

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian *Plumbing*

Sistem *Plumbing* merupakan sistem perpipaan yang didesain pada sebuah bangunan untuk menyediakan air bersih ke tempat-tempat yang membutuhkan dengan tekanan dan jumlah aliran yang cukup, dan menyalurkan air buangan dari tempat-tempat tertentu tanpa mencemarkan bagian penting lainnya (Novarizal et al., 2022).

2.2 Prinsip Dasar Sistem Penyedia Air Bersih

Kebutuhan air bersih pada bangunan hotel adalah sebuah hal yang penting bagi pengguna gedung tersebut, hal ini dikarenakan segala aktifitas di Hotel memerlukan pasokan air bersih (Yasmin & Armadita, n.d.). Maka dari itu dalam pembangunan dari sebuah gedung hal yang sangat penting adalah plumbing instalasi air bersih dan kebutuhan air bersih (Yasmin & Armadita, n.d.).

2.2.1 Syarat Air Bersih

Berikut beberapa kriteria yang harus terpenuhi dalam penyediaan air bersih (Suhardiyanto, 2017):

a. Syarat Kualitas

Kualitas Air harus memiliki kriteria yang baik dari aspek fisik, kimia, biologis, dan radiologis agar tidak menimbulkan efek samping dalam pemakaiannya.

b. Syarat Kuantitas

Syarat kuantitas yaitu diharapkan air bersih yang tersedia dapat mencukupi kebutuhan penghuni gedung tersebut.

c. Syarat Kontinuitas

Persyaratan kontinuitas ini dimaksudkan untuk ketersediaan air yang diambil sesuatu kontinuitas yang dibutuhkan dapat terus menerus digunakan dengan fluktuasi debit yang relative tetap selama 24 jam pada musim kemarau ataupun hujan.

d. Syarat Tekanan

Tekanan air yang ada pada sistem *plumbing* harus sesuai dengan ketentuan yang berlaku sesuai jenis Gedung.

2.2.2 Jenis Sistem Penyediaan Air Bersih

Berikut terdapat beberapa jenis sistem penyediaan air bersih(*Noerbambang SF, Takeo M. 2005*) :

a. Sistem sambungan langsung

Pipa utama disambung untuk penyediaan air bersih, pipa di distribusikan dalam gedung. Sistem ini biasanya diterapkan untuk perumahan dan gedung-gedung keil dan rendah karena terbatasnya tekanan dalam pipa utama dan dibatasinya ukuran pipa cabang dari pipa utama tersebut.

b. Sistem tangki atap

Prinsip kerja sistem ini yaitu, air yang telah ditampung dalam tangki bawah dipompakan ke dalam suatu tangki tertutup sehingga udara di dalamnya terkompresi. Air dari tangki tersebut dialirkan ke dalam sistem distribusi bangunan.

c. Sistem tangki tekan

Sistem distribusi bangunan dialiri oleh air dari tangki. Dalam suatu tangki tertutup, udara didalamnya terkompresi sehingga prinsip kerja ini yaitu, air yang telah ditampung dalam tangki bawah dipompakan.

d. Sistem tanpa tangki (Booster Sistem)

Sistem ini tidak menggunakan tangki apapun, tangki tekan, tangki bawah, ataupun tangki atap. Pompa menghisap air langsung dari pipa utama, sebelumnya air dipompakan langsung ke sistem distribusi bangunan.

2.2.3 Laju Aliran Air

Dalam perancangan sistem penyediaan air untuk suatu bangunan, kapasitas peralatan dan ukuran pipa-pipa didasarkan pada jumlah dan laju aliran air yang harus disediakan untuk bangunan tersebut(*Noerbambang SF, Takeo M. 2005*). Jumlah dan laju aliran air tersebut seharusnya diperoleh dari keadaan sesungguhnya, dan kemudian dibuat angka-angka peramalan yang sedapat

mungkin mendekati keadaan sesungguhnya setelah bangunan digunakan (Noerbambang SF, Takeo M. 2005). Besarnya laju aliran air dapat ditentukan dengan dua cara yaitu, berdasarkan jumlah penghuni dan berdasarkan unit beban alat plambing.

Tabel 2. 1 Laju Aliran Air Berdasarkan Nilai Unit Alat Plambing Kumulatif

No	Penggunaan Gedung	Pemakaian Air	Satuan
1	Rumah Tinggal	120	liter/penghuni/hari
2	Rumah Susun	100	liter/penghuni/hari
3	Asrama	120	liter/penghuni/hari
4	Rumah Sakit	50	liter/tempat tidur pasien/hari
5	Sekolah dasar	40	liter/siswa/hari
6	SLTP	50	liter/siswa/hari
7	SMU/SMK dan lebih tinggi	80	liter/siswa/hari
8	Ruko/Rukan	100	liter/penghuni dan pegawai/hari
9	Kantor/Pabrik	50	liter/pegawai/hari
10	Toserba, Toko pengecer	5	liter/m ² /hari
11	Restoran	15	liter/kursi
12	Hotel Berbintang	250	liter/tempat tidur/hari
13	Hotel Melati/Penginapan	150	liter/tempat tidur/hari
14	Gd. Pertunjukan, Bioskop	10	liter/kursi
15	Gs. Serba Guna	25	liter/kursi
16	Stasiun, Terminal	3	liter/penumpang tiba dan pergi
17	Peribadatan	5	liter/orang (belum dengan air wudhu)

Sumber : SNI 03-7065-2005

Tabel 2. 2 Laju Aliran Air Berdasarkan Nilai Unit Alat Plumbing Kumulatif

Sistem Penyediaan Tangki Gelontoran		Sistem Penyediaan Katup Gelontor	
Load Water Supply FixtureUnits (WSFU)	Demand Loter/second	Load Water Supply Fixture Units (WSFU)	Demand Liter/second
1	0,19		
2	0,32		
3	0,41		
4	0,51		
5	0,59	5	0,95
6	0,68	6	1,10
7	0,74	7	1,25
8	0,81	8	1,40
9	0,86	9	1,55
10	0,92	10	1,70
12	1,01	12	1,80
14	1,07	14	1,91
16	1,14	16	2,01
18	1,19	18	2,11
20	1,24	20	2,21
25	1,36	25	2,40
30	1,47	30	2,65
35	1,57	35	2,78
40	1,66	40	2,90
45	1,76	45	3,03
50	1,84	50	3,15
60	2,02	60	3,41
70	2,21	70	3,66

Tabel 2.3 Lanjutan Laju Aliran Air Berdasarkan Nilai Unit Alat Plumbing Kumulatif

Sistem Penyediaan Tangki Gelontoran		Sistem Penyediaan Katup Gelontor	
Load Water Supply Fixture Units (WSFU)	Demand Liter/second	Load Water Supply Fixture Units (WSFU)	Demand Liter/second
80	2,41	80	3,86
90	2,59	90	4,06
100	2,74	100	4,26
120	3,03	120	4,61
140	3,31	140	4,86
160	3,60	160	5,11
180	3,85	180	5,39
200	4,10	200	5,68
250	4,73	250	6,37
300	5,36	300	6,81
400	6,62	400	8,01
500	7,82	500	9,02
750	10,73	750	11,17
1000	13,12	1000	13,12
1250	15,08	1250	15,08
1500	16,97	1500	16,97
2000	20,50	2000	20,50
2500	23,97	2500	23,97
3000	27,32	3000	27,32
4000	33,12	4000	33,12
5000	37,41	5000	37,41

Sumber : Pedoman Plumbing Indonesia

Untuk mendapatkan taksiran besarnya laju aliran air terdapat tiga metode yaitu sebagai berikut:

a. Berdasarkan Jumlah Pemakaian

Metode ini didasarkan pada pemakaian air rerata sehari dari setiap penghuni dan perkiraan jumlah penghuni. Dengan ini dapat diperkirakan jumlah pemakaian air (Noerbambang SF, Takeo M. 2005). Metode ini dapat digunakan untuk menentukan angka pemakaian air yang diperoleh dan dapat di olah lagi untuk menetapkan volume tangki atap, tangki bawah, pompa dan sebagainya (Noerbambang SF, Takeo M. 2005).

- Rumus perhitungan pemakaian air rata – rata perhari

$$Q_h = \frac{Q_d}{T} \dots\dots\dots(2-1)$$

Q_d = Jumlah x Pemakaian air/org/hari

Dimana : Q_h = Pemakaian air rata – rata (m^3 /jam)

Q_d = Pemakasian air rata – rata sehari (m^3)

T = Jangka waktu pemakaian (jam)

- Rumus perhitungan pemakaian air pada jam puncak

$$Q_{h-max} = (C_1)(Q_h) \dots\dots\dots(2-2)$$

Dimana konstanta C_1 biasanya berkisar antara 1,5 sampai 2,0

- Rumus perhitungan pemakaian air menit puncak

$$Q_{m-max} = (C_2) \left(\frac{Q_h}{60} \right) \dots\dots\dots(2-3)$$

Dimana Konstanta C_2 biasanya berkisar antara 3,0 sampai 4,0

b. Berdasarkan jenis dan jumlah alat plambing

Metode ini digunakan apabila kondisi pemakaian alat plambing dapat diketahui misalnya untuk perumahan atau gedung kecil lainnya (Noerbambang SF, Takeo M. 2005).

Tabel 2. 4 Faktor Pemakaian (%) dan Jumlah Alat Plumbing

Jenis alat plumbing \ Jumlah alat plumbing	1	2	4	8	12	16	24	32	40	50	70	100
Kloset, dengan katup gelontor	1	50 satu	50 2	40 3	30 4	27 5	23 6	19 7	17 7	15 8	12 9	10 10
Alat plumbing biasa	1	100 dua	75 3	55 5	48 6	45 7	42 10	40 13	39 16	38 19	35 25	33 33

Sumber : Soufyan Noerbambang dan Takeo Morimura, (2005)

Rumus untuk menghitung factor pemakaian :

$$Y_n = Y_1 - \left[(Y_1 - Y_2) x \frac{(x_n - x_1)}{(x_2 - x_1)} \right] \dots \dots \dots (2-4)$$

Dimana : Y_n = Faktor pemakaian (%)

Y_1 = Jenis alat *plumbing* pada jumlah 1

Y_2 = Jenis alat *plumbing* pada jumlah 2

x_n = Jumlah alat *plumbing* yang akan dicari

x_1 = Jumlah alat *plumbing* 1

x_2 = Jumlah alat *plumbing* 2

Tabel 2. 5 Tabel Pemakaian Air Tiap Alat Plumbing

No.	Nama Alat <i>Plumbing</i>	Pemakaian Air untuk Penggunaan Satu Kali	Penggunaan Perjam	Laju Aliran Air (liter/menit)	Waktu untuk Pengisian (detik)
1	Kloset (dengan katup gelontor)	13,5-16,5	6-12	110-180	8,2-10
2	Kloset (dengan tangki gelontor)	13-15	6-12	15	60
3	Peturasan (dengan katup gelontor)	5	12-20	30	10
4	Peturasan, 2-4 orang (dengan tangki gelontor)	9-18 (@4,5)	12	1,8-3,6	300

5	Peturasan, 5-7 orang (dengann tangki gelontor)	22,5-31,5 (@4,5)	12	4,5-6,3	300
6	Bak cuci tangan kecil	3	12-20	10	18
7	Bak cuci tangan biasa (lavatory)	10	6-12	15	40
8	Bak cuci dapur (sink) dengan keran 13 mm	15	6-12	15	60
9	Bak cuci dapur (sink) dengan keran 22 mm	25	6-12	25	60
10	bak mandi rendam (bathtub)	125	3	30	250
11	pancuran mandi (shower)	24-60		12	120-300
12	bak mandi gaya jepang	Tergantung ukurannya	3	30	

Sumber : Soufyan Noerbambang dan Takeo Morimura (2005)

c. Berdasarkan Unit Beban alat *plumbing*

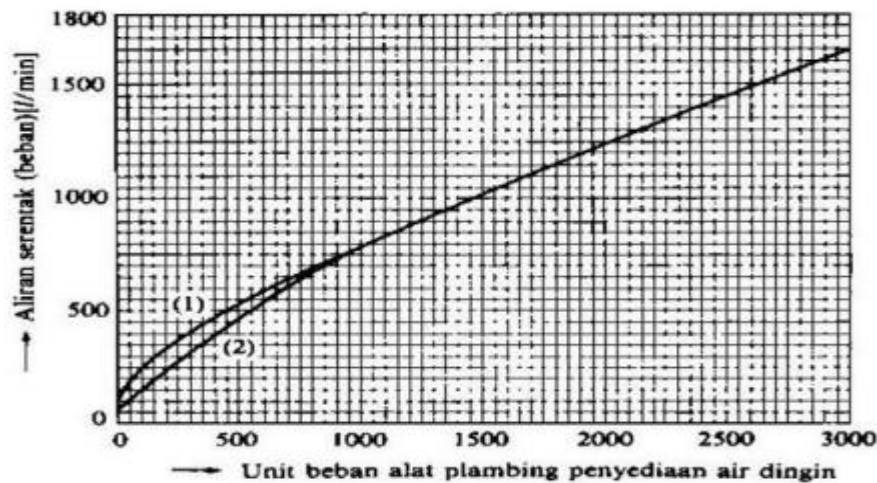
Dalam metode ini untuk setiap alat *plumbing* ditetapkan suatu unit beban (fixture unit)(Noerbambang SF, Takeo M. 2005). Untuk Setiap bagian pipa dijumlahkan besarnya unit beban dari semua alat *plumbing* yang dilayaninya, kemudian dicari besarnya laju aliran air dengan kurva. Kurva ini membersihkan hubungan antara jumlah unit beban alat *plumbing* dengan laju aliran air dengan memasukkan factor kemungkinan penggunaan serempak dari alat – alat *plumbing*(Noerbambang SF, Takeo M. 2005).

Tabel 2. 6 Unit Beban Alat Plumbing Untuk Penyediaan Air Dingin

Jenis Alat <i>Plumbing</i>	Jenis Penyediaan Air	Unit Alat <i>Plumbing</i>		Keterangan
		Untuk Pribadi	Untuk Umum	
Kloset	Katup gelontor	6	10	
Kloset	Tangki gelontor	3	5	
Peturasan dengan Tiang	Katup gelontor		10	

Peturasan				
Terbuka (<i>uinall stall</i>)	Katup gelontor		5	
Bak Cuci (kecil)	Tangki gelontor	0,5	3	
Bak Cuci Tangan	Keran	1	1	
Bak Mandi				
Rendam (<i>bathtub</i>)	Keran	2	2	
Pancuran Mandi (<i>shower</i>)	Keran pencampur air dingin dan panas	2	4	
Pancuran Mandi Tunggal	Keran pencampur air dingin dan pans	2	4	
Bak Cuci Bersama	(Untuk tiap keran)			
Bak Cuci Pel	Keran	3	2	Gedung kantor, dsb
Bak Cuci Dapur	Keran	2	4	Untuk umum : Hotel atau restoran, dll.
Bak Cuci Piring	Keran		4	
Bak Cuci Pakaian (satu sampai tiga)	Keran	3	5	
Pancuran Minuman	Katup air minum		2	
Pemanas Air	Katup bola		2	

Sumber : Soufyan Noerbambang dan Takeo Marimura, (2005)



Gambar 2. 1 Grafik Hubungan Antara Unit Beban Alat Plumbing dengan Laju Aliran

2.2.4 Tekanan Air dan Kecepatan

Aliran Tekanan air yang kurang mencukupi akan menimbulkan kesulitan dalam pemakaiannya (Noerbambang SF, Takeo M. 2005). Tekanan air yang berlebihan juga dapat menimbulkan rasa sakit terkena pancaran air serta mempercepat kerusakan alat *plumbing* dan menambah kemungkinan timbulnya pukulan air (Noerbambang SF, Takeo M. 2005). Secara umum dapat dikatakan besarnya tekanan standar adalah $1,0 \text{ kg/cm}^2$, tekanan statik antara $4,0 \text{ kg/cm}^2$ sampai $5,0 \text{ kg/cm}^2$ untuk perkantoran dan antara $2,5 \text{ kg/cm}^2$ sampai $3,5 \text{ kg/cm}^2$ untuk hotel dan perumahan (Noerbambang SF, Takeo M. 2005).

Tabel 2. 7 Tekanan yang Dibutuhkan Alat Plumbing

Nama alat plumbing	Tekanan yang dibutuhkan (kg/cm^2)	Tekanan standar (kg/cm^2)
Katup gelontor kloset	0,7	1
Katup gelontor peturasan	0,4	
Keran yang menutup sendiri, otomatik	0,7	
Pancuran mandi, dengan pancaran halus/tajam	0,7	
Pancuran mandi (biasa)	0,35	
Keran biasa	0,3	

Pemanas air langsung, dengan bakar gas	0,25-0,7
--	----------

Sumber : Soufyan Noerbambang dan Takeo Morimura (2005)

Rumus mencari tekanan tiap lantai :

$$P = \rho \times g \times h \dots \dots \dots (2-4)$$

Dimana : P = Tekanan (N/m²)

ρ = Kerapatan air (998,2 Kg/m³)

g = Percepatan gravitasi (9,81 m/s²)

h = Tinggi Potensial (m)

Standart kecepatan yang digunakan yakni sebesar 0,9-1,2 m/dtk, dengan batas maksimum antara 1,5-2,0 m/dtk.

Rumus untuk pemeriksaan kecepatan aliran :

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2} \dots \dots \dots (2-5)$$

Dimana : V = Kecepatan aliran (m/dtk)

Q = Laju aliran (m³/dtk)

D = Diameter Pipa (m)

2.2.5 Peralatan Penyedia Air Bersih

2.2.5.1 Tangki Air

a. Tangki Air Atas (Roof Tank)

Tangki atas digunakan untuk memenuhi kebutuhan puncak, biasanya disediakan dengan kapasitas cukup untuk jangka Panjang waktu kebutuhan puncak yakni sekitar 30 menit. Kapasitas efektif tangki atas dinyatakan dengan rumus(Suhardiyanto, 2017) :

$$V_E = (Q_P - Q_{max})T_p - (Q_{pu} \times T_{pu}) \dots \dots \dots (2-6)$$

Dimana : V_E = Kapasitas efektif tangki atas (liter)

Q_P = Kebutuhan puncak (liter/menit)

Q_{max} = Kebutuhan jam puncak (liter/menit)

Q_{pu} = Kapasitas pompa pengisi (liter/menit)

T_p = Jangka waktu kebutuhan puncak (menit)

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

b. Tangki Air Bawah (Ground Water tank)

Tangki bawah merupakan tempat tampungan seluruh air yang berasal dari sumber kapasitas tangki yang hanya digunakan sebagai tampungan air minum ukurannya adalah (Suhardiyanto, 2017):

$$V_R = Q_d - (Q_s \times T) \dots \dots \dots (2-7)$$

Dimana : V_R = Volume tangki air (m^3)

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

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

T = Rata – rata pemakaian per hari (jam/hari)

2.2.5.2 Pipa

Pipa merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengalirkan fluida. Jenis pipa yang ada pada umumnya digunakan pada instalasi dalam gedung adalah (Pradhana & Widodo, 2017):

- a. Pipa PVC (*Poly Vinyl Chloride*)
- b. Pipa GIP (*Galvanized iron pipe*)
- c. Pipa HDPE (*High density poly ethylene*)

Adapun kerugian-kerugian yang terjadi ketika air mengalir dalam pipa, kerugian tersebut disebabkan oleh beberapa faktor yakni kerugian akibat gesekan, belokan, reducer, katup, dsb. Secara garis besar, kerugian dibagi menjadi dua yaitu (Amaral Madeira, 2020):

a. Kerugian *Head Mayor* (*Mayor losses*)

Kerugian yang disebabkan oleh gesekan yang terjadi antara fluida dengan dinding pipa atau perubahan kecepatan yang dialami fluida (Abduh Moh & Very Dermawan, 2020). Jenis aliran fluida dapat diketahui melalui Reynold number sebagai berikut :

$$R_e = \frac{\rho v x D}{\mu} \dots \dots \dots (2-8)$$

- Dimana :
- v = Kecepatan fluida (m/s)
 - ρ = Massa jenis fluida (Kg/m³)
 - μ = Viskositas fluida (Kg/m.s atau N.s/m²)

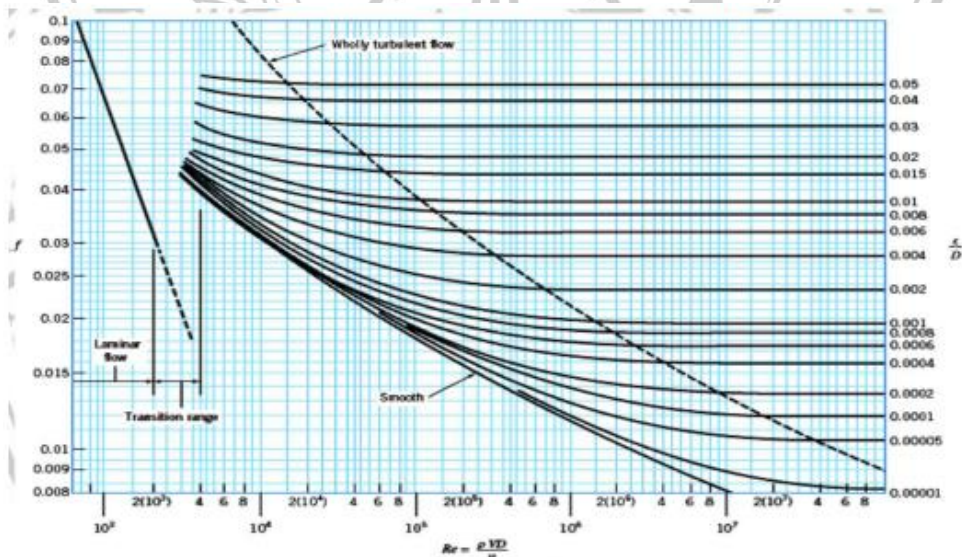
Kecepatan fluida (v) pada areynold number dapat diketahui dengan rumus $m = \rho \times v \times A$(2-9)

- Dimana :
- m = Laju aliran massa fluida (kg/s)
 - ρ = Massa jenis fluida (kg/m³)
 - v = Kecepatan fluida (m/s)
 - A = Luas penampang (m²)

Head mayor dapat dihitung dengan menggunakan persamaan Darcy Wisbach sebagai berikut :

$$h_f = f \frac{Lv^2}{D \times 2g} \dots\dots\dots(2-10)$$

- Dimana :
- h_f = kerugian head karena gesekan (m)
 - F = Faktor gesekan (Dari diagram *moody*)
 - L = Panjang pipa (m)
 - v = Kecepatan rerata aliran dalam pipa (m/s)
 - D = Diameter pipa (m)
 - G = Percepatan gravitasi (9,81 m/s²)



Gambar 2. 2 Diagram Moody

b. Kerugian *Head Minor (Minor Losses)*

Kerugian yang disebabkan oleh perubahan-perubahan mendadak dari geometri aliran karena perubahan ukuran pipa, belokan-belokan, katup, reducer serta berbagai jenis sambungan (Abduh Moh & Very Dermawan, 2020). Rumus besarnya kerugian minor :

$$hf = k \times \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots(2-11)$$

Dimana : **hf** = **Kerugian head (m)**
 k = **Koefisien kerugin**
 v = **Kecepatan aliran dalam pipa (m/s²)**
 g = **Percepatan gravitasi (9,81 m/s²)**

2.2.5.3 Pompa

Pompa diperlukan untuk membantu mengalirkan dan menaikkan air dari tangki bawah ke tangki atas yang kemudian akan didistribusikan. Beberapa jenis pompa diantaranya yaitu pompa *booster*, pompa submersibel, pompa sentrifugal dan lain-lain (Towsley, 2010).

2.2.5.4 Perlengkapan dan Aksesoris Pipa

a. *Flens*

Flens merupakan komponen yang digunakan untuk menggabungkan dua elemen pipa dengan equipmen lainnya (Korman & Simonian, 2010).

b. Katup (*Valve*)

Katup memiliki fungsi sebagai pengatur atau pengontrol aliran dari suatu cairan. Adapun beberapa jenis katup yang sering digunakan dalam sistem *plumbing* yakni katup sorong, katup bola, katup bersudut dan katup satu arah (Korman & Simonian, 2010).

c. Belokan

Belokan adalah komponen pada pipa yang berfungsi sebagai penyambung antar pipa agar arah pipa dapat sesuai dengan kebutuhan (Korman & Simonian, 2010).

2.3 Prinsip Dasar Sistem Instalasi Air Pembuangan

Sistem pembuangan memiliki tujuan untuk menyalurkan air kotor atau air bekas menuju ke tempat pengolahan sebelum diteruskan ke tempat pembuangan umum supaya tidak mencemari lingkungan sekitar dan penggunanya (Putrianti et al., n.d.). Sistem pembuangan sama pentingnya dengan sistem penyediaan air bersih, jadi perlu untuk direncanakan dengan matang menurut ketentuan dan syarat syarat yang berlaku agar sistem pembuangannya bekerja dengan baik tanpa memberikan dampak buruk kepada lingkungan luar gedung ataupun dalam Gedung (Putrianti et al., n.d.).

2.3.1 Jenis air buangan

Air limbah atau yang biasa disebut air buangan, adalah seluruh cairan yang dibuang, entah itu mengandung kotoran hewan, tumbuhan, manusia, ataupun yang mengandung sisa bahan-bahan dari pabrik (Putrianti et al., n.d.). Berikut adalah golongan-golongan air buangan (Putrianti et al., n.d.):

1. Air bekas adalah air buangan yang berasal dari bak mandi, bak cuci tangan, bak dapur dan sebagainya.
2. Air kotor adalah air buangan yang berasal dari kloset dan urinoir. Buangan kloset termasuk golongan limbah padat organik yang dapat membusuk sehingga harus diolah dengan benar.
3. Air hujan adalah air yang berasal dari air hujan yang biasanya dari atap yang dapat langsung disalurkan menuju buangan akhir.
4. Air Buangan Khusus Yang dimaksud air buangan khusus adalah air buangan yang mengandung gas, racun atau bahan-bahan berbahaya atau air buangan yang bersifat radioaktif.

2.3.2 Klasifikasi Sistem Pembuangan Air

Pembuangan air dibagi menjadi beberapa klasifikasi, antara lain (Putrianti et al., n.d.) :

1. Klasifikasi menurut jenis air buangan
 - a) Sistem pembuangan air kotor adalah sistem pembuangan yang berasal dari kloset dan lain-lain yang dikumpulkan dan dialirkan keluar.

- b) Sistem pembuangan air bekas adalah pembuangan yang berasal dari air bekas yang dikumpulkan dan dialirkan keluar.
 - c) Sistem pembuangan air hujan adalah sistem pembuangan air hujan dari atap gedung dan pekarangan yang dikumpulkan dan dialirkan keluar.
 - d) Sistem pembuangan air dari dapur khusus untuk air buangan yang berasal dari bak cuci dapur sebaiknya dilengkapi dengan perangkap lemak
2. Klasifikasi menurut cara pembuangan air
- a) Sistem campuran
Yaitu sistem pembuangan dimana segala macam air buangan dikumpulkan dan dialirkan ke dalam satu saluran.
 - b) Sistem terpisah
Yaitu sistem pembuangan dimana setiap jenis air buangan dikumpulkan dan dialirkan secara terpisah.
3. Klasifikasi menurut letaknya
- a) Sistem pembuangan dalam gedung
Yaitu sistem pembuangan yang terletak dalam gedung, sampai jarak satu meter dari dinding paling luar gedung tersebut.
 - b) Sistem pembuangan di luar gedung
Yaitu sistem pembuangan di luar gedung, dinding paling luar gedung tersebut sampai ke riol umum.
4. Klasifikasi menurut cara pengaliran
- a) Sistem gravitasi
Dimana air buangan mengalir dari tempat yang lebih tinggi secara gravitasi ke saluran umum yang letaknya lebih rendah.
 - b) Sistem bertekanan
Dimana saluran umum letaknya lebih tinggi dari letak alat-alat plambing sehingga air buangan dikumpulkan lebih dahulu dalam suatu bak penampung kemudian dipompakan keluar ke dalam riol umum.

2.3.3 Elemen Sistem Pembuangan

2.3.3.1 Pipa Pembuangan Alat Plambing

Pipa pembuangan alat plambing merupakan pipa yang menghubungkan perangkat alat plambing dengan pipa pembuangan lainnya (*Noerbambang SF, Takeo M. 2005*). Pipa ini biasanya dipasang tegak dimana ukurannya harus sama atau lebih besar dengan ukuran lubang keluar perangkat alat plambing (*Noerbambang SF, Takeo M. 2005*). Macam - macam pipa dalam sistem pembuangan yaitu sebagai berikut (*Noerbambang SF, Takeo M. 2005*):

- a) Pipa cabang mendatar merupakan semua pipa pembuangan mendatar yang menghubungkan antara pipa pembuangan alat plambing dengan pipa tegak air buangan.
- b) Pipa tegak air buangan adalah pipa tegak yang mengalirkan air buangan dari pipa cabang-cabang mendatar.
- c) Pipa tegak air kotor yaitu pipa tegak yang mengalirkan air kotor dari pipa cabang-cabang mendatar.
- d) Pipa atau saluran pembuangan gedung yaitu pipa pembuangan dalam gedung yang mengumpulkan air kotor, air bekas, dan air hujan dari pipa-pipa tegak air buangan.
- e) Riol gedung yaitu pipa di halaman gedung yang menghubungkan antara pembuangan gedung dengan instalasi pengolahan atau dengan riol umum.

Pipa pembuangan harus mempunyai ukuran dan kemiringan yang cukup, sesuai dengan banyaknya dan jenis air buangan yang harus dialirkan agar mampu mengalirkan dengan cepat air buangan yang biasanya mengandung bagian-bagian padat. Kemiringan pipa dapat dibuat sama atau lebih dari satu per diameter pipanya (dalam mm) (*Noerbambang SF, Takeo M. 2005*).

Tabel 2. 8 Kemiringan Pipa Pembuangan Horizontal

Diameter pipaer pipa (mm)	Kemiringan Minimum
75 atau kurang	1/50
100 atau kurang	1/100

Sumber : Noerbambang, Soufyan & Morimura, Takeo (2005)

Kecepatan yang baik dalam pipa berkisar antara 0.6 sampai 1.2 m/detik. Kemiringan pipa pembuangan gedung dan riol gedung dapat dibuat lebih landai daripada yang dinyatakan dalam Tabel 2.8 (Noerbambang SF, Takeo M. 2005). Jika kecepatan kurang dari 0.6 m/detik maka kotoran dalam air buangan akan mengendap sehingga pipa dapat tersumbat (Noerbambang SF, Takeo M. 2005). Disamping itu kemiringan yang lebih curam dari 1/50 cenderung akan menimbulkan efek sifon yang akan menyedot air penutup dalam perangkat alat plambing (Noerbambang SF, Takeo M. 2005). Dengan demikian diameter pipa pembuang sangat berpengaruh dalam menentukan kemiringan serta kecepatan aliran dalam pipa (Noerbambang SF, Takeo M. 2005).

Tabel 2. 9 Diameter Minimum, Perangkat dan Pipa Buangan Alat Plambing

No	Alat plambing	Diameter Perangkap Minimum (mm)	Diameter pipa alat plambing minimum (mm)
1	Kloset	75	75
2	Peturasan		
	Tipe menempel dinding	40	40
	Tipe gantung dinding	40-50	40-50
	Tipe dengan kaki, siphon jet Atau blow-out	75	75
	Untuk 3-4 orang	65	65
	Untuk 5-6 orang	75	75
3	Bak cuci tangan (Lavatory)	32	32-40
4	Bak cuci tangan (wash Bashin)		

Tabel 2. 10 Lanjutan Diameter Minimum, Perangkap dan Pipa Buangan Alat Plumbing

No	Alat plumbing	Diameter Perangkap Minimum (mm)	Diameter pipa alat plumbing minimum (mm)
	Ukuran biasa	32	32
	Ukuran kecil	25	25
5	Bak cuci, praktek dokter gigi, salon dantempat cukur	32	32-40
6	Pancuran bersih	32	32
7	Bak mandi		
	Berendam (bath tub)	32	32
	Model jepang (untuk dirumah)	40	40-50
	Untuk umum	50-75	50-75
8	Pancuran mandi (dalam ruangan)	50	50
9	Bidet	32	32
10	Bak cuci, untuk pel	65	65
	Ukuran besar	75-100	75-100
11	Bak cuci pakaian	40	40
12	Kombinasi bak cuci biasa dan bak cuci pakaian	50	50
13	Kombinasi bak cuci tangan, untuk 2-4 orang	40-50	40-50
14	Bak cuci tangan, rumah sakit	40	40-50
15	Bak cuci, laboratorium kimia	40-50	40-50
16	Baak cuci, macam-macam		
	Dapur, untu rumah	40-50	40-50
	Hotel, komersial	50	50
	Bar	32	32
	Dapur kecil cuci piring	40-50	40-50
	Dapur kecil cuci sayuran	50	50
	Penghancur kotoran (disposer) untuk rumah	40	40
	Penghancur kotoran (disposer) besar (untuk restoran)	50	50
17	Buangan lantai (floor drain)	40-75	40-75

Sumber : Noerbambang, Soufyan & Morimura, Takeo, (2005)

Ukuran pipa pembuangan dapat ditentukan berdasarkan jumlah nilai unit alat plumbing yang dilayani pipa yang bersangkutan (Noerbambang SF, Takeo M. 2005).

Tabel 2. 11 Unit Alat Plumbing Sebagai Beban, Setiap Alat atau Kelompok

No	Alat Plumbing	Diameter Perangkap Minimum (mm)	Unit Alat Plumbing Sebagai Beban
1	Kloset : Tangki gelontor	75	4
	Katup gelontor		8
2	Peterusan	40-50	4
	Tipe menempel dinding		4
	Tipe gantung di dinding		4
	Tipe dengan kaki, siphon jet atau blow out		8
	Untuk umum,model payung setiap 0,60 m		2
3	Bak cuci tangan (Lavatory)	32	1
4	Bak cuci tangan (wash Bashin)	32	1
	Ukuran kecil		0,5
5	Bak cuci, praktek dokter gigi	32	1
	Alat perawatan gigi	32	0,5
6	Bak cuci, salon dan tempat cukur	32	2
7	Pancuran bersih	32	0,5
8	Bak mandi	40-50	3
	Berenda (bath tub)		3
	Model jepang(untuk dirumah)		2
	Untuk umum		4-6
9	Pancuran mandi	50	2
	Untuk rumah		2
	Untuk umum tiappancuran		3
10	Bidet	32	3
11	Bak cuci, untuk pel	75-100	8
12	Bak cuci pakaian	40	2
13	Kombinasi bakcuci biasa dan bak cuci pakaian	50	3
14	Kombinasi bak cuci dapur dengan penghancur kotoran	40	4
15	Bak cuci tangan, kamar bedah	40	2
	Ukuran kecil		1,5

Tabel 2. 12 Lanjutan Unit Alat Plumbing Sebagai Beban, Setiap Alat atau Kelompok

No	Alat Plumbing	Diameter Perangkap Minimum (mm)	Unit Alat Plumbing Sebagai Beban
16	Bak cuci, laboratorium kimia	40-50	1,5
	Bak cuci, macam-macam		
	Dapur, untuk rumah	40-50	2-4
	Dapur, dengan penghancur makanan, untuk rumah	40-50	3
17	Hotel, komersial	50	4
	Bar	32	1,5
	Dapur kecil, cuci piring	40-50	2-4
	Mesin cuci		
18	Untuk rumah	40	2
	Paralel, dihitung setiap orang	-	0,5
	Buangan lantai (floor drain)	40	0,5
19		50	1
		75	2
	Kelompok alat plumbing dalam kamar mandi terdiri dari satu kloset, satu bak cuci tangan, satu bak mandi rendam atau pancuran mandi ;		
20	Dengan kloset tangki gelontor		6
	Dengan kloset katup gelontor		8
21	Pompa penguras (sump pump), untuk setiap 3.8 liter/min		2

Sumber : Noerbambang, Soufyan & Morimura, Takeo, (2005)

Tabel 2. 13 Beban Maksimum Unit Alat Plambing yang Diizinkan, untuk Pipa Horizontal dan Pipa Tegak

beban maksimum unit alat plambing yang diizinkan, untuk pipa horizontal dan pipa tegak buangan

Diameter pipa	cabang mendatar						pipa tegak dengan tinggi lebih dari 3 tingkat					
	cabang mendatar		satu pipa tegak setinggi 3 tingkat atau untuk 3 interval				jumlah untuk satu pipa tegak		jumlah untuk cabang satu tingkat			
(mm)	unit alat plambi ng (praktis)	red uksi (%)	unit alat plambing (NPC)	unit alat plambing (praktis)	reduksi (%) (%)	unit alat plambing (NPC)	unit alat plambing (praktis)	reduksi i (%) (%)	unit alat plambing (NPC)	unit alat plambing (praktis)	reduksi i (%) (%)	unit alat plambing (NPC)
32	1	100	1	2	100	2	2	100	2	1	100	1
40	3	100	3	4	100	4	8	100	8	2	100	2
50	5	90	6	9	90	10	24	100	24	6	100	6
65	10	80	12	18	90	20	48	90	42	9	100	9
75	14	70	20	27	90	30	54	90	60	14	90	16
100	96	60	160	192	80	240	400	80	500	72	80	90
125	216	60	360	432	80	540	880	80	1100	160	80	200
150	372	60	620	768	80	960	1520	80	1900	280	80	350
200	840	60	1400	1760	80	2200	2880	80	3600	480	80	600
250	1500	60	2500	2660	70	3800	3920	70	5600	700	70	1000
300	2340	60	3900	4200	70	6000	5880	70	8400	1050	70	1500
375	3500	50	7000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Sumber : Noerbambang, Soufyan & Morimura, Takeo, (2005).

2.4 Prinsip Dasar Sistem *Hydrant*

Sistem pemadam kebakaran atau instalasi hydrant kebakaran merupakan suatu sistem yang dialirkan melalui pipa – pipa dan slang kebakaran (Min & Jeong, 2012).

2.4.1 Klasifikasi Bahaya Kebakaran

2.4.1.1 Bahaya Kebakaran Ringan

Hunian dengan bahaya kebakaran ringan termasuk hunian yang mempunyai kondisi serupa dengan rumah ibadah, gedung pertemuan, bangunan pendidikan, rumah sakit, perpustakaan, perumahan, museum dan lain sebagainya (Min & Jeong, 2012).

2.4.1.2 Bahaya Kebakaran Sedang

Hunian dengan bahaya kebakaran sedang kelompok 1 termasuk hunian yang mempunyai kondisi serupa dengan pabrik elektronik, pabrik gelas, pabrik pengalengan, restoran (daerah servis), parkir untuk mobil dan ruangan pameran, dan lain-lain (Min & Jeong, 2012). Sedangkan untuk kelompok 2 meliputi pabrik kimia, kandang kuda, pabrik permesinan, pabrik textile, dan lain-lain (Min & Jeong, 2012).

2.4.1.3 Bahaya Kebakaran Berat

Hunian dengan bahaya kebakaran berat kelompok 1 termasuk hunian yang mempunyai kondisi serupa dengan hanggar pesawat terbang, pengecoran, penggergajian kayu, pabrik plywood, percetakan, dan lain sebagainya (Min & Jeong, 2012). Sedangkan untuk kelompok 2 meliputi pabrik asphalt saturating, solvent cleaning, pabrik/bengkel dimana dilakukan pekerjaan varnish dan pengecatan dengan cara pencelupan dan pabrik atau tempat tertentu dimana dilakukan pekerjaan dengan resiko kebakaran yang tinggi, dan lain-lain (Min & Jeong, 2012).

2.4.2 Sistem Pemadam Kebakaran Dalam Gedung

Ada beberapa sistem pemadam kebakaran yang dapat digunakan, diantaranya yaitu sistem sprinklers dan sistem fire hose reel yang ada di dalam kotak hydrant (Min & Jeong, 2012).

2.4.2.1 Sistem *Sprinklers*

Sistem sprinkler memiliki fungsi memancarkan air secara otomatis ketika ada api yang akan menyebabkan kebakaran (Min & Jeong, 2012). Sprinkler akan bekerja

secara otomatis jika temperatur operasi pada kepala sprinkler berkisar antara 57°C atau 68°C (Min & Jeong, 2012).

2.4.2.2 Sistem *Fire Hose Reel*

Sistem fire hose reel mempunyai fungsi mengalirkan air secara manual dengan menggunakan selang yang telah disediakan (Min & Jeong, 2012). Mempunyai diameter pipa 6,35 cm, jangkauan maksimal pipa 30,5 m, dilengkapi dengan katup pengeluaran, diletakkan sekitar 50 cm diatas lantai agar mudah dijangkau (Min & Jeong, 2012).

2.4.3 Sistem Pemadam Kebakaran Luar Gedung

Hydrant pilar mempunyai fungsi untuk menyuplai air ke gedung yang akan disalurkan pada bagian yang terbakar (Min & Jeong, 2012). Diameter selang minimal 2,5 in, diameter pipa minimum 4 in, dengan panjang selang 30 m, diletakkan 50 cm diatas permukaan tanah dan tidak kurang dari 6m dari tepi bangunan (Min & Jeong, 2012). Dibutuhkan adanya siamese connection yang berfungsi sebagai penyuplai air dari mobil pemadam kebakaran untuk disalurkan ke dalam instalasi pipa yang ada di dalam gedung yang kemudian akan dipancarkan oleh *hydrant box* (Min & Jeong, 2012).

