

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Drainase

Secara umum sistem drainase dapat 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 (Suripin, 2004). Dilihat dari hulunya, bangunan sistem drainase terdiri dari saluran penerima (*interceptor drain*), saluran pengumpul (*collector drain*), saluran pembawa (*conveyor drain*), saluran 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. Pada sistem yang lengkap, sebelum masuk ke badan air penerima, air diolah dahulu di instalasi pengolah air limbah (IPAL), khususnya untuk sistem tercampur. Hanya air yang telah memenuhi baku mutu tertentu yang dimasukkan ke badan air penerima, sehingga tidak merusak lingkungan.

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.

2.1.1. Sistem Drainase Perkotaan

Menurut Syarifudin (2017) sistem drainase perkotaan umumnya terbagi menjadi 2 macam, yaitu drainase minor dan drainase major.

1. Drainase Minor

Drainase minor adalah bagian dari keseluruhan sistem drainase yang mengumpulkan air dari hulu dan mengalirkannya ke drainase major. Sistem ini pada umumnya didesain untuk unit hidrologi yang kecil yang berukuran sekitar 4 - 8 ha. Sistem ini bisa digunakan untuk daerah perumahan, komersial, *industry*, atau semua area yang kecil dengan karakteristik perkotaan yang tertutup oleh daerah perkembangan perkotaan. Sistem ini mewakili jaringan drainase perkotaan yang tertutup oleh daerah perkembangan perkotaan, seperti *real estate*, daerah komersial, daerah industri, pembangunan pasar, dan lain-lain di mana tanggung jawab sistem tersebut berada pada tingkat administrasi. Drainase minor mengumpulkan air hujan dari unit tersebut dan mengalirkannya ke drainase major melalui sebuah *outlet*. *Outlet* tersebut merupakan akhir dari drainase minor.

2. Drainase Major

Drainase major mengumpulkan air hujan dari sistem drainase minor dan mengalirkannya ke outlet yang bermuara di sungai atau lautan. Drainase ini terdiri dari sungai alam, aliran sungai saluran buatan, dan lain-lain. Hal ini merupakan kunci pokok bagi drainase perkotaan yang bagus karena harus bisa mengakomodasikan air hujan

kurang dari frekuensi badai yang ada, tergantung dari kepentingan daerah perkotaan yang dilayaninya. Sistem ini mewakili jaringan drainase sebuah daerah perkotaan kabupaten atau kota yang bertanggung jawab terhadap pengelolaan, pengoperasian, dan pemeliharannya.

2.1.2. Jenis – jenis drainase

Jika dilihat dari jenis drainase yang ada, sangat terkait dengan kondisi keberadaan dan manfaatnya, antara lain :

1. Menurut sejarah terbentuknya, ada 2 jenis yaitu :
 - a. Drainase Alamiah atau *Natural Drainage*, terbentuk secara alami tanpa campur tangan manusia.
 - b. Drainase Buatan atau *Artificial Drainage*, terbentuk berdasarkan analisis ilmu drainase guna menentukan nilai debit akibat hujan dan dimensi saluran.
2. Menurut letak saluran, ada 2 jenis yaitu :
 - a. Drainase Muka Tanah atau *Surface Drainage* adalah saluran drainase yang berada di atas permukaan tanah yang berfungsi mengalirkan air limpasan permukaan. Analisis alirannya merupakan analisis *open channel flow*.
 - b. Drainase Bawah Muka Tanah atau *Sub Surface Drainage* adalah saluran drainase yang bertujuan mengalirkan air limpasan permukaan melalui media di bawah permukaan tanah (pipa – pipa).

3. Menurut fungsinya, ada 2 jenis yaitu:

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

4. Menurut jenis konstruksinya, ada 2 jenis yaitu:

- a. Drainase Terbuka sebagai saluran untuk air hujan yang terletak di area yang cukup luas dan juga untuk air non hujan yang tidak mengganggu kesehatan lingkungan.
- b. Drainase Tertutup sebagai saluran untuk air kotor yang mengganggu kesehatan lingkungan juga sebagai saluran dalam kota.

Hujan yang terjadi menyebabkan adanya air hujan yang kemungkinan sebagian besar menggenang dan mengalir di permukaan tanah atau *runoff* dan sebagian kecil meresap atau terinfiltrasi ke dalam lapisan tanah. Jika di permukaan tanah terjadi genangan lebih besar dari infiltrasi, maka untuk pengaliran air digunakan drainase muka tanah.

Kapasitas atau debit aliran maksimum dianalisis berdasarkan metode rasional, sebagai berikut:

$$Q = \alpha \cdot \beta \cdot i \cdot A \quad (1)$$

di mana :

Q = debit aliran(m³/det)

α = koefisien run off

β = koefisien penyebaran hujan

i_t = intensitas curah hujan

A = Luas area aliran

Koefisien pengaliran (α) atau *runoff* merupakan nilai banding antara bagian hujan yang *runoff* di muka bumi dengan hujan total yang terjadi. Koefisien penyebaran hujan (β) digunakan untuk analisis debit yang angkanya terletak antara 0,500 sampai dengan 1,00.

Untuk nilai:

$$(i_t) = (R/24) (24/t_c)^{2/3} \quad (2)$$

di mana :

i_t = Intensitas curah hujan

R = Durasi curah hujan

t_c = Waktu konsentrasi

Curah hujan (R) yang dimaksudkan adalah durasi atau lama terjadinya curah hujan (menit, jam) diperoleh dari hasil pencatatan alat ukur hujan otomatis Waktu konsentrasi (t_c) = t_o + t_d

T_o = *inlet time* atau waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir di muka tanah menuju saluran atau drainase.

T_d = *conduit time* atau waktu yang diperlukan air mengalir di sepanjang saluran sampai titik kontrol di hilir dapat dirumuskan sebagai panjang saluran dibagi dengan kecepatan aliran (L/V) dalam ha dimensi saluran dimana kapasitas aliran akibat hujan harus dialirkan melalui saluran drainase sampai

ketitik rencana hilir, dimana debit aliran untuk mendimensi saluran dirumuskan:

$$Q \text{ hujan} = Q \text{ saluran} = F_s \cdot V \quad (3)$$

di mana :

F_s = Luas tampang basah desain saluran (m^2)

V = Kecepatan aliran air di saluran (m/det)

F_s = Q/V

Q = Debit aliran

2.1.3. Permasalahan Drainase

Banjir merupakan kata yang sangat populer di Indonesia. Khususnya pada musim hujan, mengingat hampir semua kota di Indonesia mengalami banjir. Banjir adalah suatu kondisi fenomena bencana alam yang memiliki hubungan dengan jumlah kerusakan dari sisi kehidupan dan material. Banyak faktor yang menyebabkan terjadinya banjir. Secara umum penyebab terjadinya banjir di berbagai belahan dunia (Suripin, 2004) adalah:

- 1) Pertambahan penduduk yang sangat cepat, di atas rata-rata pertumbuhan nasional, akibat urbanisasi baik migrasi musiman maupun permanen. Pertambahan penduduk yang tidak diimbangi dengan penyediaan prasarana dan sarana perkotaan yang memadai mengakibatkan pemanfaatan lahan perkotaan menjadi tidak teratur.
- 2) Keadaan iklim; seperti masa turun hujan yang terlalu lama, dan mengakibatkan banjir sungai. Banjir di daerah muara pantai umumnya disebabkan 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, komersial dan pemukiman. Proses urbanisasi, kepadatan bangunan, kepadatan populasi memiliki efek pada kemampuan kapasitas drainase suatu daerah dan kemampuan tanah menyerap air, dan akhirnya menyebabkan naiknya volume limpasan permukaan.
- 4) *Land subsidence* adalah proses penurunan level tanah dari elevasi sebelumnya. Ketika gelombang pasang datang dari laut melebihi aliran permukaan sungai, area *land subsidence* akan tergenangi.

2.1.4. Bentuk Saluran drainase

Saluran untuk drainase tidak terlampau jauh berbeda dengan saluran air lainnya pada umumnya. Dalam perancangan dimensi saluran harus diusahakan dapat memperoleh dimensi tampang yang ekonomis. Dimensi saluran yang terlalu besar berarti tidak ekonomis, sebaliknya dimensi saluran yang terlalu kecil tingkat kerugian akan besar. Efektifitas penggunaan dari berbagai bentuk tampang saluran drainase yang dikaitkan dengan fungsi saluran adalah sebagai berikut :

1) Bentuk trapesium

Saluran drainase bentuk trapesium pada umumnya saluran dari tanah, Tapi dimungkinkah juga bentuk dari pasangan. Saluran ini membutuhkan ruang yang cukup dan berfungsi untuk pengaliran air hujan, air rumah tangga maupun air irigasi.

2) Bentuk persegi panjang

Saluran drainase berbentuk empat persegi panjang tidak banyak membutuhkan 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 air irigasi.

3) Bentuk lingkaran

Saluran drainase bentuk ini berupa saluran dari pasangan atau kombinasi pasangan dan pipa beton. Dengan bentuk dasar saluran yang bulat memudahkan pengangkutan bahan endapan/limbah. Bentuk saluran demikian berfungsi sebagai saluran air hujan, air rumah tangga maupun air irigasi.

4) Bentuk parabola

Saluran drainase bentuk ini berupa saluran dari pasangan atau kombinasi pasangan atau beton. Dengan bentuk dasar saluran yang bulat memudahkan pengangkutan bahan endapan/limbah. Bentuk saluran demikian berfungsi sebagai saluran air hujan, air rumah tangga maupun air irigasi.

5) Bentuk segitiga

Saluran drainase bentuk segitiga tidak banyak membutuhkan ruang, Sebagai konsekuensi dari saluran bentuk ini, saluran harus dari pasangan. Bentuk ini juga berfungsi sebagai saluran air hujan, air rumah tangga maupun air irigasi.

2.1.5. Persamaan untuk menghitung dimensi saluran

1. Persamaan pada bentuk saluran persegi

Persamaan untuk menghitung debit saluran (Q) :

$$Q = A \times V \quad (4)$$

di mana :

$$Q = \text{Debit saluran (m}^3/\text{detik)}$$

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

$$V = \text{Kecepatan aliran (m/detik)}$$

Persamaan untuk menghitung luas penampang basah saluran (A) :

$$A = Bh \quad (5)$$

di mana :

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

$$B = \text{Lebar dasar (m)}$$

$$h = \text{Kedalaman air (m)}$$

Persamaan untuk menghitung keliling basah saluran (P) :

$$P = B + 2 Bh \quad (6)$$

di mana :

P = Keliling basah (m)

B = Lebar dasar (m)

h = Kedalaman air (m)

Persamaan untuk menghitung jari-jari hidrolis :

$$R = \frac{A}{P} \quad (7)$$

di mana :

R = Jari-jari hidrolis (m)

A = Luas penampang (m²)

P = Keliling basah (m)

Persamaan manning untuk menghitung kecepatan aliran (V)

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad (8)$$

di mana :

V = Kecepatan aliran

R = Jari-jari hidrolis

S = Kemiringan dasar saluran

n = Kekasaran Manning

2. Persamaan pada bentuk saluran trapesium

Persamaan untuk menghitung luas penampang basah (A) :

$$A = (B + mh)h \quad (9)$$

Persamaan untuk menghitung keliling basah (P) :

$$P = B + 2h (m^2 + 1)^{0.5} \quad (10)$$

Persamaan untuk menghitung jari-jari hidrolis (R) :

$$R = \frac{A}{P} \quad (11)$$

di mana :

- A = Luas penampang basah (m²)
- B = Lebar dasar saluran (m)
- h = Kedalaman air (m)
- m = Kemiringan dinding saluran
- R = Jari-jari hidrolis (m)
- P = Keliling basah saluran

2.1.6. Intensitas Curah Hujan

Menurut Suripin (2004) apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian, maka intensitas hujan dapat dihitung dengan rumus *Mononobe*. Intensitas hujan diperoleh dengan cara melakukan analisis data hujan baik secara statistik maupun secara empiris. Biasanya intensitas hujan dihubungkan dengan durasi hujan jangka pendek misalnya 5 menit, 30 menit, 60menit dan jam-jaman. Persamaan yang digunakan dalam menghitung intensitas hujan adalah sebagai berikut:

1) Rumus Manonobe

Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian, maka intensitas hujan dapat dihitung.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (12)$$

di mana :

I = Intensitas hujan (mm/jam)

t = Lamanya hujan (jam)

R₂₄ = Curahhujan maksimum (mm)

2) Rumus Talbot

Rumus ini banyak digunakan karena mudah diterapkan dan tetapan-tetapan a dan b ditentukan dengan harga-harga yang terukur.

$$I = \frac{a}{t+b} \quad (13)$$

di mana :

I = Intensitas hujan (mm/jam)

T = Lamanya hujan (jam)

a & b = Konstanta yang tergantung pada lamanya hujan terjadi

3) Rumus Sherman

Rumus ini mungkin cocok untuk jangka waktu curah hujan yang

lamanya lebih dari 2 jam.

$$I = \frac{a}{t^n} \quad (14)$$

di mana :

I = Intensitas hujan (mm/jam)

t = Lamanya hujan (jam)

n = konstanta

2.1.7. Analisis Curah Hujan Rencana

Hujan rencana adalah hujan harian maksimum yang akan digunakan untuk menghitung intensitas hujan. Untuk mendapatkan curah hujan rancangan (X_t) dilakukan melalui analisis frekuensi antara lain:

a) Metode Distribusi Normal

$$\begin{aligned} X_T &= \bar{X} + k \cdot S_x \\ S_x &= \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \end{aligned} \quad (15)$$

di mana :

X_t = besarnya curah hujan yang terjadi dengan kala ulang T tahun

\bar{X} = rata-rata hitung variabel

S_x = Standar deviasi

k = faktor frekuensi (nilai variabel reduksi Gauss)

b) Metode distribusi log normal

$$\begin{aligned} \overline{\log X} &= \frac{\sum \log X}{n} \\ S_{\log X} &= \sqrt{\frac{\sum (\log X - \overline{\log X})^2}{n-1}} \\ \log X &= \overline{\log X} + k \cdot S_{\log X} \end{aligned} \quad (16)$$

di mana :

X = nilai variat pengamatan

$S_{\log X}$ = standart deviasi dari logaritma
 n = jumlah data
 $\text{Log} X$ = logaritma rata-rata
 K = faktor frekuensi

c) Metode distribusi frekuensi Gumbel

$$\begin{aligned}
 X_T &= \bar{X} + K \cdot S_x \\
 \bar{X} &= \frac{\sum X_i}{n} \\
 S_x &= \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (17)
 \end{aligned}$$

di mana :

X_T = besarnya curah hujan yang terjadi dengan kala ulang T tahun
 \bar{X} = rata-rata x maksimum dari seri data X_i
 K = faktor frekuensi Gumbel

$$k = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \quad (18)$$

di mana :

Y_n, S_n = besaran yang mempunyai fungsi dari jumlah pengamatan
 Y_t = reduksi sebagai fungsi dari probabilitas
 n = jumlah data

d) Metode Distribusi Frekuensi Log Pearson Type III

Metode yang dianjurkan dalam pemakaian distribusi Log Pearson Type III adalah dengan mengkorvesikan rangkaian datanya menjadi bentuk logaritmis.

$$\begin{aligned} \log \bar{X} &= \frac{\sum \log X}{n} \\ S_{\log X} &= \sqrt{\frac{\sum (\log X - \log \bar{X})^2}{n-1}} \\ C_s &= \frac{n \sum (\text{Log } X - \text{Log } \bar{X})^3}{(n-1)(n-2) S_1^3} \end{aligned} \quad (19)$$

Nilai X bagi setiap probabilitas dihitung dari persamaan:

$$\log X = \log \bar{X} + k S_{\log X} \quad (20)$$

di mana :

LogX	=	Logatrima rata-rata
S _{logX}	=	Standar deviasi dari algoritma
C _s	=	koefisien kemencengan
k	=	faktor frekuensi
n	=	Jumlah data

2.1.8. Pengolahan data hujan

Data air hujan dapat diolah dengan menggunakan hujan rata-rata daerah aliran, Metode Thiessen, dan Metode Isohyt.

a. Hujan rata-rata daerah aliran

Cara rata-rata aljabar :

$$R = 1/n (R_1 + R_2 + R_3 \dots R_n) \quad (21)$$

di mana :

R = Curah hujan daerah

N = Jumlah pos pengamatan

R₁, R₂, R_n = Curah hujan tiap pos pengamatan

b. Metode Thiessen

$$R = \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + A_3R_3 \dots A_nR_n}{A_1 + A_2 + A_3 \dots A_n} \quad (22)$$

di mana :

R = Curah hujan daerah

R₁, R₂, R_n = Curah hujan di tiap pos pengamatan

A₁, A₂, A_n = Luas daerah tiap pos pengamatan

c. Metode Isohyt

$$R = \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + A_3R_3 \dots A_nR_n}{A_1 + A_2 + A_3 \dots A_n} \quad (23)$$

di mana :

R₁, R₂, R_n = Curah hujan rata-rata path area A₁, A₂, A_n

A₁, A₂, A_n = Luas area antara garis isohyt (topografi)

2.1.9. Rumus-rumus aliran air

Penampang saluran terbuka, pada drainase muka tanah, umumnya berbentuk tampang segitiga, empat persegi panjang, trapesium dan setengah lingkaran. Penampang saluran pada drainase bawah muka tanah umumnya berbentuk lingkaran, terdiri dari bahan tanah liat, buis beton atau dengan paralon. Sedangkan pengembangan dari pipa drain ini digunakan material geotekstil, berpenampang empat persegi panjang, sisi dalam bersifat keras dan kaku (woven) yang dibungkus dengan bahan nonwoven, seperti kawat/kain

nyamuk dengan lobang lebih kecil, sehingga air dapat masuk ke saluran tanpa membawa butiran tanah.

1) Luas desain saluran

Tinggi muka air pada saluran (H) dan lebar saluran (B), merupakan parameter untuk menentukan luas basah saluran (Fs). Luas basah/desain saluran (Fs) dianalisis berdasarkan debit hujan (Q) yang notabene menjadi debit saluran dan kecepatan aliran air pada saluran (V):

$$Q = F_s \cdot V \quad (24)$$

$$F_s = Q / V \quad (25)$$

V adalah kecepatan aliran air pada saluran drainase, yang didapatkan dari table i / V atau dianalisis dengan formula Manning atau formula Chezy.

2) Kecepatan aliran air

Kecepatan aliran air pada saluran drainase, ditentukan berdasarkan:

a) Tabel kemiringan saluran versus kecepatan aliran.

Tabel 1. Kemiringan saluran versus kecepatan rata-rata aliran

Kemiringan saluran I (%)	Kecepatan rata-rata v (m / dt).
< 1	0,40
1 - < 2	0,60
2 - < 4	0,90
4 - < 6	1,20
6 - < 10	1,50
10 - < 15	2,40

b) Berdasarkan formula Manning dan Chezy

Formula Manning:

$$V = I / n R_s^{2/3} I^{1/2} \quad (25)$$

di mana :

V = Kecepatan aliran air di saluran (m/detik)

N = Koefisien kekerasan dinding, tergantung jenis bahan saluran,
untuk beton 0,010

R_s = Radius hidrolik

I = Kemiringan saluran

Formula Chezy:

$$V = c \sqrt{R_s I} \quad (26)$$

Koefisien Chezy :

$$V = \frac{100\sqrt{R_s}}{0,35 + \sqrt{R_s}} \quad (27)$$

$$V = \frac{100 \cdot R_s \cdot I^{1/2}}{0,35 + R_s^{1/2}} \quad (28)$$

di mana :

v = Kecepatan aliran (m/dt)

R_s = Radius hidrolik Fs=Ps

I = Kemiringan saluran drainase

Tabel 2. Kecepatan aliran yang diizinkan pada bahan dinding dan dasar

Jenis bahan	Kecepatan aliran izin (m/dt)
Pasir halus	0,45
Lempung kepasiran	0,50
Lanau alluvial	0,60
Kerikil halus	0,75
Lempung keras / kokoh	0,75
Lempung padat	1,10
Kerikil kasar	1,20
Batu-batu besar	1,50
Beton-beton bertulang	1,50

Tabel 3. Kemiringan dinding saluran berdasarkan dinding saluran

Jenis bahan	Kemiringan dinding saluran (%)
Tanah	0 - 5
kerikil	5 - 7,5
pasangan	7,5

2.1.10. Analisis Debit Rancangan/Limpasan

Menurut Suripin (2004) Perencanaan debit rancangan untuk drainase perkotaan dan jalan raya dihadapi dengan persoalan tidak tersedianya data aliran. Umumnya untuk menentukan debit aliran akibat air hujan diperoleh dari hubungan rasional antara air hujan dengan limpasannya (Metode Rasional). Persamaan rumus yang digunakan sebagai berikut:

$$Q_p = 0,278.C .I.A \quad (29)$$

di mana :

- Q_p = Debit banjir maksimum(m^3/dtk)
- C = Koefisien aliran permukaan/pengaliran
- I = Intensitas hujan selamawaktu konsentrasi (mm/jam)
- A = Luas daerah pengaliran (km^2)

2.1.11. Analisis Debit Air Buangan Domestik

Menurut Rendra Hurchuda (2013) Untuk memprakirakan jumlah air buangan domestik yang akan dibuang melalui saluran drainase, harus diketahui terlebih dahulu jumlah kebutuhan air untuk setiap orang perharinya yang merupakan indikasi utama untuk menganalisis debit air buangan domestik termasuk presentase yang hilang dalam prosesnya.

Untuk mempermudah hitungan jumlah penduduk digunakan rumus :

$$\text{Kepadatan penduduk rata- rata} = \frac{\text{jumlah rumah} \times \text{jumlah warga}}{\text{luas wilayah}} \quad (30)$$

Standar pemakaian air bersih di Indonesia adalah 165 liter/ jiwa/ hari. Debit air limbah rumah tangga didapat dari jumlah 60% -70% suplay air bersih setiap orang, diambil 70% saja, sisanya dipakai pada proses industri, penyiraman kebun dan lain-lain dengan rumus:

$$Q_{\text{air kotor}} = \text{kepadatan penduduk rata-rata} \times \text{suplay air bersih} \times 70\%.$$

Dapat dihitung dengan rumus :

$$Q_{\text{limbah}} = 70\% \times p \times q \quad (31)$$

di mana :

Q : debit air limbah rumah tangga (m /detik)

P : Jumlah penduduk (jiwa)

q : Minimal kebutuhan air (liter/ jiwa/ hari)

2.2. Pemeliharaan (*maintenance*)

Definisi pemeliharaan menurut O'Connor (2001) adalah suatu kegiatan untuk memelihara dan menjaga fasilitas yang ada serta memperbaiki. Melakukan penyesuaian atau pengantian yang diperlukan untuk mendapatkan suatu kondisi operasi produksi agar sesuai dengan perencanaan yang ada.

Menurut Jr. Patton (1995), pengertian *maintanace* secara umum yaitu serangkaian aktivitas (baik bersifat teknis dan administrative) yang di perlukan mempertahankan dan menjaga suatu produk atau sistem tetap berada pada dalam kondisi aman, ekonomis, efisien dan pengoperasian optimal. Aktivitas perawatan sangat diperlukan karena: Setiap peralatan punya umur penggunaan (*useful life*).

Menurut Suripin (2004) Kegiatan operasi dan pemeliharaan (O & P) merupakan dua kegiatan yang berbeda, namun tidak dapat saling dipisahkan, karena saling mempengaruhi satu sama lain. Dalam terminologi rekayasa pemeliharaan dapat didefinisikan sebagai seni untuk menjaga peralatan, bangunan, dan fasilitas lain yang terkait, pada kondisi yang kondusif untuk memberikan pelayanan sesuai dengan yang diharapkan. Pengoperasiaan sistem drainase tidak hanya memerlukan operasi fisik dari berbagai komponen, tetapi operasinya dalam kondisi darurat dan permintaan (*on-call*).

Operasi sistem drainase mempunyai dua pengertian, yaitu dalam arti luas dan arti sempit. Dalam arti luas, operasi sistem drainase adalah usaha untuk memanfaatkan prasarana drainase secara optimal. Sedangkan dalam arti sempit operasi sistem drainase adalah pengaturan bangunan yang berkaitan

dengan drainase, seperti kolam penampung, stasiun pompa, pintu klep, lubang control (*manhole*), box culvert, gorong - gorong, dan lain-lain, untuk mengeluarkan air dari kawasan / lahan yang dilindungi, dan mengalirkan air ke saluran pembuang (penerima) penerima dan atau muara (Suripin, 2004).

Pemeliharaan adalah usaha-usaha untuk menjaga agar prasarana drainase selalu berfungsi dengan baik selama mungkin, selama jangka waktu pelayanan yang direncanakan (Suripin, 2004).

Kondisi sistem drainase biasanya cepat menurun, sehingga mempengaruhi kinerja sistem. Oleh karena itu diperlukan program pemeliharaan yang lengkap dan menyeluruh. Ruang lingkup pemeliharaan sistem drainase meliputi:

1. Kegiatan pengamanan dan pencegahan.

Kegiatan pengamanan dan pencegahan adalah usaha pengamanan atau menjaga kondisi dan/atau fungsi sistem dari hal-hal yang dapat mengakibatkan rusaknya jaringan. Kegiatan ini meliputi, antara lain inspeksi rutin, melarang membuang sampah di saluran/kolam, melarang merusak bangunan drainase.

- 2) Kegiatan perawatan.

Kegiatan perawatan adalah usaha-usaha untuk mempertahankan kondisi dan/atau fungsi sistem tanpa ada bagian konstruksi yang diubah / diganti.

3) Kegiatan perbaikan.

Kegiatan perbaikan adalah usaha-usaha untuk mengembalikan kondisi dan/atau fungsi saluran dan/atau bangunan-bangunan drainase.

2.3. Banjir

Banjir adalah aliran air di permukaan tanah yang relatif tinggi dan tidak dapat ditampung oleh saluran drainase atau sungai, sehingga melimpah ke kanan dan kiri serta menimbulkan genangan/aliran dalam jumlah yang melebihi normal dan mengakibatkan kerugian pada manusia. Banjir sering dikenal dalam 2 bentuk, berupa penggenangan pada daerah yang biasanya kering atau bukan rawa, dan banjir sebagai akibat terjadinya limpasan air dari alur sungai yang disebabkan karena debit pada sungai melebihi kapasitas pengalirannya (Siswoko, 1985).

Menurut Krishna (2018), menyatakan bahwa banjir adalah suatu kejadian saat air menggenangi daerah yang biasanya tidak digenangi air dalam selang waktu tertentu. Banjir umumnya terjadi pada saat aliran air melebihi volume air yang dapat ditampung dalam sungai, danau rawa, drainase, maupun saluran air lainnya pada selang waktu tertentu. Menurut BNPB (2011), banjir merupakan limpasan air yang melebihi tinggi muka air normal, sehingga melimpas dari palung sungai menyebabkan adanya penangan pada lahan rendah di sisi sungai. Sedangkan menurut Direktorat Jenderal Penataan Ruang Departemen Pekerjaan Umum (2003) banjir adalah aliran air di permukaan tanah (*surface water*) yang relatif tinggi dan tidak dapat ditampung oleh

saluran drainase atau sungai, sehingga melimpah ke kanan dan kiri serta menimbulkan genangan/aliran dalam jumlah melebihi normal dan mengakibatkan kerugian pada manusia dan lingkungan. Berdasarkan penjelasan di atas, banjir dapat diartikan sebagai peristiwa meluapnya air dari badan sungai yang menyebabkan adanya genangan pada lahan di sekitar sungai yang menimbulkan kerugian pada manusia dan lingkungan.

Menurut BNPB (2021), pada umumnya banjir disebabkan oleh curah hujan yang tinggi di atas normal sehingga system pengaliran air yang terdiri dari sungai dan anak sungai alamiah serta system drainase dangkal penampung banjir buatan yang ada tidak mampu menampung akumulasi air hujan tersebut sehingga meluap. Krishna (2018), menyatakan penyebab utama banjir adalah curah hujan yang tinggi yang berada di atas ambang normal dan beberapa tindakan manusia turut andil terhadap terjadinya bencana, diantaranya: bertempat tinggal di dataran banjir, pembangunan perkotaan yang mengakibatkan kurangnya lahan untuk penyerapan air hujan, penggundulan hutan, dan membuang sampah ke sungai dan saluran air hujan. Berdasarkan uraian di atas, secara garis besar banjir dapat dikarenakan oleh faktor alam dan faktor manusia. Terjadinya hujan dalam waktu lama serta dengan intensitas hujan tinggi mengakibatkan meluapnya air dari badan sungai atau tampungan air, keadaan ini diperparah dengan adanya aktivitas manusia.

Berkenaan tentang kerugian akibat peristiwa banjir, Krishna (2018), menyebutkan beberapa kerugian akibat peristiwa banjir, diantaranya; kematian hewan ternak dengan jumlah yang banyak, kerusakan daerah

pertanian dan gagal panen, berkurangnya cadangan pangan akibat gagal panen, kerusakan prasarana umum dan sosial, pengikisan tanah yang berakibat terjadinya longsor. Lebih lanjut Krishna (2018), menyatakan dari peristiwa banjir akan menimbulkan beberapa bahaya susulan, yaitu gangguan kesehatan masyarakat, gangguan pada penyediaan air bersih, dan gangguan terhadap cadangan pangan. Pada dasarnya banjir merupakan fenomena alam, akan tetapi manusia ikut berkontribusi terhadap terjadinya banjir, misalnya membuang sampah ke aliran sungai yang mengakibatkan pendangkalan dan penyumbatan aliran sungai yang menyebabkan timbulnya banjir. Oleh karena itu, perlu melakukan tindakan yang mencegah terjadinya banjir. Krishna (2008), menyebutkan beberapa tindakan yang dapat mencegah terjadinya peristiwa banjir, antara lain:

- 1) Tidak membuang sampah di sungai dan saluran air lainnya
- 2) Melakukan gerakan penghijauan/penanaman kembali tumbuh tumbuhan di lahan kosong dan memeliharanya dengan baik
- 3) Menjaga kebersihan lingkungan dan mengikuti kerja bakti membersihkan selokan dan saluran air disekitar tempat tinggal dan sekolah.

2.4. Penelitian Terdahulu

Ada beberapa penelitian yang menjadi acuan dalam penelitian yang dilakukan ini. Penelitian-penelitian tersebut dirangkum dalam tabel di bawah ini.

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu

No	Judul	Penulis dan Tahun Terbit	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1	Analisa Kapasitas Saluran Drainase pada jalan raya Kelet-Bangsri	Mahfidzt 2022	kuantitatif	saluran drainase yang ada sekarang tidak mampu menampung debit air rencana aliran drainase karena pesatnya perkembangan dan penambahan jumlah penduduk di daerah tersebut
2	Analisa Masalah Sistem Drainase Jalan Raya di depan Hotel Sentani Indah Kabupaten Jayapura	Sembor 2012	Kuntitatif	saluran drainase yang ada sekarang tidak mampu menampung dan mengalirkan air secara maksimal karena saluran drainase tertutup sediman yang banyak menumpuk pada saluran drainase, dan sampah
3	Penerapan Strategi Operasional dan Pemeliharaan Drainase Berdasarkan Partisipasi Masyarakat	Dian Febrianti 2019	Kuantitatif	Masyarakat menunjukkan minat dan kemauan untuk menjaga dan memelihara drainase agar dapat berfungsi dengan baik
4	Kajian Prioritas Penanganan Drainase Kota Lhokseumawe	Ibrahim dkk 2019	Kuantitatif	Diperlukan adanya upaya perencanaan sistem pengelolaan drainase secara konferehensif dan terpadu
5	Analisa Dimensi Saluran Drainase Untuk Mengatasi Banjir di Jalan Bay Salim Sekip Jaya Kecamatan Kemuning Palembang	Zainul Bahri 2020	Kuantitatif	Saluran 1 layak dan dapat menampung serta menyalurkan aliran air baik dari hujan maupun air limbah domestik penduduk. Saluran 2 tidak layak dan tidak dapat menyalurkan aliran air hujan dan air limbah domestik dari penduduk.

6	Evaluasi Kapasitas Sistem Drainase (Studi Kasus Desa Tengah Rt 03/01Cipayung Kecamatan Cibinong)	Subur Siswanto 2019	Kuantitatif	Kapasitas sistem drainase di Desa Tengah Cipayung tidak layak digunakan karena beberapa faktor seperti penyempitan saluran, rusaknya konstruksi penampang saluran dan adanya sampah di area saluran
7	Analisa Sistem Drainase Terhadap Penanggulangan Banjir dan Genangan di Kecamatan Metro Timur Kota Metro Lampung	Eri Prawati dkk 2022	Kuantitatif	Tidak berfungsinya saluran drainase secara maksimal merupakan penyebab utama terjadinya banjir dan genangan
8	Analisis Kapasitas Drainase Sinrijala terhadap Operasi dan Pemeliharaan	Andi Nahrisa dkk 2021	Kuantitatif	Sebagian besar saluran drainase Sinrijala tidak berfungsi dengan maksimal, perbaikan faktor fisik bangunan seperti perbaikan dinding saluran, penambahan tanggul, pengerukan menjadi faktor-faktor yang penting dalam kegiatan operasi dan pemeliharaan
9	Evaluasi dan Perencanaan Saluran Drainase di Jalan Sangga Buana II Palangka Raya	Agustus dkk 2019	Kuantitatif	Dari hasil perhitungan, saluran tidak mampu mengalirkan dan menampung debit drainase yang bersumber dari ahir hujan dan air limbah domestik. Sebagai solusi, dimensi saluran perlu diperbesar, arah aliran dan bangunan pelengkap pada saluran perlu ditata.
10	Analisis dan Evaluasi Drainase Kawasan Perumahan Blang Beurandang Kabupaten Aceh Barat	Cut Suciati Silvia dkk 2018	Kuantitatif	Dari hasil perhitungan, saluran tidak mampu mengalirkan dan menampung debit drainase yang bersumber dari ahir hujan dan air limbah domestik. Sebagai solusi, dimensi saluran perlu diperbesar,

				arah aliran dan bangunan pelengkap pada saluran perlu ditata.
--	--	--	--	---------------------------------------------------------------

