

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Plumbing

Plumbing dapat dipahami sebagai seni dan ilmu yang berkaitan dengan pemasangan pipa serta peralihan saniter. Fungsi utama instalasi plumbing adalah menyediakan aliran air bersih ke lokasi yang dibutuhkan dengan tekanan yang memadai. Fungsi lainnya adalah menyalurkan air limbah dari peralatan saniter ke tempat pembuangan yang aman, sehingga tidak mencemari area penitng dalam gedung maupun lingkungan sekitarnya (Permata et al., n.d.).

2.2 Prinsip Dasar Sistiem Penyediaan Air Bersih

Pemenuhan kebutuhan air bersih merupakan hal krusial untuk menjaga ketersediaannya. Dengan adanya system plumbing yang baik dalam menyediakan air bersih maka dalam menjawab kebutuhan air bersih akan terpenuhi. Beberapa faktor yang menyebabkan pencemaran air antara lain adalah masuknya zat pencemar ke dalam tangki penyimpanan, timbulnya karat pada peralatan perpipaan, serta aliran balik air dari jenis kualitas lain ke dalam sistem pipa. (Sarikin, 2019)

2.1.1 Syarat Air Bersih

Menurut (Hontong et ail., 2015) bahwa syarat air bersih memiliki persyaratan sebagai berikut

2.1.2 Syarat Kualitas

Kualitias Air yang digunakan harus memiliki kulaitas yang baik dari segala aspek dari fiisik, biologis, dsb agar tidak memberikan efek samping pada penggunaanya.

2.1.3 Syarat Kuantitas

Maksud dari syariat kuantitas yaitu air bersih dapat memenuhi kebutuhan

penghuni Gedung.

2.1.4 Syarat Kontinuitas

Dimaksudkan untuk ketersediaan air yang diambil tetap kontinu dan selalu mengalir

2.1.5 Syarat Tekanan

Tekanan air harus sesuai dengan persyaratan tekanan pada Gedung.

2.3 Jenis Sistem Penyediaan Air Bersih

Ketersediaan air yang aman untuk dikonsumsi merupakan kebutuhan dasar yang penting untuk mendukung kesehatan dan aktivitas sehari-hari masyarakat. Salah satu sumber yang membahas topik ini secara mendalam adalah buku karya Ayan dan Kılıç (2012) berjudul *Perencanaan dan Pemeliharaan Sistem Plumbing*.

2.3.1.1 Sistem sambungan langsung

Sistem ini menghubungkan langsung pipa distribusi gedung ke pipa utama yang menyuplai air bersih. Umumnya, sistem ini lebih cocok diterapkan pada perumahan atau bangunan kecil hingga berukuran rendah, mengingat terbatasnya tekanan pada pipa utama dan ukuran pipa cabang yang juga dibatasi.

2.3.1.2 Sistem tangki tekan

Sistem ini beroperasi dengan memindahkan air dari tangki bawah ke tangki tertutup, yang menyebabkan terjadinya kompresi udara di dalamnya. Tekanan udara yang tercipta kemudian mendorong air untuk mengalir ke sistem distribusi air dalam bangunan.

2.3.1.3 Sistem Tanpa Tangki (Booster System)

Pada sistem ini tidak digunakan tangki air, baik itu tangki bawah, tangki tekan, maupun tangki atap. Air dipompa langsung menuju jaringan distribusi bangunan dengan menggunakan pompa yang mengambil pasokan air secara langsung dari pipa utama

2.3.2 Laju Aliran Air

Beberapa metode yang dapat digunakan untuk menentukan besarnya laju aliran air antara lain berdasarkan jumlah penghuni, jenis serta peralatan plambing, dan juga berdasarkan unit beban alat plambing (Kodoatie R., 2006).

Table 2..0.1 Pemakaian air dingin minuman 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	50	liter/tempat tidur pasien/hari
5	Sekolah Dasar	40	liter/siswa/hari
6	SLTP (SMP)	50	liter/siswa/hari
7	SMU/SMK dan Perguruan 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	Gedung Pertunjukan atau Bioskop	10	liter/kursi
15	Gedung Serbaguna	25	liter/kursi
16	Stasiun, Terminal	3	liter/penumpang tiba dan pergi
17	Tempat Peribadatan	5	liter/orang (belum termasuk air wudhu)

Suimber : SNI 03-7i065-2005 (Sistem Plambing - Perencanaan Dan Pemasangan Sistem Air Kotor Dan Air Hujan Di Dalam Bangunan, 2015)

Table 2.0.2 Laju aliran air berdasarkan nilai unit alat plambing kumulatif

Sistem Penyediaan Tangki Gelontor		Sistem Penyediaan Katup Gelontor	
Load Water Supply	Demand	Loaid Watier Supply	Demand
Fixture Units (WSFU)	Liter/second	Fixture Units (WSFU)	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
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	2,4
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	2,74	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
200	4,1	200	5,68
250	4,73	250	6,37

Sistem Penyediaan Tangki Gelontor		Sistem Penyediaan Katup Gelontor	
Load Water Supply	Demand	Load Water Supply	Demand
Fixture Units (WSFU)	Liter/second	Fixture Units (WSFU)	Liter/second
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

2.4 Berdasarkan jumlah pemakai

Metode ini diterapkan untuk menghitung rata-rata konsumsi air harian per penghuni dan memperkirakan jumlah penghuni di suatu bangunan. Dengan informasi ini, total kebutuhan air per hari dapat dihitung. Hasil dari perhitungan tersebut menjadi dasar dalam merancang kapasitas tangki atap, tangki bawah, dan pompa (Sistem Perencanaan dan Instalasi Air Kotor serta Air Hujan di Bangunan, 2015).

Rumus pemakaian air rerata per hari :

$$Q_h = Q_d / T = (\text{Jumlah penghuni} \times \text{peimakaian air/orang/hari}) / T$$

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

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

T = Janigika waktu pemaikaian (Jam)

Rumus perhitungan pemakaian air pada jam puncak

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

C_1 = Koinkstanta 1,5 smpai 2,0

2.5 Berdasarkan jenis dan jumlah alat plambing

Penggunaan metode ini dilakukan ketika pola pemakaian alat plambing dapat diidentifikasi, seperti pada perumahan maupun gedung berukuran kecil. Diperlukan data mengenai jumlah tiap jenis alat plambing yang ada dalam bangunan.

Table 2.0.3 Faktor Pemakaian dan jumlah alat plambing

Jumlah Aliat Plambing	1	2	4	8	12	16	24	32	40	50	70	100
	Jenis Aliat Plaimbing											
Kloiset dengan katiup gelointor	1	50 Satu	50 2	40 3	30 4	27 5	23 6	19 7	17 7	15 8	12 9	10 10
Ailat plambii ng biasia	1	100 Dua	75 3	55 5	48 6	45 7	42 10	40 13	39 16	38 19	35 25	33 33

Table 2.0.4 Unit beban alat plambing

No	Alat Plambing	Diameter Perangkap Minimum (mm)	Unit Alat Plambing Sebagai Beban
1	Klo set : tanigki geliontor	75	4
	kaitup gelontlor		8
2	PetuIrasan		
	- Tilpe meneImpel dinIding	40	4

No	Alat Plumbing	Diameter Perangkap Minimum (mm)	Unit Alat Plumbing Sebagai Beban
	- Tiipe gamitung di dinding	40 – 50	4
	- Tiipe dengian kiaki, sipihon jiet atiau blow-out	75	8
	- Untiuk uimum, moidel paluing seitiap		2
	0.60 mi		
3	Biak Cuici tanigan (Laviatory)	32	1
4	Biak ciuci taingan (waish biashin)		
	- Uukuran biaisa	32	1
	- Ukuiran Keicil	25	0.5
5	Baik cuici, Praktiek dokiter giigi	32	1
	- Alat perawat gigi	32	0.5
6	Bak cuci, salon dan tempat cukur	32	2
7	Panicuran miinum	32	0.5
8	Bak manidi		
	- Berendiam (bath tub)	40 – 50	3
	- Moidel jeipang (uintuk dirumah)	40	2
	- Untiuk uimum	50 – 75	4 – 6
9	Pancuiran miandi :		
	- untuik ruimah	50	2
	- untuik umium, tpiap paincuran		3
10	Bidiet	32	3
11	Baik ciuci, unituk piel	75 – 100	8
12	Baik ciuci paikaian	40	2
13	Kombinaiasi biak ciuci biaisa dian biak ciuci paikaian	50	3
14	Kombinaiasi biak ciuci dapiur dengian penghaincur koitoran	40 (terpisah)	4
15	Baik ciuci tanigan, kiamar biedah		

No	Alat Plambing	Diameter Perangkap Minimum (mm)	Unit Alat Plambing Sebagai Beban
	- Ukuran besair		2
	- Ukuran kecil		1.5
16	Baik cuci, laboratorium kiimia	40 – 50	1.5
17	Baik cuci, maciam-macaim		
	- Diapur, uintuk ruimah	40 – 50	2 – 4
	- Dapiur, deingan peingahancur miakanan, uintuk ruimah	40 – 50	3
	- Hoitel, Komiersial	50	4
	- Bair	32	1.5
	- Dapiur kiecil, ciuci piiring	40 – 50	2 – 4
18	Mesim cucii		
	- Untuik riumah	40	2
	- Paraillel, dihiitung seitiap oriang	-	0.5
19	Buaingan Lanitai (floior drain)	40	0.5
		50	1
		75	2
20	Kelompiok aliat plaimbing dalaime kamar mandi terdiri dari satu kloset, satu baik cuci tangan, satu bak mandi rendam atau satu pancuran mandi :		
	- Dengian kloset taingki geilontor		6
	- Dengain kloset katiup geliontor		8
21	Pomipa peinguras (suiimp piump), unituk seitiap 3.8 liter/min		2

Tekanan air yang terlalu rendah dapat menghambat kenyamanan penggunaan, sedangkan tekanan yang terlalu tinggi berpotensi menyebabkan ketidaknyamanan akibat semburan air yang kuat, mempercepat kerusakan pada sistem perpipaan, serta meningkatkan risiko terjadinya *water hammer*. Umumnya, tekanan air ideal ditetapkan sebesar 1 kg/cm², sedangkan tekanan statis berada pada kisaran 4 hingga 5 kg/cm² (Arsyad, 2010).

Table 2.0.5 Kebutuhan tekanan pada alat plumbing

Nama Alat plumbing	Tekanan yang dibutuhkan (kg/cm ²)	Tekanan standar (kg/cm ²)
Katup gelontor kloset	0,7	1
Katup gelontor petarusan	0,4	
Kerian yaing meinutup sendiiri	0,7	
Panciuran maindi	0,35	
Kerian biaisa	0,3	
Pemianas Aiir deingan bahain bakair gais	0,25 – 0,7	

Sumber : (Kodoatie, 2013) Soufyang Noerbambang dan Takeo Morimura (2005)

Tekanan setiap lantai memiliki rumus sebagai berikut :

$$P = p \times g \times h$$

Dimana :
 P = Tekainan (N/m²)
 p = Keraipatan air (998,2 kg/m³)
 g = Pericepatan gravitasi (9,81 m/s²)
 h = Tingigi Poteinsial (m)

Kecepatan aliran standar yang digunakan sekitar **0,9–1,2 m/deitik**, dengan nilai batas maksimum antara **1,5–2 m/deitik**. Adapun rumus untuk melakukan pemeriksaan kecepatan aliran adalah sebagai berikut:

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

Dimana :
 V = Kecepatan aliran (m/dtk)
 Q = Laju Aliran (m³/dtk)
 D = Diameter pipa (m)

Table 2.0.6 Pemakaian air tiap plambing

No	Nama alat plambing	Pemakaian air untuk penggunaan satu kali (liter)	Penggunaan per jam	Laju aliran air (liter/menit)	Waktu untuk pengisian (detik)
1	Klioset (dengan katuip geliontor)	13,5-16.5 ¹⁾	6 - 12	110-180	8,2-10
2	Klosiet (deingan tangkii gelointor)	13-15	6 - 12	15	60
3	Peturasian (deingan katiup gelontior)	5	12 - 20	30	10
4	Petiurasan, 2-4 oranig (denigan tanigki gelontoir)	9-18 (@4,5)	12	1,8-3,6	300
5	Peiturasan, 5-7 oranig (deingan tangkii gelonitor)	22,5-31,5 (@4,5)	12	4,5-6,3	300
6	Biak ciuci tiangan kecil	3	12 - 20	10	18
7	Baik ciuci tiangan biasa (lavaitory)	10	6 - 12	15	40
	Biak cuici daipur (siink) denigan keiran 13 mm		6 - 12		
8		15		15	60
9	Biak cuici daipur (siink) denigan keiran 22 mm	25	6-12	25	60

10	Baik miandi rendiam (bathitub)	125	3	30	250
11	Panciuran miandi (shhower)	24-60		12	120-300
	Baik maindi giaya Jeipang	Tergantung ukurannya	3	30	

2.5.1.2 Tangki Air

a. Tangki Air Atas (Roof Tank)

Tangki atap berperan sebagai cadangan suplai air yang diaktifkan ketika permintaan meningkat drastis, terutama pada waktu beban puncak. Dalam tahap perencanaan, kapasitas tangki ini biasanya dihitung agar dapat mencukupi kebutuhan air tertinggi selama periode puncak, yang umumnya berlangsung sekitar 30 menit (Wibowo, 2017).

$$V_e = (Q_p - Q_{max}) T_p - (Q_{pu} \times T_{pu})$$

Dimana : V_e = Kapasitas efektif taingka aitas (liiter)

Q_p = Kebutuhan punicak (liiter/meniit)

Q_{max} = Kebutuhain jiam puincak (liiter/meinit)

Q_{pu} = Kapasitias pomipa pengiisi (liiter/meinit)

T_p = Jangika waiktu keibutuhan puincak (mienit)

T_{pu} = Jangika wakitu kerija poimpa pengiisi (meinit)

b. Tangki Air Bawah (Ground Reservoir Tank)

Tangki bawah berperan sebagai tempat penyimpanan utama untuk seluruh pasokan air yang berasal dari sumber utama. Kapasitasnya dirancang hanya untuk memenuhi kebutuhan cadangan minimum, dengan perhitungan ukuran yang ditentukan sebagai berikut (Nasruddin, 2018):

$$V_r = Q_d - (Q_s \times T)$$

Diman : V_r = Volumie taingka aiir miinum (m^3)

Q_d = Jumilah kebutuhian aiir peir hiari (m^3 /hari)

Q_s = Kapiasitas piipa diinas (m^3 /jaim)

T = Rata-rata pemakaian pier hari (jaim/hari)

2.5.1.3 Pipa

Pipa merupakan suatu alat untuk mengalirkan fluida. Jenis yang pada umum digunakan sebagai berikut (Nugroho W., 2016):

- a. Pipa PiVC (Pioly Viinyl Chloride)
- b. Pipa GiP (Galvanizeid ironi pipe)
- c. Pipa HiDPE (Higih diensity pioly etihylene)

Adapun kerugian yang terjadi ketika air mengalir dalam pipa disebabkan oleh gesekan, belokan, dsb. Berikut merupakan 2 kerugian:

- a. Kerugian Head Mayor (Mayor Losses)

Kerugian energi terjadi akibat gesekan antara fluida dengan dinding pipa maupun karena perubahan kecepatan aliran fluida (Pedoman Perencanaan Teknis Sistem Air Bersih dan Air Limbah Domestik, 2007). Jenis aliran fluida dapat ditentukan dengan menggunakan **bilangan Reynolds (Re)**, yang dirumuskan sebagai berikut:

$$Re = (\rho \times V \times D) / \mu$$

Dimana : V = Kecepatan fluida (m/s)

ρ = massa jenis fluida (Kg/m³)

μ = Viskiositas fluida (kg/m atau N.s/m²)

Kecepatan fluida (v) pada reynold number dapat diketahui dengan rumus :

$$m = \rho \times v \times A$$

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 :

$$H_f = f \frac{L \times v^2}{D \times 2g}$$

Dimana : H_f = Kerugian head karena gesekan (m)

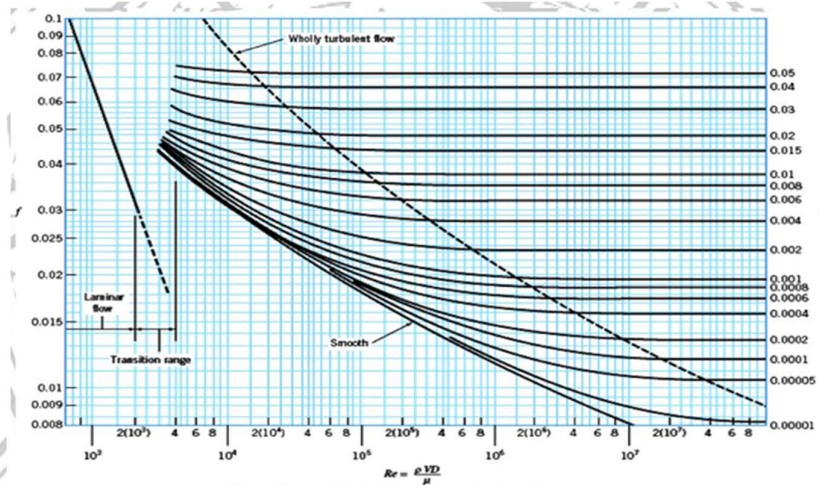
f = Faktor gesekan (dari diagram moody)

L = Panjang pipa (m)

V = Kecepatan reirata ailiran dialam piipa (m/s)

D = Diaigram piipa (m)

g = percepatan giravitasi ($9,8 \text{ m/s}^2$)



b. Kerugian Head Minor (Minor Losses)

Kerugian energi juga dapat terjadi akibat perubahan drastis dalam geometri aliran fluida, seperti pada variasi diameter pipa, tikungan tajam, penggunaan katup, reducer, atau jenis sambungan lainnya. Kerugian jenis ini dikenal sebagai *kerugian minor (minor losses)* dan umumnya dapat dihitung menggunakan rumus:

$$H_f = \sum n x k x \frac{v^2}{2g}$$

Dimana : H_f = Kerugian Head (m)

$\sum n$ = Jumlah kelengkapan pipa

k = Koefisien kerugian

v = Kecepatan aliran dalam pipa (m/s)

g = Percepatan gravitasi ($9,81 \text{ m/s}^2$)

2.2.5.3 Pompa

Pompa berperan penting dalam proses pengaliran air, terutama untuk menaikkan air dari tangki bawah ke tangki atas sebelum didistribusikan ke seluruh sistem (Kodoatie, 2013). Beberapa jenis pompa yang umum digunakan dalam sistem ini antara lain pompa *booster*, pompa *submersible*, pompa sentrifugal, dan jenis pompa lainnya yang disesuaikan dengan kebutuhan instalasi (Bakrie, 2011).

2.2.6 Perlengkapan dan Aksesoris Pipa

a. Flens

Pipa baja pada umumnya disambungkan menggunakan flange sesuai dengan panjang pipa. Flens baja dapat dibuat dengan cara pengelasan, pembubutan, ulir, ataupun penambahan potongan pipa (Widodo, 2015). Pada sambungan, kedua ujung pipa dipasang flange yang kemudian dikencangkan menggunakan baut. Pengelompokan flange biasanya berdasarkan tingkat tekanan, yang disesuaikan dengan tekanan kerja maksimum atau lebih tinggi. Tekanan kerja maksimum tersebut berbeda-beda tergantung medium yang dialirkan, seperti uap, udara bertekanan, gas, air, maupun minyak. Adapun jenis-jenis flange pipa dapat dibedakan sebagai berikut:

Flange dapat diklasifikasikan berdasarkan beberapa kategori teknis, antara lain:

a) Berdasarkan Ukuran (Dimensi) Standar ANSI

Flange diklasifikasikan menurut standar tekanan yang dirujuk dalam sistem ANSI (American National Standards Institute), seperti ANSI Class 150, Class 300, Class 600, dan seterusnya. Kelas ini menunjukkan batas tekanan maksimum yang dapat ditahan oleh flange pada suhu tertentu.

b) Berdasarkan Schedule Pipa

Jenis flange juga dapat dibedakan berdasarkan ketebalan dinding pipa (*schedule*), misalnya Schedule 30, Schedule 40, Schedule 80, hingga Schedule XS (*extra strong*). Pemilihan flange harus disesuaikan dengan ketebalan pipa agar sambungan tetap kuat dan aman terhadap tekanan.

c) Berdasarkan Jenis Permukaan Sambungan (Face Type)

Flange memiliki beberapa tipe permukaan sambungan yang digunakan untuk menyatukan pipa, seperti:

- Flat Face (FF): Permukaan rata yang biasa digunakan pada sistem tekanan rendah.
- Raised Face (RF): Permukaan sedikit menonjol di tengah flange, umum digunakan pada sistem tekanan sedang hingga tinggi.

- Ring Type Joint (RTJ): Menggunakan alur khusus untuk cincin logam, ideal untuk tekanan tinggi dan aplikasi industri berat.

d) Berdasarkan Bentuk Fisik Sesuai Standar ANSI

Flange juga dibedakan berdasarkan bentuk dan fungsinya, seperti:

- Weld Neck Flange
- Slip-On Flange
- Socket Weld Flange
- Lap Joint Flange
- Threaded Flange
- Blind Flange

Setiap tipe memiliki karakteristik dan penggunaan tertentu sesuai dengan desain sistem perpipaan.

b. Katup (Valve)

Valve atau katup merupakan komponen yang berfungsi untuk mengatur, mengarahkan, sekaligus mengendalikan aliran fluida, baik berupa gas, cairan, maupun padatan yang terfluidisasi. Mekanisme kerjanya dilakukan dengan cara membuka, menutup, ataupun menahan sebagian aliran dalam pipa. Pemilihan jenis valve yang tepat ditentukan oleh beberapa faktor, diantaranya:

- Jenis fluida yang mengalir
- Jumlah aliran
- Tujuan/fungsi valvenya

c. Valve Gear

Pengatur katup (*valve gear*) merupakan perangkat yang berfungsi untuk mengendalikan kerja katup pada sistem perpipaan. Pengendalian ini dapat dilakukan secara langsung di lokasi (*local control*) maupun dari jarak jauh (*remote control*), tergantung pada kebutuhan sistem dan desain instalasi.

d. Belokan

Belokan merupakan salah satu komponen dalam sistem perpipaan yang berfungsi menyambungkan antar pipa sehingga arah aliran dapat disesuaikan dengan kebutuhan instalasi.

e. Sambungan (fitting)

Sambungan (fitting) merupakan komponen dalam instalasi perpipaan yang berfungsi untuk menghubungkan antar pipa sekaligus dapat difungsikan sebagai ujung saluran atau outlet fitting (Pedoman Teknis Sistem Penyediaan Air Bersih Rumah Tangga, 2010). Terdapat beberapa jenis sambungan yang umum digunakan, antara lain :

1) Siku (Elbow)

Sambungan siku (elbow) merupakan salah satu jenis fitting pada sistem perpipaan yang berfungsi untuk mengubah arah aliran fluida. Tipe elbow yang paling sering digunakan terdiri dari tiga macam, yaitu elbow dengan sudut 45° , 90° , dan 180° .

2) Sambungan Tee

Sambungan tee berfungsi sebagai percabangan aliran pada sistem perpipaan. Umumnya, ukuran diameter pada cabang sama dengan diameter pipa utama, yang disebut sebagai *straight tee*. Namun, apabila diameter cabang berbeda dengan pipa utama, maka sambungan tersebut dikenal dengan istilah *tee reducer*.

3) Sambungan Stup-in

Jenis sambungan ini memiliki fungsi yang mirip dengan *tee*, yaitu untuk membagi arah aliran. Perbedaannya, jika pada *tee* cabang pipa dibuat sebagai komponen terpisah yang kemudian disambungkan, maka pada *stub-in* percabangan dibuat langsung dari pipa utama. Dengan demikian, *stub-in* dapat menggantikan fungsi *reducer tee*.

4) Sambungan Cap

Fitting cap berfungsi untuk menghentikan aliran pada ujung pipa. Fitting ini dilass langsung pada bagian pipa utama

f. Gasket Pipa

Pada sambungan flange, gasket memiliki fungsi utama sebagai elemen penyekat untuk mencegah terjadinya kebocoran. Setiap sambungan flange wajib menggunakan gasket, baik dengan bentuk oval maupun lingkaran (ring), yang dipasang tepat pada permukaan flange (flange face).

Selain komponen utama, terdapat beberapa peralatan tambahan yang digunakan dalam sistem perpipaan tertentu untuk mendukung fungsi dan kinerja instalasi. Peralatan tersebut antara lain:

1. Pipa Pemasukan (Pipeline): Digunakan sebagai jalur utama untuk mengalirkan fluida ke dalam sistem.
2. Kotak Lumpur (Mud Box): Berfungsi untuk menampung dan mengendapkan lumpur atau partikel berat sebelum fluida masuk lebih jauh ke dalam sistem.
3. Saringan Pemasukan (Grating): Berfungsi sebagai penyaring awal untuk mencegah masuknya benda padat atau kotoran besar ke dalam aliran pipa.
4. Separator: Digunakan untuk memisahkan air laut dari material pengotor seperti lumpur, pasir, dan batu, sehingga fluida yang masuk ke sistem lebih bersih.
5. Steam Trap: Alat ini digunakan untuk menampung dan membuang kondensat (pengembunan uap air) yang terbentuk dalam sistem perpipaan uap, tanpa membiarkan uap keluar.
6. Sprinkler: Merupakan sistem pemadam kebakaran otomatis yang bekerja dengan menyemprotkan air bertekanan dari dalam pipa saat terdeteksi suhu tinggi akibat api.
7. Pompa: Digunakan untuk menghisap dan memindahkan fluida dari satu tangki ke tangki lainnya sesuai kebutuhan sistem.

2.4 Prinsip Dasar Sistem Pemadam Kebakaran

Instalasi hidran kebakaran adalah sistem pemadam kebakaran permanen yang memanfaatkan media air bertekanan. Air tersebut dialirkan melalui jaringan pipa dan selang kebakaran sebagai sarana utama pemadaman (Depnaker, 1995).

2.4.1 Klasifikasi Bahaya Kebakaran

2.4.1.1 Bahaya Kebakaran Ringan

Hunian yang tergolong dalam kategori bahaya kebakaran ringan umumnya memiliki karakteristik serupa dengan rumah ibadah, gedung pertemuan,

fasilitas pendidikan, rumah sakit, perpustakaan, kawasan perumahan, museum, dan jenis bangunan serupa lainnya (Ahmad, 2018).

2.4.1.2 Bahaya Kebakaran Sedang

Klasifikasi bahaya kebakaran sedang dibagi menjadi dua kelompok.

- **Kelompok 1** mencakup bangunan seperti pabrik elektronik, pabrik gelas, pabrik pengalengan, area servis restoran, tempat parkir kendaraan, ruang pameran, dan sejenisnya.
- **Kelompok 2** meliputi bangunan dengan tingkat risiko lebih tinggi seperti pabrik kimia, kandang kuda, pabrik mesin, industri tekstil, dan lainnya ((BNPB), 2021).

2.4.1.3 Bahaya Kebakaran Berat

- **Kelompok 1** mencakup fasilitas seperti hanggar pesawat, area pengecoran logam, penggergajian kayu, pabrik kayu lapis (plywood), serta percetakan.
- **Kelompok 2** mencakup industri berisiko tinggi, seperti pabrik pengolahan aspal, pembersihan dengan pelarut (solvent cleaning), serta bengkel atau pabrik yang melakukan pekerjaan pengecatan dengan cara pencelupan, pekerjaan varnish, dan aktivitas lain dengan potensi kebakaran tinggi (Penyakit, 2015).

2.4.2 Sistem Pemadam Kebakaran Dalam Gedung

Terdapat beberapa jenis sistem pemadam kebakaran yang umum digunakan di dalam bangunan, antara lain sistem sprinkler otomatis dan fire hose reel yang terintegrasi dalam kotak hydrant.

2.4.2.1 Sistem Sprinklers

Sistem sprinkler dirancang untuk mengeluarkan air secara otomatis ketika mendeteksi adanya potensi kebakaran. Alat ini mulai bekerja ketika suhu di sekitar kepala sprinkler mencapai titik tertentu, umumnya sekitar 57°C hingga 68°C. Beberapa jenis sistem sprinkler dikembangkan untuk menyesuaikan dengan kondisi dan kebutuhan spesifik suatu bangunan.

2.4.2.2 Sistem Fire Hose Reel

Sistem *fire hose reel* berfungsi sebagai saluran manual untuk penyaluran air melalui selang yang terpasang pada instalasi pemadam

kebakaran. Umumnya, sistem ini memanfaatkan pipa berdiameter sekitar 6,35 cm, dengan jangkauan maksimal mencapai 30,5 meter. Perangkat ini biasanya dilengkapi dengan katup pelepas air dan dipasang pada ketinggian sekitar 50 cm dari lantai, agar pengguna dapat mengaksesnya dengan mudah saat kondisi darurat.

2.4.2.3 Sisteim Pemiadam Kebakaran Liuar Geidung

Hydrant pilar berfungsi sebagai komponen utama dalam penyaluran air dari luar menuju ke dalam gedung pada saat terjadi kebakaran di area tertentu. Secara teknis, sistem ini menggunakan selang dengan diameter minimal 2,5 inci dan terhubung ke pipa berukuran setidaknya 4 inci. Selang tersebut memiliki panjang hingga 30 meter guna menjangkau area yang lebih luas. Instalasi hydrant pilar umumnya dipasang pada ketinggian sekitar 50 cm dari permukaan tanah dan ditempatkan pada jarak minimal 6 meter dari sisi bangunan untuk memudahkan akses dan manuver kendaraan pemadam kebakaran.

Selain itu, hydrant pilar dilengkapi dengan *siamese connection*, yaitu komponen yang memungkinkan pasokan air dari mobil pemadam masuk ke sistem perpipaan gedung. Dengan adanya koneksi ini, distribusi air ke hydrant box di dalam gedung dapat berlangsung secara optimal (Santosa, 2016).

2.6 Hidran

Berdasarkan SNI 03-1745-2000 tentang tata cara perencanaan serta pemasangan sistem pipa tegak dan selang untuk pencegahan bahaya kebakaran pada bangunan rumah maupun gedung, *fire hydrant* merupakan suatu sistiem instailasi perpipaan yang beirisi air dengan tekanan tertentu dan difungsikan sebagai sarana untuk memadamkan kebakaran (Tjahjono, 2014).

Adapun jenis-jenis sistem pemadam kebakaran yang umum diaplikasikan dalam bangunan, antara lain:

2.5.1 Fiire Hiose Rieel

Merupakan jenis hidiran kebakaran yang terdiri atas gulungan selang elastis yang ditempatkan dalam sebuah kotak pada dinding. Kotak tersebut umumnya dilengkapi dengan palu kecil untuk memecahkan kaca penutup pada saat terjadi kebakaran.

2.5.2 Sprinkler

Jenis sistem pemadam kebakaran yang dipasang pada langit-langit setiap lantai dalam bentuk jaringan pipa. Setiap outlet sprinkler dilengkapi dengan sensor yang peka terhadap panas, sehingga ketika suhu meningkat akibat kebakaran, sprinkler akan otomatis mengeluarkan air. Aturan teknis mengenai pemasangan sprinkler tercantum dalam SNI 03-3989-2000 tentang tata cara perencanaan dan pemasangan sistem sprinkler otomatis untuk pencegahan kebakaran pada bangunan gedung (Sutrisno, 2014).

2.6 Pipe Flow Expert

Salah satu perangkat lunak yang dapat digunakan untuk melakukan perhitungan dan simulasi sistem distribusi air bersih adalah menggunakan *Pipe Flow Expert*. Dalam proses perancangan jaringan perpipaan menggunakan software ini, terdapat beberapa tahapan yang perlu dilakukan, di antaranya adalah:

- a. Menempatkan tangki.
- b. Pemilihan diameter pipa
- c. Pemilihan material pipa.
- d. Panjang pipa.
- e. Jenis fluida.
- f. Pemilihan komponen seperti (*Elibow, Brianch Tee, Biall Valve, Tiap, dll*).

2.7 Kapasitas

Pada penelitian ini, sistem plambing menggunakan *roof tank* berkapasitas 4 m³ yang terbuat dari material fiberglass, serta *septic tank* biofilter dengan kapasitas 2

× 4 m³. Selain itu, terdapat tiga komponen utama yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

2.7.1 Pekerjaan Air Bersih

2.7.1.1 Pompa transfer dengan kapasitas **80 liter/menit**, head **43 m**, dilengkapi dengan **pressure tank, pressure switch, dan pressure gauge**.

2.7.1.2 Pompa booster berkapasitas **30 liter/menit**, head **25 m**, motor power **2 × 0,44 kW, 3 × 380V, 50 Hz, 290 rpm**, dilengkapi dengan **panel kontrol VSD untuk kedua pompa, pressure tank, pressure switch, pressure gauge, serta valve** (Mendela & Dewi, 2023).

2.7.2 Pekerjaan Air Kotor

2.7.2.1 Pipa air kotor dan bekas menggunakan **PVC AW 10 kg/cm²**.

2.7.2.2 Pipa vent menggunakan **PVC AW 10 kg/cm²**.

2.7.3 Hidran

2.7.3.1 Pompa hydrant dengan kapasitas **500 USGpm**, tipe **horizontal split case**, head **90 m**, jumlah **1 unit**, dilengkapi dengan **panel kontrol**.

2.7.3.2 Jockey pump berkapasitas **25 USGpm**, tipe **vertical multistage**, head **90 m**, jumlah **1 unit**, dilengkapi dengan **panel kontrol**.

2.8 Jurnal Terdahulu

Table 2.0.7 Jurnal Terdahulu

No.	Nama Peneliti	Judul	Variabel	Keterangan
1.	Wisnu Tri Anugrah	PERENCANAAN SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH DAN PEMBUANGAN AIR LIMBAH GEDUNG NEO CONDOTEL	Sistem Plambing	Pembahasan mengenai Tahapan dalam merencanakan sistem distribusi air.

No.	Nama Peneliti	Judul	Variabel	Keterangan
		BATU.		
2.	Ririn Lutfia Sari	PERENCANAAN SISTEM PLAMBING DAN SISTEM PEMADAM KEBAKARAN PADA RUMAH SUSUN SNVT JAWA TIMUR PAKET KOTA PASURUAN	Sistem Plumbing dan Sistem Pemadam Kebakaran (Hidran)	Pembahasan mengenai Merencanakan dan menganalisa terkait sistem plumbing maupun sistem pemadam kebakaran.
3.	Gerin Hardena	STUDI PERENCANAAN SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH DAN PEMBUANGAN AIR LIMBAH GEDUNG PERAWATAN RUMAH SAKIT LAVALETTE MALANG	Sistem Plumbing	Menghitung dan merencanakan kebutuhan pipa tiap unit dari per komponen dari pipa air kotor seperti kloset, reservoir, dll
4.	Eman Yowanda	Perencanaan Sistem Distribusi Air Bersih Dan Pembuangan Air Limbah Gedung (Studi Kasus : Hotel Glardano Del Cielo, Kota Surabaya)	Sistem Plumbing	Tahapan dalam merencanakan sistem distribusi air bersih dan air kotor

No.	Nama Peneliti	Judul	Variabel	Keterangan
5.	Nurdiana	Perancangan Sistem Perpipaan Distribusi Air Bersih Dengan Menggunakan Software Pipe Flow Expert Untuk Skala Laboratorium	Sistem Plumbing, dan Software Pipe Flow Expert	Mengetahui tahapan dalam men-input serta meng Analisa pipa menggunakan software Pipe Flow Expert
6.	Satria Suwanda	EVALUASI PENERAPAN SISTEM KESELAMATAN KEBAKARAN PADA BANGUNAN GEDUNG RUMAH SAKIT DR. M. DJAMIL PADANG	Sistem Pemadam Kebakaran (Hidran)	Merencanakan Sistem Keselamatan Kebakaran
7.	Pekik Mahardika	EVALUASI INSTALASI PLUMBING AIR BERSIH RUMAH TIPE 42 MENGGUNAKAN PIPE FLOW EXPERT BERDASARKAN SNI 03-7065-2005 DAN BS 6700	Sistem Plumbing dan Software Pipe Flow Expert	Pembahasan mengenai perencanaan sistem plumbing dengan menggunakan software Pipe Flow Expert
8.	Ririn Endah	PERENCANAAN	Sistem	Pembahasan

No.	Nama Peneliti	Judul	Variabel	Keterangan
	Badriani, dan Yeny Dhokhikah	SISTEM PLAMBING DAN HIDRAN KEBAKARAN PADA PROYEK PEMBANGUNAN HOTEL PESONA ALAM	Plambing dan Sistem Pemadam Kebakaran (Hidran)	mengenai sistem plambing dan sistem pemadam kebakaran
9.	dari Lanti Annistyningrum, Ekawati, Bina Kurniawan	EVALUASI INSTALASI SISTEM HIDRAN PADA GEDUNG KANTOR PT. PERTAMINA LUBRICANTS JAKARTA UTARA	Sistem Pemadam Kebakaran (Hidran)	Pembahasan mengenai sistem plambing dan sistem pemadam kebakaran
10.	Reynaldo Yoseva Parulian Sitompul, Agus Kusnayat, Sri Martini	OPTIMASI PADA SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH DI WILAYAH I TELKOM UNIVERSITY DENGAN METODE CFD (COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS) DAN ANALISIS PERBANDINGAN 3 WILAYAH MENGUNAKAN	Sistem Plambing dan Software Pipe Flow Expert	Pembahasan mengenai perencanaan sistem plambing dengan menggunakan software Pipe Flow Expert

No.	Nama Peneliti	Judul	Variabel	Keterangan
		SOFTWARE PIPE FLOW EXPERT		

