(2.20)$$

$$tc = to + td \dots\dots\dots(2.21)$$

Keterangan :

t_o = waktu inlet (menit)

t_d = waktu aliran (menit)

L_o = jarak dari titik terjauh ke fasilitas drainase (m)

L = panjang saluran (m)

n_d = angka kekasaran Manning

s = Kemiringan lahan

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

Tabel 2.6. Nilai n_d untuk perhitungan t_o

No	Tata Guna Lahan	n
1	Lapisan semen dan aspal betom	0,013
2	Kedap air	0,020
3	Timbunan tanah	0,100
4	Tanaman pangan dengan sedikit rumput pada tanah	0,200
5	Padang rumput	0,400
6	Tanah gundul yang kasar dengan runtuhan dedaunan	0,600
7	Hutan dan sejumlah semak belukar	0,800

Sumber : Kamiana, 2011

J. Limpasan (Run Off)

Limpasan adalah apabila intensitas hujan yang jatuh di suatu DAS melebihi kapasitas infiltrasi, setelah laju infiltrasi terpenuhi air akan mengisi cekungan – cekungan pada permukaan tanah. Setelah cekungan –

cekungan tersebut penuh, selanjutnya air akan mengalir (melimpas) diatas permukaan tanah (Suripin, 2004)

Limpasan permukaan adalah aliran air yang mengalir diatas permukaan karena penuhnya kapasitas infiltrasi tanah. Limpasan merupakan unsur penting dalam siklus air dan salah satu penyebab erosi. Limpasan yang muncul dipermukaan sebelum mencapai saluran disebut sumber tidak langsung. Ketika limpasan mengalir ditanah, limpasan tersebut dapat mengambil kontaminan tanah seperti minyak bumi, pestisida, atau pupuk. Bila sumber tidak langsung mengandung kontaminan semacam itu, limpasan tersebut disebut polusi sumber tidak langsung.

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:

$$C \text{ komposit} = \frac{A_1 + C_1 + A_2 + C_2 + \dots + A_n + C_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots\dots\dots (2.22)$$

Dimana :

C komposit = Koefesien limpasan komposit

A₁, A₂, A_n = Luas sub area (ha)

C₁, C₂, C_n = Koefesien pengaliran untuk setiap sub area

Tabel 2.7. Koefisien aliran permukaan (C)

Tipe Daerah Aliran	Koefisien Aliran, (C)
Rerumputan:	
Tanah pasir, datar 2%	0,5 – 0,10
Tanah pasir, sedang 2%-7%	0,10 – 0,15
Tanah pasir, curam > 7%	0,15 – 0,20
Tanah gemuk, datar 2%	0,13 – 0,17
Tanah gemuk, sedang 2%-7%	0,18 – 0,22
Tanah gemuk, curam > 7%	0,23 – 0,35
Perdagangan:	
Daerah kota lama	0,75 – 0,95
Daerah kota pinggiran	0,50 – 0,70
Perumahan:	
Daerah single family	0,30 – 0,50
Multy unit terpisah	0,40 – 0,60
Multi unit tertutup	0,60 – 0,75
Daerah bapartemen	0,50 -0,70
Industri:	
Daerah ringan	0,50 – 0,80
Daerah berat	0,60 – 0,90
Taman, kuburan	0,10 – 0,25
Tempat bermain	0,20 – 0,35
Daerah tidak dikerjakan	0,10 – 0,30
Jalan:	
Aspal	0,70 – 0,95
Beton	0,80 – 0,95
Batu	0,70 – 0,85
Atap	0,74 – 0,95

Sumber : Triatmodjo, 2009

K. Menentukan Debit Puncak dengan Metode Rasional

Metode Rasional digunakan untuk memperkirakan debit puncak yang ditimbulkan oleh hujan pada daerah tangkapan aliran (DTA) kecil. Metode ini sangat simpel dan mudah penggunaannya, namun terbatas untuk DTA dengan ukuran kecil, yaitu kurang dari 300 ha (Suripin, 2004).

Rumus Metode Rasional adalah sebagai berikut:

$$Q = 0,002778 \cdot C \cdot I \cdot A \dots\dots\dots(2.23)$$

Dengan:

Q = Debit puncak ($m^3/detik$)

C = koefisien pengaliran ($0 \leq C \leq 1$)

I = intensitas hujan (mm/jam)

A = luas daerah (m^2)

L. Dimensi Penampang Saluran

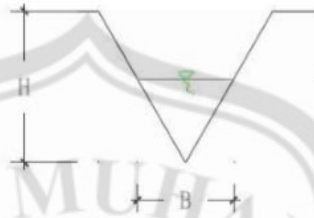
Saluran terdiri dari saluran terbuka dan tertutup. Untuk aliran air dalam saluran terbuka, penampang yang umum dipergunakan adalah saluran berbentuk trapesium, segi empat dan segi tiga. dan aliran air dalam saluran tertutup, bentuk yang umum dipergunakan adalah bentuk lingkaran. Parameter utama yang digunakan untuk menentukan dimensi dari saluran tersebut adalah :

- Lebar dasar saluran (b)
- Kedalaman saluran (h)
- Keliling basah saluran (p)
- Luas saluran (A)
- Jari-jari hidrolis (R) adalah perbandingan antara luas saluran dengan

keliling basah saluran : $R = \frac{A}{P}$

1. Penampang Segi Tiga

Suatu penampang saluran bentuk segi tiga dengan kemiringan talud z , dan kedalaman h (m),



Gambar 2.8. Penampang Segi Tiga

(Sumber: https://www.academia.edu/8728287/Analisis_Dimensi_Saluran: 2013)

diperoleh rumus :

$$A = z \cdot h^2 \dots\dots\dots(2.24)$$

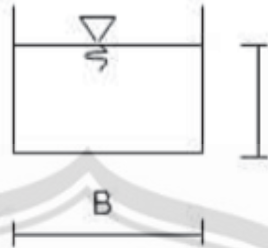
$$P = 2 \cdot \sqrt{z^2 + 1} \cdot h \dots\dots\dots(2.25)$$

$$P = 2 \cdot \sqrt{z^2 + 1} \cdot \left(\frac{A}{z}\right)^{0,5} \dots\dots\dots(2.26)$$

$$P^2 = 4 \cdot \left(z + \frac{1}{z}\right) \cdot A \dots\dots\dots(2.27)$$

$$R = \frac{h}{2\sqrt{z}} \dots\dots\dots(2.28)$$

2. Penampang Persegi



Gambar 2.9. Penampang Persegi

(Sumber: https://www.academia.edu/8728287/Analisis_Dimensi_Saluran: 2013)

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

$$A = b \cdot h \dots\dots\dots(2.26)$$

$$P = b + 2h \dots\dots\dots(2.27)$$

$$P = \frac{A}{h} + 2h \dots\dots\dots(2.28)$$

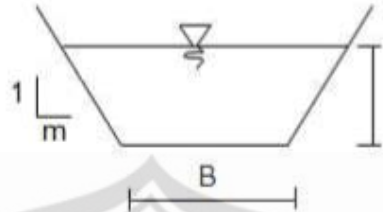
Untuk mendapatkan penampang ekonomis, P harus minimum jika $\frac{dp}{dh} = 0$, maka didapat :

$$-\frac{A}{h^2} + 2 = 0 \dots\dots\dots(2.29)$$

$$A = 2h^2 \dots\dots\dots(2.30)$$

$$R = \frac{2h^2}{4h} = \frac{h}{2} \dots\dots\dots(2.31)$$

3. Penampang Trapesium



Gambar 2.10. Penampang Trapesium

(Sumber: https://www.academia.edu/8728287/Analisis_Dimensi_Saluran: 2013)

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

$$A = (b + zh) \cdot h \dots\dots\dots(2.32)$$

$$P = b + 2h\sqrt{z^2 + 1} \dots\dots\dots(2.33)$$

$$R = \frac{h}{2} \quad (2.32) \dots\dots\dots(2.34)$$

M. Kecepatan Aliran

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

Menurut rumus Manning:

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(2.35)$$

Dimana :

V = Kecepatan aliran (m/det)

n = Koefisien Manning

R = jari-jari hidrolis (m)

S = Kemiringan saluran

Besarnya kecepatan aliran rata-rata untuk perencanaan saluran drainase dapat ditentukan berdasarkan nilai debit rencana yang telah ditentukan.

Tabel 2.8. Harga Koefisien Manning

Bahan	Koefisien manning (n)
Besi tuang lapis	0,014
Kaca	0,010
Saluran beton	0,013
Bata dilapisi mortar	0,015
Pasangan batu disemen	0,025
saluran tanah bersih	0,022
Saluran tanah	0,030
Saluran dengan dasar batu dan tebing rumput	0,040
Saluran pada galian batu padas	0,040

Sumber: Triatmodjo, 2009

N. 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.

Rumus debit :

$$Q_s = A \times V \dots\dots\dots(2.36)$$

Keterangan :

Q_s = Debit Aliran (m^3/det)

A = Luas Penampang (m^2)

V = Kecepatan Aliran (m/det)