

## BAB II

### METODOLOGI PENELITIAN

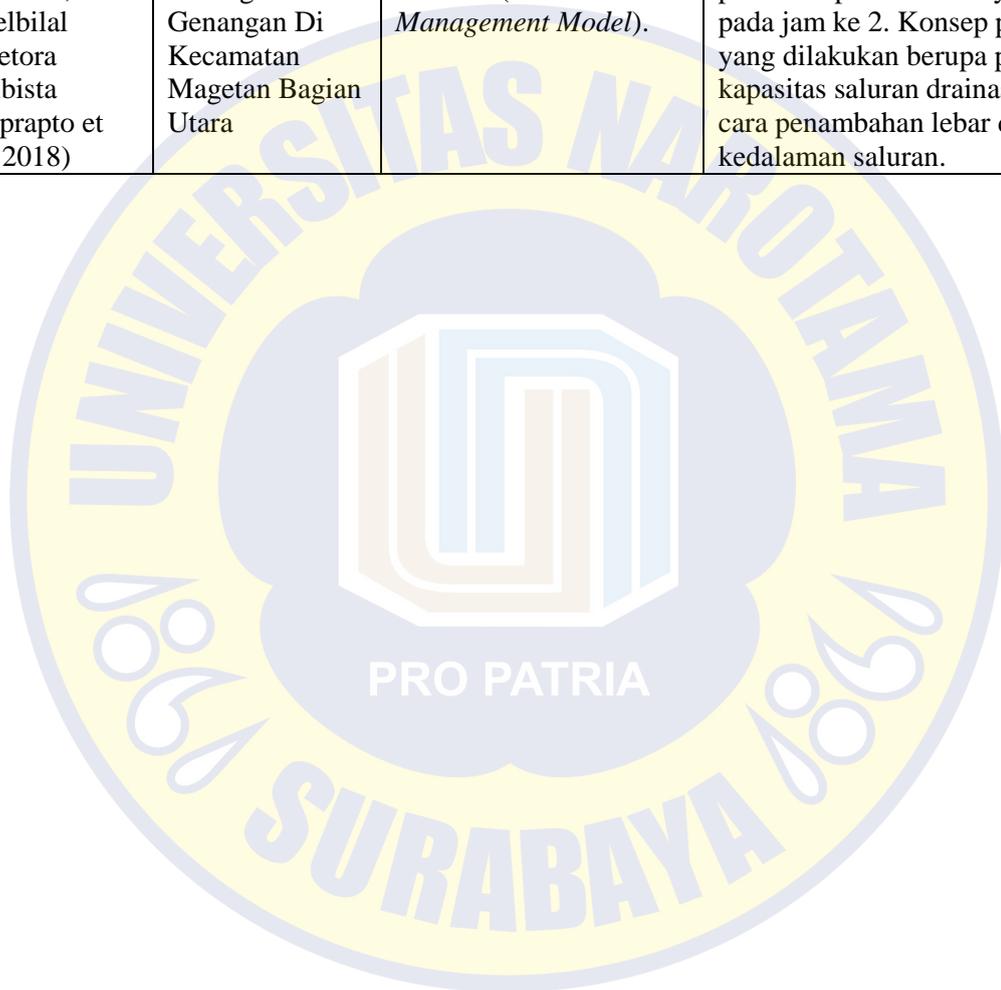
#### 2.1 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No.	Nama Penulis & Tahun	Judul Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
1.	Januar Catur Putranto dan Mas Agus Murdyanto (Putranto, 2016)	Evaluasi Timbulnya Genangan Pada Catchment Area Sistem Pematuan Greges Yang Dilayani Rumah Pompa Greges Di Rayon Genteng Surabaya	Metode yang digunakan yaitu dilakukan perhitungan hidrolika untuk mengetahui debit saluran rencana dan debit eksisting.	Hasil evaluasi ini menunjukkan kondisi eksisting 5 segmen saluran sekunder yaitu Kali Tembok Gede, Kali Semarang, Kali Margo Rukun, Kali Demak Timur, dan Kali Dupak tidak mampu melayani debit limpasan air hujan yang disebabkan karena adanya sedimen. Selain itu, juga tidak adanya <i>Standard Operating Procedure (SOP)</i> pengoperasian pompa secara tertulis, sehingga menyebabkan terjadinya genangan dengan luas total genangan 5,71 ha dengan lama waktu genangan maksimum 240 menit dan tinggi genangan maksimum 40 cm pada tanggal 16 April 2016 yang merupakan salah satu genangan terbesar di kota Surabaya.
2.	Wiyono dan Evy Harmani (Harmani & Wiyono, 2018)	Analisis Kapasitas Saluran Drainase Pada Saluran Primer Medokan – Semampir Surabaya	Dengan menggunakan periode ulang hujan 1.2, 2, 5 dan 10 tahunan dan dengan cara meninjau disetiap segmen aliran untuk mengetahui koefisien pengalirannya maka didapatkan hasil pada hujan dengan periode ulang 1,2 tahun pada segmen 3, segmen 8, segmen 9 dan segmen 10 mengalami luapan.	Saluran yang mengalami luapan tersebut bisa dilakukan pelebaran saluran atau memperdalam saluran agar kapasitas saluran bertambah dan saluran bisa berfungsi sebagai mana mestinya
3.	Aulia Aji Laksana, Vitta Pratiwi (Laksana et al., 2020)	Evaluasi Kapasitas Rumah Pompa Hailai Marina Dalam Menanggulangi Banjir Jakarta Utara	Pemodelan ini dilakukan dengan menggunakan program software HEC-RAS 4.1.0	Efektifitas pompa pada panjangnya long storage ini dilihat dari hasil perbandingan model antara kedua model dilihat dari penurunan tinggi muka air yang rata-rata 2,1 menjadi 1 di tinggi muka airnya
4.	Mohammad Imamuddin,	Analisis Kapasitas	Menggunakan metode distribusi curah hujan	Kapasitas saluran yang ada sudah cukup mengatasi genangan di jalan

	Gatot Supriyanto (Imamuddin & Supriyanto, 2019)	Drainase Sisi Timur Jalan Kampung Gusti Sampai Dengan Rumah Pompa Kampung Gusti	menggunakan metode gumbell	kampung gusti disisi timur di tambah dengan keberadaan pompa 0.5 m <sup>3</sup> /detik.
5.	Dani Eko Guntoro, Donny Harisuseno, Evi Nur Cahya (Guntoro et al., 2017)	Pengelolaan Drainase Secara Terpadu Untuk Pengendalian Genangan Di Kawasan Sidokare Kabupaten Sidoarjo	Rumus Mononobe digunakan untuk menghitung intensitas hujan dengan kala ulang tertentu	Penanganan untuk DTA Pintu Air Sepande meliputi kombinasi saluran drainase eksisting dan kolam tampungan, DTA Rumah Pompa Sidokare menggunakan kombinasi Saluran drainase eksisting, kolam tampungan dan pompa banjir eksisting, sedangkan DTA Pintu Air Jl. Diponegoro dilakukan dengan kombinasi saluran drainase eksisting, saluran tersier baru dan pompa banjir baru.
6.	Turmudi Oktafiansyah (Oktafiansyah, n.d.)	Evaluasi Kapasitas Debit Pompa Pada Rumah Pompa Rawa Kepa Terhadap Waduk Rawa Kepa Sebagai Pengendali Banjir	Kajian dilakukan dengan cara menghitung nilai hujan rencana dan debit banjir rencana, kemudian menganalisis eksisting yang ada dan diakhiri dengan merekomendasikan desain kapasitas pompa yang baru.	Kontur di wilayah Tomang landai, jenis pompa ulir kurang efektif untuk waduk yang memiliki elevasi yang sama dengan saluran drainase, serta outflow dari rumah pompa terlalu rendah sehingga tidak bisa berfungsi saat aliran di banjir kanal barat meningkat.
7.	Bambang Sulistiono, Aditya Ferry Ardiyanto (Sulistiono, 2016)	Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Desa Sariharjo Ngaglik Sleman Yogyakarta	Analisis yang dilakukan meliputi pola jaringan drainase eksisting, banjir rancangan, dan hidraulika saluran. Banjir rancangan dihitung dengan cara rasional, sedangkan debit dihitung dengan persamaan kontinuitas, dengan menggunakan persamaan kecepatan Manning's.	Untuk dapat menampung debit banjir, maka kelima saluran tersebut di disain ulang sehingga diperoleh dimensi baru untuk saluran S10, S16 dan S24 dengan lebar 0,30 m dan tinggi 0,60 m, saluran S31 dengan lebar 0,45 dan tinggi 0,9 m, dan S36 dengan lebar 0,3 dan tinggi 0,6
8.	Amanda Maria Porajouw, Tiny Mananoma, Hanny Tangkudung (Porajouw et al., 2019)	Analisis Sistem Drainase Di Kelurahan Tikala Kumaraka Kota Manado	Dilakukan analisis hidrologi, menggunakan distribusi Log-Pearson III dan menghitung debit rencana dengan Metode Rasional. Analisis hidraulika dilakukan untuk menghitung kapasitas tampung saluran eksisting dan saluran rencana dengan menggunakan rumus Manning.	Ada beberapa ruas saluran eksisting tidak mampu menampung debit hujan dengan kala ulang 10 tahun. Perlu dilakukan perubahan dimensi saluran agar mampu menampung debit yang ada. Ada penambahan saluran rencana karena di beberapa lokasi belum memiliki saluran

9.	Rizqi Dwi Prasetyo, Yosef Cahyo, Ahmad Ridwan (Prasetyo et al., 2019)	Analisa Perencanaan Sistem Drainase Dalam Upaya Penanggulangan Banjir Di Kecamatan Gandusari Kabupaten Trenggalek	Menggunakan metode perhitungan Van-Breun dan Mononobe untuk mengetahui angka debit air yang masuk, dimensi ideal saluran untuk menampung saluran debit air masuk dan menghitung rencana anggaran biaya (RAB) pembangunannya.	Dari perhitungan didapatkan dimensi saluran drainase yang ideal agar mampu menampung limpasan air hujan dan debit air kotor dengan menggunakan saluran berbentuk persegi, dimana tinggi saluran 1,5 m semuanya ditambahkan dengan tinggi jagaan air sebesar 0,2 m dan lebar 0,7 m dengan panjang 500 m.
10.	Mamok Suprpto, Adi Yusuf M, Agelbilal Seretora Prilbista (Suprpto et al., 2018)	Analisis Sistem Drainase Untuk Penanganan Genangan Di Kecamatan Magetan Bagian Utara	Digunakan simulasi dengan <i>software</i> SWMM ( <i>Storm Water Management Model</i> ).	Kelima saluran tersebut mengalami kelebihan kapasitas selama 1 jam pada saat puncak debit yang terjadi pada jam ke 2. Konsep perbaikan yang dilakukan berupa penambahan kapasitas saluran drainase dengan cara penambahan lebar dan kedalaman saluran.



## 2.2 Teori – Teori Dasar

### 2.2.1 Tinjauan Umum

*Long storage* adalah sistem tampungan air yang memanfaatkan saluran memanjang sungai itu sendiri sebagai tampungannya. Dalam pembangunan *long storage*, dibutuhkan bangunan bendung sebagai bangunan utama karena bendung berfungsi untuk meninggikan air sampai elevasi tertentu sehingga air dapat tertampung di sungai. Dengan adanya tampungan pada *long storage*, waktu puncak banjir dapat diperlambat sehingga debit banjir di bagian hilir dapat berkurang. Oleh karenanya, *long storage* dapat dimanfaatkan sebagai salah satu sistem pengendali banjir struktural.

Setiap daerah pengaliran sungai mempunyai sifat-sifat khusus dan karakteristik yang berbeda, hal ini memerlukan kecermatan dalam menerapkan suatu teori yang sesuai pada daerah pengaliran yang bersangkutan. Oleh karena itu, sebelum memulai perencanaan konstruksi *long storage* perlu mengacu pada spesifikasi-spesifikasi yang ada dan yang sesuai dengan karakteristik daerah aliran sungainya, misalnya letak topografi, luas daerah aliran sungai (DAS), data tanah, serta keadaan lingkungan.

Tinjauan pustaka dimaksudkan untuk memaparkan secara singkat mengenai dasar-dasar teori perencanaan *long storage* yang akan digunakan dalam perhitungan konstruksi dan bangunan

pelengkapannya. Adapun dasar teori yang akan dipaparkan antara lain adalah analisis hidrologi, analisis hidrolika, perencanaan dimensi dan stabilitas bangunan.

### **2.3 Analisis Hidrologi**

Dalam penyusunan tugas akhir ini, hasil data yang telah diperoleh kemudian diolah dengan menggunakan metode-metode yang telah dipelajari dan diajarkan, atau metode lain yang mungkin diperlukan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

Data hidrologi adalah kumpulan keterangan atau fakta mengenai fenomena hidrologi (hydrologic phenomena), seperti besarnya : curah hujan, temperatur, penguapan, lamanya penyinaran matahari, kecepatan angin, debit sungai, tinggi muka air sungai, kecepatan aliran, dan konsentrasi sedimen sungai akan selalu berubah terhadap waktu. Data hidrologi dianalisis untuk membuat keputusan dan menarik kesimpulan mengenai fenomena hidrologi berdasarkan sebagian data hidrologi yang dikumpulkan (Soewarno, 1995)

Curah hujan yang merupakan data hidrologi dianalisis untuk menentukan debit banjir rencana. Debit banjir rencana adalah debit maksimal rencana di sungai dengan periode ulang tertentu yang selanjutnya akan digunakan sebagai dasar analisis perencanaan detail desain. Adapun langkah-langkah dalam analisis hidrologi adalah sebagai berikut :

- Perencanaan daerah aliran sungai (DAS) beserta luasnya.
- Analisis curah hujan wilayah dengan metode terpilih.
- Pemilihan jenis distribusi.
- Uji kecocokan distribusi.
- Analisis mengenai distribusi curah hujan dengan periode ulang T tahun.
- Perhitungan debit banjir rencana berdasarkan besarnya curah hujan rencana pada periode ulang T tahun.

### 2.3.1 Data Hujan

Untuk mengelola data hujan lebih lanjut, data hujan harus dilengkapi terlebih dahulu. Ada 2 (dua) metode untuk melengkapi data hujan yang kurang yaitu, sebagai berikut :

#### (1) Metode Rasio Normal

Metode Rasio Normal dapat digunakan apabila persentase perbandingan hujan rata-rata tahunan stasiun yang datanya tidak lengkap 10% perbedaannya dengan stasiun indeks (stasiun hujan yang datanya lengkap). Rumus untuk mencari data hujan yang hilang metode rasio normal adalah

$$RD = \frac{1}{n} \left( \frac{ND}{NA} \times RA + \frac{ND}{NB} \times RB + \frac{ND}{NC} \times RC + \frac{ND}{ND} \times RD \right)$$

Dimana:

- R = Data hujan
- N = Hujan rata-rata tahunan
- n = Jumlah stasiun hujan disekitar

(Sumber: Triadmojo, 2008)

(2) Metode Aritmatika

Metode Aritmatika dapat digunakan apabila persentase perbandingan data hujan rata-rata tahunan stasiun yang datanya tidak lengkap <10% perbedaannya dengan stasiun indeks (stasiun hujan yang datanya lengkap). Rumus untuk mencari data hujan yang hilang metode aritmatika adalah:

$$R\bar{X} = \frac{1}{n} \left[ \left( \frac{N_x}{N_a} \cdot Ra \right) + \left( \frac{N_x}{N_b} \cdot Rb \right) + \left( \frac{N_x}{N_c} \cdot Rc \right) \right]$$

Dimana:

$R\bar{X}$  = Data hujan yang kosong

$N$  = Jumlah data

$N_x$  = Jumlah data di daerah yang kosong

$Ra, Rb, Rc$  = Data hujan pembanding

$Na, Nb, Nc$  = Jumlah data sebagai pembanding

(Sumber: Triadmojo, 2008)

### 2.3.2 Tinggi Hujan Rata-rata

Untuk menghitung tinggi hujan rata-rata pada suatu daerah yang memiliki beberapa stasiun hujan, setiap stasiun hujan memiliki karakteristik daerah yang berbeda-beda. Maka dari itu perlu dilakukan pembaruan sifat karakteristik dari beberapa stasiun hujan yang diperhitungkan, sehingga memiliki sifat karakteristik yang sama atau hampir sama.

Untuk perhitungan curah hujan rata-rata menggunakan metode yang sesuai dengan karakteristik dari stasiun hujan. Parameter yang

digunakan untuk menghitung tinggi hujan rata-rata dapat dilihat pada tabel.

Tabel 2.2 Paramter Tinggi Hujan Rata-rata

Parameter	Kondisi	Cara yang dapat Digunakan
Jumlah Stasiun Hujan	Cukup	Aljabar, Poligon Thiessen, Isohyet
	Terbatas	Rata-rata Aljabar, Poligon Thiessen
Luas DAS	>5000 km <sup>2</sup> (Besar) 501-5000 km <sup>2</sup> (Sedang) <500 km <sup>2</sup> (Kecil)	Isohyet, Poligon, Thiessen Rata-rata Aljabar
Kondisi Topografi	Pegunungan, Dataran, Berbukit dan tidak beraturan	Poligon, Thiessen Aljabar, Isohyet dan Poligon Thiessen

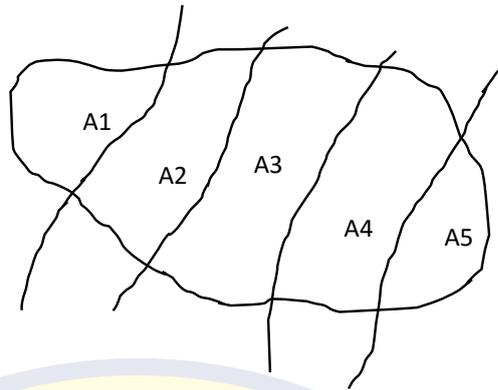
Metode pengelohan Data Hujan, banyak metode yang bisa di gunakan. Adapun metode-metode tersebut yaitu:

a. Metode Isohyet

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

$$\bar{R} = \frac{A^1R^1 + A^2R^2 \dots + AR}{A \text{ total}}$$

Dimana: A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>n</sub> = Luas daerah antara garis-garis isohyet.



Gambar 2.1 Metode Isohyet

b. Metode Aritmatik (rata-rata aljabar)

Metode rata-rata aljabar cara ini merupakan cara yang paling sederhana yaitu hanya dengan membagi rata pengukuran pada semua stasiun hujan dengan jumlah stasiun dalam wilayah tersebut. Metode ini akan memberikan hasil yang dapat dipercaya jika topografi rata atau datar, stasiun hujan banyak dan tersebar secara merata di wilayah tersebut serta hasil penakaran masing-masing stasiun hujan tidak menyimpang jauh dari nilai rata-rata seluruh stasiun hujan di seluruh wilayah. Dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

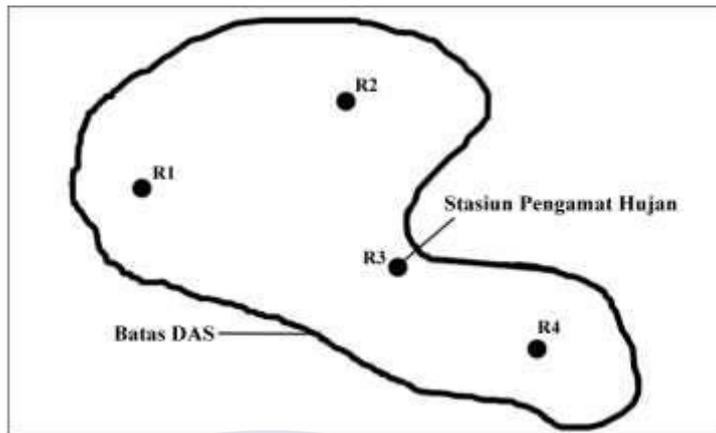
$$\bar{R} = \frac{1}{n} (R_A + R_B + R_C + \dots + R_n)$$

Dimana:

$\bar{R}$  = Hujan rata-rata (mm)

n = Jumlah data

$R_A, R_B$  = Tinggi hujan masing-masing stasiun (mm)



Gambar 2.2 Perhitungan dengan Cara Aljabar

c. Metode Poligon Thiessen

Metode poligon Thiessen merupakan metode perhitungan berdasarkan rata-rata timbang (*weighted average*). Metode tersebut memberikan proporsi luasan daerah pengaruh stasiun hujan untuk mengakomodasi ketidakseragaman jarak. Daerah pengaruh dibentuk dengan menggambarkan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara dua stasiun hujan terdekat. Metode tersebut didasarkan pada asumsi bahwa variasi hujan antara stasiun hujan yang satu dengan yang lainnya adalah linear dan stasiun hujannya dianggap dapat mewakili wilayah terdekat (Suripin, 2004).

Metode tersebut cocok jika stasiun hujan tidak tersebar merata dan jumlahnya terbatas dibanding luasnya. Caranya adalah dengan memasukkan faktor pengaruh daerah yang mewakili oleh stasiun hujan yang disebut faktor pembobot atau koefisien Thiessen. Stasiun hujan yang dipilih harus meliputi daerah aliran sungai yang akan dibangun. Besarnya koefisien

Thiessen dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut  
(Soemarto, 1987)

$$W = \frac{A_i}{A_{total}}$$

Dimana :

W = Koefisien Thiessen atau faktor bobot.

$A_i$  = Luas daerah pengaruh dari stasiun pengamatan  $i$  (km<sup>2</sup>).

$A_{total}$  = Luas total dari DAS (km<sup>2</sup>).

Adapun langkah-langkah perhitungan metode Thiessen sebagai berikut :

1. Lokasi stasiun hujan di plot pada peta DAS. Antar stasiun dibuat garis lurus penghubung.
2. Tarik garis tegak lurus di tengah-tengah tiap garis penghubung sedemikian rupa, sehingga membentuk poligon Thiessen. Semua titik dalam satu poligon akan mempunyai jarak terdekat dengan stasiun yang ada di dalamnya dibandingkan dengan jarak terhadap stasiun lainnya. Selanjutnya, curah hujan pada stasiun tersebut dianggap representasi hujan pada wilayah dalam poligon yang bersangkutan.
3. Luas area pada tiap-tiap poligon dapat diukur dengan planimeter dan luas total DAS (A) dapat diketahui dengan menjumlahkan luas poligon.

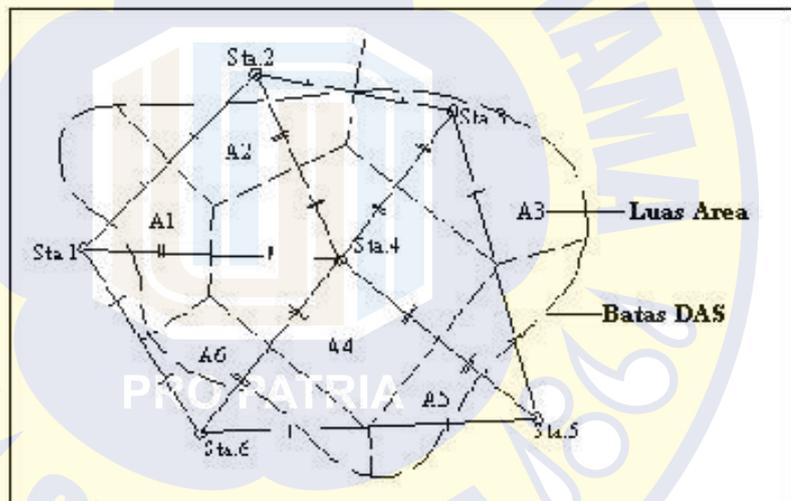
4. Hujan rata-rata DAS dapat dihitung dengan rumus :

$$\bar{R} = \frac{A_1 R_1 + A_2 R_2 + \dots + A_n R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

$$\bar{R} = R_1 W_1 + R_2 W_2 + \dots + R_n W_n$$

Dimana :

- $\bar{R}$  = Curah hujan maksimum rata-rata (mm)
- $R_1, R_2, \dots, R_n$  = Curah hujan pada stasiun 1, 2, ..., n (mm)
- $A_1, A_2, \dots, A_n$  = Luas daerah pada poligon 1, 2, ..., n (km<sup>2</sup>)
- $W_1, W_2, \dots, W_n$  = Faktor bobot masing-masing stasiun



Gambar 2.3 Perhitungan dengan Cara Thiessen

### 2.3.3 Hujan Rencana

Menghitung tinggi hujan rencana untuk mengetahui besarnya curah hujan sebagai dasar perhitungan debit rencana. Parameter distribusi dapat dilihat dari tabel berikut:

Tabel 2.3 Parameter Distribusi

Distribusi	Persyaratan
Normal	$C_s = 0$ $C_k = 3$ $C_s \approx C_v^3 + 3C_v$
Log Normal	$C_k \approx C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$
Gumbel	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$
Log Person	Selain Nilai Di atas

(Sumber: Triadmojo, 2008)

Untuk menghitung tinggi hujan rencana dapat menggunakan metode-metode sebagai berikut:

a. Gumbel

Persamaan garis lurus untuk distribusi frekuensi tipe 1 Gumbel

adalah sebagai berikut:

$$X = \bar{x} + \frac{s}{g_{sn}} (Y - Y_n)$$

Persamaan garisnya adalah:

$$Y = a(X - X_o)$$

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

$$X_o = \mu - \frac{0,577}{a} \text{ atau } X_o = \mu - 0,455 \sigma$$

Keterangan:

$\sigma$  = Standart deviasi

$\mu$  = Nilai rata-rata Dengan:

$Y_n$  = Reduce mean tergantung jumlah sampel (harga  $Y_n$  terdapat pada tabel )

$S_n$  = Reduce standard deviation (harga  $S_n$  dapat dilihat pada tabel )

$Y_t$  = Reduce variate, mempunyai nilai yang berbeda pada setiap periode ulang

$X_T$  = Nilai variant yang diharapkan terjadi

$\bar{X}$  = Nilai rata-rata hitung variant

$K$  = Konstanta yang dapat dibaca pada tabel atau dapat dihitung dengan persamaan  $K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$

$S_d$  = Standar Deviasi (simpangan baku)

(Sumber: Soewarno, 1995)

Tabel 2.4 *Reduced Standart Deviation (Sn)*

N	Sn	N	Sn	N	Sn	N	Sn	N	Sn
10	0,9496	29		47	1,1557	65	1,1803	83	1,1959
11	0,9676	30	1,1086	48	1,1547	66	1,1814	84	1,1967
12	0,9833	31	1,1124	49	1,1590	67	1,1824	85	1,1973
13	0,9971	32	1,1159	50	1,1607	68	1,1834	86	1,1980
14	1,0095	33	1,1193	51	1,1623	69	1,1844	87	1,1987
15	1,0206	34	1,1226	52	1,1638	70	1,1854	88	1,1994
16	1,0316	35	1,1255	53	1,1658	71	1,1863	89	1,2001
17	1,0411	36	1,1285	54	1,1667	72	1,1873	90	1,2007
18	1,0493	37	1,1313	55	1,1681	73	1,1881	91	1,2013
19	1,0565	38	1,1339	56	1,1696	74	1,1890	92	1,2020
20	1,0628	39	1,1363	57	1,1708	75	1,1898	93	1,2026
21	1,0696	40	1,1388	58	1,1721	76	1,1906	94	1,2032
22	1,0754	41	1,1413	59	1,1734	77	1,1915	95	1,2038
23	1,0811	42	1,1436	60	1,1747	78	1,1923	96	1,2044
24	1,0864	43	1,1458	61	1,1759	79	1,1930	97	1,2049
25	1,0915	44	1,1480	62	1,1770	80	1,1938	98	1,2055
26	1,0961	45	1,1499	63	1,1782	81	1,1945	99	1,2060
27	1,1004	46	1,1519	64	1,1793	82	1,1953	100	1,2065
28	1,1047		1,1538						

(Soewarno, 1995)

Tabel 2.5 *Reduced Mean (Yn)*

N	Yn	N	Yn	N	Yn	N	Yn	N	Yn
10	0.46	29	0.535	47	0.547	65	0.554	83	0.557
11	0.5	30	0.536	48	0.548	66	0.554	84	0.558
12	0.505	31	0.537	49	0.548	67	0.554	85	0.558
13	0.507	32	0.538	50	0.549	68	0.554	86	0.558
14	0.51	33	0.539	51	0.549	69	0.555	87	0.558
15	0.513	34	0.54	52	0.549	70	0.555	88	0.558
16	0.516	35	0.54	53	0.55	71	0.555	89	0.559
17	0.518	36	0.541	54	0.55	72	0.555	90	0.559
18	0.52	37	0.542	55	0.55	73	0.556	91	0.559
19	0.522	38	0.542	56	0.551	74	0.556	92	0.559
20	0.524	39	0.543	57	0.551	75	0.556	93	0.559
21	0.525	40	0.544	58	0.552	76	0.556	94	0.559
22	0.527	41	0.544	59	0.552	77	0.556	95	0.559
23	0.528	42	0.545	60	0.552	78	0.557	96	0.56
24	0.53	43	0.545	61	0.552	79	0.557	97	0.56
25	0.531	44	0.546	62	0.553	80	0.557	98	0.56
26	0.532	45	0.546	63	0.553	81	0.557	99	0.56
27	0.533	46	0.547	64	0.553	82	0.557	100	0.56
28	0.534								

(Soewarno, 1995)

b. Metode Distribusi Normal

Data variabel hidrologi yang telah dihitung besarnya peluang atau periode ulangnya, selanjutnya apabila digambar pada kertas grafik peluang akan membentuk garis lurus sebagai berikut

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot S_d$$

Dimana:

$X_T$  = Perkiraan tinggi hujan rencana dengan periode ulang T tahun

$\bar{X}$  = Tinggi hujan rata-rata

$K_T$  = Faktor frekuensi probabilitas

$S_d$  = Standart deviasi

c. Metode Distribusi Log Pearson type III

Metode distribusi log Pearson untuk menghitung analisis curah hujan maximum dan menghitung tinggi hujan rencana. Metode distribusi log Pearson type III merupakan hasil transformasi dari distribusi Pearson type III dengan menggantikan varian menjadi nilai logaritmik.

Parameter statistik untuk menentukan distribusi Pearson type III adalah:

- Menghitung nilai rata-rata
- Menghitung nilai Standar deviasi
- Menghitung nilai koefisiensi kemencengan
- Langkah-langkah perhitungannya sebagai berikut :

- Mengubah data curah hujan n buah  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  menjadi:

$$\text{Log} X_1, \text{Log} X_2, \text{Log} X_3, \dots, \text{Log} X_n.$$

- Menghitung nilai rata-rata dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Log} X = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log} X_i}{n}$$

- Menghitung nilai Standar deviasi dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log} X_i - \text{Log} X)^2}{n - 1}}$$

- Menghitung koefisiensi kemencengan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log} X_i - \text{Log} X)^3}{(n - 1)(n - 2)S_d^3}$$

- Menghitung logaritma debit dengan waktu balik menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Log} X_t = \text{Log} \bar{X} + K \cdot S_d \text{Log} X$$

Dimana:

$S_d$  = Standard deviasi

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

$X_i$  = Variabel random (mm)

$n$  = Jumlah data

$K$  = Faktor sifat distribusi log Pearson type III

Tabel 2.6 Nilai K Distribusi Log Person III

Koefisiensi kemencengan	Periode ulang (tahun)				
	2	5	10	25	100
2,5	-0,36	0,574	1,25	3,108	3,185
2	-0,307	0,609	1,302	2,912	3,605
1,5	-0,24	0,705	1,333	2,712	3,33
1,2	-0,195	0,732	1,31	2,626	3,149
1	-0,164	0,758	1,34	2,342	3,022
0,9	-0,148	0,769	1,339	2,198	2,957
0,8	-0,132	0,78	1,336	2,153	2,891
0,7	-116	0,79	1,333	2,107	2,824
0,6	-0,099	0,8	1,328	2,339	2,755
0,5	-0,083	0,808	1,323	2,311	2,686
0,4	-0,066	0,816	1,317	2,61	2,615
0,3	-0,05	0,824	1,309	2,211	2,314
0,2	-0,033	0,83	1,031	2,159	2,172
0,1	-0,017	0,836	1,292	2,107	2,1
0	0	0,842	1,282	2,031	2,326
-0,1	0,017	0,834	1,27	2	2,232
-0,2	0,033	0,85	1,258	1,945	2,178
-0,3	0,06	0,853	1,245	1,89	2,101
-0,4	0,066	0,855	1,231	1,831	2,029
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,777	1,955
-0,6	0,099	0,857	1,2	1,72	1,88
-0,7	0,166	0,857	1,183	1,663	1,806
-0,8	0,132	0,856	1,166	1,606	1,733
-0,9	0,148	0,854	1,147	1,519	1,66
-1	0,161	0,852	1,128	1,492	1,888
-1,2	0,195	0,844	1,086	1,379	1,449
-1,5	0,24	0,832	1,018	1,217	1,256
-2	0,307	0,777	0,895	0,98	0,99
-2,5	0,36	0,711	0,771	0,798	0,799
-3	0,396	0,636	0,66	0,666	0,667

(Soewarno, 1995)

### 2.3.4 Uji Kecocokan Distribusi

Ada dua jenis uji kecocokan (Goodness of fit test) yaitu uji kecocokan Chi Kuadrat dan Smirnov Kolmogorof. Umumnya pengujian dilaksanakan dengan cara mengambarkan data pada kertas peluang (cara grafik) dan menentukan apakah data tersebut merupakan garis lurus, atau dengan membandingkan kurva frekuensi dari data pengamatan terhadap kurva frekuensi teoritisnya. (Soewano, 1995).

Pada penggunaan uji Smirnov Kolmogorov, meskipun perhitungan matematis namun kesimpulan hanya berdasarkan bagian tertentu (sebuah variant) yang mempunyai penyimpangan terbesar, sedangkan uji Chi Kuadrat menguji penyimpangan distribusi data pengamatan dengan mengukur secara matematis kedekatan antara data pengamatan dan seluruh bagian garis persamaan distribusi teoritisnya. Dengan demikian uji Chi Kuadrat lebih teliti di banding dengan uji Smirnov Kolmogorov (Soewarno, 1995)

Uji kecocokan dengan menggunakan pengujian Chi kuadrat untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sample data yang dianalisis. Dapat di hitung dengan rumus sebagai berikut :

$$x^2h = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Dimana:

$\chi^2 h$  = Parameter Chi-kuadrat terhitung

$O_i$  = Frekuensi yang terbaca pada kelas yang sama

$E_i$  = Frekuensi yang diamati pada kelas yang sama

(Triadmojo, 2008)

### 2.3.5 Debit Rencana

Debit Rencana (QT) adalah debit dengan periode ulang tertentu (T) yang diperkirakan akan melalui suatu sungai atau bangunan air. Periode ulang adalah waktu hipotetik di mana suatu kejadian dengan nilai tertentu, debit rencana misalnya, akan disamai atau dilampaui 1 kali dalam jangka waktu hipotetik tersebut. Hal ini berarti bahwa kejadian tersebut akan berulang secara teratur setiap periode ulang tertentu (Kamiana, 2011). Debit rencana untuk daerah perkotaan pada umumnya direncanakan untuk pembuangan air secepatnya, agar tidak terjadi genangan air yang mengganggu, sehingga saluran drainase dibuat sesuai dengan debit rencana.

Daerah perkotaan pada umumnya merupakan bagian dari daerah aliran yang lebih besar dan luas, dimana pada daerah tersebut sudah ada sistem drainase alaminya. Perencanaan dan pengembangan sistem drainase untuk daerah perkotaan yang baru, diselaraskan dengan sistem drainase alami yang sudah ada, agar kondisi aslinya dapat dipertahankan sejauh mungkin. Debit rencana dapat dihitung menggunakan metode Rasional, Dengan rumus:

$$Q = \frac{1}{3.6} . \beta . C . It . A$$

Dimana:

Q = Debit rencana (m<sup>3</sup> /det)

$\beta$  = Koefisien penyebaran hujan

It = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (km<sup>2</sup> )

C = Koefisien pengaliran (run-off coefficient)

(Suripin, 2004)

Tabel 2.7 Koefisien Penyebaran Hujan ( $\beta$ )

Luas Catchment Area (km <sup>2</sup> )	Koefisien ( $\beta$ )
0-4	1
5	0,995
10	0,98
15	0,995
20	0,92
25	0,875
30	0,82
50	0,5

(Soewarno, 1995)

#### a. Metode Rasional

Debit banjir rencana pada umumnya direncanakan untuk membuang air secepatnya. Pada perhitungan ini debit banjir rencana dihitung menggunakan metode Rasional :

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot It \cdot A$$

Dimana :

Q = Debit puncak yang ditimbulkan oleh hujan dengan intensitas, durasi, dan frekuensi tertentu (m<sup>3</sup>/detik)

It = Intensitas Hujan (mm/jam)

A = Luas daerah tangkapan (km<sup>2</sup>)

C = Koefisien aliran yang tergantung pada jenis permukaan lahan yang nilainya dapat dilihat pada tabel

#### b. Metode Widuwen

Untuk menghitung debit rancangan dengan metode Der Weduwen didasarkan pada rumus berikut (Loebis, 1992):

$$\begin{aligned}
Q_n &= \alpha \cdot \beta \cdot q_n \cdot A \\
\alpha &= 1 - \frac{4.1}{\beta \cdot q_n \cdot 7} \\
\beta &= \frac{120 + \frac{t+1}{t+9} A}{120 + A} \\
q_n &= \frac{R_n}{240} \cdot \frac{67.65}{t+1.45} \\
t &= 0.25 L Q^{-0.125} I^{-0.125}
\end{aligned}$$

Dimana :

$Q_n$  = debit rancangan (m<sup>3</sup>/detik) dengan kala ulang n tahun  
 $R_n$  = curah hujan rancangan (mm/hari) periode ulang n tahun  
 $\alpha$  = koefisien limpasan air hujan  
 $\beta$  = koefisien pengurangan luas untuk curah hujan di daerah aliran sungai  
 $q_n$  = luasan curah hujan (m<sup>3</sup>/detik km<sup>2</sup>)  
 $A$  = luas DAS  
 $t$  = lamanya hujan (jam)  
 $L$  = panjang sungai (km)  
 $I$  = kemiringan sungai

### c. Metode Hasper

Metode yang digunakan untuk mengestimasi debit rancangan

menggunakan rumus :

$$Q_i = \alpha \cdot \beta \cdot A \cdot qt$$

Dengan :

$$\alpha = \frac{1 + 0,012 \cdot A^{0,7}}{1 + 0,075 \cdot A^{0,7}}$$

$$t_c = 0,1 \cdot L^{0,8} \cdot I^{-0,3}$$

$$\frac{1}{\beta} = 1 + \frac{t + (3,7 \cdot 10^{-0,4t})}{t^2 + 15} \cdot \frac{A^{3/4}}{12}$$

$$qt = \frac{Rt}{3,6 \cdot t}$$

Untuk  $t < 2$  jam

$$Rt = \frac{t \cdot R_{24}}{t + 1 - 0,008 (260 - R_{24})(2-t)^2}$$

Untuk  $2 \text{ jam} < t < 19 \text{ jam}$

$$Rt = \frac{t \cdot R_{24}}{t + 1}$$

Untuk  $19 \text{ jam} < t < 30 \text{ hari}$

$$R_t = 0,707 \cdot R_{24} (t - 1) \cdot 0,5$$

Dimana :

$\alpha$  = koefisien pengaliran

$\beta$  = koefisien reduksi

$t$  = waktu konsentrasi (m)

$A$  = luas DAS (km<sup>2</sup>)

$L$  = panjang sungai (km)

$I$  = kemiringan sungai rerata

$R_{24}$  = curah hujan rancangan (mm)

$R_t$  = intensitas hujan

$Q_t$  = hujan maksimum (m<sup>3</sup>/km<sup>3</sup>/det)

## 2.4 Analisa Hidrolika

### 2.4.1 Kondisi Aliran

Aliran air pada saluran drainase dapat berupa aliran saluran terbuka (*open channel flow*) dan aliran saluran tertutup (*pipe flow*).

#### a. Aliran Terbuka

Aliran saluran terbuka memiliki permukaan bebas (*free surface flow*) atau aliran saluran terbuka (*open channel flow*).

Permukaan bebas memiliki tekanan sama dengan tekanan atmosfer.

Saluran ini berfungsi untuk mengalirkan air limpasan permukaan

atau air hujan yang terletak di daerah yang memiliki luasan cukup,

ataupun drainase air non-hujan yang tidak membahayakan

kesehatan/mengganggu lingkungan. Contoh saluran terbuka antara

lain: sungai, saluran irigasi, talud, selokan dan muara. Persamaan

Bernoulli untuk aliran terbuka dalam saluran yaitu:

$$h_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} = h_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g}$$

Dimana:

- H = ketinggian
- P = tekanan hidrolis
- $\rho$  = massa air
- V = kecepatan aliran
- g = gaya grafitasi

#### b. Aliran tertutup

Aliran saluran tertutup memungkinkan adanya permukaan bebas dan aliran dalam pipa (*pipe flow*) atau aliran tertekan (*pressurized flow*). Saluran tertutup kemungkinan dapat terjadi liran bebas maupun aliran tertekan pada saat yang berbeda. Saluran ini bertujuan untuk mengalirkan air limpasan permukaan melalui media di bawah permukaan tanah (pipa-pipa). Hal ini dikarenakan tuntutan artistic atau tuntutan fungsi permukaan tanah yang tidak membolehkan adanya saluran di permukaan tanah, seperti lapangan terbang, lapangan sepak bola dan lain-lain.

Saluran ini biasanya sering dipakai untuk aliran kotor (air yang mengganggu kesehatan/lingkungan) atau untuk saluran yang terletak di tengah kota. Contoh saluran tertutup antara lain: pipa, terowongan, aquaduct, gorong-gorong dan siphon. Persamaan Bernoulli untuk aliran tertutup dalam saluran adalah:

$$h_1 + \frac{V_1^2}{2g} = h_2 + \frac{V_2^2}{2g}$$

Dimana :

- h = ketinggian
- P = tekanan hidrolis
- P = massa air
- V = kecepatan aliran
- g = gaya grafitasi

#### 2.4.2 Perhitungan Debit dan Dimensi Saluran

Perhitungan debit dan dimensi saluran dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini :

$$Q = A \times V$$

Dimana :

- Q = Debit aliran (m<sup>3</sup>/det).
- A = Luas basah penampang saluran (m<sup>2</sup>).
- V = Kecepatan aliran (m/det).

Kecepatan aliran rata-rata dapat dihitung dengan rumus berikut ini,

Aliran terbuka menggunakan rumus

$$\text{Rumus Manning : } V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

$$\text{Rumus Stickler : } V = k \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

$$\text{Rumus Chezy : } V = C\sqrt{RI}$$

$$: V = \frac{1}{n} \times R^{1/6}$$

Sedang untuk perhitungan Aliran tertutup menggunakan rumus

$$\text{Rumus Haen Williams : } V = 0,85 \times R^{0,63} \times I^{0,54}$$

Dimana :

n = Koefisien kekasaran dinding dan dasar saluran menurut manning.

k, c = Koefisien kekasaran dinding dan dasar saluran strickler chezy.

$R$  = Jari – jari hidrolis =  $A/P$  (m).

$A$  = Luas basah penampang saluran (m).

$P$  = Keliling basah penampang saluran (m).

$I$  = Kemiringan dasar saluran.

Kecepatan aliran rata-rata ( $V$ ) untuk perencanaan saluran drainase harus memenuhi batas-batas nilai tertentu, yakni diantara batas kecepatan aliran maksimum dan minimum, disesuaikan dengan bahan saluran (nilai  $c$ ,  $n$ , atau  $k$ ) dan angkutan sedimennya. Bila kecepatan aliran dibawah batas kecepatan minimum, maka pada saluran akan terjadi pengendapan dan pendangkalan oleh sedimen, tumbuhnya tanaman-tanaman pengganggu (rumput-rumput liar) di dasar saluran, sehingga mengganggu fungsi saluran.

Sebaliknya, bila kecepatan aliran diatas batas kecepatan maksimum, akan terjadi erosi (penggerusan) pada dinding dan dasar saluran, terutama bila saluran direncanakan tidak tahan erosi (tanpa perkuatan dinding saluran). Misalnya:

$V$  minimum untuk saluran kecil dari tanah = 0,45 m/det

$V$  minimum untuk saluran besar dari tanah = 0,60-0,90 m/det

$V$  maksimum untuk saluran dari bahan beton = 4 m/det

- Dasar saluran

Bahan saluran (dinding dan dasar) untuk saluran drainase pada umumnya direncanakan dengan atau tanpa perkuatan atau perkerasaan. Misalnya saluran dari tanah, saluran diberi perkuatan/diplengseng, saluran dari bahan

beton, pasangan batu, kayu, kaca, dan lain-lain. Masing-masing bahan saluran mempunyai nilai kekasaran yang berbeda, misalnya bahan beton tidak sama dengan kekerasan dari bahan batu, bahan tanah, dan lain-lain.

- Kekerasan dinding

Nilai kekasaran tersebut ditetapkan oleh Manning, Chezy, Strickler, dan lain-lain. Sehingga untuk keperluan perhitungan/perencanaan ditetapkan salah satu dari ketentuan diatas, misalnya koefisien kekasaran Manning (n), Chezy (c), Stricker (k).

## 2.5 Analisis Data Curah Hujan yang Hilang

Dalam analisis curah hujan diperlukan data yang lengkap dalam arti kualitas dan panjang datanya. Untuk melengkapi data yang hilang atau rusak digunakan data curah hujan referensi yang diambil dari stasiun lain yang memiliki data yang lengkap dan diusahakan letak stasiunnya paling dekat dengan stasiun yang hilang datanya. Untuk perhitungan data yang hilang digunakan rumus perbandingan normal (normal ratio method) yaitu sebagai berikut :

$$R_x = \frac{1}{n} \left( \frac{\overline{R_x}}{\overline{R_A}} R_A + \frac{\overline{R_x}}{\overline{R_B}} R_B + \dots + \frac{\overline{R_x}}{\overline{R_n}} R_n \right)$$

Dimana :

$R_x$  = Curah hujan stasiun yang datanya dicari (mm)

$R_A, R_B, \dots, \text{dan } R_n$  = Curah hujan stasiun A, stasiun B, ... dan stasiun n (mm)

$\overline{R_x}$  = Rata-rata curah hujan tahunan stasiun yang dtanya dicari (mm)

$\overline{R_x}, \overline{R_B}, \text{ dan } \overline{R_n}$  = Rata-rata hujan tahunan stasiun A, stasiun B, dan stasiun n (mm)

## 2.6 Sistem Drainasae

### 2.6.1 Drainase

Drainase adalah salah satu fasilitas dasar yang di rancang sebagai sistem guna untuk memenuhi kebutuhan masyarakat dan merupakan komponen penting dalam perencanaan kota (perencanaan infraktuktur khususnya, secara umum, drainase di definisikan serangkain bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan sehingga lahan bisa di fungsikan secara optimal (Harahap et al., 2020)

Adapula pengertian lain dari Drainase, Drainase adalah lengkungan atau saluran air di permukaan atau di bawah tanah baik yang terbentuk secara alami atau yang di buat manusia (Nastir, 2018).

### 2.6.2 Jenis Drainase

Drainase dibedakan menjadi beberapa bagian yaitu :

(a) Menurut sejarah terbentuknya:

- .Drainase alamiah (*Natural Drainage*) Drainase alamiah adalah sistem drainase yang terbentuk secara alami.
- Drainase buatan (*Artificial Drainage*) Drainase alamiah adalah drainase yang dibentuk berdasarkan maksud dan tujuan tertentu (Hariyan et al., 2020)

(b) Menurut letak saluran:

- Drainase permukaan tanah (*Surface Drainage*) Drainase permukaan tanah adalah saluran drainase yang berada di atas permukaan tanah yang berfungsi mengalirkan air limpasan permukaan.
- 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) (Hariyan et al., 2020)

(c) Menurut konstruksi

- 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.

- 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.

(d) Menurut fungsi

- *Single Purpose*. *Single purpose* adalah saluran yang berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan saja.
- *Multy Purpose*. *Multy Purpose* adalah saluran yang berfungsi mengalirkan beberapa jenis buangan, baik secara bercampur maupun bergantian (Hasmar, 2012).

(e) Menurut pengaliran dan pembuangan air (Hariyan et al., 2020)

- Sitem gravitasi adalah untuk kemiringan yang cukup baik dan muka air di pembuangan akhir lebih rendah dari pada muka air di saluran primer.
- Sistem pompa adalah di gunakan bila air tidak mengalir secara gravitasi.
- Sistem polder yakni sistem polder disini adalah mengisolasi suatu daerah sehingga terlindung dari aliran dari luar polder.
- Bozem ( kolam penampung) di terapkan bila muka air di hilir lebih tinggi dari muka air di saluran.

- *Long storage* (saluran penampung sementara) adalah seperti bozem tapi penampungan di lakukan di saluran, di perlebar di bagian saluran.
- Normalisasi sungai, umumnya dengan melebarkan sungai atau melakukan pengerukan sungai (Kodoatie & Sjarief, 2010)

### 2.6.3 Permasalahan Drainase

Banjir merupakan bencana yang sering terjadi ketika musim hujan tiba, mengakibatkan terganggunya aktivitas masyarakat. Banjir merupakan suatu kondisi fenomena bencana alam yang mempunyai hubungan dengan jumlah kerusakan dari sisi kehidupan dan material. Banyak faktor yang menyebabkan terjadinya banjir. Secara umum penyebab terjadinya banjir di berbagai belahan dunia adalah :

1. Pertumbuhan penduduk yang tidak diimbangi dengan penyediaan sarana dan prasarana perkotaan yang memadai menyebabkan pemanfaatan lahan perkotaan menjadi tidak teratur. Pertambahan penduduk yang sangat cepat di atas rata-rata pertumbuhan nasional, akibat urbanisasi baik migrasi musiman maupun permanen.
2. Keadaan iklim; seperti masa turun hujan yang terlalu lama dan menyebabkan banjir sungai. Banjir di daerah muara pantai umumnya diakibatkan karena kombinasi dari kenaikan pasang

surut, tinggi muka air laut dan besarnya ombak yang diasosiasikan dengan terjadinya gelombang badai yang hebat.

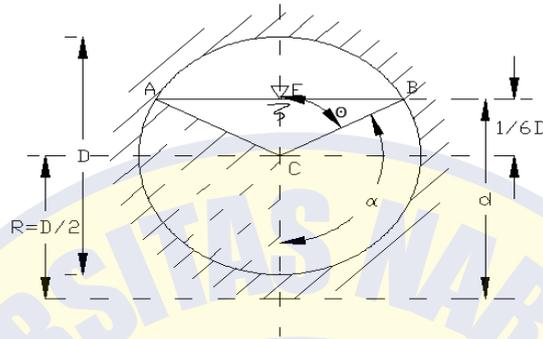
3. Perubahan tata guna lahan dan kenaikan populasi; perubahan tata guna lahan dari pedesaan menjadi perkotaan sangat berpotensi menyebabkan banjir. Banyak lokasi yang menjadi subjek dari banjir terutama daerah muara. Perencanaan penanggulangan banjir merupakan usaha untuk menanggulangi banjir pada lokasi-lokasi industri, pemukiman dan komersial. Proses urbanisasi, kepadatan populasi, kepadatan bangunan memiliki efek pada kemampuan kapasitas drainase suatu daerah dan kemampuan tanah menyerap air dan akhirnya mengakibatkan naiknya volume limpasan permukaan. Walaupun luas area perkotaan lebih kecil 3 % dari permukaan bumi, tetapi sebaliknya efek dari urbanisasi pada proses terjadinya banjir sangat besar.
4. *Land subsidence*; merupakan proses penurunan level tanah dari elevasi sebelumnya. Pada saat gelombang pasang datang dari laut melebihi aliran permukaan sungai, area *land subsidence* akan tergenangi.

#### **2.6.4 Penampang Saluran**

##### **A Penampang Saluran Lingkaran**

Saluran drainase bentuk ini berupa saluran dari pasangan atau kombinasi pasangan dan pipa beton. Dengan bentuk dasar saluran

yang bulat memudahkan pembersihan sedimen/endapan limbah. Bentuk saluran yang demikian berfungsi sebagai saluran air hujan, air irigasi maupun air rumah tangga.



Gambar 2.4 Penampang Saluran Lingkaran

Dimana:

$D$  = Diameter saluran.

$R$  = Jari-jari.

$D$  = Tinggi saluran (kondisi aliran), misalnya kondisi aliran = 60%,

$D \rightarrow 0,60D$  atau  $d = 2/3 D$ .

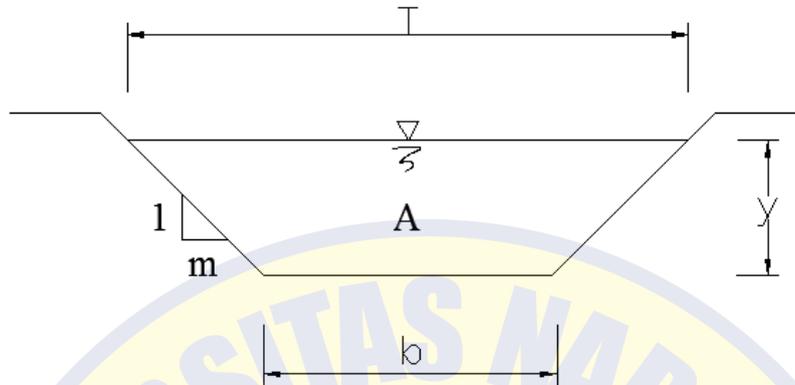
#### B Penampang Saluran Persegi

Saluran drainase berbentuk empat persegi panjang tidak banyak memerlukan ruang. Sebagai konsekuensi dari saluran bentuk ini, saluran harus dari pasangan atau beton. Bentuk ini juga berfungsi sebagai saluran air hujan, air rumah tangga maupun saluran irigasi.

#### C Penampang Saluran Trapesium

Saluran drainase bentuk trapesium pada umumnya saluran dari tanah. Tetapi juga dimungkinkan juga dari bentuk dari pasangan. Saluran ini memerlukan ruang yang cukup dan berfungsi untuk

pengaliran air hujan, air rumah tangga maupun air irigasi.



Gambar 2.5 Penampang Saluran Trapesium

Dimana:

- b = Lebar dasar saluran
- y = Tinggi aliran
- m = Miring dinding saluran (talud), dinyatakan dalam 1: m
- T = Lebar puncak
- A = Luas (luar trapesium)
- P = Keliling seluruh bagian yang terkena aliran

## 2.7 Daerah Aliran Sungai

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah yang dibatasi oleh punggung-punggungan gunung/pegunungan dimana air hujan yang jatuh di daerah tersebut akan mengalir menuju sungai utama pada suatu titik/stasiun yang ditinjau.

Dalam sebuah DAS kemudian dibagi dalam area yang lebih kecil menjadi sub DAS. Penentuan batas-batas sub DAS berdasarkan kontur, jalan dan rel KA yang ada di lapangan untuk menentukan arah aliran air. Dari peta topografi, ditetapkan titik-titik tertinggi disekeliling sungai

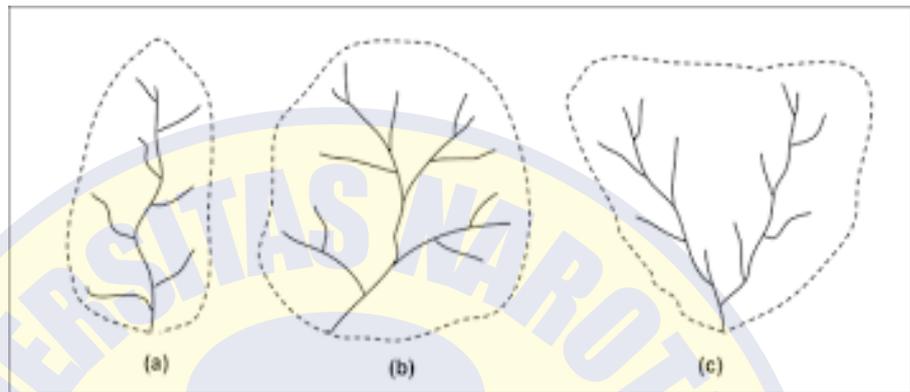
utama (main stream) yang dimaksudkan, dan masing-masing titik tersebut dihubungkan satu dengan lainnya sehingga membentuk garis utuh yang bertemu ujung pangkalnya. Garis tersebut merupakan batas DAS dititik kontrol tertentu

Air Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah air yang mengalir pada suatu kawasan yang dibatasi oleh titik-titik tinggi dimana air tersebut berasal dari air hujan yang jatuh dan terkumpul dalam sistem tersebut. DAS memiliki beberapa bentuk dan karakteristik.

Para ahli Hidrologi membedakan daerah aliran sungai berdasarkan pola alirannya. Pola aliran tersebut dipengaruhi oleh Geomorfologi, Topografi, dan bentuk wilayah. Menurut (Sosrodarsono dan Takeda 1997), dapaun corak-corak tersebut yaitu:

- a) Corak Bulu Burung, disebut bulu burung karena bentuk aliran anak sungainya menyerupai ruas-ruas tulang dari bulu burung. Anak-anak sungai langsung mengalir ke sungai utama. Corak seperti ini resiko banjirnya relatif kecil karena air dari anak sungai tiba di sungai utama pada waktu yang berbeda-beda.
- b) Corak Radial, atau disebut juga menyebar. Anak sungai menyebar dan bertemu di suatu titik tertentu. Wilayahnya berbentuk kipas atau lingkaran. Memiliki resiko banjir yang cukup besar di titik-titik pertemuan anak sungai.

- c) Corak Paralel, memiliki dua jalur sub daerah aliran sungai yang sejajar dan bergabung di bagian hilir. Memiliki resiko banjir yang cukup besar di titik hilir aliran sungai.



Gambar 2.6 Corak Daerah Aliran Sungai (DAS)

## 2.8 Rumah Pompa

Pembangunan rumah pompa merupakan salah satu program pengendalian banjir guna mengatasi permasalahan banjir. Rumah Pompa sendiri merupakan tempat yang digunakan oleh pompa air untuk memindahkan atau menaikkan debit air serta mengatur besarnya air yang dapat dikeluarkan oleh pompa tersebut. proses pengambilan keputusan lokasi rumah pompa yang tepat, yang tentunya perlu adanya penambahan beberapa kriteria diantaranya dengan melihat kepadatan penduduk sekitar lokasi.

Pompa dapat di artikan sebagai penambah energi untuk menggerakkan cairan dari suatu tempat ke tempat lainnya. Oleh karena itu energi adalah kemampuan untuk melakukan kerja, maka penambahan energi akan menggerakkan/mengalirkan cairan dari suatu tempat ke

tempat lainnya baik melalui sarana pembantu seperti pipa, maupun secara langsung (Fritz, 1996)

Pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara bagian masuk (*suction*) dengan bagian keluar (*discharge*). Dengan kata lain, pompa berfungsi mengubah tenaga mekanis dari suatu sumber tenaga (penggerak) menjadi tenaga kinetis (kecepatan), dimana tenaga ini berguna untuk mengalirkan cairan dan mengatasi hambatan yang ada di sepanjang pengaliran.

Pompa sebagai salah satu mesin aliran fluida hidrolis pada dasarnya digunakan untuk memindahkan fluida tak mampat (*incompressible fluids*) dari suatu tempat ke tempat lain dengan cara menaikkan tekanan fluida yang dipindahkan tersebut. Pompa akan memberikan energi mekanis pada fluida kerjanya, dan energi yang diterima fluida digunakan untuk menaikkan tekanan dan melawan tahanan-tahanan yang terdapat pada saluran-saluran instalasi pompa. Selain menghitung kekuatan material komponen, dalam merancang pompa sentrifugal insinyur harus memiliki kemampuan dalam mendeteksi sistem dari bahaya kavitasi, masalah besar dalam memompa industri. Dengan mengetahui tanda-tanda kavitasi, dan benar mengidentifikasi dan memahami jumlah dan metode kavitasi menghindari, kita bisa menjamin stabilitas operasi pompa dirancang

Pompa sumersibel atau submersible pumps memiliki motor penggerak yang digabungkan menjadi satu kesatuan dengan impeler dan

selubung impeler pompa yang secara keseluruhan dapat terendam air. Sedangkan jenis impelernya bisa dari jenis aliran radial, aliran campur atau aliran aksial.

#### A Perhitungan/Analisis Kapasitas Pompa

Setelah debit pada perencanaan kolam tampung polder tersebut diketahui, kapasitas air yang akan dipompa persatuan waktu dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$Q_p = Q_{\max} - \left[ \frac{2x Q_{\max} x V_t}{ntc} \right]^{0,5}$$

Dimana:

$Q_p$  = Kapasitas pompa drainase (m<sup>3</sup>/det)

$Q_{\max}$  = Debit banjir maksimum (m<sup>3</sup>/det)

$V_t$  = Volume tampungan total (m<sup>3</sup>)

$ntc$  = Lama terjadinya banjir (detik)

Volume tampungan total ( $V_t$ ) terdiri dari 3 (tiga) komponen, yaitu :

Volume tampungan di kolam retensi ( $V_k$ ),

Volume genangan yang diizinkan terjadi ( $V_g$ ),

Volume tampungan di saluran drainase ( $V_s$ )

#### B Perhitungan/Analisis Kapasitas Pompa menurut Kementerian PU

Diatur dalam Tata Cara Perencanaan, Pelaksanaan, Operasi Pemeliharaan Sistem Pompa dengan rumus :

$$Q_p = Q_{\max} / (24 x 3600 x D)$$

Dimana :

Qp = Kapasitas pompa drainase (m<sup>3</sup>/det)

D = Lamanya genangan yang diperbolehkan (hari)

