

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Perencanaan	3
1.4 Ruang Lingkup	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Sistem dan Peralatan Plambing	5
2.1.1 Peralatan Saniter	5
2.2 Fungsi Sistem Plambing	6
2.3 Prinsip Dasar Sistem Instalasi Air Bersih	6
2.3.1 Sumber Air Bersih	7
2.3.2 Syarat Air Bersih	7
2.3.3 Pencegahan Pencemaran Air	8
2.3.4 Sistem Penyediaan Air Bersih	11

2.4 Prinsip Dasar Sistem Instalasi Air Buangan.....	13
2.4.1 Jenis Air Buangan.....	13
2.4.2 Klasifikasi Sistem Pembuangan Air	14
2.4.3 Pipa Pembuangan Alat Plambing	14
2.5 Pipa Ven	15
2.6 Sistem Penyaluran Air Hujan	17
2.7 Sistem Pemadam Kebakaran	18
2.7.1. Sistem Pemadam Kebakaran Dalam Gedung	18
2.7.2. Sistem Pemadam Kebakaran Luar Gedung	19
2.7.3 Klasifikasi Pemadam Kebakaran Berdasarkan Pipa Yang Dipakai.....	19
2.7.4 <i>Sprinkler</i>	19
2.8 <i>Bill Of Quantity</i> (BOQ)	22
2.9 Rancangan Anggaran Biaya (RAB)	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1 Lokasi Penelitian	25
3.2 Gambaran Umum Gedung Asrama 5	26
3.3 Diagram Alir Perencanaan	26
3.2.1 Tahap Persiapan.....	27
3.2.2. Pengumpulan Data	27
3.2.3 Pengolahan Data	27
3.2.5 Penyusunan Laporan.....	28
3.3 Metode Perhitungan	28
3.3.1 Perhitungan Kebutuhan Air Bersih.....	28
3.3.2 Perhitungan Kapasitas <i>Ground Water Tank</i> (Tangki Bawah)	30
3.3.3 Perhitungan Kapasitas <i>Roof tank</i> (Tangki Atas).....	31
3.3.4 Penentuan <i>Head</i> Pompa, Jenis Pompa dan Perhitungan Daya Pompa	31
3.3.4 Penentuan Dimensi Pipa Air Bersih	34
3.3.5 Penentuan Ukuran Pipa Air Buangan	35
3.3.6 Penentuan Ukuran Pipa Ven.....	38
3.3.7 Penentuan Dimensi Tangki Septik.....	38

3.3.8 Penentuan Dimensi Pipa Penyaluran Air Hujan	39
3.3.9 Penentuan Kebutuhan Air <i>Fire Hydrant</i>	40
3.3.10 Penentuan Kebutuhan Air untuk Alat <i>Fire House Reel</i>	41
3.3.11 Penentuan Kebutuhan Air untuk <i>sprinkler</i>	41
3.3.12 Penentuan Volume Ground Reservoir Sistem <i>Fire Hydrant</i>	42
3.3.13 Penentuan Pompa <i>Fire Hydrant</i>	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1 Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih.....	43
4.1.1 Perhitungan Kebutuhan Air Bersih.....	43
4.1.2 Penentuan Dimensi <i>Ground Water Tank</i> dan <i>Roof tank</i>	46
4.1.3 Penentuan <i>Head</i> , Jenis Pompa dan Perhitungan Daya Pompa	49
4.1.4 Perhitungan Dimensi Pipa Air Bersih.....	53
4.1.5 Perhitungan Kehilangan Tekanan dan Tinggi <i>Roof tank</i>	56
4.2 Perencanaan Sistem Air Buangan, Ven dan Saluran Air Hujan.....	58
4.2.1 Penentuan Dimensi Pipa Air Buangan.....	58
4.2.2 Penentuan Dimensi Pipa Ven	59
4.2.3 Penentuan Dimensi Tangki Septik.....	60
4.2.4 Sistem Penyaluran Air Hujan	61
4.3 Penentuan Sistem <i>Fire Hydrant</i>	63
4.3.1 Perkiraan Kebutuhan Air <i>Fire Hydrant</i>	64
4.3.2 Perhitungan Dimensi Pipa <i>Fire Hydrant</i>	67
4.3.3 Penentuan Pompa <i>Fire Hydrant</i>	68
4.4 Bill Of Quantity (BOQ).....	71
4.4.1 Perhitungan BOQ Alat Plambing	71
4.4.2 Perhitungan BOQ <i>Ground Water Tank</i> dan <i>Roof tank</i>	72
4.4.3 Perhitungan BOQ Sistem Perpipaan Air Bersih	75
4.4.5 Perhitungan BOQ Sistem Perpipaan Air Buangan dan Ven.....	77
4.4.6 Perhitungan BOQ Sistem Penyaluran Air Hujan.....	78
4.4.7 Perhitungan BOQ Sistem Pencegah Kebakaran	78
4.5 Rencana Anggaran Biaya (RAB)	79

4.5.1 Perhitungan RAB Alat Plambing.....	79
4.5.2 Perhitungan RAB Pembuatan Reservoir dan <i>Roof tank</i>	80
4.5.3 Perhitungan RAB Pengerjaan <i>Reservoir</i> dan <i>Roof tank</i>	81
4.5.4 Perhitungan RAB Pipa Air Bersih, Pipa Air Buangan, Ven dan Pipa Saluran Hujan	82
4.5.5 Perhitungan RAB <i>Fire Hydrant</i>	84
4.5.6 Perhitungan RAB Pompa.....	84
4.5.7 Rekapitulasi RAB	85
BAB V PENUTUP	87
5.1 Kesimpulan.....	87
5.2 Saran	88
DAFTAR PUSTAKA	89
LAMPIRAN A	92
LAMPIRAN B	99

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kapasitas Minimum Penampung Penyediaan Air untuk Sistem Bahaya Kebakaran Ringan	21
Tabel 3.1 Penggunaan Air Dingin Minimum Sesuai Dengan Pemakaian Gedung.....	29
Tabel 3. 2 Nilai Unit Alat Plambing untuk Tiap Alat	35
Tabel 3. 3 Diameter Minimum untuk Perangkap dan Pipa Buangan Alat Plambing .	36
Tabel 3.4 Beban Maksimum UAP yang Ditentukan, Untuk Cabang Horizontal dan Pipa Tegak Buangan.....	38
Tabel 3.5 Diameter Pipa Berdasarkan Curah Hujan 100 mm/jam.....	40
Tabel 3.6 Pasokan Air untuk Pilar Hidran	41
Tabel 4.1 Debit Air Bersih Gedung Asrama 5 ITERA	46
Tabel 4.2 Curah Hujan Bulanan Rata-Rata Tahun 2010-2019	61
Tabel 4.3 Volume Tangki Penampung Air Hujan	62
Tabel 4.4 Diameter Talang Datar dan Talang Tegak Berdasarkan Luas Atap	63
Tabel 4.5 Karakteristik Tiap Sistem <i>Fire Hydrant</i>	68
Tabel 4.6 Jumlah dan Jenis Alat Plambing Masing-Masing Alat Plambing.....	72
Tabel 4.7 Jumlah Kebutuhan Pipa Air Bersih.....	76
Tabel 4.8 Kebutuhan Aksesoris Pipa Air Bersih	76
Tabel 4.9 Kebutuhan Pipa Air Buangan dan Pipa Ven.....	77
Tabel 4. 10 Kebutuhan Aksesoris Pipa Air Buangan dan Pipa Ven	77
Tabel 4.11 Kebutuhan Pipa Saluran Air Hujan.....	78
Tabel 4. 12 Kebutuhan Aksesoris Pipa Saluran Air Hujan.....	78
Tabel 4.13 Kebutuhan Pipa <i>Fire Hydrant</i>	78
Tabel 4.14 Kebutuhan Alat <i>Fire Hydrant</i>	79
Tabel 4.15 Anggaran Biaya Alat-Alat Plambing	79
Tabel 4.16 Anggaran Biaya untuk Tenaga Pemasangan Alat Plambing	80
Tabel 4.17 Anggaran Biaya Pengadaan Reservoir dan <i>Roof tank</i>	80
Tabel 4.18 Anggaran Biaya Pengerjaan <i>Ground Water Tank</i>	81
Tabel 4.19 Anggaran Biaya Pengerjaan <i>Ground Reservoir Fire Hydrant</i>	81

Tabel 4.20 Anggaran Biaya Pengerjaan <i>Roof tank</i>	81
Tabel 4.21 Anggaran Biaya Pengerjaan Bak Penampung Air Hujan	81
Tabel 4.22 Biaya Perpipaan PVC untuk Seluruh Sistem Perpipaan dalam Gedung...	82
Tabel 4.23 Anggaran Biaya untuk Aksesoris Perpipaan Sistem Air Bersih	82
Tabel 4.24 Anggaran Biaya untuk Aksesoris Perpipaan Sistem Air Buangan, Ven dan Saluran Air Hujan	83
Tabel 4.25 Anggaran Biaya untuk Pemasangan Pipa Air Bersih.....	83
Tabel 4.26 Anggaran Biaya untuk Pemasangan Pipa Air Buangan, Ven dan Saluran Hujan	83
Tabel 4.27 Anggaran Biaya untuk Pipa <i>Fire Hydrant</i>	84
Tabel 4.28 Anggaran Pemasangan Pipa <i>Fire Hydrant</i>	84
Tabel 4.29 Anggaran Biaya untuk Sistem <i>Fire Hydrant</i>	84
Tabel 4.30 Anggaran untuk Pengadaan Pompa Keseluruhan Sistem dalam Gedung.	85
Tabel 4.31 Anggaran untuk Pemasangan Pompa.....	85
Tabel 4.32 Rekapitulasi RAB	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Lokasi Institut Teknologi Sumatera	25
Gambar 3.2 Lokasi Gedung Asrama 5	25
Gambar 3.3 Diagram Alir Proses Perencanaan	26
Gambar 3.4 Karakteristik Pompa	34
Gambar 4.1 <i>Ground Reservoir</i> Air Bersih	48
Gambar 4.2 <i>Roof Tank</i> Air Bersih	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A.1 Tabel Penentuan Dimensi Pipa Berdasarkan Kerugian Gesek Ruang Saniter	92
Lampiran A.2 Perhitungan <i>Headloss</i>	94
Lampiran A.3 Tabel Perhitungan Dimensi Pipa Air Buangan.....	96
Lampiran A.4 Tabel Perhitungan Pipa Ven	97
Lampiran A.5 Perhitungan Dimensi Pipa <i>Fire Hydrant</i>	98
Lampiran B. 1 Denah Gedung Asrama 5	99
Lampiran B.2 Denah Ruang Saniter Kamar Biasa dan Difabel.....	100
Lampiran B.3 Sistem Perpompaan Air Bersih.....	101
Lampiran B.4 Isometri Air Bersih 1 Gedung.....	102
Lampiran B.5 Detail Isometri Air Bersih Lantai 5	103
Lampiran B.6 Isometri Air Bersih 1 Ruang Saniter.....	104
Lampiran B.7 Isometri Air Buangan dan Ven	105
Lampiran B.8 Denah Atap Gedung Asrama 5	106
Lampiran B.9 Sistem Penyaluran Air Hujan	107
Lampiran B.10 Denah Sistem <i>Fire Hydrant</i>	108
Lampiran B.11 Sistem <i>Sprinkler</i> dan Jangkauannya	109
Lampiran B.12 Sistem Perpompaan <i>Fire Hydrant</i>	110
Lampiran B.13 Harga Pipa PVC	111
Lampiran B.14 Rata-Rata Tingkat Upah (Rp Per Bulan)	112

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Institut Teknologi Sumatera (ITERA) merupakan Perguruan Tinggi Negeri yang berlokasi di Provinsi Lampung. Karena termasuk perguruan tinggi baru, ITERA selalu membuka program studi baru setiap tahunnya, sehingga mengakibatkan peningkatan jumlah mahasiswa. Institut Teknologi Sumatera memiliki gedung asrama yang sangat penting keberadaannya guna menjamin tempat tinggal sementara bagi mahasiswa yang berasal dari luar daerah Lampung Selatan.

Saat ini, Institut Teknologi Sumatera (ITERA) memiliki 4 bangunan gedung asrama yang sudah digunakan. Dimana 2 tower asrama digunakan sebagai asrama putra dan 2 tower lainnya digunakan sebagai asrama putri.

Dalam pembangunan gedung asrama, dibutuhkan perencanaan matang dalam berbagai aspek. Selain perencanaan sistem listrik dan perancangan gedung, dibutuhkan pula perencanaan sistem plambing yang tak kalah penting. Perencanaan plambing gedung bertingkat ini meliputi perencanaan sistem air bersih maupun air buangan, termasuk juga saniter dan hidran kebakaran. Perancangan sistem plambing harus dilakukan sesuai dengan tahapan-tahapan perencanaan gedung itu sendiri. Dalam hal penyediaan air bersih baik kualitas dan kuantitas maupun penyaluran air bekas pakai dari peralatan plambing ke tempat yang ditentukan agar tidak mencemari bagian-bagian penting dalam gedung serta lingkungan.

Perencanaan sebuah gedung yang mempunyai jumlah penghuni lebih dari 500 orang harus mempunyai perancangan sistem plambing (Puti, dkk., 2018). Sistem plambing air buangan dirancang untuk mengurangi dampak negatif terhadap penghuni dan juga terhadap lingkungan (Dhea, dkk., 2014). Pada instalasi plambing sering ditemukan tekanan air yang kurang sehingga debit pengaliran air bersih mengalir dengan debit yang kecil terutama pada lantai teratas dari bangunan sehingga dibutuhkan sistem distribusi air yang sesuai dengan jenis dan fungsi bangunan gedung (Suhardiyanto, 2016). Rumah susun harus memiliki kelengkapan berupa

sistem penyediaan air bersih dan sistem penyaluran air buangan yang memadai (Prakoso dan Razif, 2018). Sumber pencemar dominan yang mencemari perairan perkotaan adalah air buangan domestik yang terdiri dari *black water* dan *grey water*, sehingga diperlukan sistem plambing air buangan guna mengurangi pencemaran air di lingkungan (Devi, dkk., 2016).

Perencanaan sistem plambing yang buruk akan menimbulkan kendala-kendala dikemudian hari. Seperti pada Gedung Asrama ITERA Tower 1 sampai 4, dimana pipa air bersih mengalami kebocoran, debit air yang tidak mencukupi kebutuhan air bagi penghuni gedung, penghentian pengoperasian air pada jam-jam tertentu dan krisis air bersih pada beberapa tower.

Sistem plambing harus memiliki diameter pipa yang tepat agar mampu menyalurkan air dengan kecepatan yang sesuai. Jika memiliki diameter yang kecil maka kecepatan aliran akan terlampaui besar yang dapat mengakibatkan timbulnya pukulan air, suara berisik pada pipa, terkikisnya permukaan dalam pipa. Sementara jika diameter terlalu besar maka kecepatan aliran air menjadi terlampaui lambat sehingga memungkinkan air tidak dapat mengalir ke alat plambing.

Gedung Asrama 5 ITERA rencananya akan dibangun dengan gambaran gedung berbentuk persegi panjang dan terdiri dari 5 lantai. Di lantai pertama gedung asrama terdapat ruang serba guna, ruang jemur, ruang pengelola, gudang, warnet, 14 kamar biasa dan 2 kamar untuk difabel. Lantai 2 sampai 5 terdapat ruang jemur dan 22 kamar biasa. Sistem plambing yang direncanakan untuk Gedung Asrama 5 ITERA berdasarkan pada SNI 03-7065-2000 tentang Sistem Plambing, SNI 03-7065-2005 tentang Tata Cara Pelaksanaan Sistem Plambing, SNI 8153-2015 tentang Sistem Plambing Pada Bangunan Gedung, SNI 03-1735-2000 tentang Tata Cara Perencanaan Akses Bangunan dan Akses Lingkungan untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Gedung, dan SNI 03-3989-2000 tentang Tata Cara Perencanaan dan Pemasangan Sistem *Sprinkler* Otomatis untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Gedung.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang dapat dijadikan acuan dalam perencanaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah sistem jaringan distribusi air bersih, air buangan dan ven, air hujan, *sprinkler* dan *hydrant* pada Gedung Asrama 5?
2. Bagaimanakah besar *Bill Of Quantity* (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada Gedung Asrama 5?

1.3 Tujuan Perencanaan

Tujuan dari perencanaan sistem plambing ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang sistem pendistribusian air bersih, air buangan dan ven, air hujan, *sprinkler* dan *hydrant* melalui jaringan pipa pada Gedung Asrama 5.
2. Membuat *Bill Of Quantity* (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada Gedung Asrama 5?

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup perencanaan sistem plambing ini antara lain:

1. Menentukan jalur distribusi air bersih mulai dari *ground water tank* menuju *roof tank* kemudian disalurkan ke tiap lantai.
2. Menghitung dimensi (diameter) dari jalur pipa air bersih, air buangan, ven, air hujan, hidran, dan *sprinkler* yang telah dibuat.
3. Gambar isometri jalur air bersih, air buangan, ven, hidran dan *sprinkler*.
4. Menghitung *Bill Of Quantity* (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB).

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dari perencanaan ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, perumusan masalah, maksud dan tujuan perencanaan, ruang lingkup dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi teori-teori dasar mengenai sistem air bersih, air buangan, ven, sistem saluran air hujan, hidran dan *sprinkler*.

BAB III METODOLOGI PERENCANAAN

Bab ini berisi metode dan langkah yang akan dilakukan dalam perhitungan perencanaan sistem penyediaan air bersih, air buangan, ven, saluran air hujan, dan sistem pemadam kebakaran.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil dan pembahasan sistem penyediaan air, sistem penyediaan air buangan, ven, saluran air hujan dan sistem pemadam kebakaran serta *Bill Of Quantity* dan Rancangan Anggaran Biaya (RAB).

BAB V KESIMPULAN

Berisi kesimpulan dari laporan tugas akhir ini dan saran-saran yang diperlukan dalam pelaksanaan pembangunan sistem plambing.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem dan Peralatan Plambing

Plambing merupakan segala sesuatu yang berkaitan dengan pelaksanaan pemasangan pipa beserta peralatannya di dalam sebuah bangunan gedung yang mencakup air hujan, air limbah dan air minum yang dihubungkan dengan sistem kota atau sistem lainnya. Sedangkan sistem plambing merupakan jaringan perpipaan yang dibutuhkan dalam sebuah gedung untuk menunjang aktivitas yang berlangsung dalam gedung tersebut. Sistem plambing meliputi penyediaan air minum, penanganan air limbah, bangunan penunjang, perpipaan distribusi dan drainase, termasuk semua sambungan, alat-alat dan perlengkapannya yang terpasang di dalam persil dan bangunan gedung dan pemanas air serta ventilasi untuk tujuan yang sama (SNI 03-6481-2015).

Sistem plambing merupakan sitem penyediaan air bersih dan sistem penyaluran air buangan termasuk semua sambungan, alat-alat dan perlengkapannya yang terpasang didalam persil dan gedung (SNI.03-6481-2000). Di dalam sistem plambing, dikenal dengan adanya istilah peralatan plambing atau alat plambing. Menurut (Noerbambang dan Morimura, 1986), istilah peralatan plambing meliputi:

1. Peralatan untuk penyediaan air bersih/air minum
2. Peralatan untuk pembuangan dan ven
3. Peralatan saniter (*plumbing fixtures*)

Adapun menurut Nielsen (1982), bahwa sistem plambing dan peralatannya haruslah terbuat dari bahan yang telah teruji, tanpa cacat, dan harus didesain dan dipasang agar dapat tahan lama, tanpa membutuhkan perbaikan yang sering atau pergantian peralatan utama.

2.1.1 Peralatan Saniter

Peralatan saniter merupakan peralatan dalam sistem penyaluran air buangan pada suatu gedung yang dipasang untuk menjaga kesehatan penghuninya. Menurut Nielsen dalam Yusnita Prastika (2016), peralatan saniter tersebut harus terbuat dari:

1. Bahan yang tidak dapat mengoksidasi.
2. Bahan yang tidak dapat menyerap.
3. Bahan dengan permukaan yang halus, kedap air dan tahan terhadap korosi serta abrasi.
4. Bahan yang terbebas dari cacat dan tahan lama digunakan untuk kegiatan sesuai dengan peruntukannya.

Bahan-bahan yang dapat digunakan untuk peralatan saniter menurut Townsend dan Sunaryo dalam Yusnita Prastika (2016), dalam buku Plambing diantaranya yaitu keramik. Barang-barang yang terbuat dari keramik, termasuk peralatan saniter, pada umumnya mempunyai kualitas yang bagus, mudah dicetak mempunyai kekuatan yang cukup besar, berpermukaan halus, mudah dibersihkan sehingga tidak ada kotoran atau kuman yang melekat di atasnya.

2.2 Fungsi Sistem Plambing

Fungsi dari sistem plambing menurut Simangunsong dan Sunaryo (2003), antara lain:

1. Menyediakan air bersih ke tempat-tempat yang dikehendaki dengan tekanan yang cukup.
2. Menyalurkan air kotor (air bekas pakai) dari peralatan saniter ke tempat yang ditentukan agar tidak mencemari bagian-bagian gedung atau lingkungannya.

2.3 Prinsip Dasar Sistem Instalasi Air Bersih

Sistem instalasi air bersih merupakan sistem pemipaan yang harus disiapkan pada bangunan baik di dalam maupun di luar bangunan untuk mengalirkan air bersih dari sumber menuju ke *outlet* (keluaran). Sistem instalasi air bersih direncanakan guna untuk memenuhi kebutuhan air bersih yang sesuai dengan syarat sehingga layak konsumsi. Ada beberapa hal penting yang harus diperhatikan dalam sistem penyediaan air bersih yaitu mengenai kualitas air yang akan didistribusikan, sistem penyediaan air bersih yang digunakan, pencegahan pencemaran air, laju aliran air dalam pipa, kecepatan aliran serta tekanan air (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2015).

2.3.1 Sumber Air Bersih

Sumber air bersih adalah salah satu komponen dalam penyediaan air bersih, sumber air merupakan tempat air baik alami maupun buatan yang terdapat pada atas maupun di bawah. Berikut beberapa sumber air bersih pada suatu bangunan:

a. Sumber air PDAM

Sumber air PDAM sudah melewati tahapan klinis sehingga memenuhi standart kebutuhan air bersih. Sumber air PDAM juga memiliki sifat kontinuitas atau terus menerus dapat menyuplai kebutuhan air bersih selama 24 jam. Sumber air ini dapat langsung ditampung pada tangki air bawah (*ground water tank*) yang kemudian akan dipompakan ke tangki air atas (*roof tank*).

b. Sumber air *Deep Wheel*

Sumber air dari deep wheel tidak bersifat kontinu seperti pada PDAM. *Deep wheel* didapat dari pengeboran yang harus dilakukan pemeriksaan terlebih dahulu apakah telah memenuhi syarat air bersih. Apabila belum memenuhi persyaratan maka air tersebut harus diolah terlebih dahulu sebelum ditampung oleh tangki air bawah (*ground water tank*). Namun apabila air dari *deep wheel* telah memenuhi persyaratan maka dapat langsung ditampung pada tangki air bawah.

2.3.2 Syarat Air Bersih

Dalam penyediaan air bersih harus meliputi tiga aspek yaitu kualitas, kuantitas dan kontinuitas (Sarudji, 2010). Disamping itu juga harus memenuhi persyaratan tekanan air.

a. Syarat Kualitas

Persyaratan dalam penyediaan air bersih salah satunya adalah kualitas atau mutu air harus memenuhi persyaratan (Peraturan Menteri Kesehatan No.416/PerMenKes/IX/1990), yaitu meliputi kualitas fisik, biologi, kimia dan radiologis sehingga tidak menimbulkan efek samping apabila dikonsumsi.

b. Syarat Kuantitas

Syarat kuantitas, yaitu jumlah atau banyaknya air bersih yang tersedia dan harus mencukupi untuk memenuhi kebutuhan sesuai dengan kebutuhan penghuni bangunan tersebut.

c. Syarat Kontinuitas

Persyaratan kontinuitas untuk penyediaan air bersih ini berhubungan dengan kuantitas yaitu air harus dapat diambil terus menerus dengan fluktuasi debit yang relatif tetap baik pada musim kemarau maupun hujan, yang tersedia 24 jam per hari.

d. Syarat Tekanan

Noerbambang dan Morimura (2005), pada bukunya dijelaskan bahwa tekanan air yang kurang maka akan menimbulkan kesulitan dalam pemakaian air tetapi apabila tekanan air yang berlebihan juga akan menimbulkan rasa sakit akibat pancaran air dan juga dapat mempercepat kerusakan peralatan plambing, serta menambah kemungkinan timbulnya pukulan air. Tekanan secara umum pada sistem plambing harus sesuai dengan ketentuan yang berlaku, diantaranya yaitu, untuk hotel dan perumahan antara $2,5 \text{ kg/cm}^2$ sampai $3,5 \text{ kg/cm}^2$ atau 25 meter kolom air (mka) sampai 35 meter kolom air (mka). Tekanan tersebut tergantung dari peraturan setempat.

2.3.3 Pencegahan Pencemaran Air

Hal-hal yang dapat menyebabkan pencemaran antara lain masuknya kotoran, tikus, serangga kedalam tangki, terjadinya karat dan rusaknya bahan tangki dan pipa, terhubungnya pipa air bersih dengan pipa lain, tercampurnya air minum dengan air dari jenis kualitas lain, aliran balik (*back flow*) air dari jenis kualitas lain ke dalam pipa air minum. Adapun beberapa contoh pencemaran dan pencegahannya (Noerbambang dan Morimura, 1991)., yaitu:

1) Larangan Hubungan Pintas

Yang dimaksud dengan hubungan pintas (*cross connection*), adalah hubungan fisik antara dua sistem pipa yang berbeda, satu sistem pipa untuk air

minum dan sistem pipa lainnya berisi air yang tidak diketahui atau diragukan kualitasnya, dimana air akan dapat mengalir dari satu sistem ke sistem yang lainnya. Demikian pula sistem perpipaan air minum tidak boleh dihubungkan dengan sistem perpipaan lainnya. Sistem perpipaan air minum dan peralatannya tidak boleh terendam dalam air kotor atau bahan lain yang tercemar.

2) Pencegahan Aliran Balik

Aliran balik (*back flow*) adalah aliran air atau cairan lain, zat atau campuran, ke dalam sistem perpipaan air minum, yang berasal dari sumber lain yang bukan untuk air minum. Aliran balik tidak dapat dipisahkan dari hubungan pintas dan ini disebabkan oleh terjadinya efek shipon-balik (*back siptanage*). Dengan kata lain sistem perpipaan air minum yang dapat menimbulkan efek shipon-balik dapat juga disebut mempunyai hubungan pintas. Efek siphon-balik adalah terjadinya aliran masuk ke dalam pipa air minum dari air bekas, air tercemar, dari peralatan saniter atau tangki, disebabkan oleh timbulnya tekanan negatif dalam pipa. Ada beberapa peralatan yang dapat menimbulkan efek siphon-balik (Noerbambang dan Morimura, 1991), yaitu:

- Berbagai macam peralatan untuk menyimpan air (tangki air, ekspansi, menara pendingin, kolam renang, kolam lainnya).
- Peralatan yang dapat menampung air (bak cuci tangan, bak cuci tangki dapur, dsb).
- Beberapa peralatan khusus (perlatan dapur, kedokteran, mesin cuci, dsb).

Pencegahan aliran balik dapat dilakukan dengan menyediakan celah udara atau memasang penahan aliran balik.

- Celah Udara

Celah udara dalam suatu sistem penyediaan air adalah ruang bebas berisi udara bebas, antara bagian terendah dari lubang pipa atau keran yang akan mengisi air kedalam tangki atau peralatan plambing lainnya, dengan muka air meluap melaluai bibr tangki atau peralatan plambing tersebut.

- Pencegahan Aliran Balik

Beberapa peralatan tidak dapat diberikan celah udara oleh karena alasan penggunaanya ataupun konstruksinya, kadang-kadang oleh alasan arsitektur. Dalam keadaan demikian, maka alat pencegah aliran balik perlu dipasang (Noerbambang dan Morimura, 1991).

3) Pukulan Air dan Pencegahannya

a. Penyebab pukulan Air

Bila aliran air dalam pipa dihentikan secara mendadak oleh keran, tekanan air pada sisi atas (*upstream*) akan meningkat dengan tajam dan menimbulkan "gelombang tekanan" yang akan merambat dengan kecepatan tertentu, dan kemudian dapat dipantulkan kembali ketempat semula. Gejala ini menimbulkan kenaikan tekanan yang sangat tajam sehingga menyerupai suatu pukulan" dan dinamakan gejala pukulan air (*water hommer*). Tekanan yang ditimbulkan dinamakan tekanan pukulan air (*water hommer pressure*). Pukulan mengakibatkan berbagai kesulitan seperti kerusakan pada peralatan plambing, getaran pada sistem pipa, patahnya pipa, kebocoran, dan suara berisik. Sehingga dapat mengurangi umur kerja peralatan dan sistem pipa (Noerbambang dan Morimura, 1991).

a) Mencegah Pukulan Air

Pukulan air cenderung terjadi dalam keadaan berikut ini:

1. Tempat-tempat dimana katup ditutup atau dibuka mendadak.
2. Keadaan dimana tekanan air dalam pipa selalu tinggi.
3. Keadaan dimana kecepatan air dalam pipa selalu tinggi.
4. Keadaan dimana banyak jalur ke atas dan ke bawah dalam sistem pipa.
5. Keadaan dimana banyak belokan dibanding jalur lurus.
6. Keadaan dimana temperatur air tinggi.

Pencegahan gejala pukulan air menyangkut tindakan untuk mengatasi keadaan-keadaan di atas, dan meliputi cara-cara berikut:

- Menghindarkan tekanan kerja terlalu tinggi.
- Menghindarkan kecepatan aliran yang terlalu tinggi.
- Memasang rongga udara atau memasang alat pencegah pukulan air.
- Menggunakan dua katup bola pelampung pada tangki air.

b) Rongga udara dan pencegah pukulan air

Memasang rongga udara atau alat pencegah pukulan air adalah cara yang paling banyak digunakan. Karena pukulan air terjadi oleh sifat non kompresibel dari air, maka sebenarnya meredam tekanan yang timbul sudah cukup untuk menghilangkan akibatnya. Udara yang bersifat kompresibel dan disediakan dalam suatu rongga akan mampu meredam tekanan ini (Noerbambang dan Morimura, 1991).

2.3.4 Sistem Penyediaan Air Bersih

Pada waktu ini sistem penyediaan air bersih yang banyak digunakan dapat dikelompokkan sebagai berikut (Noerbambang dan Morimura, 1991):

a. Sistem Sambungan Langsung

Pada sistem ini pipa distribusi di dalam gedung disambung langsung dengan pipa utama penyediaan air bersih. Sistem seperti ini dapat diterapkan untuk perumahan dan gedung-gedung kecil dan rendah, karena pada umumnya tekanan dalam pipa utama pada perumahan dan gedung kecil terbatas dan dibatasinya ukuran pipa cabang dari pipa utama tersebut. Yang ukuran pipa cabang biasanya ditetapkan atau diatur oleh Perusahaan Air Minum. Tangki pemanas air biasanya tidak disambung langsung kepada pipa distribusi, dan dibeberapa daerah tidak diizinkan memasang katup gelontor.

b. Sistem Tangki Atap

Dalam sistem ini, air ditampung terlebih dahulu dalam tangki bawah (dipasang pada lantai yang terendah pada bangunan atau dibawah muka tanah), yang kemudian dipompakan ke tangki atas yang biasanya dipasang di atas atap atau di atas lantai yang tertinggi pada bangunan. Dari tangki ini, air

didistribusikan ke seluruh bangunan. Sistem ini diterapkan dengan beberapa 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.
4. Hal terpenting dalam sistem ini adalah menentukan letak tangki atap tersebut, penentuan ini didasarkan atas jenis alat plambing yang dipasang pada lantai yang tertinggi dalam bangunan dan yang menuntut tekanan kerja tinggi.

c. Sistem Tangki Tekan

Prinsip dalam sistem ini yaitu air yang telah ditampung dalam tangki bawah kemudian dipompakan ke dalam tangki tertutup sehingga udara di dalamnya terkompresi. Air dari tangki tersebut dialirkan ke dalam sistem distribusi bangunan. Pompa bekerja secara otomatis yang diatur oleh suatu detektor tekanan. Daerah fluktuasi biasanya ditetapkan 1.0 sampai 1.5 kg/cm². Sistem tangki tekan ini biasanya dirancang agar volume udara tidak lebih dari 30% terhadap volume tangki dan 70% volume tangki berisi air. Apabila awalnya seluruh tangki tekan berisi udara bertekanan atmosfer, kemudian diisi air, maka volume air yang akan mengalir hanya 10% dari volume tangki. Kelebihan sistem tangki tekan adalah dari segi estetika tidak terlalu menyolok dibandingkan dengan tangki atap, mudah dalam perawatan karena dapat dipasang dalam ruang mesin bersama pompa-pompa lainnya dan harga awal lebih rendah dibandingkan dengan tangki yang harus dipasang di atas menara.

d. Sistem Tanpa Tangki

Dalam sistem ini tidak digunakan tangki apapun, baik tangki bawah, tangki tekan ataupun tangki atap. Air dipompakan langsung ke sistem distribusi bangunan dan pompa menghisap air langsung dari pipa utama (misal : pipa utama PDAM). Ada dua macam dalam pelaksanaan sistem ini, dikaitkan dengan kecepatan putaran pompa konstan dan variabel. Namun sistem ini dilarang di Indonesia, baik oleh perusahaan air minum maupun pada pipa-pipa utama dalam pemukiman khusus (tidak untuk umum).

2.4 Prinsip Dasar Sistem Instalasi Air Buangan

Sistem instalasi air buangan berfungsi untuk mengalirkan air yang telah terpakai dari dalam gedung menuju ke bangunan pengolahan limbah sebelum masuk ke saluran pembuangan umum terdekat agar tidak menimbulkan pencemaran lingkungan sekitar gedung ataupun pada gedung itu sendiri. Sistem pembuangan air yang tidak baik akan dapat menimbulkan pencemaran dan bahaya penyakit bagi para pengguna gedung ataupun terhadap lingkungan sekitar. Sehingga sistem pembuangan air merupakan salah satu bagian terpenting dalam suatu gedung, sehingga harus direncanakan dengan sebaik mungkin dan sesuai dengan standar yang ditetapkan.

2.4.1 Jenis Air Buangan

Beberapa jenis air buangan yang dibedakan menurut sumber airnya dalam bangunan, yaitu sebagai berikut (Noerbambang dan Morimura, 2005):

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

2.4.2 Klasifikasi Sistem Pembuangan Air

Sistem pembuangan air dibagi menjadi beberapa klasifikasi, antara lain (Noerbambang dan Morimura, 2005):

1. Klasifikasi menurut jenis air buangan

- a) Sistem pembuangan air kotor adalah sistem pembuangan yang berasal dari kloset dan lain-lain yang dikumpulkan dan dialirkan keluar.
- b) Sistem pembuangan air bekas adalah pembuangan yang berasal dari air bekas yang dikumpulkan dan dialirkan keluar.
- c) Sistem pembuangan air hujan adalah sistem pembuangan air hujan dari atap gedung dan pekarangan yang dikumpulkan dan dialirkan keluar.
- d) Sistem pembuangan air dari dapur, khusus untuk air buangan yang berasal dari bak cuci dapur sebaiknya dilengkapi dengan perangkap lemak.

2. Klasifikasi menurut cara pembuangan air

- a) Sistem campuran yaitu sistem pembuangan dimana segala macam air buangan dikumpulkan dan dialirkan ke dalam satu saluran.
- b) Sistem terpisah yaitu sistem pembuangan dimana setiap jenis air buangan dikumpulkan dan dialirkan secara terpisah.

3. Klasifikasi menurut letaknya

- a) Sistem pembuangan dalam gedung yaitu sistem pembuangan yang terletak dalam gedung, sampai jarak satu meter dari dinding paling luar gedung tersebut.
- b) Sistem pembuangan di luar gedung yaitu sistem pembuangan di luar gedung, dinding paling luar gedung tersebut sampai ke riol umum.

4. Klasifikasi menurut cara pengaliran

- a) Sistem gravitasi yaitu dimana air buangan mengalir dari tempat yang lebih tinggi secara gravitasi ke saluran umum yang letaknya lebih rendah.
- b) Sistem bertekanan

2.4.3 Pipa Pembuangan Alat Plambing

Pipa pembuangan alat plambing merupakan pipa yang menghubungkan perangkat alat plambing dengan pipa pembuangan lainnya. Pipa ini biasanya dipasang

tegak dimana ukurannya harus sama atau lebih besar dengan ukuran lubang keluar perangkat alat plambing. Macam - macam pipa dalam sistem pembuangan yaitu sebagai berikut (Noerbambang dan Morimura, 2005):

- A. Pipa cabang mendatar merupakan semua pipa pembuangan mendatar yang menghubungkan antara pipa pembuangan alat plambing dengan pipa tegak air buangan.
- B. Pipa tegak air buangan adalah pipa tegak yang mengalirkan air buangan dari pipa cabang-cabang mendatar.
- C. Pipa tegak air kotor yaitu pipa tegak yang mengalirkan air kotor dari pipa cabang-cabang mendatar.
- D. Pipa atau saluran pembuangan gedung yaitu pipa pembuangan dalam gedung yang mengumpulkan air kotor, air bekas, dan air hujan dari pipa-pipa tegak air buangan.
- E. Riol gedung yaitu pipa di halaman gedung yang menghubungkan antara pembuangan gedung dengan instalasi pengolahan atau dengan riol umum. Pipa pembuangan harus mempunyai ukuran dan kemiringan yang cukup, sesuai dengan banyaknya dan jenis air buangan yang harus dialirkan agar mampu mengalirkan dengan cepat air buangan yang biasanya mengandung bagian-bagian padat. Kemiringan pipa dapat dibuat sama atau lebih dari satu per diameter pipanya (dalam mm).

2.5 Pipa Ven

Pipa ven adalah pipa instalasi yang berfungsi untuk mengeluarkan udara yang terjebak di dalam instalasi pipa air buangan. Adapun tujuan pemasangan pipa ven yaitu (Noerbambang dan Morimura, 2005):

- 1. Menjaga sekat perangkat 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 adalah sebagai berikut (Noerbambang dan Morimura, 2005):

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

Pemakaian pipa ven memiliki persyaratan yang harus dipenuhi dalam sistem plambing antara lain (SNI 03-6481-2015):

1. Kemiringan pipa ven

Pipa ven harus dibuat dengan kemiringan yang cukup agar titik air yang terbentuk atau air yang terbawa masuk ke dalamnya dapat mengalir secara gravitasi kembali ke pipa pembuangan.

2. Cabang pada pipa ven

Cabang pipa ven harus diusahakan agar udara tidak akan terhalang oleh masuknya air kotor atau air bekas manapun. Pipa ven untuk cabang mendatar pipa air buangan harus disambungkan secara vertikal pada bagian tertinggi dari penampang pipa cabang tersebut, jika terpaksa dapat disambungkan dengan sudut tidak lebih dari 45° terhadap vertikal. Syarat ini bertujuan untuk

mencegah masuknya air buangan pada pipa dalam keadaan penuh ke dalam pipa ven.

3. Letak bagian mendatar pipa ven

Pipa ven harus dibuat tegak sampai sekurang-kurangnya 150 mm dari tempat sambungan pipa ven dengan cabang mendatar pipa air buangan di atas muka air banjir alat plambing tertinggi yang dilayani oleh ven tersebut, sebelum dibelokkan mendatar atau disambungkan kepada cabang pipa ven. Walaupun demikian cukup banyak ditemukan keadaan di mana pipa ven terpaksa dipasangkan di bawah lantai. Pipa ven semacam itu melayani pipa cabang mendatar air buangan dan dari tempat sambungannya dengan cabang mendatar tersebut pipa ven hanya dibuat pendek dari sambungannya dari arah tegak kemudian langsung dibelokkan mendatar masih dibawah lantai.

4. Ujung pipa ven

Ujung pipa ven harus terbuka ke udara luar, tetapi harus dengan cara yang tidak menimbulkan gangguan kesehatan.

5. Jarak maksimum ven terhadap perangkat alat plambing

Sambungan ven harus dipasang sedemikian rupa, sehingga panjang ukur saluran pembuangan alat plambing antara sambungan ven dan ambang perangkat alat plambing tidak melebihi jarak maksimum ven dari perangkat alat plambing.

2.6 Sistem Penyaluran Air Hujan

Perancangan sistem penyaluran air hujan pada dasarnya harus disalurkan melalui sistem pembuangan yang terpisah dari sistem pembuangan air buangan. Jika dicampurkan, maka apabila saluran tersebut tersumbat, ada kemungkinan air hujan akan mengalir balik dan masuk ke dalam alat plambing terendah dalam sistem tersebut, sehingga fungsi dari sistem plambing akan terganggu. Berikut merupakan beberapa ketentuan dalam merencanakan sistem penyaluran air hujan (SNI 03-6481-2015):

1. Drainase Bangunan

Gedung harus mempunyai drainase untuk menyalurkan air hujan dari atap dan halaman dengan pengerasan di dalam persil ke saluran air hujan kota. Pada daerah yang tidak terdapat saluran tersebut, pengaliran air hujan dapat dilakukan dengan cara yang dibenarkan. Air hujan yang jatuh di atas atap bangunan gedung harus disalurkan melalui talang datar dan vertikal ke bidang resapan yang telah ditentukan dalam perencanaan sistem plambing (SNI 03-6481-2015).

2. Drainase Atap

Drainase atap yang mengalirkan air dari atap bangunan dapat berupa saluran primer dan sekunder. Lokasi dan ukuran talang harus dikoordinasikan dengan rencana struktur.

3. Drainase Pipa Atap atau Buka-an Samping

Drainase atap harus dilengkapi dengan bukaan samping atau pipa drainase. Kedalaman bukaan samping atau pipa drainase harus berukuran untuk mencegah genangan air melebihi atap yang dirancang. Tinggi bukaan talang tidak boleh kurang dari 4 inci (110 mm) dan memiliki lebar sama dengan keliling saluran drainase atap yang diperlukan untuk area yang dilayani.

2.7 Sistem Pemadam Kebakaran

Menurut Depnaker (1995), yang dimaksud dengan instalasi *hydrant* kebakaran adalah suatu sistem pemadam kebakaran tetap yang menggunakan media pemadam air bertekanan, yang dialirkan melalui pipa-pipa dan slang kebakaran.

2.7.1. Sistem Pemadam Kebakaran Dalam Gedung

Fire hose reel yang ada di dalam kotak hidran (*Indoor Hydrant Box*). Yang mempunyai fungsi mengalirkan air secara manual dengan menggunakan selang. Spesifikasi *fire hose reel* ini yaitu mempunyai diameter pipa 2,5 in atau 6,35 cm, jangkauan maksimal pipa adalah 30,5 m, kecepatan aliran dalam pipa 2 m/det, debit air 400 liter/menit, tekanan air tertinggi 4,5 kg/cm², diameter selang minimal 1,5 in,