

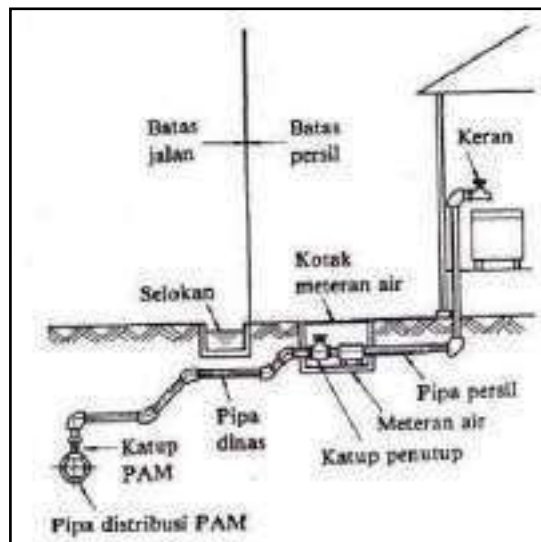
BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Penyediaan Air Bersih

Sistem penyediaan air bersih yang banyak digunakan dapat dikelompokkan sebagai berikut:

2.1.1 Sistem Sambungan Langsung

Sistem sambungan langsung merupakan sistem pipa distribusi dalam gedung yang disambung langsung dengan pipa utama penyediaan air bersih. Karena terbatasnya tekanan dalam pipa utama dan dibatasinya ukuran pipa cabang dari pipa utama tersebut, maka sistem ini terutama dapat diterapkan untuk perumahan dan gedung-gedung kecil dan rendah. Ukuran pipa cabang biasanya ditetapkan atau diatur oleh Perusahaan Air minum. Tangki pemanas air biasanya tidak disambung langsung kepada pipa distribusi dan di beberapa daerah tidak diizinkan memasang katup gelontor (Noerbambang, 2005).



Gambar 2. 1 Sistem Sambungan Langsung

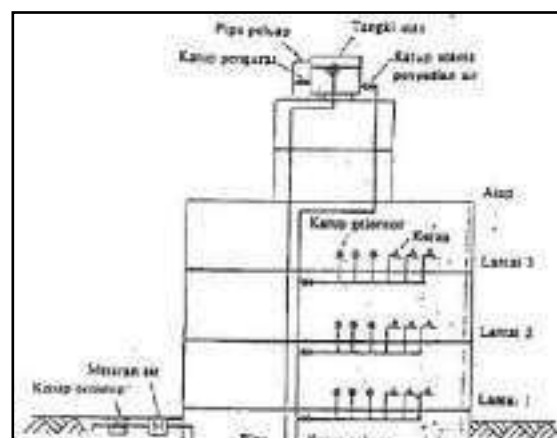
Sumber : Noerbambang,2005

2.1.2 Sistem Tangki Atas

Sistem sambungan langsung oleh berbagai alasan tidak dapat diterapkan, sebagai gantinya banyak sekali digunakan sistem tangki atap. Dalam sistem ini, air ditampung lebih dahulu dalam tangki bawah (dipasang pada lantai terendah bangunan atau di bawah muka tanah), kemudian dipompakan ke suatu tangki atas yang biasanya dipasang diatas atap atau di atas lantai tertinggi bangunan. Dari tangki ini air didistribusikan ke seluruh bangunan (Noerbambang, 2005).

Sistem tangki atap ini diterapkan seringkali karena alasan 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 dibandingkan dengan tangki tekan.
4. Tangki bawah dan tangki atap harus dipasang alarm yang memberikan tanda suara untuk muka air rendah dimana air penuh. Tanda suara (alarm) ini biasanya



Gambar 2. 2 Sistem Tangki Atap

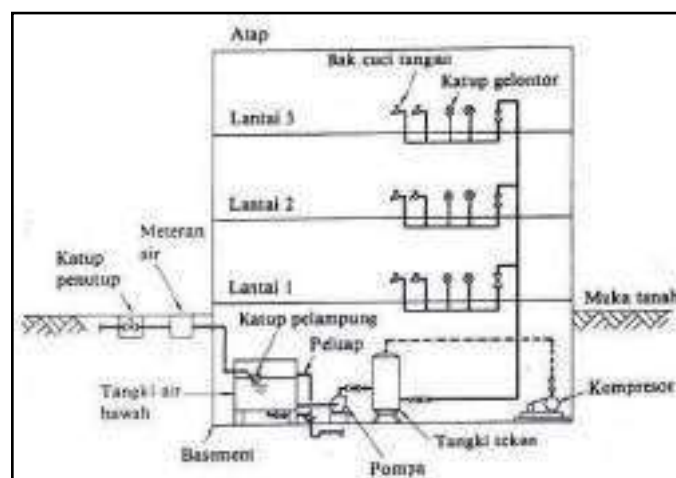
Sumber : Noerbambang,2005

dipasang di ruang kontrol atau ruang pengawas instalasi bangunan (Noerbambang, 2005). Sistem tangki atap dapat dilihat pada **Gambar 2.2**

2.1.3 Sistem Tangki Tekan

Sistem tangki tekan diterapkan dalam keadaan dimana oleh karena suatu alasan tidak dapat digunakan sistem sambungan langsung. Sistem ini jarang diterapkan pada bangunan, melainkan lebih cenderung untuk perumahan dan hanya dalam kasus yang istimewa diterapkan pada bangunan pemakaian besar (bangunan parkir bawah tanah, toserba, stasiun, gedung olahraga, dan sebagainya) (Noerbambang, 2005).

Prinsip kerja sistem ini adalah air yang telah ditampung dalam tangki bawah (seperti halnya pada sistem tangki atap), dipompakan ke dalam suatu bejana (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, yang menutup/membuka saklar motor listrik penggerak pompa (pompa berhenti bekerja kalau tekanan tangki telah mencapai suatu batas maksimum yang ditetapkan dan bekerja kembali setelah tekanan mencapai suatu batas minimum yang telah ditetapkan juga. Daerah yang makin lebar biasanya baik bagi pompa karena memberikan waktu yang lebih lama untuk berhenti, tetapi seringkali menimbulkan efek negatif pada peralatan plambing (Noerbambang, 2005). Sistem tangki tekan dapat dilihat pada **Gambar 2.3**



Gambar 2. 3 Sistem Tangki Tekan

Sumber : Noerbambang,2005

Sistem ini udara yang terkompresi akan menekan air ke dalam sistem distribusi dan setelah berulang kali mengembang dan terkompresi, lama kelamaan akan berkurang karena larut dalam air atau ikut terbawa air keluar tangki. Sistem tangki tekan biasanya dirancang sedemikian agar volume udara tidak lebih dari 30% terhadap volume tangki dan 70% volume tangki berisi air (Noerbambang, 2005).

Kelebihan-kelebihan sistem tangki tekan antara lain:

1. Lebih menguntungkan dari segi estetika karena tidak terlalu menyolok dibanding dengan tangki atap.
2. Mudah perawatannya karena dapat dipasang dalam ruang mesin bersama pompa-pompa lainnya.
3. Harga awal lebih rendah dibandingkan dengan tangki yang harus dipasang di atas menara.

Kekurangan-kekurangannya antara lain :

1. Daerah fluktuasi tekanan sebesar 1 kg/cm^2 sangat besar dibanding dengan sistem tangki atap yang hampir tidak ada fluktuasi tekanannya. Fluktuasi yang besar ini dapat menimbulkan fluktuasi aliran air yang cukup berarti pada alat plambing dan pada alat pemanas gas dapat menghasilkan air dengan temperatur yang berubah-ubah.
2. Dengan berkurangnya udara dalam tangki tekan maka setiap beberapa hari sekali harus ditambahkan udara dengan kompresor atau dengan menguras seluruh air dari dalam tangki tekan.
3. Sistem tangki tekan dapat dianggap sebagai suatu sistem pengaturan otomatis pompa penyediaan air saja dan bukan sebagai sistem penyimpanan air seperti tangki atap.
4. Karena jumlah air yang efektif tersimpan dalam tangki tekan relatif sedikit, maka pompa akan sering bekerja dan hal ini akan menyebabkan keausan pada saklar yang lebih cepat (Noerbambang, 2005).

2.1.4 Sistem Tanpa Tangki

Sistem ini tidak digunakan tangki apapun, bak tangki bawah, tangki tekan, ataupun atap. Air dipompakan langsung ke sistem distribusi bangunan dan pompa menghisap air langsung dari pipa utama. Namun sistem ini dilarang penggunaannya di Indonesia. Sistem ini terdapat dua sistem dikaitkan dengan kecepatan pompa, yaitu (Noerbambang, 2005):

1. Sistem kecepatan putaran pompa konstan, pompa utama selalu bekerja sedangkan pompa lain akan bekerja secara otomatis yang diatur oleh tekanan.
2. Sistem kecepatan putaran pompa variabel, sistem ini untuk mengubah kecepatan atau laju aliran diatur dengan mengubah kecepatan putaran pompa secara otomatis. Sistem kecepatan putaran pompa variabel mempunyai keuntungan/ kerugiannya antara lain:
 - Mengurangi tingkat pencemaran air karena tidak menggunakan tangki,
 - Mengurangi terjadinya karat karena tidak kontak udara langsung,
 - Beban struktur semakin ringan karena tidak ada tangki atas,
 - Biaya pemakaian daya listrik besar,
 - Penyediaan air bersih tergantung pada sumberdayanya,
 - Investasi awal besar.

2.1.5 Kebutuhan Air Bersih

Sistem penyediaan air bertujuan untuk menyediakan air bersih dengan kualitas yang memenuhi standar berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum dan kuantitas yang mencukupi kebutuhan dalam gedung. Menurut Noerbambang, 2005 mensyaratkan hanya air yang memenuhi persyaratan air minum yang boleh dialirkan ke alat dan perlengkapan plambing yang dipergunakan untuk masak, pengolahan makanan, pencucian alat makan dan minum serta keperluan rumah tangga lainnya.

Air yang telah memenuhi standar harus dijaga kualitasnya, baik selama penyimpanan maupun sewaktu pengaliran ke tempat yang dituju sehingga tidak tercemar kembali. Hal yang harus dihindarkan yang dapat menyebabkan pencemaran terhadap air baik sewaktu penyimpanan dan pendistribusian (Noerbambang, 2005).

Standar pemakaian air pada sistem plambing berdasarkan SNI 03-7065-2005 tentang Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing. Standar tersebut menunjukkan kebutuhan air minum per hari menggunakan nilai pemakaian air bersih per hari per orang yang sesuai penggunaan gedung dapat dilihat pada **Tabel 2.1**

Tabel 2. 1 Pemakaian Air Dingin Minimum Sesuai Penggunaan Gedung

No.	Penggunaan Gedung	Pemakaian air	Satuan
1	Rumah tinggal	120	Liter/penghuni /hari
2	Rumah susun	100 ¹⁾	Liter/penghuni /hari
3	Asrama	120	Liter/penghuni /hari
4	Rumah Sakit	500 ²⁾	Liter/tempat tidur pasien /hari
5	Sekolah Dasar	40	Liter/siswa /hari
6	SLTP	50	Liter/siswa /hari
7	SMU/SMK dan lebih tinggi	80	Liter/siswa /hari
8	Ruko/Rukan	100	Liter/penghuni dan pegawai/hari
9	Kantor / Pabrik	50	Liter/pegawai/hari
10	Toserba, toko pengecer	5	Liter/m ²
11	Restoran	15	Liter/kursi
12	Hotel berbintang	250	Liter/tempat tidur /hari
13	Hotel Melati/ Penginapan	150	Liter/tempat tidur /hari
14	Gd. pertunjukan, Bioskop	10	Liter/kursi
15	Gd. Serba Guna	25	Liter/kursi
16	Stasiun, terminal	3	Liter/penumpang tiba dan pergi
17	Peribadatan	5	Liter/orang (belum dengan air wudhu)

Sumber : SNI 03-7065-2005

2.1.6 Pencegahan Pencemaran Air

Sistem penyediaan air bersih meliputi beberapa peralatan seperti tangki air bawah tanah, tangki air di atas atap, pompa, perpipaan sebagainya. Peralatan ini air minum harus dapat dialirkan ke tempat yang dituju tanpa mengalami pencemaran (Noerbambang, 2005).

1. Dilarang membuat sambungan-pintas tidak sembarang orang diperkenankan menyambung pipa air minum yang disediakan tanpa dilengkapi perangkat pencegahan aliran balik untuk menghindari potensi bahaya pencemaran.
2. Pencegahan aliran balik tidak ada perlengkapan plambing yang disambung dengan pipa air minum tanpa dilengkapi pencegah aliran balik yang dapat menghindari potensi pencemaran.
3. Pengendalian penyambungan-silang tidak setiap orang diperbolehkan menyambung peralatan pengolahan air yang menyebabkan pencemaran terhadap air minum.

2.2 Sistem Plambing

Sistem plambing diperlukan untuk menyediakan dan mendistribusikan air bersih dalam suatu bangunan dan memfasilitasi sistem pembuangan dengan penyaluran air limbah dengan baik. Hal yang perlu di perhatikan pada sistem plambing adalah kebersihan dan kualitas sistem plambingnya agar air yang dialirkan tidak memperoleh gangguan dan tercemar oleh zat lain yang tidak dikehendaki (Suryokusumo,2018).

2.2.1 Prinsip Dasar Penyediaan Plambing

Kebutuhan alat plambing adalah salah satu faktor yang harus dipikirkan dalam merencanakan sistem plambing suatu gedung. Fasilitas sanitasi yang nyaman dan mudah digunakan akan menambah produktifitas bekerja karena terjaganya sanitasi lingkungan kerja. Selain itu, fasilitas sanitasi yang dipakai harus dapat memakai air dengan efektif dan efisien agar dapat menghemat biaya pemakaian air bersih.

Berdasarkan hal tersebut maka diperlukan perencanaan penyediaan kebutuhan alat plambing dengan baik.

Kebutuhan alat plambing setiap gedung dapat diperkirakan dengan melihat ketentuan/ peraturan resmi yang sudah ditetapkan. berdasarkan jumlah perbandingan pria dan wanita tiap lantai serta kebutuhan alat plambing untuk pria dan wanita di setiap lantai. Standar yang di gunakan untuk penentuan alat plambing dapat dilihat pada **Tabel 2.2**

Tabel 2. 2 Kebutuhan Minimum Alat Plambing

Jenis Penggunaan	Kloset		Urinal	Kamar Mandi		Bathtubs/ Shower	Pancuran	Lainnya
A-1 Tempat berkumpul (bioskop, tempat konser, auditorium)	Pria	Wanita	Pria	Pria	Wanita	-	1: 250	1 tempat cuci/jemur
	1: 1-100 2: 101-200 3: 201-400	1:1-25 2:26-50 3:51-100 4:101-200 6: 201-300 8: 301-400	1: 1-200 2:201-300 3:301-400 4:401-600	1: 1-200 2: 201-400 3: 401-600 4 :601-750	1:1-200 2:201-400 3: 401-600 4:601-750		2: 251-500 3: 501-750	
	Lebih 400, penambahan 1 setiap tambahan 500 pria dan penambahan 1 setiap tambahan 125 wanita		Lebih 600, penambahan 1 setiap tambahan 300 pria	Lebih 750, penmabahan 1 setiap penambahan 250 pria dan penambahan 1 setiap tambahan 200 wanita			Lebih 750, penambahan 1 setiap tambahan 500 orang	-
B Fasilitas Usaha (bank, klinik, cuci mobil, salon kecantikan, <i>health carre, laundry dan dry cleaning</i> , institusi pendidikan, fasilitas training, kantor pos dan percetakan)	Pria	Wanita	Pria	Pria	Wanita	-	1 untuk 150	1 tempat cuci/jemur
	1: 1-50 2: 51-100 3: 101-200 4: 201-400	1:1-15 2:16-30 3:31-50 4:51-100 6: 101-200 8: 201-400	1: 1-200 2:201-300 3:301-400 4:401-600	1: 1-75 2:76-150 3:151-200 4:201-300 5: 301-400	1: 1-50 2:51-100 3:101-150 4:151-200 5:201-300 6: 301-400			
	Lebih 400, penambahan 1 setiap tambahan 500 pria dan penambahan 1 setiap tambahan 150 wanita		Lebih 600, penambahan 1 setiap tambahan 300 pria	Lebih 400, penambahan 1 setiap penambahan 250 pria dan penambahan 1 setiap tambahan 200 wanita			-	-
E Fasilitas Pendidikan (sekolah swasta dan sekolah umum)	Pria	Wanita	Pria	Pria	Wanita	-	1 untuk 150	1 tempat cuci/jemur
	1 untuk 50	1 untuk 30	1 untuk 25	1 untuk 40	1 untuk 40			

Sumber : SNI 8153, 2015

2.2.2 Tangki Penyediaan Air

Sistem plambing gedung – gedung bertingkat memerlukan peralatan penampung air yang dapat memenuhi kebutuhan air bersih secara terus menerus. Tangki yang digunakan untuk menyediakan air bersih harus mampu menjaga kualitas air.

Konstruksi tangki penyediaan air harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a) Tangki penyediaan air harus direncanakan, dibuat sedemikian rupa sehingga tidak bocor, tahan terhadap binatang perusak, korosi, dan tekanan yang timbul pada waktu penggunaannya;
- b) Tangki harus mempunyai perlengkapan sedemikian rupa sehingga pemeriksaan dapat dilakukan dengan aman dan mudah;
- c) Tangki gravitasi atau tangki tak bertekanan harus tertutup dan dilengkapi dengan ven yang bukaannya dilindungi terhadap masuknya serangga.

Penempatan tangki sebaiknya diletakkan pada lantai yang rata, dapat menahan beban serta harus ada saluran pembuang dan pengering.

Penembusan pipa yang melayani tangki pada lantai atau atap harus rapat air. Dalam pemasangan tangki air diperlukan ruang bebas yang cukup di sekeliling tangki untuk pemeriksaan dan perawatan, seperti di sebelah atas, dinding, dan di bawah alasnya (SNI 8153, 2015)

2.2.3 Ground Water Tank (GWT)

Ground Water Tank (GWT) memiliki fungsi sebagai penampung air dari sumber sebelum dihisap oleh pompa. Pemasangan reservoir ini juga berguna untuk menghindari hubungan langsung antara pipa distribusi utama dengan pipa hisap pompa yang tidak diperbolehkan mengingat keterbatasan tekanan di dalam pipa distribusi (Noerbambang, 2005).

Volume GWT dapat menampung air minum, dengan ukuran tangkinya menggunakan rumus sebagai berikut:

$$V_r = Q_d + V_f \quad (2-1)$$

$$V_f = 20\% \times Q_d \quad (2-2)$$

Keterangan :

V_r = Volume *Ground Water Tank* (m^3)

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

V_f = Cadangan air untuk pemadaman kebakaran (m^3)

*Diberi tambahan 20% untuk mengatasi kebocoran, pancuran air, tambahan air untuk ketel pemanas gedung atau mesin pendingin gedung (jika ada), penyiraman tanaman dll (Noerbambang, 2005).

2.2.4 *Roof Tank* (RT)

Roof Tank (RT) berfungsi untuk menampung air sekaligus memberikan energi agar air dapat mengalir secara gravitasi dengan menggunakan bantuan pompa dari *ground tank*.

Roof Tank (RT) merupakan reservoir yang dipergunakan untuk melayani fluktuasi kebutuhan air minum pada saat-saat tertentu. *Roof tank* juga berfungsi untuk menampung air dari pipa *discharge* pompa sebelum disalurkan ke pipa dalam bangunan.

Roof Tank (RT) memiliki fungsi untuk menampung air dari reservoir bawah sebelum disalurkan ke perpipaan dalam bangunan. Reservoir ini biasanya dipilih karena beberapa hal:

1. Mencegah perubahan tekanan yang besar pada peralatan plambing karena perubahan tekanan ini dapat mengganggu sistem suplai air dalam gedung dan bahkan dapat mengakibatkan rusaknya peralatan plambing.
2. Membantu mengatasi kebutuhan air pada saat pemakaian puncak ataupun pada keadaan darurat (Noerbambang, 2005).

Berikut ini merupakan rumus-rumus yang di gunakan untuk menghitung kapasitas *Roof Tank*

$$V_E = [Q_p - Q_{max}] T_p + (Q_{pu} \times T_{pu}) \quad (2-3)$$

$$Q_p = Q_r \times C1 \quad (2-4)$$

$$Q_{max} = Q_r \times C2 \quad (2-5)$$

$$Q_r = \frac{\text{Volume GWT}}{\text{Durasi Pemakaian}} \quad (2-6)$$

Keterangan :

V_E = Kapasitas Efektif Tangki (m^3)

Q_p = Kebutuhan Puncak (m^3/Jam)

Q_{\max} = Kebutuhan Jam Puncak (m^3/Jam)

Q_{pu} = Kapasitas Pompa Pengisi (m^3/Jam)

T_p = Jangka Waktu Kebutuhan Puncak (jam)

T_{pu} = Jangka Waktu Kerja Pompa Pengisi (jam)

$C1$ = Konstanta yang berkisar 1,5- 2 (2)

$C2$ = Konstanta yang berkisar 3- 4 (3)

2.2.5 Diameter Pipa Air Bersih

Diameter pipa diperlukan agar penyediaan air bersih dapat terlayani dengan tekanan yang cukup dan mempertimbangkan gesekan yang terjadi agar tidak terjadi penggerusan pipa karena adanya tekanan. Perhitungan diameter pipa berdasarkan pada segmen-segmen yang telah dibuat pada jalur air bersih (Noerbambang, 2005).

Perhitungan diameter pipa air bersih ditentukan berdasarkan banyaknya alat plambing dan beban unit alat plambing. Perhitungan diameter pipa air bersih ini dibagi menjadi dua jenis yaitu :

1. Pipa horizontal : pipa mendatar yang menyalurkan air bersih pada setiap lantai
2. Pipa tegak : pipa vertikal yang menyalurkan air bersih dari *roof tank* menuju pangkal pipa horizontal (Noerbambang, 2005).

Penentuan diameter pipa juga perlu mengetahui terlebih dahulu Unit Beban Alat Plambing (UBAP) untuk setiap alat plambing. Penentuan *Fixture Unit* berdasarkan pada SNI 8153 tahun 2015 yang tercantum pada **Tabel 2.3**

Tabel 2. 3 Unit Beban Alat Plumbing Sistem Penyediaan Air dan Ukuran Minimum Pipa Cabang

Perlengkapan atau peralatan ²⁾	Ukuran pipa cabang minimum ^{1,4)} (inci)	Pribadi (UBAP)	Umum (UBAP)	Tempat berkumpul (UBAP)
Lavatory	1/2	1,0	1,0	1,0
Dapur, rumah tangga dengan atau tanpa pencuci piring	1/2	1,5	1,5	-
Shower	1/2	2,0	2,0	-
Urinal, Tangki Pembilas	1/2	2,0	2,0	3,0
Kloset, Tangki Gravitasi 6LPF (Liter Per Flush)	1/2	2,5	2,5	3,5

Sumber: SNI 8153,2015

UBAP diperlukan untuk selanjutnya di tentukan diameter pipa dapat dilihat pada

Tabel 2.4

Tabel 2. 4 UBAP / *Fixture Unit* Untuk Menentukan Ukuran Pipa Air dan Meter Air

Ukuran meter air (inci)	Diameter pipa Pembawa (inci)	Panjang maksimum yang dibolehkan (m)														
		12	18	24	30	46	61	76	91	122	152	183	213	244	274	305
UBAP untuk Rentang Tekana 21 sampai 31,50 mka																
3/4	1/2	6	5	4	3	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
3/4	3/4	16	16	14	12	9	6	5	5	4	4	3	2	2	2	1
3/4	1	29	25	23	21	17	15	13	12	10	8	6	6	6	6	6
1	1	36	31	27	25	20	17	15	13	12	10	8	6	6	6	6
3/4	1 1/4	36	33	31	28	24	23	21	19	17	16	13	12	12	11	11
1	1 1/4	54	47	42	38	32	28	25	23	19	17	14	12	12	11	11
1 1/2	1 1/4	78	68	57	48	38	32	28	25	21	18	15	12	12	11	11
1	1 1/2	85	84	79	65	56	48	43	38	32	28	26	22	21	20	20
1 1/2	1 1/2	150	124	105	91	70	57	49	45	36	31	26	23	21	20	20
2	1 1/2	151	129	129	110	80	64	53	46	38	32	27	23	21	20	20
1	2	85	85	85	85	85	85	82	80	66	61	57	52	49	46	43
1 1/2	2	220	205	190	176	155	138	127	120	104	85	70	61	57	54	51
2	2	370	327	292	265	217	185	164	147	124	96	70	61	57	54	51
2	2 1/2	445	418	390	370	330	300	280	265	240	220	198	175	158	143	133

Sumber: SNI 8153,2015

2.2.6 Pompa

Sistem pompa berfungsi untuk memompa air dari sumber ke reservoir, reservoir penyeimbang dan pipa sistem distribusi atau sistem plumbing. Reservoir pengumpul berada pada elevasi yang lebih rendah, maka sistem pompa dapat

membawa air tersebut menuju alat-alat plambing yang elevasinya lebih tinggi (Noerbambang, 2005).

Kapasitas daya pompa dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{\eta} \quad (2-7)$$

Keterangan:

P = Daya Pompa (Kwatt)

ρ = Masa Jenis Air (1000 Kg/m³)

g = Percepatan Gravitasi (9,81 m/s²)

Q_{pu} = Kapasitas Pompa Pengisi (m³/s)

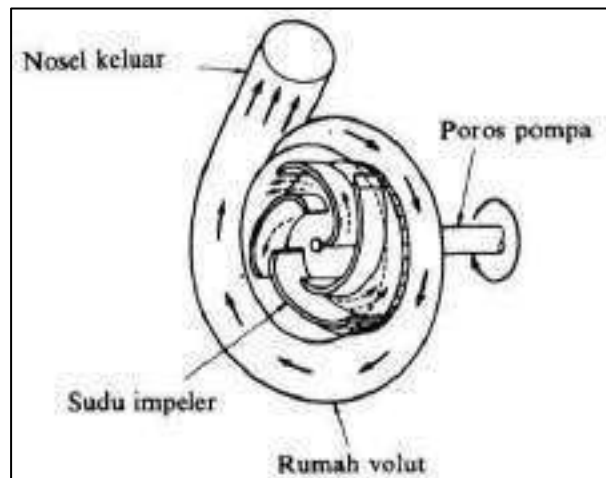
H = *Head* Total (m)

η = Efisiensi Pompa (%)

2.2.6.1 Jenis Pompa

Jenis pompa yang umum digunakan dalam bangunan yakni pompa sentrifugal dan pompa *booster*

- a. Pompa sentrifugal merupakan pompa yang berfungsi untuk mengangkat zat cair dari tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi dengan bantuan impeller (baling-baling) dapat dilihat pada **Gambar 2.4** (Sularso,2000).
- b. Pompa booster merupakan pompa yang berfungsi untuk mendistribusikan air dari *rooftank* ke alat plambing dapat dilihat pada **Gambar 2.5** (Catur Budi Artayana & Indra Atmaja, 2010).



Gambar 2. 4 Aliran Fluida di dalam Pompa Sentrifugal

Sumber : Sularso,2000



Gambar 2. 5 Pompa *Booster*

Sumber : Metropolitanind,2019

2.2.6.2 Penentuan Nilai Efisiensi Pompa

Nilai efisiensi pompa dibutuhkan untuk perhitungan kapasitas daya pompa, nilai tersebut yang berasal dari website untuk mengetahui spesifikasi pompa dengan yang dinamakan *webscaps* dengan memasukan nilai debit dari perencanaan serta *head* total kemudian akan terlampir gambar grafik sehingga dapat diperoleh nilai efisiensi dalam persen.

2.2.7 Tekanan Air dan Kecepatan Aliran

Tekanan air yang kurang mencukupi akan menimbulkan kesulitan dalam pemakaian air. Tekanan yang berlebihan dapat menimbulkan rasa sakit terkena pancaran air serta mempercepat kerusakan peralatan plambing, dan menambah kemungkinan timbulnya pukulan air. Kecepatan aliran air yang terlampau tinggi akan dapat menambah kemungkinan timbulnya pukulan air, dan menimbulkan suara berisik dan terkadang menyebabkan ausnya permukaan dalam dari pipa. Dilain pihak, kecepatan yang terlampau rendah ternyata dapat menimbulkan efek kurang baik dari segi korosi, pengendapan kotoran, ataupun kualitas air. Biasanya digunakan standar kecepatan sebesar 0.9-1.2 m/detik, batas maksimal berkisar antara 1,5-2 m/detik (Noerbambang, 2005).

Sistem penyediaan air untuk suatu bangunan, kapasitas peralatan dan ukuran-ukuran pipa didasarkan pada jumlah dan laju aliran air yang harus disediakan kepada bangunan tersebut.

2.3 Prinsip dasar STP

Sewage Treatment Plant (STP) adalah sistem pengolahan limbah rumah tangga atau limbah cair domestik, termasuk limbah dari dapur, air bekas, air kotor, limbah maupun kotoran pemilihan STP bergantung pada karakteristik air limbah yang dihasilkan dan kapasitas air limbah.

2.4 Konsep Bangunan Hijau

Bangunan gedung hijau adalah bangunan gedung yang bertanggung jawab terhadap lingkungan dan sumber daya yang efisien dari sejak perencanaan, pelaksanaan, konstruksi, pemanfaatan, pemeliharaan sampai dekonstruksi (PERWAL 1023,2016).

Prinsip penyelenggaraan bangunan gedung hijau meliputi:

1. Tidak mencemari lingkungan (energi, air, udara, dan tanah) melebihi daya dukungnya
2. Mengedepankan efiseinsi penggunaan sumberdaya dalam untuk tujuan penyelenggaraan bangunan

2.4.1 Konsep Konservasi Air

Penggunaan air di dalam gedung untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari banyak digunakan secara berlebihan sehingga banyak air bekas yang dihasilkan, dari perilaku pemborosan air dapat menimbulkan banyak kerugian diantaranya dari segi biaya dan kualitas lingkungan. Penerapan instalasi pengolahan untuk air bekas menjadi air daur ulang yang dapat dipergunakan lagi masih jarang ditemukan di banyak gedung namun seiring dengan minimnya pasokan air di daerah tertentu menjadikan kewajiban dalam gedung untuk meminimalisir dalam penggunaan air, salah satu upaya yang dilakukan dengan menerapkan konsep konservasi air (GBCI,2013).

Konsep konservasi air yang dipergunakan untuk bangunan di Bandung mengacu pada PERWAL 1023 Tahun 2016 meliputi perencanaan sumber air, perencanaan pemakaian air, perencanaan peralatan plambing hemat air, dan perencanaan penanganan limbah cair. Perencanaan penggunaan peralatan plambing hemat air mengikuti standar maksimum ketentuan mengenai standar maksimum dapat dilihat pada **Tabel 2.5**

Tabel 2. 5 Standar Maksimum Peralatan Alat Plambing Hemat Air

Produk/Perlengkapan	Laju Alir Maksimum/Kapasitas Menyiram
<i>Water Closet (WC)</i>	<i>Single flush</i> 4,5 liter/flush
	<i>Dual flush</i> 3 dan 5 liter/flush
Keran <i>shower</i> , Mixers dan Pancuran (<i>shower head</i>)	9 liter/menit/flush
Keran tempat cuci dan <i>mixers</i>	6 liter/menit/flush
Keran Wastafel/Bip dan <i>mixers</i>	8 liter/menit/flush
Tempat urinal dan katup siram urinal	1,5 liter/flush

Sumber: PERWAL 1023,2016

2.4.1.1 Konservasi Air Hujan

Konservasi dari air hujan dimaksudkan untuk mengurangi limpasan air hujan yang menuju sistem drainase kota. Berupa pemanfaatan air hujan yang berasal dari atap bangunan yang selanjutnya dipergunakan sebagai salah satu sumber air primer. Air

hujan yang berasal dari atap bangunan ditampung dalam tangki penampungan yang selanjutnya diproses dalam instalasi pengolahan air (PERWAL 1023,2016).

Sistem penampungan air hujan yang direncanakan harus memperhatikan beberapa hal diantaranya:

1. Penampungan harus direncanakan sesuai dengan kebutuhan air yang harus dipenuhi dan intensitas hujan di area. Sehingga tidak ada kelebihan dalam material dan ruang.
2. Memastikan kualitas air hujan yang masuk ke panampungan, penggunaan penyaringan (*filter*) dapat membantu mengurangi sampah dan partikel yang terbawa ke dalam penampungan
3. Tata letak penampungan akan berada di tanah atau di atap, penampungan yang berada di atap akan mempermudah distribusi dengan sistem gravitasi dan menghemat biaya karena tidak menggunakan pompa. (GBCI, 2013).

2.4.1.2 Konservasi Air Daur Ulang *Grey Water*

Perencanaan air yang bersumber dari air daur berupa pemanfaatan air limbah (*greywater*). Air limbah (*greywater*) adalah air limbah yang berasal dari buangan non kakus. Air limbah dari air buangan non kakus ditampung dalam tangki penampungan yang selanjutnya diproses dalam instalasi pengolahan air limbah (*wastewater treatment plant*). Hasil pengolahan air limbah ditampung dalam tangki penampungan air daur ulang (PERWAL 1023,2016).

Perencanaan konservasi air daur ulang perlu memperhatikan beberapa aspek diantaranya:

1. Merencanakan sistem penampungan air hasil daur untuk disalurkan ke tangki penampungan dan selanjutnya didistribusikan untuk keperluan *flushing* kebutuhan air daur ulang akan lebih kecil apabila memiliki mekanisme flushing hemat air.
2. Kapasitas pengolahan, membuat perkiraan jumlah sumber air daur ulang yang masuk ke dalam sistem daur ulang.

3. Merencanakan instalasi dua sistem perpipaan yaitu, untuk air bersih dan air daur ulang secara terpisah dari sumber hingga titik akhir penggunaan air. Hal ini untuk memastikan kualitas air bersih tidak terganggu dengan air daur ulang dan mempermudah mengidentifikasi dari jumlah penggunaan air daur ulang pada gedung (GBCI, 2013)

2.5 Air Limbah

Sistem plambing, selain menentukan kebutuhan dan jalur air bersih, juga harus menentukan sistem penyaluran air limbah. Maksud dan tujuan daripada plambing air limbah adalah membawa dan menyalurkan air limbah keluar dari suatu bangunan secepat mungkin menuju STP tanpa menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan (Noerbambang, 2005).

Air limbah cair adalah semua cairan yang dibuang, baik yang mengandung kotoran manusia maupun yang mengandung sisa-sisa proses dari industri (Noerbambang, 2005).

2.5.1 Jenis Air Limbah

Air limbah adalah semua cairan yang dibuang, baik yang mengandung kotoran manusia, hewan, bekas tumbuh-tumbuhan maupun yang mengandung sisa proses industri. Air limbah dapat dibagi menjadi empat golongan, yaitu (Noerbambang, 2005):

1. Air kotor yaitu air limbah yang berasal dari kloset, peturasan, dan air limbah yang mengandung kotoran manusia yang berasal dari alat-alat plambing lainnya.
2. Air bekas yaitu air limbah yang berasal dari alat-alat plambing lainnya seperti bak mandi, bak cuci tangan, bak dapur dan sebagainya
3. Air hujan yaitu air hujan yang jatuh dari atap dan air halaman.
4. Air limbah khusus yaitu air limbah yang mengandung gas, racun atau bahan-bahan berbahaya, seperti yang berasal dari pabrik, air limbah dari laboratorium, tempat pengeboran, tempat pemeriksaan di rumah sakit, rumah pemotongan

hewan, air limbah yang bersifat radioaktif yang dibuang dan pusat listrik tenaga nuklir, atau laboratorium penelitian atau pengobatan yang menggunakan bahan-bahan radioaktif. Air limbah yang mengandung banyak lemak berasal dari restoran, akhir-akhir ini menjadi masalah dan dipermasalahkan dalam kelompok ini karena banyak mengandung lemak. Sebagai catatan, air kotor dan air bekas sering disebut air limbah sehari-hari karena keduanya berasal dari kehidupan sehari-hari (Noerbambang, 2005).

2.5.2 Klasifikasi Sistem Air Limbah

Sistem air limbah diklasifikasikan berdasarkan cara membuang air, klasifikasi menurut cara pengaliran (Noerbambang, 2005).

a) Klasifikasi menurut cara pembuangan air

1. Sistem pembuangan air campuran untuk segala macam air buangan dikumpulkan ke dalam satu saluran dan dialirkan ke luar gedung tanpa memperhatikan jenis air buangnya.
2. Sistem pembuangan terpisah untuk setiap jenis air buangan dikumpulkan dan dialirkan keluar gedung secara terpisah.
3. Sistem pembuangan tak langsung untuk air buangan dari beberapa lantai gedung bertingkat digabungkan dalam satu kelompok. Pada setiap akhir gabungan perlu dipasang pemecah aliran.

b) Klasifikasi menurut cara pengaliran

1. Sistem gravitasi mengalirkan air buangan dari tempat yang lebih tinggi secara gravitasi ke tempat yang lebih rendah.
2. Sistem bertekanan mengalirkan air buangan yang dikumpulkan lebih dahulu dalam satu bak penampung kemudian dipompakan ke luar gedung tersebut. Saluran umum letaknya lebih tinggi dari letak alat-alat plambing

2.5.3 Dasar Perhitungan Sistem Plambing Air Limbah

Penentuan diameter sistem plambing air limbah terlebih dahulu harus mengetahui Unit Beban Alat Plambing (UBAP) untuk setiap alat plambing. Penentuan *Fixture*

Unit berdasarkan pada SNI 8153 tahun 2015 yang tercantum pada **Tabel 2.6** dan untuk diameter air limbah dapat dilihat pada **Tabel 2.7**

Tabel 2. 6 Unit Beban Alat Plumbing untuk Air Limbah

Alat plumbing atau kelompok alat plumbing	Ukuran perangkap/lengan perangkap minimum (inci)	Pribadi (UBAP)	Umum (UBAP)	Tempat berkumpul (UBAP)
Lubang pengering lantai	2,0	2,0	2,0	2,0
Lavatory, tunggal	1 1/4	1,0	1,0	1,0
Urinal, perangkap terpadu 3,8 LPF	2,0	2,0	2,0	5,0
Kloset, Tangki gelontor 6 LPF	3,0	3,0	4,0	6,0

Sumber: SNI 8153,2015

Tabel 2. 7 Beban dan Panjang maksimum dari Perpipaian Air Limbah dan Ven

Ukuran pipa (inci)	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6	8	10	12
Maksimum unit											
Pipa air limbah											
Vertikal/tegak (UBAP)	1	2 ²	16 ³	32 ³	48 ⁴	256	600	1380	3600	5600	8400
Horisontal (UBAP)	1	1	8 ³	14 ³	35 ⁴	2	428 ⁵	720 ⁵	2640 ⁵	4650 ⁵	8200 ⁵
Panjang maksimum											
Pipa air limbah											
Vertikal/tegak (m)	14	18	37	55	65	91	119	155	229	-	-
Horisontal (tidak terbatas)											
Pipa ven											
Horisontal dan vertikal											
Maksimum Unit (UBAP)	1	83	24	48	84	256	600	1380	3600	-	-
Panjang maksimum (m)	45	60	120	180	212	300	390	510	750	-	-

Sumber: SNI 8153,2015

2.6 Air Hujan

Air hujan harus disalurkan melalui sistem pembuangan yang terpisah dengan sistem pembuangan air bekas dan kotor. Jika dicampurkan maka akan terjadi penyumbatan, baik dari pengaliran air hujan maupun pengaliran air kotor. Bila hal itu terjadi, ada kemungkinan air hujan akan mengalir balik masuk ke dalam alat

plumbing yang mempunyai ketinggian lebih rendah dalam sistem tersebut (Noerbambang, 2005).

Perangkap yang terpasang harus berukuran minimal sama dengan pipa mendatar yang terpasang bersama dan harus dilengkapi dengan pembersih di tiap ujungnya yang terletak di dalam gedung, ujung dimana air masuk, harus dilengkapi dengan penahan kotoran agar sistem plumbing air hujan tidak terganggu (Noerbambang, 2005).

2.6.1 Perencanaan Pipa Air Hujan

Pipa air hujan memiliki persyaratan dalam penempatannya, air hujan tidak diperbolehkan di tempatkan dalam tempat tertentu seperti ruang tangga, di bawah lift atau di bawah beban timbangan lift, langsung di atas tangki air minum tanpa tekanan, dan tidak diperkenankan pada jaringan air hujan penempatan ujung buntu terkecuali untuk memperpanjang pipa lubang pembersih.

Talang atap dan air hujan digunakan untuk menangkap air hujan yang jatuh ke atas atap atau bidang tangkap lainnya di atas tanah. Dari *leader* kemudian dihubungkan ke titik-titik pengeluaran, umumnya ke permukaan tanah atau sistem drainase bawah tanah. Talang tegak dapat ditempatkan di dalam ruangan maupun di luar bangunan (Noerbambang, 2005). Ukuran pipa mendatar, ukuran pipa tegak air hujan dan ukuran talang air hujan dapat dilihat pada **Tabel 2.8** dan **Tabel 2.9**

Tabel 2. 8 Penentuan Ukuran Perpipaan Air Hujan Horizontal

Ukuran pipa	Debit	Luas bidang datar horisontal maksimum yang diperbolehkan pada berbagai nilai curah hujan (m ²)					
		25,4 mm/jam	50,8 mm/jam	76,2 mm/jam	101,6 mm/jam	127 mm/jam	162,4 mm/jam
Inci	L/det						
3	0,06	305	153	102	76	61	51
4	2,04	699	349	233	175	140	116
5	4,68	1241	621	414	310	248	207
6	8,34	1988	994	663	49	398	331
8	13,32	4273	2137	1427	1068	855	713
10	28,68	7692	3846	2564	1923	1540	1282
12	51,6	12374	6187	4125	3094	2476	2062
15	83,04	22110	11055	7370	5528	4422	3683

Sumber: SNI 8153,2015

Tabel 2. 9 Ukuran Talang Atap, Pipa Utama dan Perpipaan Tegak Air Hujan

Ukuran saluran atau pipa air hujan	Debit	Luas bidang datar horisontal maksimum yang diperbolehkan pada berbagai nilai curah hujan (m ²)													
		Inci	L/dt	25,4 mm/j	50,8 mm/j	76,2 mm/j	101,6 mm/j	127 mm/j	162,4 mm/j	178 mm/j	203 mm/j	229 mm/j	254 mm/j	279 mm/j	305 mm/j
		2	1,8	268	134	89	67	53	45	38	33	30	27	24	22
		3	5,52	818	409	272	204	164	137	117	102	91	82	74	68
		4	11,52	1709	855	569	427	342	285	244	214	190	171	156	142
		5	21,6	3214	1607	1071	804	643	536	459	402	357	321	292	268
		6	33,78	5017	2508	1672	1254	1003	836	717	627	557	502	456	418
		8	72,48	10776	5388	3592	2694	2155	1794	1539	1347	1197	1078	980	892

Sumber: SNI 8153,2015