

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Plumbing

Plumbing didefinisikan sebagai seluruh kegiatan terkait dengan pemasangan, perawatan, dan perbaikan peralatan plumbing dan pipa beserta perlengkapannya di dalam bangunan dan bangunan terkait. Ini mencakup sistem drainase sanitasi, drainase air hujan, ventilasi, dan air minum (Departemen Pekerjaan Umum, 1994). Tujuan utama instalasi plumbing adalah untuk menyediakan pasokan air bersih ke lokasi yang diinginkan dengan tekanan yang memadai. Selain itu, tujuan lainnya adalah mengalirkan air bekas (air kotor) dari peralatan sanitasi ke tempat yang telah ditentukan agar tidak mencemari bagian penting dari bangunan atau lingkungan sekitarnya (Simangunsong, Sergius & Daryanto, 2003).

2.2 Prinsip Dasar Sistem Penyediaan Air Bersih

Penyediaan air bersih merupakan tujuan utama dalam sistem penyediaan air. Sistem plumbing diharapkan dapat mencegah pencemaran air, memastikan bahwa kualitas air tetap terjaga saat digunakan. Beberapa faktor penyebab pencemaran air termasuk masuknya kotoran ke dalam tangki, terbentuknya karat pada peralatan plumbing, dan aliran balik air dari sumber dengan kualitas berbeda ke dalam pipa (Noerbambang, Sofyan M. & Morimura, Takeo, 1985).

2.2.1 Syarat Air Bersih

Noerbambang, Sofyan M., dan Morimura, Takeo (1985) menyatakan bahwa ada beberapa jenis sistem penyediaan air bersih :

a. Syarat Kualitas

Kualitas air yang digunakan harus memenuhi standar yang baik dari segi fisik, kimia, biologi, dan radiologis agar tidak menimbulkan dampak yang merugikan dalam penggunaannya.

b. Syarat Kuantitas

Maksud dari persyaratan kuantitas adalah agar pasokan air bersih yang tersedia dapat memenuhi kebutuhan penghuni gedung tersebut secara memadai.

c. Syarat Kontinuitas

Persyaratan kontinuitas ini bertujuan agar air yang diambil dapat terus-menerus digunakan dengan fluktuasi debit yang relatif stabil selama 24 jam, baik pada musim kemarau maupun musim hujan.

d. Syarat Tekanan

Tekanan air yang kurang memadai dapat menyebabkan kendala dalam penggunaan air. Sementara itu, tekanan yang berlebihan dapat mengakibatkan ketidaknyamanan seperti rasa sakit saat terkena pancaran air, merusak peralatan plumbing, dan meningkatkan risiko terjadinya pukulan air. Besar tekanan air yang ideal bervariasi di suatu wilayah yang cukup luas dan bergantung pada kebutuhan pemakaian atau peralatan yang harus dilayani (Noerbambang, Sofyan M. & Morimura, Takeo, 1985). Dalam sistem plumbing, tekanan air pada pipa harus sesuai dengan standar yang berlaku, seperti untuk perumahan dan hotel yang berkisar antara 2,5 kg/cm² atau setara dengan 25 meter kolom air (mka) hingga 3,5 kg/cm² atau setara dengan 35 meter kolom air (mka). Besaran tekanan ini ditentukan sesuai dengan regulasi setempat (Standar Nasional Indonesia 03-6481-2000).

2.2.2 Jenis Sistem Penyediaan Air Bersih

Noerbambang, Sofyan M., dan Morimura, Takeo (1985), menyatakan bahwa terdapat beberapa jenis sistem penyediaan air bersih.:

a. Sistem sambungan langsung

Dalam sistem ini pipa distribusi dalam gedung disambung langsung dengan pipa utama untuk penyediaan air bersih. Sistem ini biasanya diterapkan untuk perumahan dan gedung-gedung kecil dan rendah karena

terbatasnya tekanan dalam pipa utama dan dibatasinya ukuran pipa cabang dari pipa utama tersebut.

b. Sistem Tangki Atap

Pada sistem ini, air ditampung lebih dahulu dalam tangki bawah (dipasang pada lantai terendah bangunan atau dibawah muka tanah), kemudian dipompakan ke suatu tangki atas yang biasanya dipasang di atas atap atau di atas lantai tertinggi bangunan. Dari tangki ini, air didistribusikan ke seluruh bangunan. Sistem ini diterapkan karena alasan-alasan sebagai berikut :

1. Selama airnya digunakan, perubahan tekanan yang terjadi pada alat plambing hampir tidak berarti. Perubahan tekanan ini hanyalah akibat perubahan muka air dalam tangki atap.
2. Sistem pompa yang menaikkan air ke tangki atap bekerja secara otomatis dengan cara yang sangat sederhana sehingga kecil sekali kemungkinan timbulnya kesulitan. Pompa biasanya dijalankan dan dimatikan oleh alat yang mendeteksi muka dalam tangki atap.
3. Perawatan tangki atap sangat sederhana bila dibandingkan dengan misalnya tangki tekan.

c. Sistem Tangki Tekan

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.

d. Sistem Tanpa Tangki (*Booster Sistem*)

Dalam sistem ini tidak digunakan tangki apapun, baik tangki bawah, tangki tekan atau pun tangki atap. Air dipompakan langsung ke sistem distribusi bangunan dan pompa menghisap air langsung dari pipa utama.

2.2.3 Laju Aliran Air

Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk menentukan besarnya laju aliran air, antara lain berdasarkan jumlah penghuni, jenis, dan jumlah peralatan plumbing, serta unit beban peralatan plumbing (Noerbambang, Sofyan M. & Morimura, Takeo, 1985). Berikut adalah Tabel 2.1 yang menunjukkan pemakaian minimum air dingin sesuai dengan penggunaan gedung.

Tabel 2. 1 Pemakaian Air Dingin Minimum Sesuai Penggunaan Gedung

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	500	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 : Standart Nasional Indonesia 03-7065-2005

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

Sistem Penyediaan Tangki Gelontor		Sistem Penyediaan Katup Gelontor	
Load Water Supply Fixture Units (WSFU)	Demand Liter/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	1,1
7	0,74	7	1,25
8	0,81	8	1,4
9	0,86	9	1,55
10	0,92	10	1,7
12	1,01	12	1,8
16	1,14	16	2,01
18	1,19	18	2,11
20	1,24	20	2,21
25	1,36	25	2,4
30	1,47	30	2,65
35	1,57	35	2,78
40	1,66	40	2,9
45	1,76	45	3,03
50	1,84	50	3,15
60	2,02	60	3,41
70	2,21	70	3,66
80	2,41	80	3,86
90	2,59	90	4,06
100	2,47	100	4,26
120	3,03	120	4,61
140	3,31	140	4,86
160	3,6	160	5,11
180	3,85	180	5,39

Sistem Penyediaan Tangki Gelontor		Sistem Penyediaan Katup Gelontor	
200	4,1	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	20,5	2000	20,5
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

a. Berdasarkan Jumlah Pemakai

Metode ini berdasarkan pada rata-rata pemakaian air harian per penghuni dan estimasi jumlah penghuni. Dengan demikian, volume pemakaian air harian dapat diestimasi. Angka pemakaian air yang dihasilkan melalui metode ini umumnya digunakan untuk menentukan kapasitas tangki atap, tangki bawah, pompa, dan sebagainya (Noerbambang, Sofyan M. & Morimura, Takeo, 1985).

- Rumus perhitungan pemakaian air rata-rata perhari

$$Q_h = \frac{Q_d}{T} \quad (1)$$

Q_d = Jumlah penghuni \times Pemakaian air/org/hari

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

Q_d = Pemakaian air rata-rata sehari (m^3)

T = Jangka waktu pemakaian (Jam)

- Rumus perhitungan pemakaian air pada jam puncak

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

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

- Rumus perhitungan pemakaian air menit puncak

$$Q_{m-max} = (C_1) \left(\frac{Q_h}{60} \right) \quad (3)$$

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

b. Berdasarkan jenis dan jumlah alat *plumbing*

Metode ini diterapkan ketika kondisi penggunaan peralatan plumbing dapat diketahui, seperti pada perumahan atau bangunan kecil lainnya (Noerbambang, Sofyan M. & Morimura, Takeo, 1985). Berikut adalah Tabel 2.3 yang mencantumkan faktor pemakaian (%) dan jumlah peralatan plumbing, serta Tabel 2.4 yang menunjukkan pemakaian air untuk setiap peralatan plumbing.

Tabel 2. 3 Faktor Pemakaian (%) dan Jumlah Alat *Plumbing*

Jenis alat <i>plumbing</i>	Jumlah alat <i>plumbing</i>											
	1	2	4	8	12	16	24	32	40	50	70	100
Kloset sengan katup gelontor	1	$\frac{50}{\text{Satu}}$	$\frac{50}{2}$	$\frac{40}{3}$	$\frac{30}{4}$	$\frac{27}{5}$	$\frac{23}{6}$	$\frac{19}{7}$	$\frac{17}{7}$	$\frac{15}{8}$	$\frac{12}{9}$	$\frac{10}{10}$
Alat <i>plumbing</i> biasa	1	$\frac{100}{\text{dua}}$	$\frac{75}{3}$	$\frac{55}{5}$	$\frac{48}{6}$	$\frac{45}{7}$	$\frac{42}{10}$	$\frac{40}{13}$	$\frac{39}{16}$	$\frac{38}{19}$	$\frac{35}{25}$	$\frac{33}{33}$

Sumber : Soufyan Noerbambang dan Takeo Morimura, (1985)

Rumus untuk menghitung faktor pemakaian :

$$Y_n = Y_1 - \left[(Y_1 - Y_2) \times \frac{(X_n - X_1)}{(X_2 - X_1)} \right] \quad (4)$$

Dimana : Y_n = Faktor pemakaian (%)

Y_1 = Jenis alat *plumbing* pada jumlah 1

Y_2 = Jeni salat *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. 4 Pemakaian Air Tiap Alat *Plumbing*

No.	Nama alat <i>plumbing</i>	Pemakaian air untuk penggunaan satu kali	Penggunaan perjam ⁸	Laju aliran air (liter/menit)	Waktu untuk pengisian (detik)
1	Kloset (dengan katupgelontor)	13,5-16,5	6-12	110-180	8,2 – 10
2	Kloset (dengan tangkigelontor)	13-15	6-12	15	60
3	Peturasan (dengan katupgelontor)	5	12-20	30	10
4	Peturasan, 2-4 orang (dengantangi gelontor)	9-18 (@4,5)	12	1,8-3,6	300
5	Peturasan, 5-7 orang (dengantangi 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	10	6-12	15	40
8	Bak cuci dapur (<i>sink</i>) dengankeran 13 mm	15	6-12	15	60
9	Bak cuci dapur (<i>sink</i>) dengankeran 22 mm	25	6-12	25	60
10	Bak mandi rendam (<i>bathub</i>)	125	3	30	250
11	Pancuran mandi	24-60		12	120-300
12	Bak mandi gaya jepang	Tergantung ukurannya	3	30	

Sumber: Soufyan Noerbambang dan Takeo Morimura, (1985)

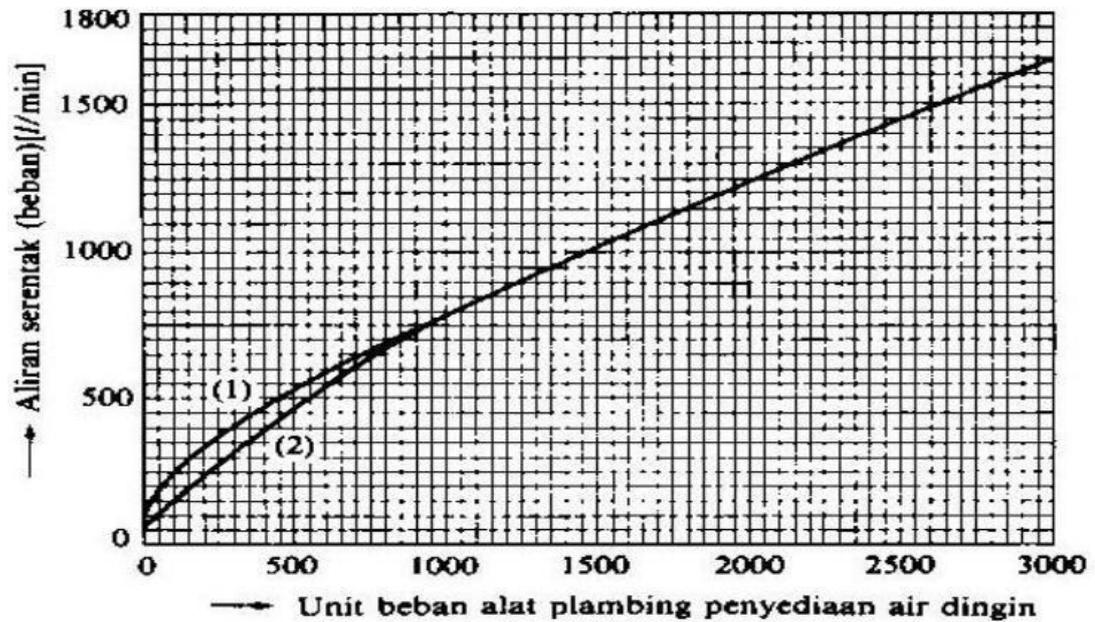
a. Berdasarkan Unit Beban alat *plumbing*

Dalam metode ini, setiap peralatan plumbing diberikan suatu unit beban (fixture unit). Untuk setiap bagian pipa, total unit beban dari semua peralatan plumbing yang dilayaninya dijumlahkan, kemudian laju aliran air dicari menggunakan kurva pada Gambar 2.1, yang merupakan grafik hubungan antara unit beban peralatan plumbing dan laju aliran. Kurva ini menggambarkan hubungan antara jumlah unit beban peralatan plumbing dan laju aliran air dengan mempertimbangkan faktor kemungkinan penggunaan serempak dari peralatan plumbing (Noerbambang, Sofyan M. & Morimura, Takeo, 1985). Berikut adalah Tabel 2.5 yang menunjukkan unit beban peralatan plumbing untuk penyediaan air dingin.

Tabel 2. 5 Unit Beban Alat Plumbing Untuk Penyediaan Air Dingin

Jenis alat plumbing	Jenis penyediaan air	Unit untuk pribadi	Unit alat plumbing Untuk umum	Keterangan
Kloset	Katup gelontor	6	10	
Kloset	Tangki gelontor	3	5	
Peturasan dengan tiang	Katup gelontor		10	
Peturasan terbuka (Urinal stall)	Katup gelontor		5	
Bak cuci (kecil)	Tangki gelontor		3	
Bak cuci tangan	Keran	0,5	1	
Bak mandi rendam (<i>bath tub</i>)	Keran	1	2	
Pancuran mandi (Shower)	Keran pencampur air dingin dan panas	2	4	
Pancuran mandi tunggal	Keran pencampur air dingin dan panas	2	4	
Bak cucibersama	(Untuk tiapkeran)	2	2	
Bak cuci pel	Keran	3	4	Gedung kantor, dsb.
Bak cuci dapur	Keran	2	4	Untuk umum : Hotel atau restoran, dll.
Bak cucipiring	Keran		5	
Bak cuci pakaian (Satu sampai tiga)	Keran	3		
Pancuran minuman	Katup airminum		2	
Pemanas air	Katup bola		2	

Sumber : Soufyan Noerbambang dan Takeo Marimura, (1985)



Sumber : Soufyan Noerbambang dan Takeo Marimura, (1985)

Gambar 2.1 Grafik Hubungan Antara Unit Beban Alat Plumbing dengan Laju Aliran

2.2.4 Tekanan Air dan Kecepatan

Tekanan air yang kurang memadai dapat menyebabkan kesulitan dalam penggunaannya. Di sisi lain, tekanan air yang berlebihan dapat menyebabkan ketidaknyamanan seperti rasa sakit saat terkena pancaran air, merusak peralatan plumbing, dan meningkatkan kemungkinan terjadinya pukulan air. Secara umum, tekanan standar dianggap sekitar $1,0 \text{ kg/cm}^2$, dengan tekanan statis berkisar antara $4,0 \text{ kg/cm}^2$ hingga $5,0 \text{ kg/cm}^2$ untuk perkantoran, dan antara $2,5 \text{ kg/cm}^2$ hingga $3,5 \text{ kg/cm}^2$ untuk hotel dan perumahan (Noerbambang, Sofyan M. & Morimura, Takeo, 1985). Berikut adalah Tabel 2.6 yang menunjukkan tekanan yang diperlukan oleh peralatan plumbing.

Tabel 2. 6 Tekanan yang dibutuhkan Alat *Plumbing*

Nama alat <i>plumbing</i>	Tekana yang dibutuhkan (kg/cm ²)	Tekanan standar (kg/cm ²)
Katup gelontor kloset	0,7	1
Katup gelontor petarusan	0,4	
Keran yang menutup sendiri, otomatis	0,7	
Pancuran mandi (Biasa)	0,35	
Keran biasa	0,3	
Pemanas air langsung dengan bahan bakar gas	0,25 - 0,7	

Sumber : Soufyang Noerbambang dan Takeo Morimura (1985)

Rumus mencari tekanan tiap lantai :

$$P = \rho \times g \times h \quad (5)$$

Dimana : P = Tekanan (N/m²)

ρ = Kerapatan air (998,2 kg/m³)

g = Percepatan gravitasi (9,81 m/s²)

h = Tinggi Potensial (m)

Standar kecepatan yang digunakan yakni sebesar 0,9-1,2 m/dtk, dengan batasmaksimum antara 1,5-2,0 m/dt

Rumus untuk pemeriksaan kecepatan aliran :

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2} \quad (6)$$

Dimana : V = Kecepatan aliran (m/dtk)

Q = Laju aliran (m³/dtk)

D = Diameter Pipa (m)

2.2.5 Peralatan Penyediaan Air Bersih

2.2.5.1 Tangki Air

a. Tangki Air Atas (roof tank)

Tangki atas digunakan untuk memenuhi kebutuhan puncak, biasanya memiliki kapasitas yang mencukupi untuk kebutuhan puncak selama jangka waktu yang panjang, sekitar 30 menit (Noerbambang & Morimura, 1985). Kapasitas efektif tangki atas dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$V_E = (Q_P - Q_{max})T_P - (Q_{pu} \times T_{pu}) \quad (7)$$

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 reservoir tank)

Tangki bawah merupakan tempat penyimpanan seluruh air yang berasal dari sumber, dan kapasitas tangki ini hanya digunakan sebagai penampungan air minum (Noerbambang, Sofyan M. & Morimura, Takeo, 1985). Kapasitas tangki dapat dihitung dengan rumus:

$$V_R = Q_d - (Q_s \times T) \quad (8)$$

Dimana : V_R = Volume tangki air minum (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 adalah suatu perangkat yang digunakan untuk mengalirkan fluida. Jenis pipa yang umumnya digunakan dalam instalasi gedung meliputi:

a. Pipa PVC (*Poly Vinyl Chloride*)

Pipa PVC merupakan jenis pipa yang terbuat dari kombinasi material vinyl plastik, menghasilkan pipa yang memiliki kekuatan, ringan, tahan karat, dan viskositas bagian dalamnya tinggi. Pipa jenis ini umumnya digunakan untuk instalasi air bersih dingin dan air kotor sesuai dengan Standar Nasional Indonesia 06-0084-2002.

b. Pipa HDPE (*High density poly ethylene*)

Pipa HDPE terbuat dari bahan polyethylene dengan kepadatan tinggi, sehingga mampu menahan tekanan yang lebih tinggi. Jenis pipa HDPE umumnya digunakan dalam instalasi air panas sesuai dengan Standar Nasional Indonesia 4829.1:2015.

c. Pipa GIP (*Galvanized iron pipe*)

Pipa air galvanis adalah pipa saluran air yang terbuat dari besi seng yang dilapisi dengan lapisan baja. Pipa jenis ini merupakan salah satu saluran air yang memerlukan keterampilan teknis tinggi selama proses pemasangan, seperti keakuratan dalam pemotongan pipa. Selain itu, perlindungan tambahan diperlukan ketika pipa akan diinstalasi di dalam tanah sesuai dengan Standar Nasional Indonesia 0039-2013.

Adapun kerugian yang terjadi saat air mengalir dalam pipa disebabkan oleh beberapa faktor, termasuk kerugian akibat gesekan, belokan, reducer, katup, dan sebagainya (Noerbambang, Sofyan M. & Morimura, Takeo, 1985). Secara umum, kerugian dapat dibagi menjadi dua kategori:

a. Kerugian *Head Mayor (Mayor losses)*

Kerugian yang disebabkan oleh gesekan yang terjadi antara fluida dengan dinding pipa atau perubahan kecepatan yang dialami fluida. Jenis aliran fluida dapat diketahui melalui Reynold number sebagai berikut :

$$Re = \frac{\rho \times u \times D}{\mu} \quad (9)$$

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 reynold number dapat diketahui dengan rumus :

$$m = \rho \times u \times A \quad (10)$$

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 :

$$hf = F \frac{L \times v^2}{D \times 2g} \quad (11)$$

Dimana : hf = Kerugian head karena gesekan (m)

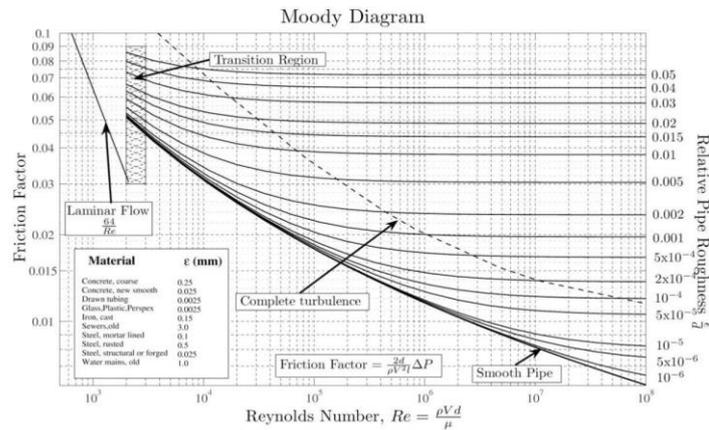
F = Faktor gesekan (Dari diagram *moody* gambar 2.2)

L = Panjang pipa (m)

v = Kecepatan rerata aliran dalam pipa (m/s)

D = Diameter pipa (m)

G = Percepatan gravitasi (9,81 m/s²)



Sumber : Soufyan Noerbambang dan Takeo Morimura (1985)

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. Rumus besarnya kerugian minor :

$$hf = \sum n \times k \times v^2 / 2g \quad (12)$$

Dimana : hf = Kerugian head (m)

$\sum n$ = Jumlah kelengkapan pipa

K = Koefisien kerugian

v = Kecepatan aliran dalam pipa (m/s)

g = Percepatan gravitasi (9,81 m/s²)

2.2.5.3 Pompa

Pompa memiliki peran penting dalam membantu mengalirkan dan menaikkan air dari tangki bawah ke tangki atas, yang selanjutnya akan didistribusikan. Beberapa jenis pompa meliputi pompa booster, pompa submersible, pompa sentrifugal, dan sebagainya (Sularso & Tahara, Haruo, 1991).

2.3 Sistem Instalasi Air Buangan

Sistem instalasi air buangan berfungsi untuk mengalirkan air bekas yang telah digunakan di dalam gedung menuju ke bangunan pengolahan limbah sebelum dibuang ke saluran pembuangan umum terdekat. Hal ini bertujuan untuk mencegah terjadinya pencemaran lingkungan di sekitar gedung atau di dalam gedung itu sendiri. Sebuah sistem pembuangan air yang efisien sangat penting, karena jika tidak diatur dengan baik, dapat menimbulkan pencemaran dan membahayakan kesehatan penghuni gedung serta lingkungan sekitarnya. Oleh karena itu, perencanaan sistem pembuangan air harus dilakukan dengan seksama, mengikuti standar yang telah ditetapkan Standar Nasional Indonesia 03-7065-2005.

2.3.1 Jenis Air Buangan

Menurut Noerbambang, Sofyan M., & Morimura, Takeo. (1985), beberapa jenis air buangan dibedakan berdasarkan sumber airnya dalam bangunan, sebagai berikut:

1. Air Bekas

Air bekas adalah air buangan yang berasal dari bak mandi, bak cuci tangan, bak dapur dan sebagainya.

2. Air Kotor

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

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

Menurut Noerbambang, Sofyan M. & Morimura, Takeo., (1985:169), sistem pembuangan air dibagi menjadi beberapa klasifikasi, antara lain:

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 perangkat 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 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 Buangan

2.3.3.1 Pipa Pembuangan Alat Plumbing

Disebutkan macam – macam pipa dalam sistem pembuangan. Pipa pembuangan alat plumbing merupakan pipa yang menghubungkan perangkat alat plumbing dengan pipa pembuangan lainnya. Pipa ini biasanya dipasang tegak dimana ukurannya harus sama atau lebih besar dengan ukuran lubang keluar perangkat alat plumbing (Noerbambang, Sofyan M. & Morimura, Takeo.,1985)..
Macam - macam pipa dalam sistem pembuangan yaitu sebagai berikut:

- a) Pipa cabang mendatar merupakan semua pipa pembuangan mendatar yang menghubungkan antara pipa pembuangan alat plumbing 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 memiliki ukuran dan kemiringan yang memadai, disesuaikan dengan jumlah dan jenis air buangan yang akan dialirkan. Kemiringan pipa dapat dibuat setara atau lebih besar dari satu per diameter pipa (dalam mm). Berikut adalah Tabel 2.7 yang menunjukkan kemiringan pipa pembuangan horizontal.

Tabel 2. 7 Kemiringan Pipa Pembuangan Horisontal

Diameter Pipa (mm)	Kemiringan minimum
75 atau kurang	1/50
100 atau kurang	1/100

Sumber : Soufyan Noerbambang dan Taeko Morimura, (1985)

Kecepatan terbaik dalam pipa berkisar antara 0,6 sampai 1,2 m/detik. Kemiringan pipa pembuangan gedung dapat dibuat lebih landai daripada yang dinyatakan dalam tabel 2.7. asal kecepatannya tidak kurang dari 0,6 m/detik. Jika kecepatan kurang dari 0,6 m/detik maka kotoran dalam air buangan dapat mengendap sehingga pipa akan tersumbat. Kemiringan yang lebih curam dari 1/50 cenderung akan menimbulkan efek sifon yang akan menyedot air penutup dalam perangkat alat plambing. Diameter pipa pembuangan Berikut adalah Tabel 2.8 yang menunjukkan diameter minimum, perangkat dan pipa buangan alat plambing.

Tabel 2. 8 Diameter Minimum, Perangkat dan Pipa Buangan Alat Plambing

No	Alat Plambing	Diameter perangkat minimum (mm)	Diameter pipa buangan alat plambing minimum (mm)
1	Kloset	75	75
2	Peturasan :		
	Tipe menempel dinding	40	40
	Tipe gantung di dinding	40-50	40-50
	Tipe dengan kaki	75	75
	Untuk umum :		
	2 orang	50	50
	3-4 orang	65	65
	5-6 orang	75	75
3	Bak cuci tangan (lavatory)	32	32-40
4	Bak cuci tangan (wash basin)		
	Ukuran biasa	32	32
	Ukuran Kecil	25	25

5	Bak cuci praktek dokter gigi, salon dan tempat cukur	32	32-40
6	Pancuran minum	32	32
7	Bak mandi :		
	Berendam (bath tub)	40-50	40-50
	Model Jepang (untuk dirumah)	40	40-50
	Untuk umum	50-75	50-75
8	Pancuran mandi (dalam ruang)	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	Bak cuci kombinasi	50	50
13	Bak cuci tangan kombinasi	40-50	40-50
14	Bak cuci tangan rumah sakit	40	40-50
15	Bak cuci tangan lab.Kimia	40-50	40-50
16	Bak cuci, macam-macam :		
	Dapur, untuk rumah	40-50	40-50
	Hotel, komersial	50	50
	Bar	32	32
	Dapur kecil, cuci piring	40-50	40-50
	Dapur, untuk cuci sayuran	50	50
	Penghancur (disposer) rumah	40	40
	Penghancur (disposer) restoran	50	50
17	Floor drain	40-75	40-75

Sumber : Soufyan Noerbambang dan Taeko Morimura, (1985)

Untuk menentukan diameter pipa pembuang diperlukan nilai unit alat plambing untuk berbagai jenis alat plambing. Apabila jenis alat plambing yang direncanakan sesuai, maka ukuran pipa pembuang dapat ditentukan berdasarkan jumlah nilai unit alat plambing yang dilayani pipa tersebut. Berikut adalah Tabel 2.9 yang menunjukkan unit alat plambing sebagai beban, setiap alat atau kelompok.

Tabel 2. 9 Unit Alat Plambing Sebagai Beban, Setiap Alat atau Kelompok

No	Alat Plambing	Diameter perengkap minimum (mm)	Unit alat plambing sebagai beban
1	Kloset		
	Tangki gelontor	75	4
	Katup gelontor		8
2	Peturasan		
	Tipe menempel dinding	40	4
	Tipe gantung di dinding	40-50	4
	Tipe dengan kaki	75	8
	Untuk umum model palung		2
3	Bak cuci tangan (lavatory)	32	1
4	Bak cuci tangan (wash basin)		
	Ukuran biasa	32	1
	Ukuran kecil	25	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 minum	32	0,5
8	Bak mandi :		
	Berendam (bath tub)	40-50	3
	Model Jepang (untuk dirumah)	40	2
	Untuk umum	50-75	4-6
9	Pancuran mandi :		
	Untuk rumah	50	2
	Untuk umum		3
10	Bidet	32	3

11	Bak cuci untuk pel	75-100	8
12	Bak cuci pakaian	40	2
13	Bak cuci kombinasi	50	3
14	Bak cuci dapur kombinasi	40	4
15	Bak cuci tangan kamar bedah		
	Ukuran besar		2
	Ukuran kecil		1,5
16	Bak cuci tangan lab.Kimia	40-50	1,5
17	Bak cuci, macam-macam :		
	Dapur, untuk rumah	40-50	2-4
	Dapur, dengan dispoiser	40-50	3
	Hotel, komersial	50	4
	Bar	32	1,5
	Dapur kecil, cuci piring	40-50	2-4
18	Mesin cuci :		
	Untuk rumah	40	2
	Paralel, dihitung setiap orang		0,5
19	Floor drain	40	0,5
20	Kelompok alat dalam KM		
	Dengan kloset tangki gelontor		6
	Dengan kloset katup gelontor		8
21	Pompa penguras (sump pump)		2

Sumber : Soufyan Noerbambang dan Taeko Morimura, (1985)

2.3.3.2 Bak Penampung

Air buangan yang berada lebih rendah dari saluran pembuangan gedung atau saluran umum akan pertama-tama disimpan dalam bak penampung dan selanjutnya dialirkan keluar dengan bantuan pompa. Bak penampung tersebut harus dirancang agar tahan air, tidak bocor gas atau bau, dan dilengkapi dengan pipa ventilasi (Noerbambang, Sofyan M. & Morimura, Takeo, 1985).

2.3.3.3 Pipa Ven

Menurut Noerbambang, Sofyan M. & Morimura, Takeo., (1985):215, pipa ven adalah pipa instalasi yang berfungsi untuk mengeluarkan udara yang terjebak di dalam instalasi pipa air buangan. Tujuan pemasangan pipa ven yaitu :

1. Menjaga sekat perangkap dari efek tekanan atau efek siphon.
2. Untuk menjaga kelancaran air di dalam pipa pembuangan.
3. Dapat mensirkulasikan udara di dalam semua jaringan pipa pembuangan

Jenis-jenis sistem pipa ven :

1. Ven tunggal, pipa ini dipasang untuk melayani satu alat plambing dan disambungkan pada sistem ven yang lainnya atau langsung ke udara luar/terbuka.
2. Ven lup, pipa ven ini melayani dua atau lebih alat plambing (maksimum 8) dan disambungkan ke ven pipa tegak.
3. Ven pipa tegak, merupakan perpanjangan dari pipa tegak buangan, diatas cabang mendatar pipa air buangan yang paling tinggi.
4. Ven bersama, pipa ven ini dimana pipa ven dipasang untuk melayani dua alat plambing yang dipasang bertolak belakang.
5. Ven basah, dimana pipa ven ini berfungsi menerima air buangan dari alat plambing selain kloset.
6. Ven pelepas, dimana pipa ven ini berfungsi untuk melepas tekanan udara dalam pipa pembuangan
7. Ven balik, pipa bagian ven tunggal yang membelok kebawah setelah bagian tegak keatas sampai lebih tinggi dari muka air banjir alat plambing.
8. Ven yoke, yaitu pipa ven yang menghubungkan pipa tegak air buangan pada pipa tegak ven.

2.3.3.4 Jenis-jenis Bahan Pipa

Tidak semua jenis pipa sama daya tahannya terhadap kontak materi yang ada didalam pipa, atau terhadap pengaruh lingkungan yang ada diluar pipa. Pemilihan jenis bahan pipa yang akan digunakan dalam suatu instalasi pipa air kotor pada umumnya

sangat tergantung pada kualitas dan daya tahan pipa tersebut terhadap pengaruh (kontak) materi air kotor yang mengalir didalam pipa, dan daya tahannya terhadap pengaruh lingkungan yang ada disekitar pipa. Terdapat berbagai macam pipa yang dapat digunakan untuk pembuatan instalasi pipa air kotor, dan apabila dikelompokkan berdasarkan bahan dasar yang digunakan untuk pembuatannya, pipa-pipa tersebut diklasifikasikan sebagai berikut: (1) pipaplastik, (2) pipa besi tuang, dan (3) pipa asbes semen (Simangunsong, Sergius & Daryanto, (2003):48).

2.3.3.5 Pompa Air Buangan

Pompa yang biasanya sering digunakan dalam sistem pengolahan air buangan terdapat dua tipe yaitu tipe pompa celup/benam (submersible pump) dan pompa sentrifugal. Jenis pompa yang sering digunakan yaitu pompa celup dengan grinder, karena grinder merupakan sebuah perangkat mekanis yang berfungsi menghancurkan padatan atau mencabik - cabik limbah. Setelah menghancurkan padatan, pompa akan mentransfer air limbah ke dalam bak pengolah air buangan atau sewage treatment plant (STP) (Noerbambang, Sofyan M. & Morimura,Takeo.,1985:207).

2.4 Sistem Pemadam Kebakaran

Sistem pemadam kebakaran atau instalasi hydrant kebakaran merupakan suatu sistem pemadam kebakaran tetap yang menggunakan media pemadam air bertekanan, yang dialirkan melalui pipa-pipa dan slang kebakaran.

2.4.1 Klasifikasi Bahaya Kebakaran

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia 03-3989-2000:1, bahaya kebakaran dibagi menjadi beberapa klasifikasi, antara lain:

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, musium dan lain sebagainya.

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. Sedangkan untuk kelompok 2 meliputi pabrik kimia, kandang kuda, pabrik permesinan, pabrik textile, dan lain-lain.

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. 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.

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.

2.4.2.1.1 Sistem Sprinklers

Sistem sprinkler memiliki fungsi memancarkan air secara otomatis ketika ada api yang akan menyebabkan kebakaran (Standart Nasional Indonesia 03-3989-2000). *Sprinkler* akan bekerja secara otomatis jika temperatur operasi pada kepala *sprinkler* berkisar antara 57°C atau 68°C.

2.4.2.1.2 Sistem Fire Hose Reel

Sistem fire hose reel mempunyai fungsi mengalirkan air secara manual dengan menggunakan selang yang telah disediakan. 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.

2.4.2.2 Sistem Pemadam Kebakaran Luar Gedung

Hydrant pilar mempunyai fungsi untuk menyuplai air ke gedung yang akan disalurkan pada bagian yang terbakar. 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. 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* (Standart Nasional Indonesia 03-1735- 2000).

2.4.2.3 Klasifikasi Pemadam Kebakaran Berdasarkan Pipa Yang Dipakai

Berdasarkan ukuran pipa hydrant dipakai menurut Standart Nasional Indonesia 03-1745-2000,24 :

1. Hydrant kelas I, hydrant yang menggunakan ukuran diameter slang 6,25cm (2,5 inchi)
2. Hydrant kelas II, hydrant yang menggunakan ukuran diameter slang 3,75 cm (1,5 inch)
3. Hydrant kelas III, hydrant yang menggunakan ukuran system gabungan kelas I dan kelas II

2.4.2.4 Pompa Pemadam Kebakaran (Pompa Hydrant)

Dalam NFPA 20, rangkaian pompa hydrant biasanya terdiri dari beberapa pompa sebagai berikut:

1. Elektic pump atau pompa elektrik yang merupakan pompa utama yang berfungsi mempompa air dari tangki untuk mendistribusikan air pada jaringan hydrant pompa ini akan dapat mulai bekerja pada tekanan tertentu sesuai dengan keinginan kita.
2. Diesel Pump memiliki flow yang lebih besar dibanding elektrik pump dan juga berfungsi sebagai cadangan ketika elektrik pump bermasalah seperti saat daya

PLN di padamkan, sehingga saat aliran listrik padam proses pemadaman kebakaran dapat tetap berjalan.

3. Jockey pump adalah menjaga kestabilan tekanan air pada fire sprinkler dengan memberikan tekanan yang konsisten. Jockey pump, juga dikenal sebagai pressure maintain pump, akan menjaga tekanan tersebut hingga pompa hydrant utama menyala, sehingga memastikan sistem pemadam kebakaran beroperasi dengan efektif.

