

## BAB II

### PERANCANGAN SISTEM PLAMBING

#### 2.1 Pendahuluan

##### 2.1.1 Latar Belakang

Pembangunan konstruksi terus bertumbuh seiring dengan perkembangan zaman. Hal tersebut mempengaruhi jumlah ketersediaan lahan sehingga pola pembangunan mengalami pergeseran. Pembangunan konstruksi mulai beralih dengan pola pembangunan vertikal berupa gedung-gedung bertingkat. Dalam pembangunan gedung bertingkat diperlukan perencanaan yang matang dalam berbagai aspek. Berbagai aspek tersebut meliputi aspek arsitektural, aspek fungsional, aspek struktural, aspek ekonomi, dan aspek lingkungan.

Aspek fungsional menyangkut aspek pada bangunan yang dapat memenuhi kebutuhan penghuni bangunan tersebut, salah satunya sistem plambing. Perencanaan sistem plambing pada gedung bertingkat meliputi perancangan sistem air bersih dan air kotor, serta sistem pemadam kebakaran. Tujuan dari perencanaan sistem plambing untuk menyediakan kebutuhan air bersih sesuai pada tempat yang dikehendaki dengan tekanan cukup serta menyalurkan air kotor (air bekas pakai) dari peralatan saniter menuju tempat yang telah ditentukan agar tidak mencemari bagian dalam maupun luar gedung (Simangunsong, 2003). Demi mencapai tujuan tersebut diperlukan perencanaan sistem plambing yang memadai sesuai dengan ketentuan teknis yang berlaku.

##### 2.1.2 Maksud dan Tujuan

Perancangan sistem plambing dimaksudkan agar dapat memberikan pelayanan yang layak terhadap penghuni gedung maupun masyarakat sekitar. Pelayanan tersebut meliputi penyediaan air bersih dan penyaluran air kotor di dalam gedung sehingga tidak menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan di dalam maupun di luar gedung.

### 2.1.3 Batasan Masalah

Perencanaan sistem plambing dibuat untuk memenuhi kebutuhan gedung dengan 43 kamar tidur dengan kamar mandi dalam, 8 kamar mandi dalam, 1 dapur, dan 1 ruang cuci. Perencanaan sistem plambing tersebut meliputi :

- a. Sistem instalasi perpipaan maupun instalasi pendukung penyediaan air bersih yang meliputi perhitungan kebutuhan air bersih, kebutuhan pompa, dimensi pipa, dan dimensi tangki.
- b. Sistem instalasi perpipaan maupun instalasi pendukung penyaluran air kotor yang meliputi volume air kotor, dimensi pipa, dan dimensi *septic tank*.
- c. Sistem instalasi perpipaan air pemadam kebakaran yang meliputi perhitungan kebutuhan air pemadam kebakaran, dimensi tangki, dan dimensi pipa distribusi.

## 2.2 Sistem Instalasi Air Bersih

### 2.2.1 Sumber Air Bersih

Sebagai komponen penyediaan air bersih, sumber air bersih pada suatu bangunan dapat berasal dari :

#### a. Sumber air PDAM

Air bersih yang didistribusikan oleh PDAM telah melewati proses penyaringan dan penjernihan sehingga layak untuk digunakan dan terjamin ketersediaannya. Air dari PDAM ditampung terlebih dahulu pada tangki air bawah (*ground water tank*) kemudian dipompa menuju tangki air atas (*roof tank*).

#### b. Sumber air sumur

Sebelum melakukan pengeboran untuk pengambilan air sumur, diperlukan pemeriksaan pada kelayakan air yang akan digunakan. Apabila kondisi air belum layak digunakan perlu dilakukan pengolahan sebelum ditampung pada tangki air bawah (*ground water tank*).

### 2.2.2 Sistem Penyediaan Air Bersih

Menurut Noerbambang dan Morimura (1993), sistem penyediaan air bersih meliputi :

a. Sistem sambungan langsung

Pipa utama penyediaan air bersih disambungkan langsung dengan pipa distribusi di dalam gedung. Sistem sambungan langsung dapat diterapkan pada bangunan gedung bertingkat rendah atau kawasan perumahan. Hal tersebut dikarenakan ukuran dan tekanan dalam pipa utama pada bangunan gedung bertingkat rendah atau kawasan perumahan terbatas.

b. Sistem tangki atap

Pada sistem tangki atap, air ditampung terlebih dahulu pada tangki air bawah (*ground water tank*). Tangki air bawah dipasang pada lantai terendah pada bangunan atau di bawah muka tanah. Kemudian air dipompa menuju tangki air atas (*roof tank*) yang kemudian didistribusikan ke seluruh bangunan. Tangki air atas dipasang di atas lantai tertinggi atau di atas atap pada bangunan.

c. Sistem tangki tekan

Air hasil tampungan tangki air bawah (*ground water tank*) dipompa ke dalam tangki tertutup sampai udara yang berada di dalam terkompresi. Kemudian air dialirkan menuju sistem distribusi pada bangunan dengan bantuan pompa otomatis yang diatur oleh suatu detector tekanan.

### 2.2.3 Sistem Perpipaan Air Bersih

Sistem perpipaan air bersih pada bangunan gedung, terdiri dari :

a. Sistem *down feed*

Suplai air dari sumur atau PDAM yang telah ditampung pada tangki air bawah (*ground water tank*) didistribusikan menuju tangki air atas (*roof tank*) menggunakan pompa hidrolik.

b. Sistem *up feed*

Pada sistem *up feed*, distribusi air pada bangunan tidak menggunakan tangki air bawah (*ground water tank*) sehingga diasumsikan air bersih berasal dari sumur atau PDAM. Kemudian air dipompa menuju tangki air atas (*roof tank*) dan didistribusikan ke seluruh bangunan menggunakan pompa *booster*.

### 2.2.4 Debit Aliran Air

Menurut Noerbambang dan Morimura (1993), terdapat tiga metode untuk mendapatkan taksiran debit aliran air :

- a. Berdasarkan jumlah penghuni
- b. Berdasarkan jenis dan jumlah alat plambing
- c. Berdasarkan unit beban alat plambing

Dari ketiga metode tersebut, metode berdasarkan jumlah penghuni dinilai paling akurat. Hal tersebut didasarkan pada alasan bahwa jumlah penghuni dalam gedung telah diketahui jumlahnya. Alasan lain pemilihan metode berdasarkan jumlah penghuni adalah dalam jurnal yang berjudul *Examinations on Water Supply Load Calculation Methods of Office Building: Comparison between Conventional Design Methods and the Simulation Methods* oleh Sakaue K. didapatkan hasil perbandingan perhitungan dengan beberapa metode dengan metode jumlah penghuni memiliki hasil dengan kebutuhan air paling tinggi. Dimana jumlah penghuni yang digunakan dalam perhitungan kebutuhan air bersih diasumsikan pada titik puncak.

1. Pemakaian air untuk satu gedung dalam sehari ( $Q_d$ )

$$Q_d \text{ (liter/hari)} = \sum \text{ penghuni} \times \text{pemakaian air per orang per hari}$$

2. Pemakaian air tambahan ( $Q_{d_{total}}$ )

$$Q_{d_{total}} \text{ (liter/hari)} = (100\% + \text{tambahan pemakaian air}) \times Q_d$$

3. Pemakaian air rata-rata untuk satu gedung per jam ( $Q_h$ )

$$Q_h \text{ (m}^3\text{/jam)} = \frac{Q_{d_{total}}}{T}$$

Dengan :  $Q_{d_{total}}$  = Pemakaian air rata-rata sehari (m<sup>3</sup>/hari)

$T$  = Jangka waktu pemakaian (jam)

4. Pemakaian air pada jam puncak ( $Q_{h_{max}}$ )

$$Q_{h_{max}} \text{ (m}^3\text{/jam)} = C_1 \times Q_h$$

Dengan :  $C_1$  = Konstanta antara 1,5 – 2

(1,5 untuk bangunan rumah; 1,75 untuk bangunan kantor; 2 untuk bangunan hotel/apartemen)

$Q_h$  = Pemakaian air rata-rata per jam (m<sup>3</sup>/jam)

5. Pemakaian air pada menit puncak ( $Q_{m_{max}}$ )

$$Q_{m_{max}} \text{ (m}^3\text{/menit)} = C_2 \times Q_h$$

Dengan :  $C_2$  = Konstanta antara 3 – 4

(3 untuk bangunan rumah; 3,5 untuk bangunan kantor; 4 untuk bangunan hotel/apartemen)

$Q_h$  = Pemakaian air rata-rata per jam (m<sup>3</sup>/jam)

### 2.2.5 Tekanan dan Kecepatan Aliran Air

Tekanan aliran air yang terlalu tinggi dapat menimbulkan pukulan air yang dapat mempercepat keausan peralatan plambing. Tetapi apabila tekanan aliran air terlalu rendah maka akan mempersulit penggunaan air. Pada Tabel 2.1. dijabarkan tekanan standar dan tekanan yang dibutuhkan oleh masing-masing alat plambing.

**Tabel 2.1.** Tekanan Minimum Alat Plumbing

Alat Plumbing	Tekanan yang dibutuhkan (kg/cm <sup>2</sup> )	Tekanan standar (kg/cm <sup>2</sup> )
Katup gelontor kloset	0,7	1
Katup gelontor peturasan	0,4	
Keran otomatis	0,7	
Keran biasa	0,3	
Pancuran mandi biasa	0,35	
Pancuran mandi dengan pancaran	0,7	
Pemanas air dengan gas	0,25-0,7	

Sumber : Noerbambang dan Morimura, 1993

Tekanan air tiap lantai dapat dihitung menggunakan rumus :

$$p = \rho \times g \times h$$

Dengan :  $p$  = Tekanan (N/mm<sup>2</sup>)

$\rho$  = Kerapatan air (998,2 kg/m<sup>3</sup>)

$g$  = Percepatan gravitasi (9,81 m/s<sup>2</sup>)

$h$  = Tinggi potensial (m)

Batas kecepatan aliran air berkisar antara 0,9 m/s sampai 2 m/s (Noerbambang & Morimura, 1993). Kecepatan aliran yang terlalu tinggi dapat menimbulkan kemungkinan terjadinya pukulan air yang dapat mempercepat keausan peralatan plumbing. Kecepatan aliran air dapat diperiksa dengan rumus :

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

Dengan :  $V$  = Kecepatan aliran (m/s)

$Q$  = Debit aliran air per hari (m<sup>3</sup>/s)

$D$  = Diameter pipa (m)

## 2.2.6 Peralatan Penyediaan Air Bersih

### 2.2.6.1 Pipa

Terdapat beberapa jenis pipa yang digunakan pada instalasi dalam gedung, yaitu :

a. Pipa PVC (*Poly Vinyl Chloride*)

Terbuat dari gabungan material polivinil klorida sehingga menghasilkan pipa kuat, ringan, dan tidak mudah berkarat. Dapat digunakan untuk instalasi air bersih dan air kotor.

b. Pipa HDPE (*High Density Poly Ethylene*)

Terbuat dari material dengan kerapatan tinggi sehingga tahan terhadap temperatur yang tinggi. Pipa HDPE dapat digunakan untuk instalasi air panas.

c. Pipa PPR PN (*Poly Propylene Random*)

Terbuat dari material polipropilen yang digunakan untuk instalasi air bertekanan kuat dan memiliki temperature tinggi. Permukaan pipa polipropilen licin dan sudah memenuhi standar untuk instalasi air siap minum.

Terdapat beberapa perlengkapan tambahan pada pipa dalam gedung, yaitu :

a. Flens

Digunakan untuk menyambung antar pipa sehingga memudahkan pada saat proses perbaikan atau penggantian.

b. Belokan

Digunakan untuk mengubah arah aliran air dari lurus dengan perubahan sudut belokan yang telah disesuaikan dengan standar yang berlaku.

c. Katup

Digunakan untuk membuka dan menutup laju aliran pada pipa apabila sedang dilakukan proses perbaikan.

### 2.2.6.2 Pompa

Pompa yang digunakan pada sistem distribusi air bersih harus dapat memberikan debit dan tekanan aliran air yang memadai.

1. Perhitungan Head pompa ( $H_{pompa}$ )

$$H_{pompa} = H_{suction} + H_{discharge}$$

2. Perhitungan daya pompa

Dengan kapasitas pompa ( $Q$ ) dan head pompa ( $H_{pompa}$ ) yang telah dihitung maka dapat ditentukan jenis pompa yang digunakan melalui perhitungan pompa.

$$P = \frac{0,163 \times \gamma \times Q \times H_p}{75}$$

Dengan :  $P$  = Daya pompa (kilowatt)

$\gamma$  = Berat jenis air (1000 kg/m<sup>3</sup>)

$Q$  = Kapasitas pompa (m<sup>3</sup>/s)

$H_p$  = Head pompa (m)

### 2.2.6.3 Tangki Air

Pada sistem plambing gedung bertingkat diperlukan adanya tangki penampungan air untuk memenuhi kebutuhan air bersih.

1. Tangki air bawah (*ground water tank*)

Air yang bersumber dari sumur ditamoung terlebih dahulu pada tangki air bawah sebelum dipompa menuju tangki air atas. Menurut Noerbambang dan Morimura (1993), perhitungan volume tangki air bawah sebagai berikut :

Perhitungan kapasitas pipa ( $Q_s$ )

$$Q_s = \frac{2}{3} Q_h$$

Dengan :  $Q_s$  = Kapasitas pipa ( $m^3/jam$ )

$Q_h$  = Kebutuhan air rata-rata per jam ( $m^3/jam$ )

Perhitungan volume tangki air bawah

$$\text{Volume} = Q_d - (Q_s \times T)$$

Dengan :  $Q_d$  = Jumlah kebutuhan air per hari ( $m^3/hari$ )

$Q_s$  = Kapasitas pipa ( $m^3/jam$ )

$T$  = Jangka waktu pemakaian (jam)

## 2. Tangki air atas (*roof tank*)

Menurut Noerbambang dan Morimura (1993), perhitungan volume tangki air atas sebagai berikut :

Perhitungan volume tangki air atas

$$\text{Volume} = ((Q_p - Q_{h_{\max}}) T_p - (Q_{pu} \times T_{pu}))$$

Dengan :  $Q_p$  = kebutuhan menit puncak ( $m^3/menit$ )

$Q_{h_{\max}}$  = kebutuhan jam puncak ( $m^3/menit$ )

$Q_{pu}$  = kapasitas pompa pengisi ( $m^3/menit$ )

$T_p$  = waktu kebutuhan puncak (menit)

$T_{pu}$  = waktu kerja pompa pengisi (menit)

## 2.3 Sistem Instalasi Air Buangan

### 2.3.1 Jenis Air Buangan

Menurut Noerbambang dan Morimura (1993), jenis air buangan pada bangunan gedung berdasarkan sumbernya terbagi menjadi :

#### 1. Air kotor (*black water*)

Air buangan yang mengandung sisa metabolisme manusia yang berasal dari kloset atau peturasan.

2. Air bekas (*grey water*)

Air buangan yang berasal dari bekas kegiatan manusia melalui bak mandi, bak cuci tangan, bak dapur, dan sebagainya.

3. Air hujan

Air hujan yang jatuh di permukaan atap bangunan gedung atau di halaman bangunan gedung.

### 2.3.2 Jenis Pembuangan Air

Menurut Noerbambang dan Morimura (1993), sistem pembuangan air pada bangunan gedung terbagi menjadi :

1. Sistem pembuangan air campuran

Berbagai jenis air buangan dikumpulkan dan disalurkan ke luar gedung melalui satu saluran pembuangan yang sama.

2. Sistem pembuangan air terpisah

Setiap jenis air buangan dikumpulkan dan disalurkan ke luar gedung secara terpisah melalui saluran pembuang yang berbeda sesuai jenisnya.

3. Sistem pembuangan tak langsung

Air buangan dari beberapa lantai gedung bertingkat digabungkan dalam satu penampung yang sama.

### 2.3.3 Jenis Pipa Pembuang

Menurut Noerbambang dan Morimura (1993), sistem pembuangan air pada bangunan gedung terbagi menjadi :

1. Pipa pembuangan alat plambing

Pipa pembuangan yang menghubungkan perangkat alat plambing dengan pipa pembuang lain.

2. Pipa cabang mendatar

Pipa pembuangan mendatar yang menghubungkan pipa pembuangan alat plambing dengan pipa tegak air buangan.

3. Pipa tegak air buangan  
Pipa pembuangan tegak yang mengalirkan air buangan dari pipa cabang mendatar.
4. Pipa pembuangan gedung  
Pipa pembuangan yang mengumpulkan air buangan dari pipa tegak air buangan.
5. Riol gedung  
Pipa pada halaman gedung yang menjadi penghubung saluran pembuangan gedung dengan instalasi pengolahan.

### 2.3.3.1 Pipa Pembuang

Ukuran dan kemiringan pipa pembuangan harus sesuai dengan kapasitas dan jenis air buangan yang dialirkan untuk menghindari terjadinya penyumbatan pada saluran pembuang. Berdasarkan Noerbambang dan Morimura (1993), saluran pipa air buangan menggunakan ukuran pipa yang berukuran minimal sama atau lebih besar dari ukuran perangkat atau lengan perangkat.

### 2.3.3.2 *Septic Tank*

Pada SNI 2398-2017, diatur dimensi ukuran *septic tank* sesuai dengan jumlah pemakai seperti dalam Tabel 2.2 berikut.

**Tabel 2.2.** Dimensi *Septic Tank*

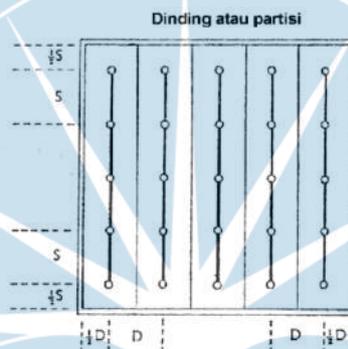
No	Pemakai (orang)	Sistem Tercampur				Sistem Tercampur			
		Ukuran (m)			Volume (m <sup>3</sup> )	Ukuran (m)			Volume (m <sup>3</sup> )
		Panjang	Lebar	Tinggi		Panjang	Lebar	Tinggi	
1	5	1,6	0,8	1,6	2,1				
2	10	2,1	1	1,8	3,9	1,6	0,8	1,3	1,66
3	15	2,5	1,3	1,8	5,8	1,8	1	1,4	2,5
4	20	2,8	1,4	2	7,8	2,1	1	1,4	2,9
5	25	3,2	1,5	2	9,6	2,4	1,2	1,6	4,6
6	50	4,4	2,2	2	19,4	3,2	1,6	1,7	5,2

Sumber : SNI 2398-2017

## 2.4 Sistem Instalasi Pemadam Kebakaran

### 2.4.1 Sistem Pemadam Kebakaran Dalam Gedung

*Sprinkler* merupakan salah satu instalasi pemadam kebakaran dalam gedung yang dapat memancarkan air secara otomatis. Pada bagian kepala *sprinkler* dilengkapi dengan detektor suhu yang dapat mendeteksi suhu panas saat kebakaran terjadi. Kemudian air akan terpancar keluar ke arah bawah (*pendent*) secara otomatis. Dalam memudahkan proses distribusi air pemadam kebakaran, penempatan *sprinkler* dibuat dengan susunan cabang tunggal. Penempatan kepala *sprinkler* disusun seperti Gambar 2.1. berikut.



S = perencanaan penempatan kepala springkler pada pipa cabang.  
D = jarak antara deretan kepala springkler.

Gambar 2.1 Penempatan Kepala *Sprinkler* Bahaya Ringan

### 2.4.2 Kebutuhan Air Pemadam Kebakaran

Kebutuhan air *sprinkler* ditentukan sebagai berikut :

1. Ditentukan jumlah *sprinkler* sesuai dengan jarak yang diperhitungkan.
2. Ditentukan kebutuhan total *sprinkler* ( $Q_{sprinkler}$ ).
3. Perhitungan volume *sprinkler* ( $V_{sprinkler}$ ) untuk memenuhi kebutuhan air seluruh *sprinkler*.

$$V_{sprinkler} = Q_{sprinkler} + T$$

Dengan :  $Q_{sprinkler}$  = Kebutuhan total *sprinkler* (l/menit)

T = Rata-rata waktu pemasokan (menit)

### 2.4.3 Pompa Pemadam Kebakaran

Berdasarkan SNI 03-3989-2000 kapasitas pompa untuk bangunan gedung bertingkat sebesar 135% agar kebutuhan air yang didistribusikan dapat terpenuhi.

$$Q_{\text{total}} = 135\% \times Q_{\text{sprinkler}}$$

### 2.5 Sistem Drainase

Drainase didefinisikan sebagai prasarana yang berfungsi untuk mengalirkan kelebihan air dari suatu kawasan sehingga menuju badan air penerima (Tata Cara Penyusunan Rencana Induk Drainase Perkotaan, 2012). Sistem drainase dapat dibedakan menjadi beberapa kategori :

1. Berdasarkan proses terbentuk :
  - a. Drainase alamiah yaitu drainase yang terbentuk secara alami tanpa ada campur tangan manusia.
  - b. Drainase buatan yaitu drainase yang dibuat oleh manusia dengan analisa hidrologi dan hidrolika.
2. Berdasarkan letak saluran :
  - a. Drainase permukaan yaitu saluran drainase di atas permukaan tanah yang berfungsi untuk mengalirkan air limpasan permukaan.
  - b. Drainase bawah tanah yaitu saluran drainase yang mengalirkan air limpasan permukaan melalui media di bawah permukaan tanah (pipa).
3. Berdasarkan fungsi :
  - a. *Single purpose* yaitu saluran drainase yang berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan.
  - b. *Multi purpose* yaitu saluran drainase yang berfungsi mengalirkan beberapa jenis air buangan baik secara bergantian atau bersamaan.
4. Berdasarkan konstruksi :
  - a. Saluran terbuka yaitu saluran dengan bagian atas terbuka pada umumnya digunakan untuk mengalirkan air hujan.

- b. Saluran tertutup yaitu saluran dengan bagian atas tertutup pada umumnya digunakan untuk mengalirkan air buangan.

### 2.5.1 Saluran Drainase

Perencanaan teknis saluran drainase meliputi :

1. Perhitungan debit rencana

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A$$

Dengan  $Q$  = debit limpasan ( $m^3/s$ )

$C$  = koefisien limpasan

$I$  = intensitas hujan ( $m/jam$ )

$A$  = luas daerah pengaliran ( $m^2$ )

2. Penampang melintang

Saluran drainase dirancang dengan penampang berbentuk segitiga.

### 2.6. Sumur Resapan

Sumur resapan air hujan adalah prasarana untuk menampung dan meresapkan air hujan kedalam tanah (SNI 06-2459-2002). Persyaratan dimensi sumur resapan air hujan adalah :

1. Penampang sumur resapan air hujan berbentuk segi empat atau lingkaran
2. Ukuran minimum penampang diameter 80 cm dan maksimum 120 cm
3. Ukuran pipa masuk dan pelimpah diameter 110 mm.

Untuk menghitung volume andil banjir dan volume air hujan yang meresap menggunakan acuan dari SNI 03-2453-2002.

1. Perhitungan volume andil banjir yang akan ditampung ( $V_{ab}$ )

$$V_{ab} = C_{tadah} \times A_{tadah} \times R$$

Dengan  $C_{tadah}$  = koefisien limpasan

$A_{tadah}$  = luas bidang tadah ( $m^2$ )

$R$  = tinggi hujan rata-rata ( $mm/hari$ )

## 2. Perhitungan volume air hujan yang meresap ( $V_{rsp}$ )

$$V_{rsp} = \frac{te}{24} \times A_{tadah} \times K$$

Dengan :  $t_e$  = durasi hujan efektif (jam)

$A_{total}$  = luas dinding sumur + uas alas sumur ( $m^2$ )

$K$  = koefisien permeabilitas

### 2.7 Perhitungan Sistem Instalasi Air Bersih

Sistem penyediaan air bersih yang digunakan merupakan sistem tangki air atas dengan sumber air dari sumur, sedangkan sistem perpipaan yang digunakan merupakan sistem *down feed*. Tangki bawah (*ground water tank*) berfungsi sebagai penampung debit air yang disuplai oleh sumur kemudian didistribusikan menuju tangki atas (*roof tank*) oleh pompa hidrolik.

#### 2.7.1 Debit Aliran Air

Berdasarkan perolehan data dari desain gambar diketahui bahwa penghuni berjumlah 110 orang. Bangunan dikategorikan sebagai asrama dengan pemakaian rata-rata sehari 120 liter dan jangka pemakaian waktu rata-rata sehari 8 jam (Noerbambang & Morimura, 1993).

Perhitungan didasarkan pada pemakaian air rata-rata sehari dari setiap penghuni dan perkiraan jumlah penghuni.

#### 1. Pemakaian air untuk satu gedung dalam sehari ( $Q_d$ )

$$\begin{aligned} Q_d \text{ (liter/hari)} &= \sum \text{ penghuni} \times \text{pemakaian air per orang per hari} \\ &= 110 \times 120 \text{ liter/hari} \\ &= 13200 \text{ liter/hari} \\ &= 13,2 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

2. Pemakaian air tambahan ( $Q_{d_{total}}$ )

$$\begin{aligned}
 Q_{d_{total}} \text{ (liter/hari)} &= (100\% + \text{tambahan pemkaian air}) \times Q_d \\
 &= (100\% + 20\%) \times 13200 \text{ liter/hari} \\
 &= 15840 \text{ liter/hari} \\
 &= 15,84 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

3. Pemakaian air rata-rata untuk satu gedung per jam ( $Q_h$ )

$$\begin{aligned}
 Q_h \text{ (m}^3/\text{jam)} &= \frac{Q_{d_{total}}}{T} \\
 &= \frac{15,84}{8} \\
 &= 1,98 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

4. Pemakaian air pada jam puncak ( $Q_{h_{max}}$ )

$$\begin{aligned}
 Q_{h_{max}} \text{ (m}^3/\text{jam)} &= 2 \times 1,98 \\
 &= 3,96 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

5. Pemakaian air pada menit puncak ( $Q_{m_{max}}$ )

$$\begin{aligned}
 Q_{m_{max}} \text{ (m}^3/\text{menit)} &= 4 \times 1,98 \\
 &= 7,92 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 &= 0,132 \text{ m}^3/\text{menit}
 \end{aligned}$$

### 2.7.2 Dimensi Pipa

Pada sistem instalasi air bersih, pipa yang digunakan terbuat dari bahan PVC (*Poly Vinyl Chloride*). Dalam perhitungan dimensi pipa dibutuhkan kecepatan dan debit aliran air. Kecepatan aliran air ( $V$ ) diasumsikan menggunakan kecepatan maksimal sebesar 2 m/s. Debit aliran air ( $Q$ ) menggunakan debit pemakaian air jam puncak ( $Q_{h_{max}}$ ) sebesar 2,97 m<sup>3</sup>/jam atau sebesar 0,00018 m<sup>3</sup>/s.

$$\begin{aligned}
 \text{Dimensi pipa (D)} &= \sqrt[2]{\frac{4 \times Q}{V \times \pi}} \\
 &= \sqrt[2]{\frac{4 \times 0,00018}{2 \times \pi}} \\
 &= 0,01080 \text{ m} \\
 &= 10,8 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan pipa yang diproduksi oleh RUCIKA maka digunakan ukuran pipa 1/2" atau 12,7 mm pada air bertekanan 10 bar atau 10,2 kg/cm<sup>2</sup>.

Berdasarkan dimensi pipa aktual yang telah direncanakan maka dapat dihitung kecepatan aktual aliran air.

$$\begin{aligned}
 \text{Kecepatan aliran (V)} &= \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times D^2}} \\
 &= \sqrt{\frac{4 \times 0,00018}{\pi \times 0,0127^2}} \\
 &= 1,5 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

### 2.7.3 Kapasitas Tangki Air

#### 1. Tangki air bawah (*ground water tank*)

Perhitungan kapasitas pipa (Qs)

$$\begin{aligned}
 Q_s &= \frac{2}{3} \times Q_h \\
 &= \frac{2}{3} \times 1,98 \\
 &= 1,32 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Perhitungan volume tangki air bawah dengan asumsi waktu penampungan (T) selama 1 hari.

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= Q_d - (Q_s \times T) \\
 &= 15,84 - (1,32 \times 1) \\
 &= 5,28 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Berdasarkan volume yang telah direncanakan maka didapat dimensi tangki air bawah dengan panjang 2,3 meter, lebar 2,3 meter, dan tinggi 1 meter.

## 2. Tangki air atas (*roof tank*)

Perhitungan volume tangki air atas menggunakan asumsi bahwa kapasitas pompa pengisi ( $Q_{pu}$ ) sama dengan kapasitas jam puncak ( $Q_{hmax}$ ) yaitu  $0,0495 \text{ m}^3/\text{menit}$ , jangka waktu kebutuhan puncak 60 menit, dan jangka waktu pompa pengisi 30 menit.

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= ((Q_p - Q_{hmax}) T_p - (Q_{pu} \times T_{pu})) \\
 &= ((0,099 - 0,0495) \times 60) - (0,0495 \times 30) \\
 &= 1,49 \text{ m}^3 \\
 &= 1490 \text{ liter}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan volume yang telah direncanakan maka digunakan tangki air atas produksi PENGUIN dengan kapasitas 520 liter sebanyak 3 buah.

### 2.7.4 Daya Pompa

#### 1. Perhitungan Head pompa ( $H_{pompa}$ )

$$\begin{aligned}
 H_{pompa} &= H_{suction} + H_{discharge} \\
 &= 1 \text{ meter} + 13 \text{ meter} \\
 &= 14 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

#### 2. Perhitungan daya pompa

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{0,163 \times \gamma \times Q \times H_p}{75} \\
 &= \frac{0,163 \times 1000 \times 0,000825 \times 14}{0,75}
 \end{aligned}$$

$$= 2,51 \text{ kW}$$

Jadi daya pompa yang digunakan sebesar 2,51 kW.

## 2.8 Perhitungan Sistem Instalasi Air Buangan

### 2.8.1 Dimensi Pipa

Berdasarkan (Noerbambang dan Morimura, 1993), saluran pipa air buangan menggunakan ukuran pipa yang berukuran minimal sama atau lebih besar dari ukuran perangkat atau lengan perangkat. Ukuran pipa pembuang yang digunakan dijabarkan pada Tabel 2.3. berikut.

**Tabel 2.3.** Diameter Saluran Pipa Buangan

Alat Plumbing	Diameter Perangkat Minimum (mm)	Diameter Pipa Buangan Alat Plumbing Minimum (mm)
Kloset tangki gelontor	75	75
Bak cuci tangan biasa	32	32-40
Pancuran mandi	50	50
Bak cuci dapur	40-50	40-50

Berdasarkan ukuran pipa yang telah direncanakan sesuai dengan ketentuan yang berlaku maka digunakan pipa yang diproduksi oleh RUCIKA dengan rincian ukuran sebagai berikut :

### 2.8.2 Kapasitas *Septic Tank*

Perhitungan volume air buangan :

$$\begin{aligned} \text{Volume air buangan} &= 80\% \times Q_{\text{total}} \\ &= 80\% \times 15,84 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 12,67 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI 2398-2017, dengan jumlah penghuni 110 orang dapat digunakan *septic tank* sistem terpisah. Pada perancangan ini dibuat 4 *septic tank* yang terdiri dari 1 *septic tank* dengan pemakai 50 orang (gedung selatan), 2 *septic tank* dengan pemakai 25 orang (gedung timur dan barat), dan 1 *septic tank* dengan pemakai 10 orang (gedung utara). Dimensi dari *septic tank* yang digunakan dijabarkan pada Tabel 2.4 berikut.

Tabel 2.4. Dimensi *Septic Tank*

Pemakai (orang)	Ukuran (m)			Kapasitas (m <sup>3</sup> )
	Panjang	Lebar	Tinggi	
10	1,6	0,8	1,3	1,66
25	2,4	1,2	1,6	4,6
50	3,2	1,6	1,7	5,2

## 2.9 Perhitungan Sistem Instalasi Pemadam Kebakaran

### 2.9.1 Kapasitas Tangki

Perhitungan volume *sprinkler* dengan waktu pemasokan 30 menit

$$\begin{aligned}
 Q_{sprinkler} &= 226 \times 1,5 \text{ liter/menit} \\
 &= 339 \text{ liter/menit} \\
 V_{sprinkler} &= 339 \text{ liter/menit} \times 30 \text{ menit} \\
 &= 10170 \text{ liter} \\
 &= 10,2 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Setelah volume pada sistem instalasi pemadam kebakaran diketahui, kemudian dilakukan perhitungan volume total yang digunakan untuk menentukan dimensi tangki bawah sistem instalasi pemadam kebakaran.

$$\begin{aligned}
 V_{total} &= V_{sprinkler} \\
 &= 10,2 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Berdasarkan volume tangki bawah yang direncanakan maka dimensi tangki memiliki panjang 3 meter, lebar 2,5 meter, dan tinggi 1,5 meter.

### 2.9.2 Kapasitas Pompa

$$\begin{aligned}
 Q_{total} &= 135\% \times Q_{sprinkler} \\
 &= 135\% \times 1,5 \text{ liter/menit} \\
 &= 2,025 \text{ liter/menit}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan kebutuhan air pada sistem instalasi pemadam kebakaran maka dibutuhkan pompa kapasitas 2,025 m<sup>3</sup>/s untuk bangunan gedung dengan tingkat bahaya kebakaran ringan.

### 2.10 Perhitungan Saluran Drainase

Dengan menggunakan analisis frekuensi metode Log Pearson Tipe III diperoleh curah hujan dengan periode ulang 5 tahun sebesar 178,59 mm.

1. Perhitungan intensitas curah hujan (I) dengan waktu konsentrasi ( $t_c$ ) 0,018 jam (1,06 menit).

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{R24}{24} \times \left(\frac{24}{t_c}\right)^{0,385} \\
 &= \frac{144,36}{24} \times \left(\frac{24}{0,018}\right)^{2/3} \\
 &= 910,93 \text{ mm/jam} \\
 &= 0,000253 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

2. Perhitungan debit rencana drainase (Q) dengan koefisien pengaliran (C) pada daerah pinggiran kota 0,7 dan luas lahan pengaliran 2907,98 m<sup>2</sup>.

$$\begin{aligned}
 Q &= 0,278 \times C \times I \times A \\
 &= 0,278 \times 0,7 \times 0,000253 \times 2907,98 \\
 &= 0,14 \text{ m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan percobaan *trial and error* dengan menggunakan debit drainase yang telah direncanakan maka diperoleh dimensi drainase berbentuk segitiga dengan ukuran lebar penampang atas 0,5 meter, tinggi 0,25 meter, dan panjang 90 meter.

## 2.11 Perhitungan Sumur Resapan

1. Perhitungan volume andil banjir yang akan ditampung ( $V_{ab}$ )

$$\begin{aligned} V_{ab} &= C_{tadahan} \times A_{tadahan} \times R \\ &= 0,85 \times 2907,98 \times 178,59 \\ &= 441,43 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2. Perhitungan volume air hujan yang meresap ( $V_{rsp}$ )

$$\begin{aligned} V_{rsp} &= \frac{te}{24} \times A_{tadahan} \times K \\ &= \frac{0,18}{24} \times 2907,98 \times 0,91 \\ &= 0,05 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

3. Perhitungan jumlah sumur resapan yang dibutuhkan

$$\begin{aligned} n &= \frac{H_{total}}{H_{rencana}} \\ &= \frac{70,22}{2} \\ &= 36 \text{ sumur resapan} \end{aligned}$$

## 2.12 Perhitungan Talang Air

Perancangan talang air pada atap bangunan gedung utama menggunakan talang PVC Maspion setengah lingkaran diameter 6 inch dengan kapasitas 1610 liter/menit.

1. Perhitungan kebutuhan talang air gedung utara

$$\text{Luas atap} = 655,42 \text{ m}^2$$

$$\text{Curah hujan} = 0,18 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$= 0,000124 \text{ m/menit}$$

$$\text{Jumlah talang} = \frac{655,42 \times 0,000124}{1,61}$$

$$= 1 \text{ buah}$$

## 2. Perhitungan kebutuhan talang air gedung timur

$$\text{Luas atap} = 303,61 \text{ m}^2$$

$$\text{Curah hujan} = 0,18 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$= 0,000124 \text{ m/menit}$$

$$\text{Jumlah talang} = \frac{303,61 \times 0,000124}{1,61}$$

$$= 1 \text{ buah}$$

## 3. Perhitungan kebutuhan talang air gedung selatan

$$\text{Luas atap} = 638,55 \text{ m}^2$$

$$\text{Curah hujan} = 0,18 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$= 0,000124 \text{ m/menit}$$

$$\text{Jumlah talang} = \frac{638,55 \times 0,000124}{1,61}$$

$$= 1 \text{ buah}$$

## 4. Perhitungan kebutuhan talang air gedung barat

$$\text{Luas atap} = 501,29 \text{ m}^2$$

$$\text{Curah hujan} = 0,18 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$= 0,000124 \text{ m/menit}$$

$$\text{Jumlah talang} = \frac{501,29 \times 0,000124}{1,61}$$

$$= 1 \text{ buah}$$