

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Sistem Plambing

Plambing merupakan segala sesuatu yang berhubungan dengan pelaksanaan pemasangan pipa dengan peralatannya di dalam gedung atau gedung yang berdekatan yang bersangkutan dengan air hujan, air buangan dan air minum yang dihubungkan dengan sistem kota atau sistem lain yang dibenarkan [3].

2.2 Aspek Perancangan Sistem Plambing

Dalam merencanakan sistem plambing dilakukan secara bertahap. Sistem plambing yang direncanakan biasanya mencakup perencanaan sistem penyediaan air bersih, penyaluran air buangan, dan perencanaan ven.

1. Perencanaan air bersih .
2. Perencanaan air kotor dan ven.
3. Perencanaan sistem pencegahan kebakaran.
4. Perencanaan sistem pemanen air hujan (*rainwater harvesting*).

2.3 Cakupan Sistem Plambing

Pengertian plambing secara umum adalah sistem penyediaan air bersih dan penyaluran air buangan di dalam bangunan. Secara khusus, pengertian plambing merupakan sistem perpipaan dalam bangunan yang meliputi prinsip dasar sistem penyediaan air bersih, sumber air, kualitas air kuantitas air laju aliran, tekanan air dan kecepatan aliran, tangki-tangki penyediaan air.

2.3.1 Prinsip Dasar Sistem Penyediaan Air Bersih

Dalam perancangan sistem penyediaan air bersih, terdapat prinsip-prinsip yang harus dipatuhi agar sistem yang direncanakan dapat bekerja secara optimal dan kesalahan teknis pada sistem dapat diminimalisir [3].

2.3.2 Sumber Air

Sebagian besar bumi kita terdiri dari air, namun demikian hanya sebagian kecil dari air yang ada itu dapat secara langsung digunakan untuk hidup manusia dan

ketersediaan air yang bersih tergantung dari kondisi lingkungan alam. Lingkungan alam di negara berkembang dan sedang berkembang, khususnya di daerah perkotaan dan kawasan permukiman yang baru dibuka biasanya condong mengalami kerusakan [4].

2.3.3 Kualitas Air

Ketentuan kualitas air di dalam SNI 03-6481-2000 adalah sebagai berikut:

1. Hanya air yang memenuhi persyaratan air minum sesuai SNI No. 01-0220- 1987 tentang “air minum” yang boleh dialirkan ke alat plambing dan perlengkapan plambing yang dipergunakan untuk minum, masak, pengolahan makanan, pengalengan atau pembungkusan, pencucian alat makan dan minum, alat dapur atau untuk keperluan rumah tangga sejenis lainnya.
2. Air bersih yang tidak memenuhi persyaratan air minum hanya dibatasi untuk kloset, peturasan dan alat plambing serta perlengkapan lainnya yang tidak memerlukan air untuk memenuhi persyaratan air minum. Semua keran dan alat yang dialiri air yang tidak memenuhi persyaratan air minum harus diberi tanda dengan jelas bahwa air tersebut membahayakan kesehatan.
3. *Jet washer* atau perangkat pembersih lainnya atau pancuran yang dipasang pada kloset dan peturasan untuk membersihkan bagian badan harus dialiri dengan air yang memenuhi persyaratan air minum.
4. Semua keran untuk wudhu harus dialiri dengan air yang memenuhi persyaratan air minum.

2.3.4 Kuantitas Air

Kuantitas air bersih adalah kuantitas dari air yang dibutuhkan untuk kegiatan di kamar mandi, mencuci, memasak, dan sebagainya. Kuantitas air bersih yang dibutuhkan bagi penghuni gedung yang diketahui dari pemakaian rata-rata per orang setiap hari berdasarkan jenis gedung. Jumlah air yang digunakan menjadi faktor kontrol untuk memilih sumber air yang akan digunakan, menghitung dimensi pipa dan menentukan volume tangki air yang harus disediakan. Besar pemakaian sebagai berikut:

- Jumlah pemakaian air bersih

Pemakaian air bersih pada tiap-tiap gedung berbeda tergantung jumlah penghuninya dan luas dari bangunan tersebut. Untuk tabel jumlah pemakaian air bersih dapat dilihat pada **Lampiran 1** jumlah pemakaian air rata-rata per hari [2]. Untuk kebutuhan puncak, air yang harus disediakan dinyatakan dalam *fixture unit* (unit beban), untuk alat plambing dapat dilihat pada **Tabel 2.1** dengan unit beban alat plambing inilah selanjutnya dapat ditentukan ukuran pipa.

Tabel 2.1 Jumlah air yang digunakan oleh alat plambing [2].

Alat Plambing	Unit Alat Plambing	
	Pribadi	Umum
<i>Lavatori</i>	1	2
<i>Bath Tub</i>	2	4
<i>WC flush tank</i>	3	5
<i>Urinoir</i>	-	5
<i>Kitchen Sink</i>	2	4
<i>Faucet</i>	2	4
<i>Shower</i>	2	4
<i>Laundry tray</i>	2	4

Catatan:

1. *Fixture unit* maksimum masing-masing untuk air dingin dan air panas diambil 3/4.
2. Alat plambing untuk keperluan pribadi dimaksudkan pada *apartment* dimana pemakaiannya tidak terlalu sering.
3. Alat plambing untuk keperluan umum dimaksudkan yang dipasang dalam gedung kantor, sekolah, *fitness centre* dan lain-lain. Jumlah air yang digunakan menjadi faktor kontrol untuk memilih sumber air yang akan digunakan dan menentukan volume tangki air yang harus disediakan.

2.3.5 Laju Aliran

Perencanaan sistem penyediaan air untuk suatu bangunan, kapasitas peralatan dan ukuran pipa-pipa didasarkan pada jumlah dan laju aliran air yang harus disediakan pada bangunan tersebut [5].

Laju atau debit aliran dapat ditaksir dengan beberapa metode sebagai berikut:

1. Berdasarkan jumlah pemakai

Metode ini didasarkan pada pemakaian rata-rata penghuni dan perkiraan jumlah penghuni. Jika jumlah penghuni diketahui, maka angka tersebut dapat dipakai untuk menghitung pemakaian air rata-rata sehari berdasarkan standar mengenai pemakaian air per orang per hari untuk sifat penggunaan gedung tersebut. Jika jumlah penghuni tidak diketahui, maka dapat diperkirakan dari luas lantai dan menetapkan kepadatan hunian per luas lantai efektif untuk perkantoran (50%- 60% dari luas seluruhnya). Angka pemakaian air yang diperoleh dengan metode ini biasanya digunakan untuk menetapkan volume tangki bawah, tangki atap, pompa dan sebagainya.

2. Berdasarkan jenis dan jumlah alat plambing

Metode ini digunakan apabila kondisi pemakaian air dapat diketahui. Juga harus diketahui pula jumlah dari setiap jenis alat plambing yang digunakan dalam gedung tersebut. Dalam metode ini juga diperkirakan adanya faktor pemakaian serentak daripada alat-alat plambing yang dipakai secara bersamaan, karena apabila ada saat tertentu alat-alat plambing pada suatu gedung dipakai secara bersamaan maka debit air yang dikeluarkan semakin besar, apabila alat-alat itu tidak dipakai secara bersama agar suplai air yang dibutuhkan oleh para pemakai alat plambing dapat terpenuhi. Oleh karena itu adapun tabel yang memuat prosentase pemakaian air serentak alat plambing (faktor pemakaian (%)) dan jumlah alat-alat plambing pemakaian air tiap alat plambing, laju aliran airnya dan ukuran pipa cabang pipa air dapat dilihat pada **Lampiran 2**. Dengan rumus menghitung faktor pemakaian yang dapat dilihat pada rumus sebagai berikut:

$$Y_n = Y_1 - Y_1 - Y_2 \times X_n - X_1 X_2 - X_1 \quad (2.1)$$

Dimana:

Y_n = Faktor pemakaian (%)

Y_1 = Jenis alat plambing pada jumlah 1

Y_2 = Jenis alat plambing pada jumlah 2

X_1 = Jumlah alat plambing 1

X_2 = Jumlah alat plambing 2

X_n = Jumlah alat plambing yang akan dicari

3. Berdasarkan unit beban alat plambing (UBAP)

Metode ini menerapkan adanya suatu unit beban (*fixture unit*) untuk setiap alat plambing. Nilai unit beban alat plambing dan kurva dapat dilihat pada **Lampiran 3**. Untuk setiap bagian pipa, dijumlahkan besar unit beban dari semua alat plambing yang dilayaninya, kemudian mencari besar laju aliran air dengan kurva, kurva ini memberikan hubungan antara jumlah unit beban alat plambing dengan laju aliran air, dengan memasukkan faktor kemungkinan penggunaan secara bersamaan dari alat-alat plambing.

2.3.6 Tekanan Air dan Kecepatan Aliran Air

Tekanan air dan kecepatan air di sesuaikan dengan beban unit alat plambing yang dapat dilihat pada **Tabel 2.2**.

Tabel 2.2 Tekanan yang dibutuhkan alat plambing [5].

Alat plambing	Tekanan yang dibutuhkan (kg/cm ²)	Tekanan standar (kg/cm ²)
Katup gelontor kloset	0,7	1,0
Katup gelontor peturasan	0,4	
Keran yang otomatis menutup sendiri	0,7	
Pancuran mandi (biasa)	0,35	
Keran (biasa)	0,3	

2.3.7 Tangki-Tangki Penyediaan Air

Besar tekanan standar yang dibutuhkan alat plambing adalah 1,0 kg/cm², sedangkan tekanan statik sebaiknya diusahakan 4,0 sampai 5,0 kg/cm² untuk perkantoran dan antara (2,5-3,5) kg/cm² untuk hotel dan perumahan [5]. Beberapa macam peralatan plambing tidak dapat berfungsi dengan baik jika, tekanan airnya kurang dari suatu batas minimum. Besarnya tekanan minimum dapat dilihat pada **Lampiran 4**. Kecepatan aliran air yang terlampau tinggi akan dapat menambah kemungkinan timbulnya pukulan air, dan menimbulkan suara berisik, dan kadang-kadang menyebabkan kebocoran permukaan dalam pipa. Standar kecepatan sebesar (0,9-

1,2) m/detik dan batas maksimumnya berkisar antara (1,5-2,0) m/detik. Batas kecepatan 2,0 m/detik yang diterapkan dalam penentuan pendahuluan ukuran pipa.

2.3.7.1 Kapasitas Tangki Air Bawah (*Ground Water Tank*)

Sistem tangki air bawah, pipa utama dipasang dari tangki atas ke bawah sampai langit-langit lantai terbawah dari gedung, kemudian mendatar dan bercabang-cabang tegak ke atas untuk melayani lantai-lantai di atasnya [5].

Persamaan-persamaan berikut ini memberikan hubungan antara kapasitas tangki air bawah dengan kapasitas pipa dinas. Untuk tangki air yang hanya digunakan menampung air minum, ukuran tangkinya dapat dihitung dengan **Persamaan 1:**

$$VR = Q_d - Q_s T \quad (2.2)$$

Jika tangki tersebut juga berfungsi sebagai tempat penyimpanan air untuk pemadaman kebakaran, ukuran tangkinya dapat dihitung dengan **Persamaan 2:**

$$VR = Q_d - Q_s T + VF \quad (2.3)$$

Dimana:

Q_d : jumlah kebutuhan air per hari (m^3 /hari)

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

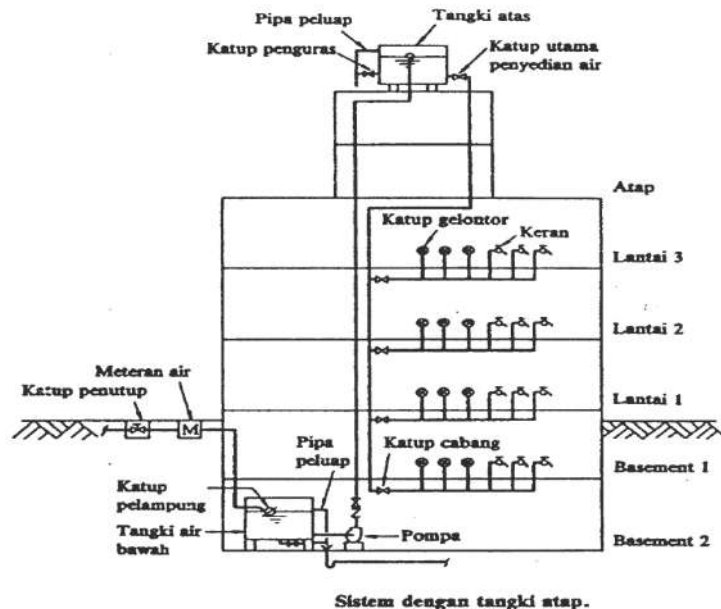
T : rata-rata pemakaian per hari (jam/hari)

VR : volume tangki air minum (m^3)

VF : cadangan air untuk pemadam kebakaran (m^3)

2.3.7.2 Kapasitas Tangki Air Atas (roof tank)

Dalam sistem tangki air atas, pipa utama dari tangki atas dipasang mendatar dalam langit-langit lantai teratas dari gedung, dan dari pipa mendatar ini dibuat cabangcabang tegak ke bawah untuk melayani lantai-lantai di bawahnya. Skema sistem ini dapat dilihat pada **Gambar 2.1**.



Gambar 2.1 Sistem dengan tangki atap

Sumber: Morimura, 1985

Tangki air atas dimaksudkan untuk menampung kebutuhan puncak, dan biasanya disediakan dengan kapasitas cukup untuk jangka waktu kebutuhan puncak tersebut, yaitu sekitar 30 menit. Dalam keadaan tertentu, dapat terjadi bahwa kebutuhan puncak dimulai pada saat muka air terendah dalam tangki atas, sehingga perlu diperhitungkan jumlah air yang dapat dimasukkan dalam waktu 10 sampai 15 menit oleh pompa angkat (yang memompakan air dari tangki bawah ke tangki atas). Kapasitas efektif tangki atas dinyatakan dengan **Persamaan 3**:

$$VE = (QP - Q_{max}) TP - Q_p \quad (2.4)$$

Dimana:

VE: kapasitas efektif tangki atas (liter)

QP: kebutuhan puncak (liter/menit)

Q_{max}: kebutuhan jam puncak (liter/menit)

Q_{pu}: kapasitas pompa pengisi (liter/menit)

T_p: jangka waktu kebutuhan puncak (menit)

Tpu: jangka waktu kerja pompa pengisi (menit)

Biasanya, kapasitas pompa pengisi diusahakan sebesar $Q_{pu} = Q_{max}$ dan air yang diambil dari tangki atas melalui pipa pembagi utama dianggap sebesar Q_p semakin dekat Q_{pu} dengan Q_p , maka semakin kecil ukuran tangki atas. Jika $Q_{pu} = Q_p$, maka volume tangki atas minimum yang masih cukup untuk melayani kebutuhan puncak dapat dihitung dengan persamaan:

$$VE = Q_{pu} \times T_{pu} \quad (2.5)$$

2.3.7.3 Kapasitas Pompa Pengisi Tangki

Ketentuan yang harus dipenuhi dalam perancangan pompa pengisi tangki adalah sebagai berikut:

1. Laju aliran air dalam suatu sistem dengan tangki atas, untuk kapasitas pompa diambil sama dengan kebutuhan air pada jam maksimum. Dalam sistem tanpa tangki, kapasitas pompa diambil sama dengan kebutuhan air puncak. Demikian dengan sistem tangki tekan, kecuali jika tangki tekan tersebut mempunyai volume yang cukup besar.
2. Diameter pipa hisap ditentukan sehingga kecepatan aliran air antara (2-3) m/detik. Pada pompa tekanan rendah, kecepatan dalam pipa keluar (2-3) m/detik dan pada pompa tekanan tinggi antara (4-5) m/detik.
3. Tekanan air masuk (tekanan hisap) gaya yang mendorong air masuk ke dalam pompa disebabkan oleh adanya vakum pada sisi hisap pompa, dan tekanan udara di atas muka air pada tangki air bawah. Jika udara pada tangki bawah tekanannya 1 atmosfer, atau 10,33 m kolom air, maka secara teoritis pompa akan dapat menghisap air setinggi 10,33 m dalam kenyataannya, ada beberapa hal yang akan menyebabkan air tidak akan naik setinggi itu, yaitu tekanan udara dalam tangki bawah tidak 1 atm, kerugian gesek dalam pipa hisap dan lubang masuknya, tekanan uap jenuh air tersebut, sehingga tinggi angkat maksimal sekitar (6-7) m. Semakin tinggi elevasinya, semakin rendah tekanan barometer udara, sehingga tinggi angkat maksimal semakin rendah. Semakin tinggi temperatur airnya, semakin tinggi tekanan jenuh uapnya, sehingga semakin kecil tinggi angkat maksimalnya. Tinggi angkat ini penting untuk menempatkan pompa, sampai berapa tinggi di atas muka air tangki bawah.

4. Daya pompa dan tinggi angkat Tinggi angkat pompa dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$H = H_a + H_{fsd} + v^2 / 2g \quad (2.6)$$

Dimana:

H: tinggi angkat total (m)

Hs: tinggi hisap (m)

Hd: tinggi tekan (m)

H_a: tinggi potensial

H_{fsd}: kerugian gesek dalam pipa hisap dan pipa tekan (m)

$v^2 / 2g$: tekanan kecepatan pada lubang keluar pipa (m)

5. Daya yang dibutuhkan pompa daya hidrolik pompa adalah daya yang dimasukkan ke dalam air oleh rotor atau torak pompa sehingga air tersebut dapat mengalir. Daya poros pompa adalah daya yang harus dimasukkan ke dalam poros pompa. Daya hidrolik (dalam kilowatt) dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$N_h = 0,163 \times Q \times H \times \gamma \quad (2.7)$$

Dimana:

H : tinggi angkat total (m)

Q : kapasitas pompa (m³/menit)

γ : berat spesifik (kg/liter)

6. Daya poros pompa, disebut juga dengan *brake horse power* atau *shaft horse power* adalah daya hidrolik dibagi efisiensi pompa. Besar daya poros pompa dapat dihitung dengan persamaan:

$$N_p = N_h / \eta_p \quad (2.8)$$

Dimana:

η_p : efisiensi pompa

2.4 Sistem Perpipaan Air Bersih

Prinsip-prinsip perancangan sistem perpipaan air bersih adalah sebagai berikut:

2.4.1 Penentuan Ukuran Pipa Dinas

Pipa dinas yang menyalurkan air dari pipa air minum kota ke dalam gedung harus mempunyai ukuran yang cukup agar dapat mengalirkan air sesuai dengan kebutuhan jam puncak apabila gedung tersebut dilengkapi dengan tangki air bawah

untuk menampung air, ukuran pipa dinas dapat diperkecil sampai mempunyai ukuran cukup untuk memenuhi kebutuhan jam rata-rata.

2.4.2 Penentuan Ukuran Pipa Air Bersih Cabang Mendatar

Penentuan ukuran pipa cabang mendatar dilakukan setelah menentukan jalur pipa air bersih pada bangunan. Menentukan akumulasi beban UAP yang tersambung serta panjang pipa yang diperlukan, dengan menggunakan tabel 4 “UBAP I *fixture unit* untuk menentukan ukuran pipa air dan meter air”(SNI 8153-2015).

2.4.3 Ukuran Pipa Air Bersih Berdasarkan Kapasitas Tangki

Dibawah ini merupakan ukuran pipa berdasarkan kapasitas tangki yang dapat dilihat pada **Tabel 2.3**.

Tabel 2.3 Ukuran pipa air bersih berdasarkan kapasitas tangki [5].

Kapasitas Tangki (Ton)	Diameter Dalam Pipa & <i>fitting</i> (mm)
0 – 20	60
20 – 40	70
40 – 75	80
75 – 120	90
120 – 190	100
190 – 265	110
265 – 360	125
360 – 480	140
480 – 620	150
620 – 800	160
800 – 1000	175
1000 – 1300	200
1300 – 1700	215

2.4.4 Ukuran Pipa Berdasarkan JIS (*Japan International Standard*)

Ukuran pipa yang ditetapkan oleh JIS (*Japan International Standard*) terdapat pada **Tabel 2.4**.

Tabel 2.4 Standar ukuran pipa baja menurut “JIS” tahun 2002 [15].

<i>Inside Diameter (mm)</i>	<i>Nominal Size (mm)</i>	<i>Outside Diameter (mm)</i>	<i>SGP Tebal Min (mm)</i>	<i>Schedule 40 (mm)</i>	<i>Schedule 80 (mm)</i>
6	0,25	10,5	2,0	1,7	2,4
10	0,375	17,3	2,3	2,3	3,2
15	0,5	21,7	2,8	2,8	3,7
20	0,25	27,2	3,2	2,9	3,9
25	1	34,0	3,5	3,4	4,5
32	1,25	42,7	3,5	3,6	4,9
40	1,5	48,6	3,8	3,7	5,1
50	2	60,5	4,2	3,9	5,5
65	2,5	76,3	4,2	5,2	7,0
80	3	89,1	4,5	5,5	7,6
100	4	114,3	4,5	6,0	8,6
125	5	139,8	5,0	6,6	9,5
150	6	165,2	5,8	7,1	11,0
200	8	216,3	6,6	8,2	12,7
250	10	267,4	6,9	9,3	-
300	12	318,5	7,9	10,3	-
350	14	355,6	7,9	11,1	-
400	16	406,4	-	12,7	-
450	18	457,2	-	-	-
500	20	508,0	-	-	-

2.5 Sistem Penyaluran Air Buangan

Sistem pengolahan air buangan yang direncanakan dan dipasang harus sesuai dengan peraturan atau standar yang berlaku disuatu daerah. Perbedaan peraturan akan terjadi karena adanya perbedaan pada kondisi lingkungan, kemampuan sistem air buangan yang ada, kemampuan infiltrasi dari tanah dan prosedur perawatan yang berhubungan dengan kondisi air buangan setempat. Sistem penyaluran air buangan yang telah dipasang pada suatu bangunan tidak direkomendasikan untuk disambungkan dengan sistem penyaluran air buangan yang telah ada kecuali telah dilakukan pemeriksaan yang ketat.

2.5.1 Jenis Air Buangan

Air buangan atau air limbah adalah semua cairan yang dibuang baik yang mengandung kotoran manusia, hewan, bekas tumbuh-tumbuhan, maupun yang mengandung sisa-sisa proses dari industri [5].

Air buangan dapat dibagi menjadi 4 golongan, yaitu:

- Air kotor (*black water*): air buangan yang berasal dari kloset, peturasan, bidet dan air buangan mengandung kotoran manusia yang berasal dari alat-alat plambing lainnya.
- Air bekas (*grey water*): air buangan yang berasal dari alat-alat plambing lainnya seperti bak mandi (*bath tub*), bak cuci tangan, bak dapur, dsb.
- Air hujan: dari atap, halaman, dsb.
- Air buangan khusus: yang mengandung gas, racun atau bahan-bahan berbahaya seperti yang berasal dari pabrik, air buangan dari laboratorium, tempat pengobatan, tempat pemeriksaan dari rumah sakit, rumah pemotongan hewan, air buangan yang bersifat atau mengandung radioaktif yang berasal dari Pembangkit listrik tenaga Nuklir atau laboratorium penelitian atau pengobatan yang menggunakan bahan radioaktif. Air buangan yang mengandung banyak lemak yang berasal dari restoran, akhir-akhir ini menjadi masalah dan dimasukkan ke dalam kelompok ini karena banyak mengandung heksan.

2.5.2 Kemiringan Pipa dan Kecepatan Aliran

Sistem pembuangan harus mampu mengalirkan dengan cepat air buangan yang biasanya mengandung bagian-bagian padat. Untuk maksud tersebut, pipa pembuangan harus mempunyai ukuran dan kemiringan yang cukup, sesuai dengan banyaknya dan jenis air buangan yang harus dialirkan.

Pipa ukuran kecil akan mudah tersumbat karena endapan kotoran dan kerak, walaupun dipasang dengan kemiringan yang cukup. Oleh karena itu untuk jalur yang panjang, ukuran pipa sebaiknya tidak kurang dari 50 mm. Untuk kemiringan pipa dapat dilihat pada **Tabel 2.5**.

Tabel 2.5 Kemiringan pipa pembuangan horizontal [5].

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

2.5.3 Penentuan Ukuran Pipa Pembuangan

Menentukan akumulasi beban UAP yang tersambung serta panjang pipa yang diperlukan, dengan menggunakan tabel 11 “beban panjang maksimum dari perpipaan air limbah dan ven” (SNI 8153-2015).

alat plambing dapat dilihat pada **Lampiran 4** dan **Lampiran 5**.

2.6 Prinsip Dasar Sistem Ven

Bersama-sama dengan alat perangkat, pipa ven merupakan bagian penting dari suatu sistem pembuangan.

Tujuan pemasangan pipa ven adalah sebagai berikut:

- Menjaga sekat perangkat dari efek sifon atau tekanan.
- Menjaga aliran yang lancar dalam pipa pembuangan.
- Mensirkulasikan udara dalam pipa pembuangan.

Tujuan utama adalah menjaga agar perangkat tetap mempunyai sekat air, maka pipa ven harus dipasang sedemikian rupa agar mencegah hilangnya sekat air tersebut. Kedalaman minimum sekat air adalah 50 mm. Pipa pembuangan dan ven harus dirancang dan dipasang agar mampu menjaga kedalaman tersebut.

2.6.1 Persyaratan Untuk Pipa Ven

- Kemiringan pipa ven

Pipa ven harus miring ke atas dari sambungan terendah dengan pipa air kotor atau pipa air buangan ke tempat berakhirnya pipa ven tersebut untuk memperoleh ventilasi pada seluruh bagian sistem drainase dengan sirkulasi udara secara gravitasi.

- Cabang pada pipa ven

Dalam membuat cabang pipa ven harus diusahakan agar udara tidak akan terhalang oleh masuknya air kotor atau air bekas manapun.

- Letak bagian mendatar pipa ven

Dari tempat sambungan pipa ven dengan cabang mendatar pipa air buangan, pipa ven tersebut harus dibuat tegak sampai skurangkurangnya 150mm di atas muka air banjir alat plambing tertinggi yang dilayani ven tersebut, sebelum dibelokkan mendatar atau disambungkan kepada cabang pipa ven.

- Ujung pipa ven

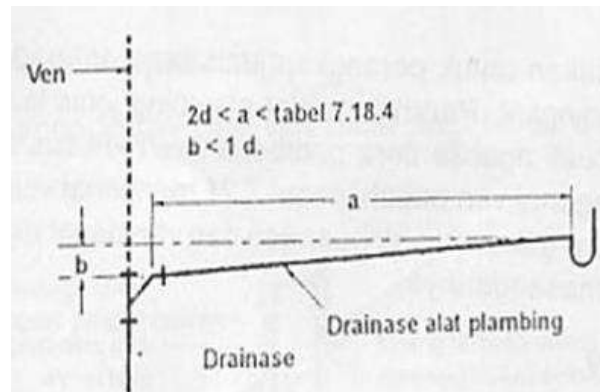
Ujung pipa ven harus terbuka ke udara luar, tetapi harus dengan cara yang tidak menimbulkan gangguan kesehatan.

2.6.1.1 Jarak Maksimum Ven Terhadap Perangkat Alat Plambing

Sambungan ven harus dipasang dengan benar, sehingga panjang ukuran saluran pembuangan alat plambing antara sambungan ven dan ambang perangkat alat plambing tidak melebihi jarak maksimum ven dari perangkat alat plambing yang tercantum **Tabel 2.6**.

Tabel 2.6 Jarak maksimum ven dari perangkat alat plambing [3].

Ukuran saluran pembuangan alat plambing (mm)	Jarak maksimum ven terhadap perangkat (cm)
32	75
40	105
50	150
80	180
100	300



Gambar 2.2 Jarak maksimum ven dari perangkat alat plambing

2.6.1.2 Ketinggian Sambungan Ven dari Perangkat Alat Plambing

Sambungan ven pada saluran pembuangan alat plambing harus di atas taraf dasar perangkat alat plambing yang selalu terisi air, kecuali apabila sambungan ven tersebut melayani saluran pembuangan alat plambing pada kloset dan peturasan jenis lubang ke luar lantai dan perangkat standar jenis lubang ke luar lantai untuk bak cuci.

2.6.1.3 Pipa Ven yang Disambungkan ke Pipa Air Kotor atau Air Buangan

Pipa ven yang disambungkan ke pipa air kotor atau air buangan harus naik sekurang-kurangnya 15cm di atas bibir taraf banjir alat plambing yang menyalurkan buangnya ke pipa air kotor atau air buangan sebelum pipa ven itu disambungkan ke ven cabang, atau ven pipa tegak.

2.6.2 Penentuan Ukuran Pipa Ven

Secara umum ukuran pipa ven harus didasarkan pada ketentuan-ketentuan yang tercantum dalam buku standar paling baru yang dikeluarkan oleh instansi pemerintah yang berwenang yaitu SNI 8153-2015. Untuk ukuran pipa cabang horizontal ven dengan lup dan ukuran dan panjang pipa ven dan di lihat pada **Lampiran 4**.

1. Ukuran ven pipa tegak

Ukuran ven pipa tegak tidak boleh kurang dari ukuran pipa tegak air buangan yang dilayaninya dan selanjutnya tidak boleh diperkecil ukurannya sampai ke ujung terbuka.

2. Ukuran pipa ven tunggal

Ukuran pipa ven tunggal minimum 32 mm dan tidak boleh kurang dari setengah kali diameter pipa pengering alat plambing yang dilayaninya.

3. Ukuran pipa ven pelepas *offset*

Ukuran pipa ven pelepas untuk *offset* pipa pembuangan harus sama dengan atau lebih besar dari pada diameter pipa tegak ven atau pipa tegak air buangan (yang terkecil diantara keduanya).

4. Ukuran pipa ven yoke harus sama dengan atau lebih besar dari diameter pipa tegak ven atau pipa tegak buangan (yang terkecil diantara keduanya).

5. Pipa ven untuk bak penampung, ukuran pipa ven untuk bak penampung air buangan minimum harus 50 mm dalam keadaan apapun.

2.7 Sistem Pencegah Kebakaran

Sistem pencegah kebakaran adalah antisipasi dari suatu bangunan untuk meminimalisir ketika terjadi kebakaran pada suatu gedung. Sistem pencegah kebakaran meliputi meliputi peletakan hidran ,springkler dan pompa.

2.7.1 Hidran

Hidran kebakaran adalah sistem pemadam kebakaran dengan menggunakan air yang bertekanan. Komponen hidran kebakaran terdiri dari sumber persediaan air atau pompa-pompa kebakaran, selang kebakaran, kopling penyambung dan sebagainya. Persyaratan teknis hidran kebakaran:

1. Sumber persediaan air untuk hidran harus diperhitungkan minimal untuk pemakaian selama 30 menit.
2. Pompa kebakaran dan peralatan listrik lainnya harus mempunyai aliran listrik tersendiri, sumber daya listrik tersendiri dan sumber daya listrik darurat.
3. Selang kebakaran dengan diameter *nozzle* 2 inci harus tahan api.
4. Harus disediakan kopling penyambung yang sama dengan unit pemadam kebakaran.
5. Semua peralatan hidran kebakaran di cat merah.

2.7.1.1 Jenis-Jenis Sistem Pipa Tegak dan Selang Kebakaran

Sistem pipa tegak & selang kebakaran adalah suatu sistem perpipaan yang terdiri dari pipa, katup, penyambung selang kebakaran dan sistem penyediaan air yang

digunakan untuk menanggulangi kebakaran. Jenis-jenis sistem pipa tegak & selang kebakaran:

1. *Automatic Dry StandPipe System*
2. *Automatic Wet StandPipe System*
3. *Semi automatic Dry StandPipe System*
4. *Manual Dry Stand PipeSystem*
5. *Manual Wet Stand PipeSystem*

2.7.1.2 Klasifikasi dan Pelayanan

Berdasarkan manusia yang mengoperasikannya sistem pipa tegak & selang kebakaran digolongkan kedalam 3 kelas [6]. Klasifikasi sistem pipa tegak dan selang kebakaran sebagai berikut:

- Kelas 1: sistem pipa tegak dan selang kebakaran yang dioperasikan oleh petugas pemadam kebakaran dan mereka yang terlatih untuk menangani kebakaran besar. Ukuran selang kebakaran adalah 2½ inci.
- Kelas 2: sistem pipa tegak dan selang kebakaran yang dioperasikan oleh penghuni bangunan sambil menunggu petugas pemadam kebakaran datang. Ukuran selang kebakaran adalah 1½ inci.
- Kelas 3: sistem pipa tegak dan selang kebakaran yang dioperasikan oleh petugas pemadam kebakaran dan penghuni bangunan. Ukuran selang kebakaran adalah 2½ dan 1½ inci.

2.7.1.3 Jumlah Pipa Tegak dan Selang Kebakaran

Jumlah kotak selang kebakaran adalah sedemikian rupa sehingga setiap bagian gedung berada dalam jangkauan 30 ft dari *nozzle* yang terpasang pada selang kebakaran dengan panjang selang maksimum 100 ft. Pada pelayanan kelas 2, bila dipakai selang dengan ukuran kurang dari 1½ inci, jumlah selang pada tiap gedung dan tiap bagian gedung ada dalam jangkauan 20 ft dari *nozzle* yang terpasang pada selang dengan panjang maksimum selang 100 ft. Pipa tegak yang digunakan untuk suplai selang 2½ inci dapat pula dipakai untuk melayani selang ukuran kecil. Dan jika gedung mempunyai luas lantai yang besar, diperlukan pipa tegak tersendiri atau percabangan untuk selang kebakaran ukuran kecil [7].

2.7.1.4 Ukuran Pipa Tegak

Ukuran pipa tegak ditentukan berdasarkan klasifikasi bangunan pada **Tabel 2.7** dan **Tabel 2.8** untuk ukuran pipa tegak dihubungkan dengan klasifikasi bangunan.

Tabel 2.7 Klasifikasi bangunan berdasarkan ketinggian gedung dan jumlah lantai [7].

Klasifikasi	Ketinggian & Jumlah Lantai
A	Tinggi sampai dengan 8 meter atau 1 lantai (lapis)
B	Tinggi sampai dengan 8 meter atau 2 lantai (lapis)
C	Tinggi sampai dengan 14 meter atau 4 lantai (lapis)
D	Tinggi sampai dengan 40 meter atau 8 lantai (lapis)
E	Tinggi lebih dari 40 meter atau 8 lantai (lapis)

Tabel 2.8 Diameter pipa tegak berdasarkan klasifikasi bangunan [7].

Klasifikasi	Diameter pipa	tegak
	mm	Inci
A,B,C	5	2
D	6,25	2 1/2
E	10	4

2.7.1.5 Tekanan Minimum

Sistem pipa tegak harus dirancang sedemikian rupa sehingga kebutuhan sistem dapat dipasok oleh sumber air yang tersedia sesuai dengan yang disyaratkan dan sambungan pipa harus sesuai dengan sambungan milik mobil pemadam kebakaran. Sistem pipa tegak harus salah satu dari berikut ini:

1. Dirancang secara hidraulik untuk mendapatkan laju aliran air pada tekanan sisa 6,9 bar (100 psi) pada keluaran sambungan selang 65 mm (2½ inci) terjauh dihitung secara hidrolik, dan 45 bar (65 psi) pada ujung kotak hidran 40 mm (1½ inci) terjauh dihitung secara hidrolik.
2. (1½ inci) terjauh dihitung secara hidrolik.
3. Ukuran pipa dengan laju aliran yang disyaratkan pada tekanan sisa 6,9 bar (100 psi) pada ujung selang terjauh dengan ukuran 65 mm (2½ inci) dan tekanan 4,5 bar (65 psi) pada ujung selang terjauh dengan ukuran 40 mm (1½ inci),

dirancang sesuai, seperti tertera pada tabel di bawah. Perancangan yang menggunakan cara skedul pipa, harus dibatasi hanya untuk pipa tegak basah dari bangunan yang tidak dikategorikan sebagai bangunan tinggi. Dapat dilihat pada **Tabel 2.9**

Tabel 2.9 Diameter pipa minimal, ditinjau dari jarak total pipa dan total akumulasi aliran [8].

Total akumulasi aliran		Jarak total pipa terjauh dari keluaran		
Gpm	Liter/menit	< 15,2 m	15,2 – 30,5 m	> 30,5 m
100	379	2 inci	2½ inci	3 inci
101-500	282-1.893	4 inci	4 inci	6 inci
501-750	1.896-2.839	5 inci	5 inci	6 inci
751-1.250	2.893-4.731	6 inci	6 inci	6 inci
1.251 ke atas	4.735 ke atas	8 inci	8 inci	8 inci

2.7.1.6 Panjang Pipa Ekuivalen dari Katup dan *Fitting* Sistem Perancangan Hidrolik

Panjang pipa ekuivalen dari katup dapat dilihat pada **Tabel 2.10** dan digunakan untuk menentukan panjang pipa ekuivalen untuk *fitting* dan **Tabel 2.11** hanya dipakai untuk faktor C dari *Hazen-Williams* adalah 120, nilai dalam **Tabel 2.10** harus dikalikan dengan faktor yang ditunjukkan dalam **Tabel 2.11**, sedangkan **Tabel 2.12** menunjukkan faktor C dari bahan pipa yang umum dipakai.

Tabel 2.10 Panjang pipa ekuivalen [8].

Fitting dan katup	Fitting dan katup dinyatakan dalam panjang ekuivalen pipa (feet)													
	¾	1	1¼	1½	2	2½	3	3½	4	5	6	8	10	12
Elbow 45°	1	1	1	2	2	3	3	3	4	5	7	9	11	13
Elbow standar 90°	2	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	18	22	27
Elbow panjang 90°	1	2	2	2	3	4	5	5	6	8	9	13	16	18
Tee atau silang (sudut)	3	5	6	8	10	12	15	17	20	25	30	35	50	60
belok 90°														
Katup kupu-kupu					6	7	10		12	9	10	12	19	21

Fitting dan katup	Fitting dan katup dinyatakan dalam panjang ekivalen pipa (feet)													
	¾	1	1¼	1½	2	2½	3	3½	4	5	6	8	10	12
Katup sorong					1	1	1	1	2	2	3	4	5	6
Katup satu arah ayun		5	7	9	11	14	16	19	22	27	32	45	55	65
Katup bulat				46		70								
Katup sudut				20		31								

Tabel 2.11 Faktor penyesuaian untuk nilai C [8].

Nilai C	100	130	140	150
Faktor perkalian	0,713	1,16	1,33	1,51

Tabel 2.12 Nilai C dari hazen-william [8].

Pipa atau tabung	Nilai C
<i>Unlined cast or ductile iron</i>	100
<i>Black steel (dry systems, including preaction)</i>	100
<i>Black steel (wet system, including deluge)</i>	120
<i>Galvanized (all)</i>	120
<i>Plastic (listed-all)</i>	150
<i>Cement-lined cast or ductile iron</i>	140
<i>Copper tube or stainless steel</i>	150

2.7.1.7 Peletakan Hidran

Berdasarkan lokasi penempatan hidran kebakaran terdapat dua jenis hidran, yaitu hidran gedung dan hidran halaman. Pada hidran gedung, penentuan peletakan hidran dilakukan berdasarkan **Tabel 2.13**.

Tabel 2.13 Peletakkan hidran berdasarkan luas lantai dan klasifikasi bangunan[7].

Klasifikasi	Ruang Tertutup (jml/luas lantai)	Ruang tertutup dan terpisah (jml / luas lantai)
A	1 buah per 1.000 m ²	2 buah per 1.000 m ²
B	1 buah per 1.000 m ²	2 buah per 1.000 m ²

Klasifikasi	Ruang Tertutup (jml/luas lantai)	Ruang tertutup dan terpisah (jml / luas lantai)
C	1 buah per 1.000 m ²	2 buah per 1.000 m ²
D	1 buah per 800 m ²	2 buah per 1.000 m ²
E	1 buah per 800 m ²	2 buah per 1.000 m ²

Untuk gedung dengan klasifikasi A, B, C harus memiliki hidran halaman dengan jarak antar hidran kurang dari 90 meter. Untuk gedung dengan klasifikasi D, E harus memiliki hidran halaman dengan jarak antar hidran kurang dari 60 meter. Hidran halaman dipasang 1 meter dari pagar halaman bangunan dengan ketinggian 50 cm dari permukaan tanah. Hidran halaman harus mudah dilihat, mudah dicapai dan cat warna merah. Tekanan yang tersedia adalah 45 meter kolom air dengan panjang selang minimum adalah 30 meter. Debit air minimum untuk hidran halaman adalah 1.000 liter / menit.

2.7.1.8 Penyediaan Air untuk Hidran

Suplai air harus cukup untuk memenuhi kebutuhan minimum 30 menit, sedangkan untuk tekanan minimum sistem direncanakan pipa tegak dengan *flow rate* nya harus mempunyai sisa tekan sebesar 100 psi (6,9 bar) pada *hose connection* terjauh untuk diameter 2½ inci dan 65 psi (4,5 bar) untuk diameter 1½ inci. Tekanan maksimum *hose connection* pada pipa berdiameter 1½ tidak boleh lebih dari 100 psi, jika lebih maka alat pengatur tekanan akan membatasi tekanan statik dan tekanan residual pada *outlet hose connection* pada 100 psi untuk pipa 1½ inci dan 175 psi untuk *hose connection* lainnya. Secara permanen *drain riser* 3 inci harus disediakan berdekatan pada setiap pipa tegak dan dilengkapi dengan *pressure regulator device* yang memungkinkan dilakukannya tes. Setiap pipa tegak harus disediakan *drain valve* dan pipa diletakkan di titik terendah pada pipa tegak. Penentuan ukuran pipa tegak dapat dilihat pada **Tabel 2.14**.

Tabel 2.14 Diameter pipa tegak dan ukuran *drain* [18].

Ukuran pipa tegak (inci)	Ukuran <i>drain connection</i> (inci)
Sampai dengan 2	¾ atau lebih besar
2½, 3, 3½	1¼ atau lebih besar

Sama atau lebih besar dari 4	2
------------------------------	---

2.7.2 Instalasi Springkler

Instalasi springkler adalah suatu sistem instalasi pemadam kebakaran yang dipasang secara permanen di dalam bangunan yang dapat memadamkan kebakaran secara otomatis dengan menyemprotkan air di tempat mula terjadi kebakaran (SNI 03-3989-2000). Springkler adalah suatu sistem pemancar air yang bekerja secara otomatis apabila suhu ruangan mencapai suhu tertentu yang menyebabkan pecahnya tabung atau tutup kepala springkler, sehingga air memancar keluar. *Deflector* yang terdapat pada kepala springkler menimbulkan distribusi pancaran air merata ke semua arah. Jarak pancaran tergantung dari tipe springkler yang digunakan yaitu antara 2,4 – 4,2 meter.

2.7.2.1 Sistem Springkler

Sistem springkler terdiri dari:

1. Penyediaan air springkler dapat dipenuhi melalui tangki gravitasi, tangki bertekanan menggunakan jaringan pipa PDAM atau melalui tangki mobil pemadam kebakaran.
2. Jaringan pipa springkler adalah pipa baja (*steel pipe*), pipa baja galvanis(*galvanis iron pipe/GIP*), pipa tuang besi dengan *flens* dan pipa tembaga.
3. Kepala springkler adalah bagian dari springkler yang berada pada ujung jaringan pipa springkler dan diletakkan sesuai peraturan yang berlaku, sehingga dengan adanya perubahan suhu tertentu dapat memecah kepala springkler tersebut. Kepala springkler dapat dibedakan atas arah pancarannya dan berdasarkan kepekaan terhadap suhu.

2.7.2.2 Penyediaan Air untuk Springkler

Pipa penyalur untuk sistem springkler tidak boleh dihubungkan pada sistem lain kecuali seperti yang diatur sebagai berikut:

1. Jaringan kota sambungan pada sistem jaringan kota dapat diterima apabila kapasitas dan tekanannya mencukupi. Kapasitas dan tekanan sistem jaringan kota dapat diketahui dengan mengadakan pengukuran langsung pada jaringan distribusi

ditempat penyambungan yang direncanakan atas izin PDAM. Meter air tidak dianjurkan untuk dipasang pada sambungan sistem springkler, apabila ditentukan lain harus digunakan meter air khusus. Ukuran pipa sekurang-kurangnya harus sama dengan pipa tegak yang disambungkan, dengan ukuran minimum 100 mm.

2. Tangki Gravitasi

Tangki yang diletakkan pada ketinggian tertentu dan direncanakan dengan baik dapat diterima sebagai sistem penyediaan air. Kapasitas dan letak ketinggian tangki harus memberikan aliran dan tekanan yang cukup. Tangki gravitasi yang melayani keperluan rumah tangga, keran kebakaran dan sistem springkler otomatis harus:

- Direncanakan dan dipasang sedemikian rupa, sehingga dapat menyalurkan air dalam kuantitas dan tekanan yang cukup untuk sistem tersebut.
- Mempunyai lubang aliran keluar untuk keperluan rumah tangga pada ketinggian tertentu dari dasar tangki, sehingga persediaan minimum yang diperlukan untuk pemadam kebakaran dapat dipertahankan.
- Mempunyai lubang aliran keluar untuk keran kebakaran pada ketinggian tertentu dari dasar tangki, sehingga persediaan minimum yang diperlukan untuk sistem springkler otomatis dapat dipertahankan.

3. Tangki Bertekanan

Tangki bertekanan yang direncanakan dengan baik dapat diterima sebagai sistem penyediaan air. Tangki bertekanan harus dilengkapi dengan suatu cara yang dibenarkan agar tekanan udara dapat diatur secara otomatis. Apabila tangki bertekanan merupakan satu-satunya sistem penyediaan air, sistem tersebut harus juga dilengkapi dengan alat tanda bahaya yang memberikan peringatan apabila tekanan dan atau tinggi muka air dalam tangki turun melampaui batas yang ditentukan.

Tanda bahaya harus dihubungkan dengan jaringan listrik yang terpisah dari jaringan listrik yang melayani kompresor udara. Tangki bertekanan hanya boleh digunakan untuk melayani sistem springkler dan sistem selang kebakaran yang dihubungkan pada pemipaan springkler. Tangki bertekanan harus selalu terisi air $\frac{2}{3}$ penuh, dan diberi tekanan udara ditambah dengan 3x tekanan yang disediakan oleh berat air pada perpipaan sistem springkler di atas tangki kecuali ditetapkan lain oleh pejabat yang berwenang.

4. Sambungan Pemadam Kebakaran

Disediakan sebuah sambungan yang memungkinkan petugas pemadam kebakaran memompakan air ke dalam sistem springkler, ukuran pipa minimum adalah 100 mm. Sambungan pemadam kebakaran harus ditempatkan di bagian sistem springkler di dekat katup balik. Setiap sistem springkler mempunyai sumber penyediaan air otomatis dengan kapasitas dan tekanan yang memadai untuk suplai sistem springkler dengan periode minimum 30 menit untuk klasifikasi *height hazard* dan 60-90 menit untuk klasifikasi *ordinary hazard*. Jumlah air yang diperlukan untuk perlindungan kebakaran dengan springkler otomatis ditentukan oleh jumlah kepala springkler yang diharapkan beroperasi saat terjadinya kebakaran. Faktor utama yang mempengaruhi jumlah kepala springkler yang beroperasi adalah jenis hunian, sifat keterbakaran isi gedung, area yang menghalangi semburan air, tinggi tumpukan barang, keterbakaran konstruksi gedung, tinggi langit-langit dan kondisi draft, pembatas horizontal dan vertikal sistem springkler, tekanan air, penjagaan gedung, rating temperatur kepala springkler, alarm aliran air dan responnya. Jumlah air yang dibutuhkan untuk keperluan pencegahan kebakaran bagi springkler untuk hunian dengan kebakaran ringan adalah 2.000 *gallon* (7.570 liter) dan untuk hunian dengan kebakaran sedang adalah 3.000 *gallon* dapat dilihat pada **Tabel 2.15**.

Tabel 2.15 Syarat penyediaan air sistem springkler [18].

Klasifikasi hunian	Tekanan residual minimum (psi)	Flow yang diijinkan pada dasar riser (gpm)	Durasi (menit)
<i>Light Hazard</i>	15	500-750	30-60
<i>Ordinary Hazard</i>	20	850-1500	60-90

2.7.2.3 Jenis-jenis Sistem Springkler

Sistem springkler terdiri dari beberapa jenis:

1. *Wet Pipe System* merupakan sistem yang menggunakan kepala springkler otomatis yang dipasang pada pipa berisi air bertekanan sepanjang waktu. Jika terjadi kebakaran, springkler diaktifkan oleh panas yang membuka penahan *orifice* kepala springkler dan air akan menyembur. Akibatnya tekanan pada pipa akan berkurang dan katup kontrol akan membuka dan mengaktifkan pompa kebakaran.
2. *Dry Pipe System* merupakan sistem yang menggunakan kepala springkler otomatis yang dipasang pada pipa yang berisi udara atau Nitrogen bertekanan. Jika kepala springkler terbuka karena panas api, maka tekanan udara pada pipa akan berkurang dan katup kontrol akan terbuka oleh tekanan air, sehingga pompa kebakaran akan hidup dan air mengalir mengisi jaringan pipa menyembur dari kepala springkler yang terbuka.
3. *Preaction system* merupakan sistem yang menggunakan *dry pipe* dengan udara bertekanan atau tanpa tekanan pada pipa. Jika terjadi kebakaran maka alat deteksi tambahan yang dipasang pada area yang sama dengan springkler akan bekerja dan mengaktifkan pembuka katup kontrol sehingga air mengalir mengisi pipa dan keluar secara otomatis dari kepala springkler.
4. *Deluge System* merupakan sistem yang sama , seperti *preaction system* hanya semua kepala springkler dalam keadaan terbuka, disambungkan ke suplai air melalui suatu *valve*. *Valve* dibuka dengan cara mengoperasikan sistem deteksi yang dipasang area yang sama dengan springkler. Jika api mengaktifkan peralatan deteksi, maka *valve* akan terbuka dan air akan mengalir sepanjang pipa dan keluar dari semua kepala springkler pada daerah operasi.

2.7.2.4 Jenis Hunian untuk Sistem Springkler

Hunian gedung adalah dasar terpenting dalam merencanakan sistem springkler yang memadai untuk melindungi gedung dan tanda terhadap bahaya kebakaran. Ukuran pipa, jarak kepala springkler, densitas semburan springkler dan keperluan air berbeda-beda sesuai dengan jenis hunian agar perlindungan sesuai dengan tingkat bahaya kebakaran dan menghindari biaya yang tidak perlu.

Berdasarkan jumlah barang yang dapat terbakar dan atau sifat mudah terbakarnya, maka jenis hunian diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Hunian bahaya kebakaran ringan (*Light Hazard Occupancy*) jenis hunian dimana jumlah dan sifat keterbakaran isi gedung tergolong rendah, melepas panas sedang dan perjalanan api cenderung lambat. Contoh : sekolah, rumah sakit, museum, perpustakaan, kantor, tempat tinggal, area duduk restoran, teater dan auditorium.
2. Hunian bahaya kebakaran sedang (*Ordinary Hazard Occupancy*) jenis ini dapat dibagi lagi berdasarkan keperluan suplai air, yaitu:

- Grup 1

Mempunyai nilai keterbakaran rendah, jumlah bahan yang mudah terbakar menengah, tinggi bahan yang mudah terbakar kurang dari 2,5 meter, pelepasan panas sedang dan penjalanan api tidak lambat. Contoh: pabrik mobil, pabrik roti, pengalengan, pengolahan susu, pabrik gelas, pabrik elektronika.

- Grup 2

Jumlah dan sifat keterbakaran isi gedung tergolong menengah, tinggi bahan yang mudah terbakar kurang dari 4 meter, pelepasan panas sedang dan penjalanan api tidak lambat. Contoh: pabrik baju, percetakan, tumpukan buku perpustakaan, pabrik tembakau.

- Grup 3

Jumlah dan sifat keterbakaran isi gedung tergolong tinggi, pelepasan panas tinggi. Contoh: pabrik gula, pabrik kertas, pabrik ban, bengkel, gedung berisi bahan mudah terbakar.

- Hunian bahaya kebakaran tinggi (*Extra Hazard Ordinary*) hunian yang dianggap rawan terhadap bahaya kebakaran. Contoh : hanggar pesawat terbang, pabrik plastik, perakitan bahan peledak.

2.7.2.5 Perhitungan Hidrolik

Perhitungan hidrolik tiap sistem harus direncanakan berdasarkan kepadatan pancaran pada daerah kerja maksimum yang diperkirakan (banyaknya kepala sprinkler yang dianggap bekerja) di bagian hidrolik tertinggi dan terjauh dari gedung yang dilindungi. Kepadatan pancaran yang direncanakan dan daerah kerja maksimum yang diperkirakan untuk ketiga klasifikasi tersebut di atas tercantum dibawah ini:

1. Sistem bahaya kebakaran ringan kepadatan pancaran yang direncanakan 2,25 mm/menit dan daerah kerja maksimum yang diperkirakan 84 m².
2. Sistem bahaya kebakaran sedang
Kepadatan pancaran yang direncanakan 5 mm/menit dan daerah kerja maksimum yang diperkirakan: 72-360 m².
3. Sistem bahaya kebakaran berat
 - Bahaya proses kepadatan pancaran yang direncanakan 7,5-12,5 mm/menit dan daerah kerja maksimum yang diperkirakan 260 m².
 - Bahaya pada gudang penimbunan tinggi
Kepadatan pancaran yang direncanakan 7,5-30 mm/menit dan daerah kerja maksimum yang diperkirakan 260-300 m².

2.7.3 Prinsip Dasar Pemanenan Air Hujan

Perencanaan sumber air yang bersumber dari air hujan (*rainwater harvesting*) berfungsi untuk mengurangi limpasan air hujan yang menuju sistem drainase kota. Adapun regulasi peraturan menteri lingkungan hidup nomor 12 tahun 2009 tentang pemanfaatan air hujan. Limpasan air hujan yang jatuh pada atap, lahan parkir, jalan, pedestrian, dan permukaan media lainnya membuat air hujan tidak dapat meresap ke dalam tanah. Pendekatan sistem drainase berkelanjutan dewasa ini adalah mengontrol sumber limpasan air hujan dengan mengumpulkannya dan melepaskannya ke saluran drainase dalam laju yang terkontrol. Perencanaan sumber air yang bersumber dari air hujan (*rain water harvesting*) berupa pemanfaatan air hujan yang berasal dari atap bangunan. Pemanfaatan air hujan ini dapat dipergunakan sebagai salah satu sumber air primer. Secara umum, sistem pemanenan air hujan terdiri dari tiga hal, yaitu sistem pengumpul, sistem pengaliran, dan sistem penampungan. Air hujan yang berasal dari atap bangunan

akan ditampung dalam tangki penampung air baku (*raw water tank*) yang selanjutnya diproses dalam instalasi pengolahan air (*water treatment plant*).

Pemanfaatan air hujan sebagai sumber air bersih digunakan untuk menurunkan beban suplai air bersih dari PDAM dan sebagai air bersih memanfaatkan sistem SPAH (Sistem Pengolahan Air Hujan). Perencanaan SPAH dilakukan untuk menentukan volume penampung. Seluruh air hujan yang jatuh di atas suatu area disebut dengan *rainwater endowment*. Dari seluruh air ini, ada sejumlah tertentu yang bisa dipanen dan disebut dengan *water harvesting potential*. Faktor penting yang mempengaruhi potensi pemanenan air hujan adalah karakteristik curah hujan dan karakteristik area tangkapan. Karakteristik curah hujan dapat dilihat dari kuantitas dan pola curah hujan. Kuantitas air hujan adalah sesuatu yang sulit diprediksi, sementara pola hujan dapat dihitung dari jumlah hari hujan dalam satu tahun, untuk mempengaruhi desain sistem pemanenan air hujan. Karakteristik area tangkapan menentukan kondisi penyimpanan air.

Analisis yang digunakan untuk menghitung volume penampung adalah analisis kurva massa menggunakan tabel atau grafik. Data yang dibutuhkan untuk menggunakan analisis kurva massa adalah data curah hujan bulanan (disarankan minimal 10 tahun), luas atap, dan koefisien run-off. Pasokan air ditentukan menggunakan persamaan:

$$Q = \frac{I_{\frac{mm}{bulan}}}{1000} \times C(\text{koefisien run off}) \times A (\text{luas Gedung (m}^2\text{)}) \quad (2.9)$$

Keterangan:

Q: debit air hujan

A: luas atap

C: koefisien *run-off*

H: curah hujan bulanan

Ukuran talang atap setengah lingkaran didasarkan pada luas atap yang dilayaninya dan sesuai dengan **Tabel 2.16** berikut:

Tabel 2.16 Beban maksimum yang diijinkan untuk talang atap [10].

Ukuran Pipa (mm)	Pipa Tegak Air Hujan (m ² luas atap)	Pipa datar pembuangan air hujan (m ² luas atap)			Talang atap datar terbuka (m ² luas atap)			
		Kemiringan			Kemiringan			
		1%	2%	4%	1/2%	1%	2%	4%
50	63							
65	120							
80	200	75	105	150	16	20	30	40
100	425	170	245	345	30	45	65	90
125	800	310	435	620	55	80	115	160
150	1290	490	700	990	85	125	175	250
200	2690	1065	1510	2135	180	260	365	520
250		1920	2710	3845	330	470	665	945
300		3090	4365	6185				
350		5525	7800	11055				
Catatan: Tabel ini didasarkan pada curah hujan 100 mm/jam. Bila curah hujan lebih besar, nilai luas pada tabel tersebut harus disesuaikan dengan cara mengalikan nilai tersebut dengan 10 dibagi dengan kelebihan curah hujan dalam mm/jam. Pipa tegak air hujan yang tidak berbentuk pipa (silinder) maka dapat berbentuk lain asalkan pipa tersebut dapat masuk ke dalam penampang bentuk lain tersebut. Talang atap yang tidak berbentuk setengah lingkaran harus mempunyai penampang luas yang sama								