

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan pustaka

Menurut pedoman plumbing Indonesia (1979), *plumbing* adalah segala sesuatu yang berhubungan dengan pelaksanaan, pemasangan, pemeliharaan dan perbaikan alat *plumbing* dan pipa dengan peralatan di dalam gedung dan di luar gedung yang berdekatan, yang bersangkutan dengan sistem drainase dan saniter, drainase air hujan, ven dan air minum, yang dihubungkan dengan sistem dikota atau sistem lain yang dibenarkan.

Menurut Noerbambang (2000), sistem perpipaan *plumbing* merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dalam pembangunan suatu gedung. Perencanaan dan perancangan sistem *plumbing* seharusnya dilakukan bersama dan sesuai dengan tahapan-tahapan perencanaan dan perancangan pada gedung tersebut. Fungsi dari pralatan *plumbing* yang pertama adalah untuk menyediakan air bersih ketempat-tempat yang dikehendaki dengan tekanan yang cukup dan membuang air kotor dari tempat-tempat tertentu tanpa mencemarkan bagian penting lainnya. Fungsi ini di laksanakan oleh penyediaan air bersih dan yang kedua oleh sistem pembuangan.

Menurut Sutrisno (2006), air merupakan sarana utama untuk meningkatkan derajat kesehatan masyarakat, karena air merupakan salah satu media dari berbagai macam penularan, terutama penyakit perut. Seperti yang telah kita ketahui bahwa penyakit perut adalah penyakit yang paling banyak terjadi di Indonesia. Oleh karena itu dalam praktek sehari-hari maka pengolahan air adalah menjadi pertimbangan yang utama untuk menentukan apakah sumber tersebut bisa dipakai sebagai sumber persediaan atau tidak.

Peningkatan kualitas air minum dengan jalan mengadakan pengolahan terhadap air yang akan diperlukan sebagai air minum dengan mutlak diperlukan terutama apabila air tersebut dari permukaan. Pengolahan yang dimaksud bisa

lengkap, sesuai dengan tingkat kekotoran dari sumber asal air tersebut. Semakin berat pengolahan yang dibutuhkan dan semakin banyak ragam zat pencemaran akan semakin banyak pula teknik-teknik yang diperlukan untuk mengelola air tersebut agar bisa dimanfaatkan sebagai air minum.

Menurut Wisanto (2012), plumbing adalah sebuah teknologi pemipaan beserta peralatannya untuk menyediakan air bersih, baik dalam sisi kualitas maupun kuantitas (kontinuitas) yang memenuhi kriteria tertentu dan juga meliputi sistem pembuangan air bekas atau kotor dari suatu tempat tertentu untuk mencapaisebuah kondisi yang higienis dan nyaman.

Metode instalasi *plumbing* adalah suatu hal yang wajib seorang kontraktor ketahui, karena *plumbing* merupakan salah satu unsur terpenting dalam sebuah bangunan. Pemasangan *plumbing* perlu dilakukan secara sistematis dan cermat agar kebutuhan penghuni bangunan atas air dapat terpenuhi dengan baik secara kontinu.

Menurut Suharyono(1996), dalam menjalankan fungsi kehidupan sehari-hari manusia amat tergantung pada air, karena air dipergunakan pula untuk mencuci, membersihkan peralatan, mandi, dan lain sebagainya. Manfaat lain dari air berupa pembangkit tenaga, irigasi, alat transportasi, dan lain sebagainya yang sejenis dengan ini. Semakin maju tingkat kebudayaan masyarakat maka penggunaan air makin meningkat.

Menurut Suripin (2002), *plumbing* yang terbaik pada ruang harus dapat menghadirkan air bersih dengan sempurna. Air bersih yang mengalir keruang dapur tidak boleh tercemar karena digunakan untuk membersihkan segala sesuatuyang berhubungan dengan akrivitas makan dan minum penghuni rumah. Jangan sampai air bersih yang diharapkan ini justru menjadi "racun" bagi penghuni rumah karena mengandung jamur, bakteri ataupun zat kimia

Plumbing ruang dapur juga harus memiliki sistem pembuangan air kotor dengan sempurna. Jangan sampai terjadi saluran pembuangannya mampet akibat desain pemipaan yang salah sehingga kotoran tidak bisa mengalir dengan lancar.

Menurut Yagoz(2011), instalasi air bersih harus direncanakan dengan benar agar distribusi air dalam rumah berjalan lancar dan efisien. Jika tidak direncanakan dengan baik (berbelok kelok dan bercabang banyak), distribusi air bersih akan terganggu. Pemipaan atau dalam bahasa ingris disebut *plumbing*, merupakan sistem yang salah satu fungsinya untuk menyediakan kebutuhan air bersih. Namun kadang-kadang, sistem ini tidak berjalan semestinya sehingga penyediaan air yang dibutuhkan untuk kegiatan rumah tangga menjadi terganggu. Oleh karena itu, sistem instalasi air bersih harus direncanakan sejak awal dan dituangkan dalam bentuk gambar perencanaan instalasi.

Instalasi saluran air bersih merupakan perencanaan pembangunan alur air bersih dari sumber air melalui komponen penyaluran dan penyambungannya ke bak-bak penampungan air maupun kran-kran yang berfungsi untuk memenuhi kebutuhan air dalam kehidupan sehari-hari.

2.2 Landasan teori

2.2.1 *Plumbing* dan Kegunaannya

Plumbing adalah pekerjaan yang mengikuti teknologi, yang menyangkut tentang sistem pemanasan sentral, persediaan air bersih, saluran pembuangan air kotor dan lain sebagainya. Fungsi dari peralatan *plumbing* adalah untuk menyediakan air bersih ketempat-tempat yang dikehendaki dengan tekanan yang cukup, yang kedua membuang air kotor dari tempat-tempat tertentu tanpa mencemarkan bagian penting lainnya. Pada masa dahulu, tujuan utama sistem penyediaan air adalah untuk menyediakan air yang cukup berlebihan. Tetapi pada masa kini ada pembatasan jumlah air yang dapat diperoleh karena pertimbangan penghematan energi dan adanya keterbatasan sumber air.

Pada tahun-tahun akhir ini, bahan dalam air buangan menjadi beraneka

manusia, kemajuan teknologi, industri dan sebagainya. Meskipun sistem *plumbing* adalah sarana yang sangat penting dan dikenal kebanyakan orang, tetapi bukannya tidak mungkin untuk merancang atau melaksanakan tanpa menggunakan komputer. Dapat disimpulkan bahwa instalasi *plumbing* adalah semudah sebagaimana tampaknya dari luar.

Berdasarkan fungsinya sistem perpipaan (*plumbing*) digunakan untuk melakukan transportasi suatu fluida kerja antara peralatan (*equipment*) dalam suatu gedung atau dari suatu tempat ketempat yang lain, sehingga dapat berlangsung proses produksi maupun dapat memenuhi kebutuhan bagi penggunaanya.

2.2.2 Jenis Peralatan *Plumbing*

Peralatan *plumbing* meliputi:

- a) Peralatan untuk menyediakan air bersih atau air minum.
- b) Peralatan untuk penyediaan air panas.
- c) Peralatan untuk pembuangan dan *ven*.
- d) Peralatan saniter (*plumbing fixtures*).

Sistem *plumbing* merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dalam pembangunan gedung. Oleh karena itu, perencanaan dan perancangan sistem *plumbing* harus dilakukan secara bersamaan dan sesuai tahap-tahap perancangan dan perancangan gedung itu sendiri, dengan memperhatikan secara seksama hubungannya dengan bagian-bagian konstruksi gedung serta peralatan lainnya yang ada dalam gedung tersebut.

2.2.3 Prosedur Perancangan Sistem *Plumbing*

2.2.3.1 Rancangan Konsep

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam rancangan konsep *plumbing*:

- a) Jenis dan penggunaan gedung.
- b) Jumlah penghuni.
- c) Denah bangunan.

2.2.3.2 Penelitian Lapangan

Dalam tahap rancangan konsep, penelitian lapangan sangat penting disamping hal-hal yang disebut diatas. Penelitian lapangan yang kurang memadai ataupun tidak lengkap tidak hanya akan menimbulkan kesulitan pada tahap awal perancangan, tetapi bahkan dapat menyebabkan terhambatnya pelaksanaan pemasangan instalasi. Oleh karena itu penelitian lapangan merupakan bagian dari pekerjaan perancangan-perancangan. Penelitian ini mencakup pula perundangan dengan instalasi pemerintah yang berwenang, menjajaki pendapat instalasi pengairan dan pembuangan air.

2.2.4 Prinsip Dasar Sistem Penyediaan Air Bersih

Prinsip dasar penyediaan air bersih adalah menyediakan air bersih yang dapat memenuhi kualitas serta pencegahan pencemaran air bersih tersebut.

2.2.4.1 Kualitas Air

Kualitas air harus memenuhi syarat kesehatan yang meliputi persyaratan mikrobiologi, fisika, kimia dan radioaktif yang telah ditetapkan oleh departemen kesehatan. Agar dalam penggunaannya nanti konsumen atau pemakai merasa aman dan tidak menimbulkan dampak negatif dalam pemakainnya.

Parameter kualitas air yang minimal diharapkan sudah dipriksa di laboratium.

Untuk air minum atau air bersih parameter yang berhubungan dengan kesehatan

Tabel 2.1 Standar Kualitas Air Minum Di Indonesia

No	PARAMETER	SATUAN	KADAR MAKSIMUM YANG DIPERBOLEHKAN	KETERANGAN
1	2	3	4	5
A.	FISIKA			
1.	Bau	-	-	Tidak berbau
2.	Jumlah zat padat terlarut (TDS)	mg/L	1.000	-
3.	Kekeruhan	Skaia NTU	5	-
4.	Rasa	-	-	Tidak berasa
5.	Suhu	°c	Suhu udara 3°c	-
6.	Warna	Skala TCU	15	
B.	KIMIA			
a.	Kimia Anorganik			
1.	Air raksa	mg/L	0,001	
2.	Aluminium	mg/L	0,2	
3.	Arsen	mg/L	0,05	
4.	Barium	mg/L	1,0	
5.	Besi	mg/L	0,3	
6.	Fluorida	mg/L	1,5	
7.	Kadmium	mg/L	0,005	
8.	Kesadahan (CaCO ₃)	mg/L	500	
9.	Klorida	mg/L	250	
10.	Kromium, Valensi 6	mg/L	0,05	
11.	Mangan	mg/L	0,1	
12.	Natrium	mg/L	200	
13.	Nitrat, sebagai N	mg/L	10	
14.	Nitrit, sebagai N	mg/L	1,0	
15.	Perak	mg/L	0,05	
16.	PH	-	6,5-8,5	Merupakan batas minimum dan maksimum
17.	Selenium	mg/L	0,01	
18.	Seng	mg/L	5,0	
19.	Sianida	mg/L	0,1	
20.	Sulfat	mg/L	400	
21.	Sulfida (sebagai H ₂ S)	mg/L	0,05	
22.	Tembaga	mg/L	1,0	
23.	Timbal	mg/L	0,05	
b.	Kimia organik			
1.	Aldrin dan dieldrin	mg/L	0,0007	
2.	Benzena	mg/L	0,01	
3.	Benzo (a) pyrene	mg/L	0,00001	
4.	Chlordane (total isomer)	mg/L	0,0003	
5.	Coloroform	mg/L	0,03	
6.	2,4 D	mg/L	0,10	

7.	DDT	mg/L	0,03	
8.	Detergen	mg/L	0,05	
9.	1,2 Discioroethane	mg/L	0,01	
10.	1,1 Discioroethane	mg/L	0,0003	
11.	Heptacior dan heptacior epoxide	mg/L	0,003	
12.	Hexachiorobenzene	mg/L	0,00001	
13.	Gamma-HCH (Lindane)	mg/L	0,004	
14.	Methoxychior	mg/L	0,03	
15.	Pentachiorophanol	mg/L	0,01	
16.	Pestisida Total	mg/L	0,10	
17.	2, 4, 6, Urichlorophenol	mg/L	0,01	
18.	Zat organik (KMnO4)	mg/L	10	
C.	<u>Mikro biologi</u>			
1.	Koliform Tinja	Jumlah per 100 ml	0	95% dari sampel yang diperiksa selama setahun. kadang-kadang boleh ada 3 per 100 ml sampel air, tetapi tidak berturut-turut
2.	Total koliform	Jumlah per 100 ml	0	
D.	Radio Aktivitas			
1.	Aktivitas Alpha (Gross Alpha Activity)	Bq/L	0,1	
2.	Aktivitas Beta (Gross Beta Activity)	Bq/L	1,0	

Keterangan :

mg = miligram

ml = mililiter

L = liter

Bq = Bequerel

NTU = Nephelometrik Turbidity Units

TCU = True Colour Units

Logam berat merupakan logam terlarut

2.2.4.2 Pencegahan Pencemaran Air

Sistem penyediaan air dingin meliputi beberapa peralatan seperti tangki air bawah, tangki air diatas, pompa, perpipaan, dan sebagainya. Dalam peralatan-peralatan ini, air bersih harus dapat dialirkan ketempat-tempat yang dituju tanpa mengalami pencemaran. Pencegahan pencemaran lebih ditekankan pada sistem penyediaan air dingin, dan ini faktor terpenting ditinjau dari segi kesehatan. Meskipun demikian pencemaran adalah suatu kejadian yang dapat dengan mudah terjadi dibagian manapun.

Hal-hal ini yang dapat menyebabkan pencemaran antara lain, seperti kotoran tikus dan serangga lain dalam tangki, yang akan menyebabkan karat dan rusaknya bahan tangki dan pipa., terhubungnya pipa air minum dengan pipa lainnya, tercampurnya air minum dengan air yang dari jenis lainya, aliran balik (*back flow*) air dari jenis kualitas lain kedalam pipa air minum.

2.2.4.3 Larangan Hubungan Pintas

Hubungan pintas adalah hubungan fisik antara dua sistem pipa yang berbeda satu sistem pipa untuk air minum dan pipa lainnya berisi air yang tidak diketahui kualitasnya. Dimana air dapat mengalir dari satu sistem ke sistem lain. Oleh karena itu sistem air tidak boleh dihubungkan dengan sistem perpipaan lainya. Sistem perpipaan air minum tidak boleh terendam dalam air kotor atau bahan lain yang bisa membuat air jadi kotor.

2.2.4.4 Pencegahan Aliran-Balik

Aliran balik (*back flow*) adalah aliran air atau cairan lain, zat atau campuran, kedalam sistem perpipaan air minum, yang berasal dari sumber lain yang bukan air minum. Aliran balik tidak dapat dipisahkan dari hubungan pintas dan ini disebabkan oleh terjadinya efek *shiphon*-balik (*back shiphonnage*). Dengan kata lain sistem perpipaan air minum dapat menimbulkan efek *shiphon*-balik dapat juga disebut mempunyai hubungan pintas. Efek *shiphon*-balik adalah terjadinya aliran masuk kedalam pipa air minum dari air hekas, air tercemar, dari peralatan saniter atau tangki, disebabkan oleh timbulnya tekanan negatif dalam pipa. Ada beberapa

- a) Berbagai macam peralatan untuk menyimpan air (tangki air, tangki ekspansi, menara pendingin, kolam renang dan lainnya).
- b) Peralatan yang dapat manampung air (bak cuci tangan, bak cuci dapur dan lainnya)
- c) Beberapa peralatan khusus (peralatan dapur, karyawan dan lainnya)

Pencegahan gejala aliran-balik untuk mengatasi keadaan-keadaan yang di atas:

- a) Memasang rongga udara atau memasang alat pencegah aliran-balik air.
- b) Menghindari tekanan kerja yang terlalu tinggi.
- c) Menghindari kecepatan aliran yang terlalu tinggi.
- d) Menggunakan dua katup bola selamanya pada tangki air

Tabel 2.2 Pemakaian Air Bersih Rata-Rata Per Orang Setiap Hari

	Jenis gedung	Pemakaian air rata-rata sehari (liter)	Jangka waktu pemakaian air rata-rata sehari (jam)	Perbandingan luas lantai efektif / total (%)	Keterangan
1	Perumahan mewah	250	8-10		Setiap penghuni
2	Rumah biasa	160-250	8-10		Setiap penghuni
3	Apartemen	200-150	8-10	42-45 50-53 45-50	Mewah 250 liter Menengah 180 liter Bujangan 120 liter Bujangan
4	Asrama	120	8		
5	Rumah sakit	Mewah > 1000 Menengah 500-1000 Umum 350-500	8-10	45-48	(setiap tempat tidur pasien) pasien luar : 8 liter Staf / pegawai : 120 liter Keluarga pasien : 160 liter Guru : 100 liter Guru : 100 liter Guru / dosen : 100 liter Penghuninya : 160 liter Setiap pegawai pemakaian air hanya untuk kakus, belum termasuk untuk bagian restoran
6	Sekolah dasar	40	5		
7	SLTP	50	6		
8	SLTA dan lebih tinggi	80	6		
9	Rumah - toko	100-200	8	58-60	
10	Gedung kantor	100	8	58-60	
11	Toserba (toko serba ada, departement store)	3	7	60-70 55-60	Perorang, setiap giliran (kalau kerja 8 jam sehari) Setiap penumpang (yang tiba maupun berangkat) Untuk penghuni : 160 liter
12	Pabrik / industri	Buruh pria : 60 Wanita : 100	8		Untuk penghuni : 160 liter
13	Stasiun / terminal	3	15		Pelayan : 100 liter 70% dari jumlah tamu perlu 15 liter / orang untuk kakus, cuci tangan dsb.
14	Restoran	30	5		
15	Restoran umum	15	7		Kalau digunakan siang dan malam, pemakaian air dihitung per penonton ----- idem -----
16	Gedung pertunjukan	30	5		
17	Gedung bioskop	10	3	53-55	Pedagang besar : 30 liter/tamu, 150 liter/sataf atau 5 liter perhari setiap m ² luas lantai untuk setiap tamu, untuk staf 120-150 liter
18	Toko pengecer	40	6		penginapan 200 liter Disasarkan jumlah jemaah
19	Hotel / penginapan	250-300	10		Untuk setiap pembaca yang tinggal
20	Gedung pribadatan	10	2		Setiap tamu
	Berputakaan				

21		25	6		Setiap tamu
22	Bar				Setiap tamu
23	Perkumpulan sosial	30	6		Setiap tempat duduk
24	kelab malam	30			Setiap tamu
25	gedung	120-350			Setiap staf
26	perkumpulan laboratorium	150-200			
		100-200	8		

(Sumber : Noerbambang, 2000, hal : 48)

2.2.4.5 Hunian Usaha

Setiap hunian usaha, harus di lengkapi sekurang-kurangnya dengan kloset dan bak cuci tangan untuk karyawannya, mengenai jumlah kloset, bak cuci tangan dan peturasan untuk hunian usaha.

Tabel 2.3 Jumlah Kloset, Bak cuci tangan, dan Peturasan untuk hunian usaha

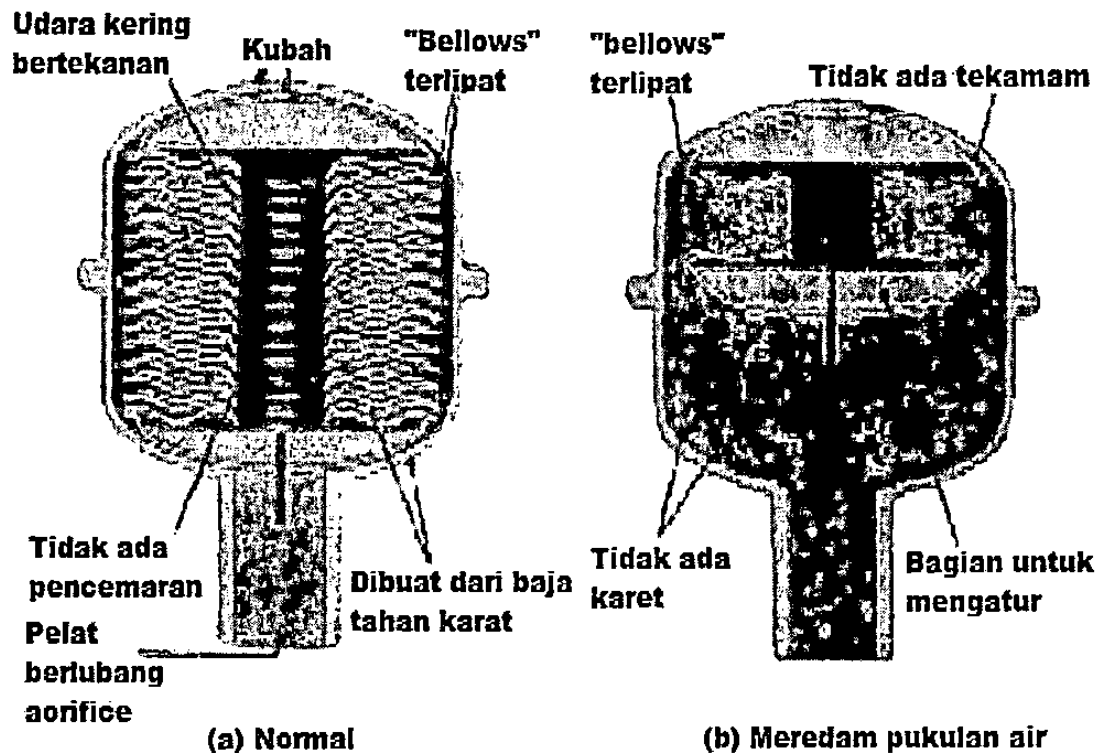
Jumlah kloset	Jumlah karyawan	Jumlah bak cuci tangan	Jumlah karyawan	Jumlah peturasan	Jumlah karyawan laki-laki
1	1 - 10	1	1 - 20	1	31 - 75
2	11 - 30	2	21 - 40	2	76 - 185
3	31 - 50	3	41 - 50	3	186 - 305
4	51 - 75	4	51 - 80		
5	76 - 105	5	81 - 100		
6	106 - 145	6	101 - 125		
7	146 - 185	7	126 - 150		
8	185 - 225	8	151 - 275		
9	226 - 265	9	176 - 205		
Karyawan lebih dari 205 orang ditambah 1 kloset untuk setiap pertambahan 40 orang karyawan.		Karyawan lebih dari 105 orang di tambahkan 1 bak cuci tangan untuk setiap pertambahan 30 orang karyawan.		Karyawan lebih dari 305 orang ditambahkan 1 peturasan untuk setiap pertambahan 120 orang karyawan.	

2.2.4.6 Hunian kumpulan

Hunian kumpulan, kecuali hunian ibadah dan sekolah, harus dilengkapi dengan alat *plumbing* herdasarkan kapasitasnya.

Tabel 2.4 Jumlah kloset, Bak cuci tangan, dan Peturasan untuk hunian kumpulan

Jumlah kloset	Jumlah pengunjung	Jumlah bak cuci tangan	Jumlah pengunjung	Jumlah peturasan	Jumlah pengunjung laki-laki
1	1 - 100	1	1 - 100	1	1 - 100
2	101 - 200	2	101 - 200	2	101 - 200
3	201 - 400	3	201 - 400	3	201 - 400
4	401 - 700	4	401 - 700	4	401 - 700
5	701 - 1100	5	701 - 1100	5	701 - 1100
Pengunjung lebih dari 1100 orang, ditambah 1 kloset untuk setiap pertambahan 400 orang pengunjung		Pengunjung lebih dari 1100 orang, ditambah 1 bak cuci tangan untuk setiap pertambahan 400 orang pengunjung		Pengunjung lebih dari 1100 orang, ditambah 1 peturasan untuk setiap pertambahan 400 orang pengunjung	



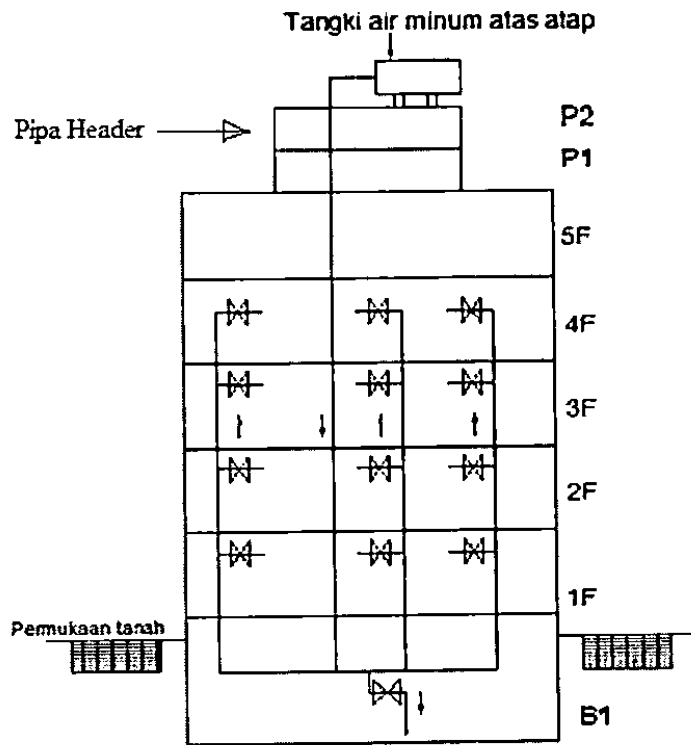
Gambar 2.1 Peredam Aliran-Bali Air

(sumber :Noerbambang, 2000)

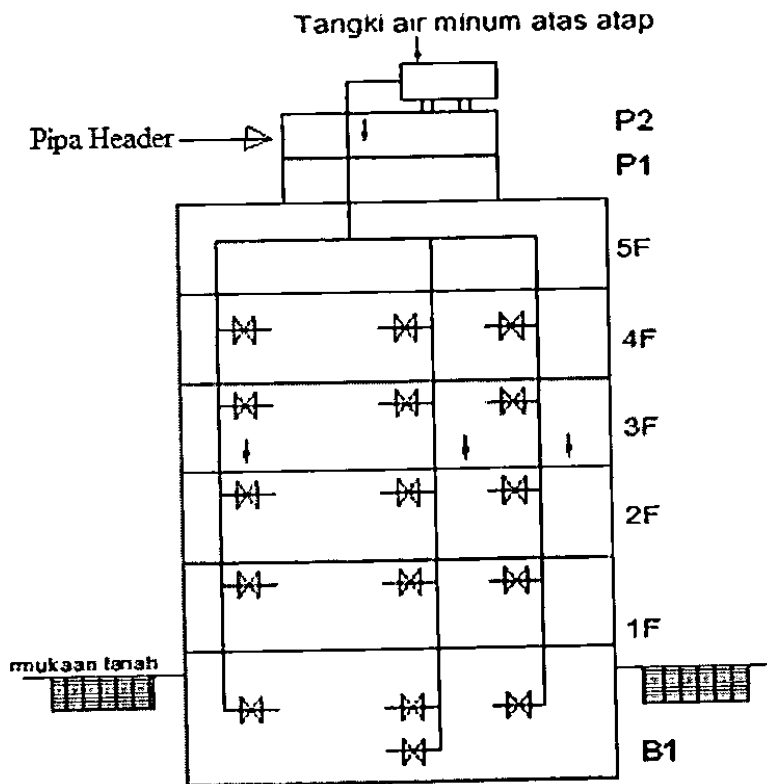
2.2.5 Perancangan Sistem Pipa Air Bersih

2.2.5.1 Sistem Pipa

Pada dasarnya ada dua sistem pipa penyediaan air dalam gedung yaitu sistem pengaliran keatas dan sistem pengaliran kebawah. Dalam sistem pengaliran keatas, pipa utama dipasang dari tangki atas kebawah sampai langit-langit terbawah dari lantai gedung, kemudian mendatar dan bercabang-cabang tegak keatas untuk melayani lantai-lantai diatasnya. Sedangkan dalam sistem pengaliran kebawah, pipa dari tangki atas pisang mendatar dalam langit-langit lantai teratas dari gedung, dan dari pipa mendatar ini dibuat cabang-cabang tegak



Gambar 2.2 Contoh Distribusi Keatas
(sumber :Noerbambang, 2000)



Gambar 2.3 Contoh Distribusi Kebawah

Diantara kedua sistem tersebut agak sulit untuk menentukan sistem mana yang terbaik, masing-masing sistem mempunyai kelebihan dan kekurangannya. Pemilihan lebih banyak ditentukan dengan bentuk konstruksi gedung dan selera preferensi perancangannya.

Suatu sistem dimana digunakan pipa hantar dari pompa tangki air bawah ke tangki atas terpisah dari pipa air utama menyalurkan kelantai-lantai gedung, dinamakan sistem dua pipa atau sistem ganda. Kalau kedua fungsi tersebut dijalankan oleh satu pipa maka dinamakan sistem satu pipa atau sistem tunggal.

Dalam sistem ganda tekanan air pada peralatan plumbing tidak banyak berubah karena hanya terpengaru oleh tinggi rendahnya muka air dalam tangki atas, sedangkan dalam sistem pipa tunggal tekanan air pada peralatan plumbing akan bertambah pada waktu pompa bekerja mengisi tangki. Dalam sistem ini ukuran pipa ditentukan berdasarkan pengaliran air dari tangki atas peralatan plumbing dan bukan didasarkan pada waktu pengisian tangki dengan pompa.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan sistem pipa:

- a) Sistem manapun yang dipilih pipa harus dirancang dan dipasang sedemikian rupa sehingga udara maupun air kalau perlu dapat diuang atau dikeluarkan dengan mudah.
- b) Pipa mendatar pada sistem pengaliran diatas sebaiknya dibuat agak miring keatas sebaiknya dibuat agak miring keatas (searah aliran), sedangkan pada sistem pengaliran kebawah dibuat agak miring kebawah.
- c) Perpipaian yang tidak merata, melengkung keatas atau melengkung kebawah harus dihindarkan. Kalau akibat suatu hal tidak dapat dihindarkan (misalnya perombakan gedung) hendaknya dipasang katup pelepas udara.
- d) Harus dihindarkan arah aliran misalnya, pipa cabang tegak akan melanyani

2.2.5.2 Material Pipa

Bahan pipa yang biasa digunakan adalah *Cast Iron, Steel, Asbestos, Cement pipe (ACP), Polyvinyl Chloride (PVC)*.

a) Pipa baja (*steel pipe*)

Pipa dari baja biasanya digunakan untuk sistem perpipaan dengan tekanan. Pipa ini banyak digunakan karena mudah dipasang, selain itu keuntungannya lainnya adalah mempunyai kekuatan material internal dan eksternal yang tinggi dan tersedia dalam bermacam-macam ketebalan pipa untuk memenuhi tekanan perancangan, serta memiliki ketahanan yang baik dan harganya yang relatif murah. Akan tetapi pipa dengan bahan ini memiliki kelemahan terutama ketahanan terhadap korosi yang rendah sehingga untuk melindungi karat dari lingkungan luar biasanya dilapisi dengan bahan anti karat.

b) Pipa PVC (*polyvinyl chloride*)

Pipa PVC merupakan pipa plastik yang memiliki kegunaan yang luas. Pipa ini termasuk jenis polovinil-klorid keras yang mempunyai sifat mekanis yang baik, selain itu memiliki ketahanan korosi yang baik untuk air serta harganya yang murah, akan tetapi pipa ini rapus dan mempunyai ketahanan korosi yang sangat kecil terhadap bahan pelarut serta ketahanan api yang kecil. Pipa ini digunakan untuk aplikasi yang mempunyai tekanan dan tidak bertekanan yang biasanya digunakan untuk pipa air minum, dan cairan lainnya. Umumnya digunakan sampai batas temperatur maksimal yaitu 150°F dan ukuran yang baru tersedia sampai diameter 20 (500 mm).

c) Pipa besi tuang (*Cast Iron Pipe*)

Secara teknis juga dikenal dengan besi cor kelabu, pipa ini sangat cocok untuk saluran air bersih dan dapat digunakan dimanapun bagian dari sistem distribusi air secara gravitasi, keuntungannya meliputi kemampuan untuk menahan tekanan dari luar, ketahanan api yang baik dan mempunyai ketahanan terhadap korosi yang baik. Kerugiannya yaitu pipa tersebut rapuh dan mudah mengalami kerusakan saat dipasang dan mudah rusak apabila mengalami beban benturan berat dan juga harga yang sangat mahal

d) Pipa beton (*concrete pipe*)

Pipa ini cocok digunakan untuk pipa distribusi air bersih bawah tanah dan sistem gravitasi dan untuk air yang bertekanan, dan biasa digunakan untuk pembuangan kotoran air dengan ukuran 24 atau lebih (Raswaru, 19987).

e) ACP (*Asbestos cement pipe*)

Pipa ini dibuat dari campuran portland cement dengan atau tanpa silica dan asbestos fiber. Pipa ini umumnya digunakan untuk sistem perpipaan yang bertekanan dan termasuk pipa distribusi air minum. Pipa ini tersedia dalam ukuran antara 4"- 42" (100 – 1000 mm).

2.2.5.3 Pemasangan Katup

Katup merupakan peralatan yang digunakan untuk menutup aliran, mencegah aliran balik atau mengontrol aliran pada unit penyediaan air bersih.

Jenis-jenis katup yang dipakai antara lain:

- a) Katup sorong (*gate valve*), yaitu katup yang digunakan untuk pengaturan aliran baik dengan membuka atau menutup katup sesuai dengan kebutuhan.
- b) *Globe valve*, digunakan untuk membuka atau menutup aliran seluruhnya.
- c) *Check valve*, digunakan untuk mencegah aliran balik atau untuk aliran satu arah.

Dari pipa utama (tegak maupun mendatar) biasanya dibuat pipa-pipa cabang yang melayani tiap lantai pada gedung bertingkat. Pada pipa-pipa cabang ini sedekat mungkin dengan pipa utamanya, hendaknya dipasang katup-katup pemisah agar kalau diperlukan perawatan atau perbaikan pada cabang pipa tersebut, maka tidak perlu instalasi seluruh gedung dimatikan. Katup tersebut biasanya dipasang pada kedua ujungnya dengan flens pipa dan bukan dari jenis dengan sambungan ulir.

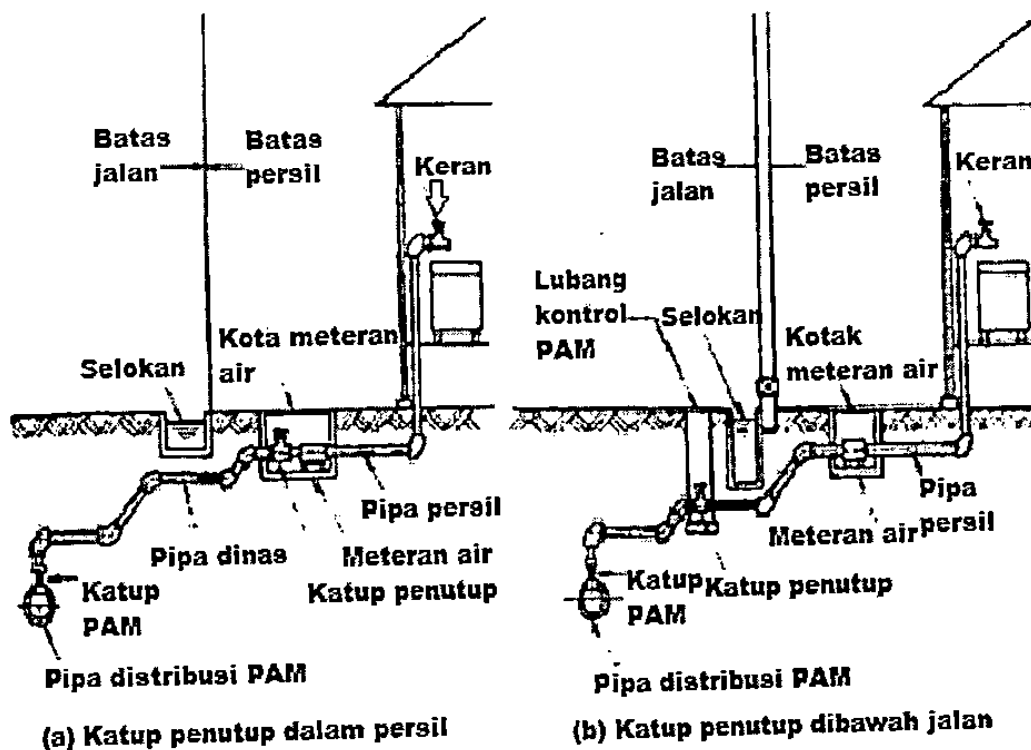
Katup-katup pemisah ini hendaknya dipasang pada tempat sedemikian sehingga mudah mengoprasikannya. Kalau pipa dipasang dalam satu cerobong maka ukuran cerobong harus cukup luas untuk operasi katup-katup, juga cukup

2.2.6 Sistem Penyediaan Air Bersih

Peralatan penyediaan air bersih dalam gedung terdiri dari beberapa metode, diantaranya (Noerbambang,2005)

2.2.6.1 Sistem Sambungan Langsung

Dalam sistem ini pipa distribusi dalam gedung disambung langsung dengan pipa utama penyediaan air bersih (misalnya : pipa utama dibawah jalan dari Perusahaan Air Minum). Karena terbatasnya tekanan dalam pipa utama dan dibatasinya ukuran pipa cabang dari pipa utama tersebut, maka sistem ini terutama dapat diterapkan pada perumahan dan gedung-gedung kecil. Ukuran pipa cabang biasanya diatur atau diterapkan dalam perusahaan air minum, sistem ini jarang sekali memakai pompa air.



Gambar 2.4 sistem sambungan langsung

2.2.6.2 Sistem Tangki Atap

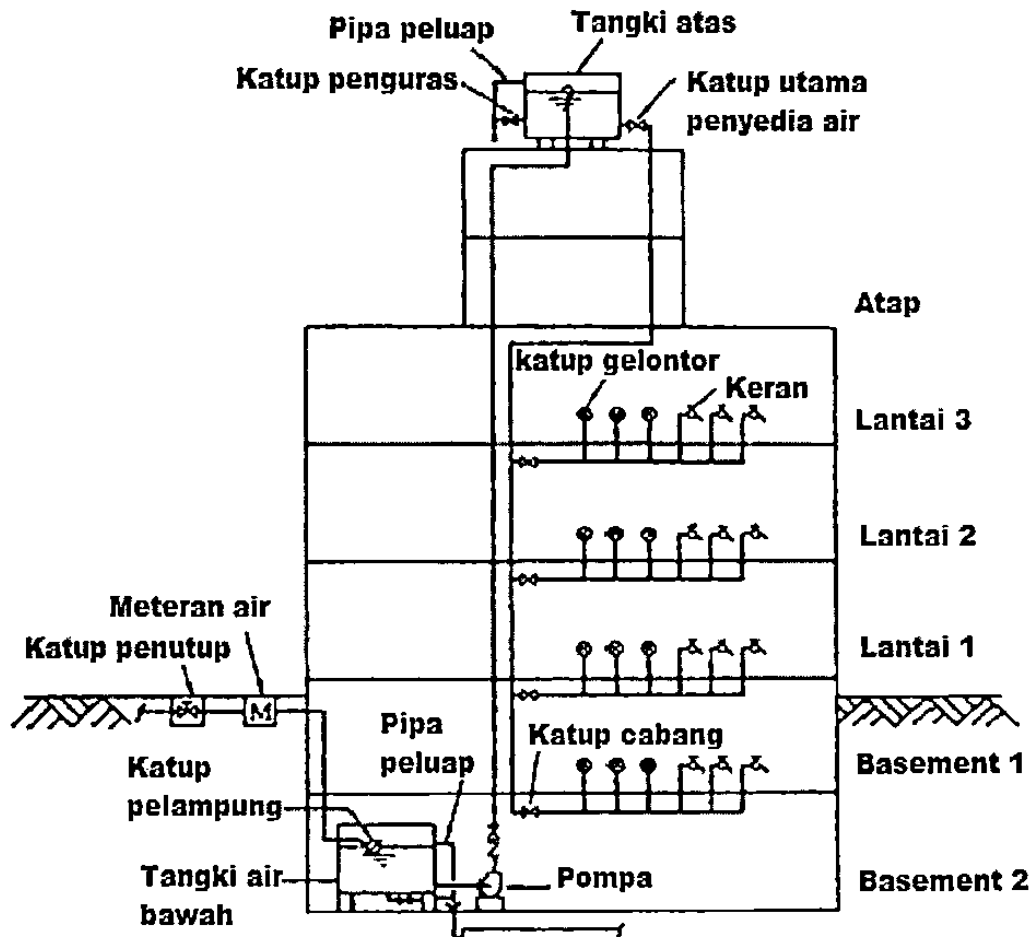
Dalam sistem ini terlebih dahulu ditampung ditangki bawah (dipasang pada lantai terendah dalam suatu bangunan atau dibawah permukaan tanah), kemudian dipompakan ketangki atas yang biasanya di pasang diatas pada atap bangunan yang tertinggi atau pada menara tangki sendiri, sistem ini cocok untuk bangunan besar dan bertingkat.

Dalam tangki atap air ditampung dalam tangki bawah atau reservoir dan dipompakan ketangki atas, kemudian dari tangki atas ini didistribusikan keseluruh bangunan. Sistem atap sering dipergunakan karena alasan-alasan sebagai berikut (Noerbambang, 2005):

- a) Selama airnya dipergunakan perubahan tekanan yang terjadi pada alat plambing tidak berarti.
- b) Sistem pompa yang menaikkan air ketangki atap bekerja secara otomatis dengan cara sederhana sehingga kecil sekali timbulnya kesulitan, pompa biasanya dijalankan dan dimatikan oleh alat yang medeteksi muka air dalam tangki atap.
- c) Perawatan tangki atap sangat sederhana dibandingkan dengan tangki tekan.

Pada setiap tangki bawah dan tangki atas harus dipasang alaram yang memberikan tanda suara untuk tangki rendah dan muka air penuh yang dihubungkan dengan pompa . tanda suara ini biasanya terpasang pada ruang

..... instalasi bangunan sederhana tangki atap tersebut ditetapkan diluar



Gambar 2.5 Sistem Dengan Tangki Atap

(sumber : <http://blogs.upnjatim.ac.id//files/2007/02/Picture5.pn>)

2.2.6.3 Sistem Tanpa Tangki

Pada sistem ini tidak dipergunakan tangki apapun baik tangki bawah dan tangki atas, air dipompakan langsung kedalam sistem distribusi bangunan dan pompa penghisap langsung dari pompa utamanya (misal pompa utama penyesunan air minum).

Adapun keuntungan tanpa tangki antara lain:

- a) Mengurangi kemungkinan pencemaran air karena menghilangkan tangki bawah maupun tangki atas.

b) Mengurangi biaya pemeliharaan karena langsung kontak antara air dengan

c) Kalau cari ini diterapkan pada gedung pencakar langit mengurangi beban struktural bangunan.

d) Untuk perumahan dapat menggantikan dengan menara air.

Untuk kerugian sistem tanpa tangki :

a) Penyediaan air sepenuhnya tergantung pada sumber daya.

b) Pemakaian listrik lebih besar.

c) Harga awal lebih tinggi karena pengaturannya.

2.2.6.4 Sistem Tangki Tekan

Prinsip dari tangki tekan ini adalah air yang telah ditampung di bawah dipompakan ke suatu tangki atau tertutup hingga udara terkompresi. Air dialirkan ke dalam sistem distribusi bangunan. Pompa secara otomatis yang diatur oleh suatu detektor tekanan yang akan membuka sekam motor listrik pompa. Pompa akan berhenti bekerja sampai batas minimum yang telah ditetapkan pula.

Kelebihan-kelebihan tangki tekan antara lain:

a) Lebih menguntungkan dari segi etika karena tidak perlu digubris dibanding tangki atap.

b) Harga awal lebih murah dibanding dengan tangki yang harus dibangun di atas menara.

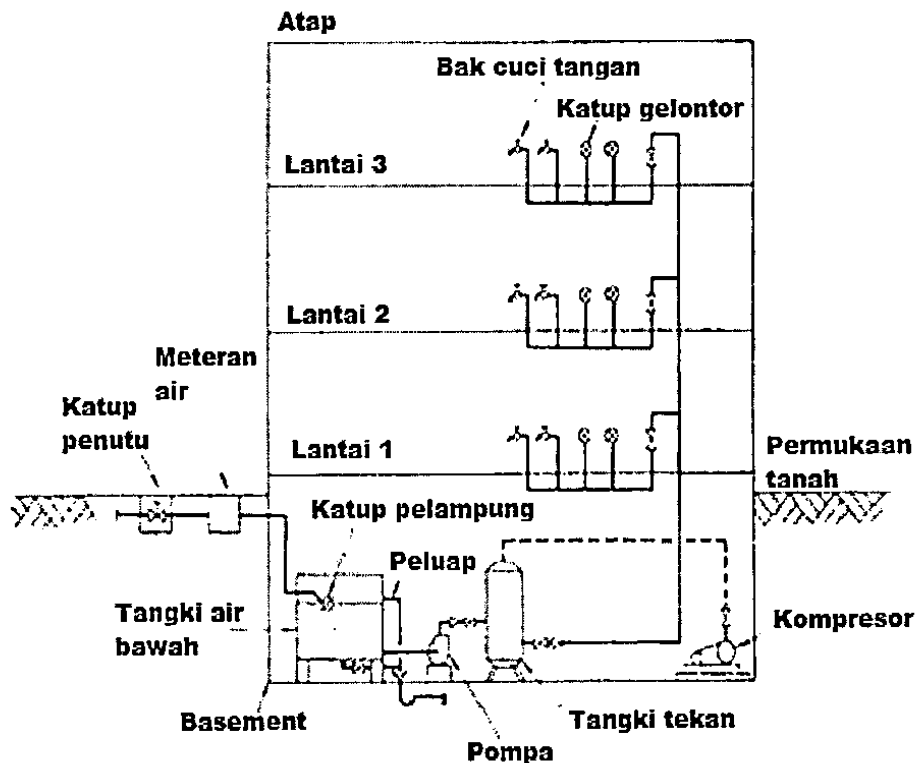
c) Mudah perawatannya karena dapat dipasang dalam ruang mesin pompa-pompa lainnya.

Kekurangan dari tangki tekan antara lain adalah:

a) Daerah fluktuasi tekan $1,0 \text{ kg/cm}^2$ sangat besar jika dibanding sistem tangki atap yang hampir tidak ada fluktuasi tekanan; tekanan ini akan berpengaruh terhadap aliran air dan akan berakibat aliran alat plambing.

b) Karena jumlah efektif air tersimpan dalam tangki, maka

- c) Sistem tangki tekan dapat dianggap sebagai sistem pengatur otomatis pompa penyediaan air saja dan bukan sistem penyimpanan air seperti tangki atap.
- d) Dengan berkurangnya tekanan udara dalam tangki tekan, maka dalam setiap beberapa hari sekali harus ditambah udara dengan kompresor atau menguras seluruh air dari dalam tangki tekan.



Gambar 2.5 Sistem Tangki Tekan

(Sumber : <http://2.bp.blogspot.com/oPKehw-Erd0/s1600/Picture7.jpg>)

2.2.7 Alat Plumbing

Istilah alat *plumbing* digunakan untuk semua peralatan yang dipasang didalam maupun diluar gedung. Untuk menyediakan air panas maupun air dingin dan untuk menerima atau mengeluarkan air buangan atau dapat dikatakan semua peralatan yang dipasang pada:

- Ujung akhir pipa untuk menahan air.

2.2.7.1 Kualitas Alat *Plumbing*

Bahan yang digunakan sebagai alat *plumbing* harus memenuhi syarat sebagai berikut:

- a) Tidak menyerap air.
- b) Mudah dibersihkan.
- c) Mudah dipasang.
- d) Relatif mudah dibuat.
- e) Tidak mudah berkarat dan tidak mudah aus.

Bahan yang banyak digunakan adalah porselen, besi atau baja yang dilapisi email, berbagai jenis plastik dan baja tahan karat. Untuk bagian alat *plumbing* yang tidak jarang terkena air dan juga digunakan bahan kayu. Alat *plumbing* yang tergolong “mewah” menggunakan juga marmer kualitas tinggi. Bahan lain yang terkadang banyak digunakan adalah *resin politster* yang diperkuat anyaman serat gelas untuk bak mandi (*bath tub*).

2.2.7.2 Peralatan Saniter

Peralatan saniter secara umum seperti kakus atau kloset, bak cuci tangan, umumnya dibuat dari bahan kramik atau porselen. Bahan ini cukup populer, biaya pembuatan sangat murah dan ditinjau dari segi sanitasi sangat baik. Bahan lain yang cukup banyak digunakan di Indonesia adalah “teraso” walaupun untuk membersihkannya lebih sulit daripada porselen.

2.2.7.3 Keran Air

Macam dari keran air, antara lain:

- a) Keran air yang dapat mudah dibuka dan ditutup, yang umum digunakan untuk berbagai keperluan.
- b) Keran air yang dapat dibuka tetapi menutup sendiri, misalnya untuk cuci tangan.
- c) Keran air yang laju alirannya diatur oleh ketinggian muka air atau katup pelampung.

2.2.7.4 Katup Gelontor Dan Tangki Gelontor

a) Katup gelontor untuk kloset

Katup ini digunakan terus-menerus selama pipa berisi air tanpa harus menunggu, sehingga sangat baik untuk dipasang pada tempat kakus umum untuk digunakan banyak orang. Dalam perancangan dan pemasangannya ada batasan yang harus dipenuhi tentang diameter pipa dan tekanan air minum yang tersedia. Katup ini akan mengalirkan air dengan laju cukup besar, sehingga sering berpengaruh terhadap alat plambing. Dalam perawatannya memerlukan tenaga terampil.

Cara penggeletoran dengan menggunakan katup gelontor, akan ada kemungkinan timbulnya efek aliran balik dari air kotor ke dalam sistem aliran air bersih, karena secara hidrolis air yang ada di dalam pipa air bersih berhubungan dengan air kotor dalam kloset. Oleh karena itu katup generator harus dilengkapi dengan penahan aliran balik (pemecah *vakum*).

b) Katup gelontor untuk peturasan

Fungsi katup gelontor untuk peturasan sama saja dengan katup gelontor untuk kloset, tetapi air yang dialirkan sekitar 5 liter untuk waktu sekitar 10 detik. Katup ini bekerja secara otomatis setiap jangka waktu tertentu, dengan tujuan apabila orang lupa dengan menutup penggelontarnya.

c) Tangki gelontor

Tangki gelontor dibuat dari porselen atau plastik, yang otomatis dipasang pada pancuran umum, yang akan bekerja untuk setiap jangka waktu tertentu. Bergantung pada permukaan konstruksi yang akan disiram. Jumlah air yang disiram berkisar 4-5 liter untuk jangka waktu 4-8 detik. Biasanya satu tangki gelontor melanyani 2-5 liter. Standar frekuensi penggelontaran setiap 5-12 kali dalam satu jam.

d) Pancuran mandi

Pancuran mandi yang disambung dengan pipa fleksibel (*hand shower*) sekarang semakin banyak digunakan, disamping pancuran yang dipasang tetap

penggunaannya untuk mandi tetapi dalam keadaan tertentu dapat menyebabkan aliran-balik yang disebabkan oleh katup pancuran dalam keadaan terbuka sedang kepala pancurannya kebetulan terbenam dalam bak mandi apabila dalam pipa air panas atau air dingin kepancuran terjadi tekanan negatif, air bekas dalam bak mandi bisa tersedot dan mencemari air bersih dalam pipa.

Cara mencegah yaitu memasang pemecah vakum untuk menghindari aliran balik. Pemecah vakum tersebut dapat dipasang dalam sistem pipa atau pada sambungan pipa dengan pipa fleksibel yang menghubungkan kepala pancuran.

Tabel 2.5 Ukuran Minimum Pipa Penyediaan Air Alat *Plumbing*

No	Alat <i>plumbing</i>	Ukuran normal	
		mm	inci
1	Bak mandi	15	½
2	Gabungan bak cuci	15	½
3	Pancuran air minum	15	½
4	Mesin cuci piring untuk rumah tangga	15	½
5	Bak cuci dapur untuk rumah tangga	15	½
6	Bak cuci tangan	20	¾
7	Bak cuci tangan	15	½
8	Bak cuci pakaian (1,2 atau 3 bagian)	15	½
9	Dus (untuk tiap dus)	15	½
10	Bak cuci (service slop)	15	½
11	Bak cuci (jenis penggelontor)	20	¾
12	Peturasan (katup glontor ¾)	20	¾
13	Peturasan katup glontor 1)	25	1
14	Peturasan tangki glontor	15	½
15	Kakus (tangki glontor)	15	½
16	Kakus(katup Glontor)	25	1
17	Kran untuk penyambung slang	15	½
18	Hidran dinding	15	½

Tabel 2.6 *Number Of ½ In Pipes That Will Discharge As Much As A Single Of Any Other Size For The Same Pressure Loss*

Size of pipe (inch)	½	5/8	¾	1	1¼	1½	2	2½	3	4	6	8	10
Number of ½ inch pipes with same capacity	1	1,7	2,9	6,2	10,9	17,5	37,8	65,5	110,5	189	527	1200	2090

(sumber :Noerbambang,2005)

Tabel 2.7 *Unit Beban Alat Plumbing*

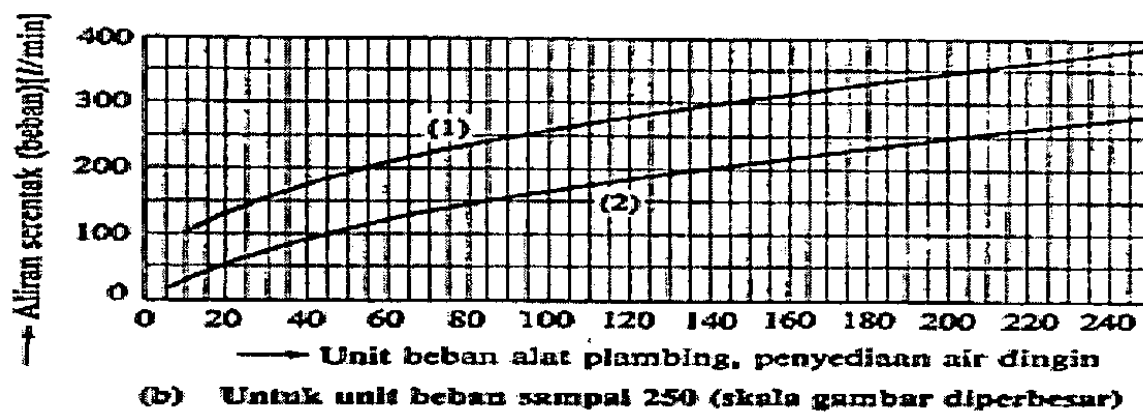
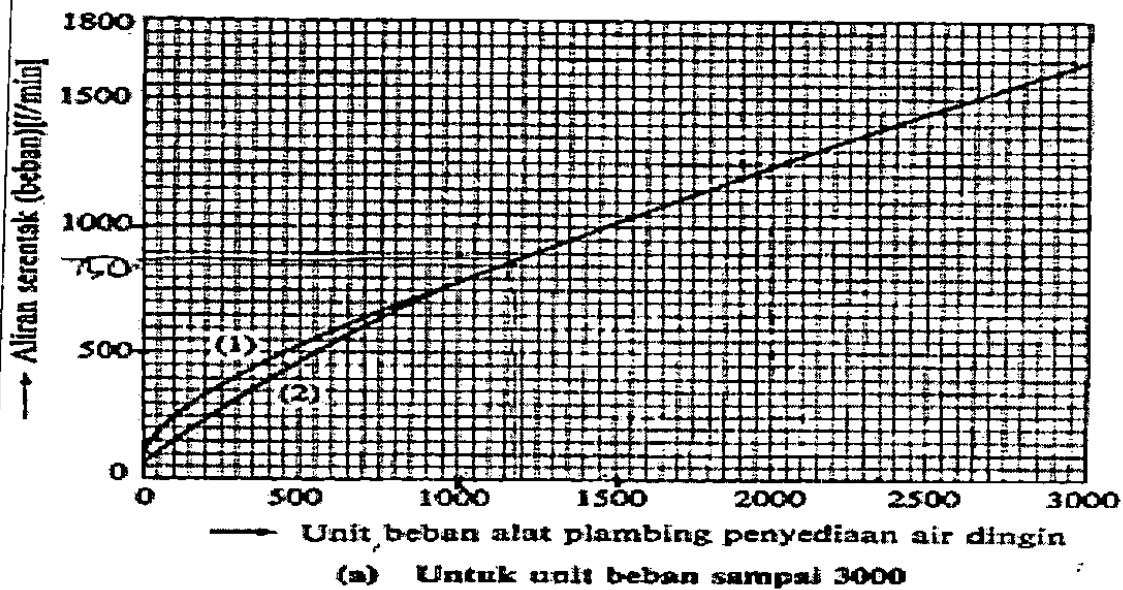
No	Unit beban alat plumbing	Pribadi	Umum
1	Bak mandi	2	4
2	Bedpan washer	-	10
3	Bidet	2	4
4	Gabungan bak cuci dan dulang cuci pakaian	3	-
5	Unit dental atau peludahan	-	1
6	Bak cuci tangan untuk dokter gigi	1	2
7	Pancaran air minum	1	2
8	Bak cuci tangan	1	2
9	Bak cuci dapur	2	2
10	Bak cuci pakaian(1 atau 2 kompartemen)	2	4
11	Dus, setiap kepala	2	4
12	<i>Service sink</i>	2	4
13	Peturasan pedestal berkaki	-	10
14	Peturasan, <i>wail lip</i>	-	5
15	Peturasan, palung	-	5
16	Peturasan dengan tangki glontor	-	3
17	Bak cuci, bulat atau jamak(setiap kran)	-	2
18	Kloset dengan katup glontor	6	10
19	Kloset dengan tangki glontor	3	5

(Sumber : SNI 03-6481-2000)

Tabel 2.8 Faktor Pemakaian (%) dan Jumlah Alat Plambing

Jenis alat plambing \ Jumlah alat plambing	1	2	4	8	12	16	24	32	40	50	70	100
Kloset, dengan karup 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 plambing 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 :Noerbambang,2005)



Gambar 2.6 Hubungan Antara Unit Alat Plambing Dengan Laju Aliran

(sumber :Noerbambang,2005)

Keterangan gambar 2.6

Kurva (1) untuk sistem yang sebagian besar dengan katup gelontor.

Kurva (2) untuk sistem yang sebagian besar dengan tangki gelontor.

2.2.7.5 Rumus Perhitungan Dalam *Plumbing*

- e) Pemakaian air rata-rata (Noerbambang, 2000, hal : 68)

$$Q_h = Q_d / T \dots\dots\dots(2.1)$$

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

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

T : Jangka waktu pemakaian (jam)

- f) Pemakaian air jam puncak (Noerbambang, hal 69):

$$Q_{h-max} = (c1) (Q_h) \dots\dots\dots(2.2)$$

$c1$ adalah konstanta (1,5 – 2,0), bergantung pada kondisi pada lokasi dan penggunaan pada gedung.

- g) Pemakaian air pada menit puncak (Noerbambang, 2000, hal : 69):

$$Q_{m-max} = (c2) (Q_h/60) \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana $c2$ adalah konstanta (3,0 – 4,0)

Kapasitas tangki air bawah reservoir (Noerbambang, 2000, hal : 96)

$$Q_d = Q_s \cdot T \dots\dots\dots(2.4)$$

$$V_R = Q_d - Q_s \cdot T \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana Q_d : Jumlah kebutuhan air per hari(m^3)

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

T : Rata-Rata pemakaian per hari (jam)

V_R : Volume tangki air (m^3)

- h) Kapasitas tangki air atas (Noerbambang, 2000, hal : 97) :

$$V_E = (Q_p - Q_{max}) \cdot T_p + Q_{pu} \times T_{pu} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana V_E : Kapasitas efektif tangki atas (m^3)

Q_p : Kebutuhan puncak (liter/menit)

Q_{max} : Kapasitas 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)

2.2.8 Pompa Penyedia Air

Kebutuhan air bersih merupakan syarat dalam menunjang berlangsungnya suatu kegiatan didalam gedung pasca sarjana, rumah sakit, sekolah, *mall*. Seperti toilet, *washtafel*, air untuk wudlu, maupun kran untuk perawatan *outdoor*, *sprinkler*, *hydrant*, pemadam kebakaran dan lain sebagainya.

2.2.8.1 Menentukan Spesifikasi Pompa

Dalam memilih suatu pompa untuk maksud tertentu, terlebih dahulu harus diketahui kapasitas aliran serta *head* yang diperlukan untuk mengalirkan zat cair yang akan dipompa. Selain itu, agar pompa dapat bekerja tanpa mengalami kavitasi, perlu ditaksir berapa tekanan minimum yang tersedia pada sisi masuk pompa yang terpasang pada instalasi. Atas dasar tekanan isap ini maka putaran pompa dapat ditentukan.

2.2.8.2 Kapasitas Pompa

Laju aliran yang menentukan kapasitas pompa ditentukan menurut kebutuhan pemakaiannya. Untuk pompa yang digunakan untuk distribusi air bersih dari tando distribusi kekonsumen disebut pompa distribusi. Untuk menentukan pompa yang diperlukan, harus diperhatikan sebagai berikut:

- a) Kapasitas total pompa harus dapat memenuhi kebutuhan maksimum (kebutuhan pada titik puncak) dari konsumen.
- b) Pompa harus dapat bekerja secara efektif pada kebutuhan yang berfluktuasi dari waktu ke waktu.

Untuk memenuhi kedua kriteria diatas pada umumnya diperlukan lebih dari satu buah pompa. Pada instalasi konvensional standar, biasanya dipakai dua buah pompa, satu besar dan satu kecil. Namun dalam banyak hal akan lebih baik jika dipergunakan beberapa pompa dengan kapasitas yang sama. Jika jumlah air yang

pompa yang sama kapasitasnya ditambah dengan pengatur putaran untuk melayani konsumsi yang berfluktuasi tiap jam.

Tabel 2.9. Jumlah Pompa Yang Terpasang Untuk Menyadap (Intake) dan Menyalurkan. (sularso, 1996)

Debit yang direncanakan (m ² /hari)	Jumlah pompa utama	Jumlah pompa cadangan	Jumlah pompa keseluruhan
Sampai 2.800	1	1	2
2.500 – 10.000	2	1	3
Lebih dari 9.000	Lebih dari 3	Lebih dari 1	Lebih dari 4

Tabel 2.10. Jumlah Pompa Distribusi Terpasang. (sularso, 1996)

Debit yang direncanakan (m ² /jam)	Jumlah pompa utama	Jumlah pompa cadangan	Jumlah pompa keseluruhan
Sampai 125	2	1	3
120 – 450	Besar 1 Kecil 1	1	Besar 2 Kecil 1
Lebih dari 400	Besar 3 – 5 atau lebih kecil 1	Besar 1 atau lebih kecil 1	Besar 4 – 6 atau lebih kecil 2

2.2.9 Head

2.2.9.1 Head Total Pompa

Head total pompa yang harus disediakan untuk mengalirkan jumlah air seperti direncanakan, dapat ditentukan dari kondisi instalasi yang akan dilayani oleh pompa, seperti diperlihatkan dalam gambar 2.8 *Head* total pompa dapat dirumuskan sebagai berikut

$$H = h_a + \Delta h_p + h_l + \frac{v_d^2}{2g} \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana : $H = \text{Head total pompa (m)}$

$h_a = \text{Head statis total (m)}$

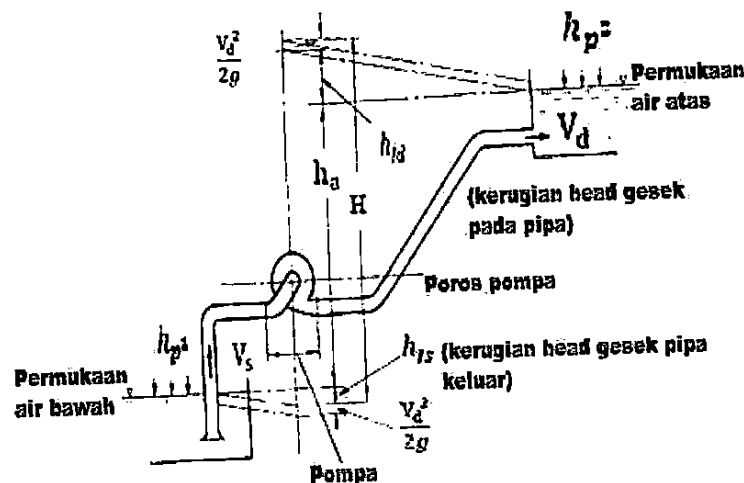
Head ini adalah perbedaan tinggi antara muka air disisi keluar dan disisi isap ; tanda positif (+) dipakai apabila muka air disisi keluar lebih tinggi dari pada sisi isap

$\Delta h_p =$ perbedaan *Head* tekan yang bekerja pada kedua permukaan air (m), $\Delta h_p = h_{p1} - h_{p2}$

$H_l =$ sebagai kerugian *Head* di pipa, katup , belokan, sambungan, dan lain-lain. (m)

$\frac{v_d^2}{2g} = \text{Head kecepatan keluar (m)}$

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



Gambar 2.7 Head Pompa 1. (sularso, 1996)

2.2.9.2 Head Kerugian Pipa

Head kerugian yaitu *head* untuk mengatasi kerugian-kerugian (kerugian gesek didalam pipa, kerugian didalam belokan-belokan, katup-katup, pengecilan pipa, percabangan pipa sebagainya). Untuk menghitung kerugian gesek dalam pipa kita harus mencari aliran yang terjadi apakah termasuk aliran yang laminar atau aliran yang turbulen dengan memakai bilangan reynold (Tahara H., Sularso, pompa dan kompresor, hal 29):

$$R_e = \frac{vD}{\nu} \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana R_e : Bilangan reynolds(tak berdimensi)

v : Kecepatan rata-rata aliran didalam pipa (m/s)

D : Diameter dalam pipa (m)

ν : Viskositas kinematik zat cair (m²/s)

pada $R_e < 2300$, aliran bersifat laminar

pada $R_e < 4000$, aliran bersifat *turbulen*

pada $R_e = 2300 - 4000$, terdapat daerah transisi, dimana aliran dapat bersifat *laminar* atau *turbulen* tergantung paada kondisi pipa dan aliran. Didalam perhitungan ini akan menggunakan rumus *Hazen-Williams* (Tahara H., Sularso, pompa dan kompresor, hal :31).

a) *Head* kerugian gesek dalam pipa (rugi mayor):

$$h_f = \frac{10,666 \cdot Q^{1,85}}{\dots\dots\dots}$$

C = Koefisien, lihat dalam tabel 5.3 $C=130$

D = Diameter dalam (m)

L = Panjang pipa (m)

b) Kerugian *head* dalam jalur pipa (rugi minor)

Kerugian yang terjadi didalam jalur pipa yaitu kerugian pada ujung masuk pipa, belokan pipa, pengecilan pipa, percabangan pipa, ujung keluar pipa, *head* dikatup (tahara H., Sularso, Pompa dan kompresor, hal : 32).

$$h_f = f \frac{v^2}{2 \cdot g} \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana h_f = Kerugian *head* (m)

f = Koefisien kerugian

v = Kecepatan rata-rata dalam pipa (m/s)

g = Peccepatan grafitasi (9,8 m/s)

2.2.9.3 Daya poros dan efisiensi pompa.

2.2.9.3.1 Daya Air

Daya air adalah eneeergi yang secara efektif diterima oleh air dari pompa persatuan waktu, dan dapat ditulis dengan rumus:

$$P_w = p \cdot g \cdot Q \cdot H \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana P_w = Daya air (kw)

P = Berat air per satuan volume (kN/m³)

g = percepatan gravitasi (9,8 m/dt²)

Q = kapasitas (m³/dt)

2.2.9.3.2 Daya Poros/BHP (*Brake Horse Power*)

Daya poros yang diperlukan untuk menggerakkan sebuah pompa adalah sama dengan daya air ditambah kerugian daya didalam pompa. Dimana daya dapat dinyatakan:

$$P = \frac{P_w}{\eta_p} \dots\dots\dots(2.12)$$

Dengan P = Daya poros sebuah pompa (kW)

η_p = Efisiensi pompa