

## **Pertemuan ke-13**

### **Materi Perkuliahan :**

Sistem penanggulangan bahaya kebakaran 2 (*springkler* dan *hydrant* dll)

## **SISTEM PENANGGULANGAN BAHAYA KEBAKARAN 2 (alat pemadam kebakaran aktif)**

---

### **1. KRITERIA DESAIN**

#### **1.1 Klasifikasi Bahaya Kebakaran**

Bahaya kebakaran dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kelompok, yaitu:

1. Bahaya kebakaran ringan

Merupakan bahaya terbakar pada tempat dimana terdapat bahan-bahan yang mempunyai nilai kemudahan terbakar rendah dan apabila terjadi kebakaran melepaskan panas rendah dan menjalarnya api lambat.

2. Bahaya kebakaran sedang

Bahaya kebakaran tingkat ini dibagi lagi menjadi dalam tiga kelompok, yaitu:

a. Kelompok I

Adalah bahaya kebakaran pada tempat di mana terdapat bahan-bahan yang mempunyai nilai kemudahan terbakar sedang, penimbunan bahan yang mudah terbakar dengan tinggi tidak lebih dari 2.5 meter dan apabila terjadi kebakaran, melepaskan panas sedang sehingga menjalarnya api sedang.

b. Kelompok II

Adalah bahaya kebakaran pada tempat di mana terdapat bahan-bahan yang mempunyai nilai kemudahan terbakar sedang, penimbunan bahan yang mudah terbakar dengan tinggi tidak lebih

dari 4 meter dan apabila terjadi kebakaran melepaskan panas sedang sehingga menjalarnya api sedang.

c. Kelompok III

Merupakan bahaya terbakar pada tempat dimana terdapat bahan-bahan yang mempunyai nilai kemudahan terbakar tinggi dan apabila terjadi kebakaran melepaskan panas tinggi dan menjalarnya api cepat.

3. Bahaya kebakaran berat

Merupakan bahaya terbakar pada tempat dimana terdapat bahan-bahan yang mempunyai nilai kemudahan terbakar tinggi dan apabila terjadi kebakaran melepaskan panas sangat tinggi dan menjalarnya api sangat cepat.

## 1.2 Klasifikasi Bangunan

Menurut tinggi dan jumlah lantai maka bangunan dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Tabel 1. Klasifikasi Bangunan menurut Tinggi dan Jumlah Lantai

Klasifikasi Bangunan	Ketinggian dan Jumlah Lantai
<b>A</b>	<b>Ketinggian kurang dari 8m atau 1 lantai</b>
<b>B</b>	<b>Ketinggian sampai dengan 8m atau 2 lantai</b>
<b>C</b>	<b>Ketinggian sampai dengan 14m atau 4 lantai</b>
<b>D</b>	<b>Ketinggian sampai dengan 40m atau 8 lantai</b>
<b>E</b>	<b>Ketinggian lebih dari 40m atau diatas 8 lantai</b>

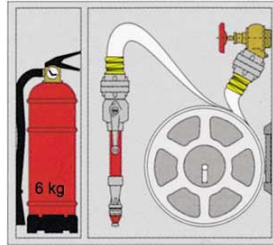
*Sumber: "Panduan Sistem Hidran untuk Pencegah Bahaya Kebakaran pada Bangunan Rumah dan Gedung", Departemen Pekerjaan Umum, 1987*

## 1.3 Sistem Hidran

### 1.3.1 Tipe Sistem Stand Pipe Untuk Hidran

- **Automatic-Wet**  
Merupakan suatu sistem stand pipe basah yang memiliki suplai air yang cukup untuk memenuhi kebutuhan sistem secara otomatis.
- **Automatic-Dry**  
Merupakan suatu sistem stand pipe kering, biasanya diisi dengan udara bertekanan dan dirangkaikan dengan suatu alat, seperti dry pipe valve, untuk menerima air ke dalam sistem perpipaannya secara otomatis dengan membuka suatu hose valve.
  - Menghemat kerja pompa
  - Pompa akan bekerja secara otomatis pada saat alarm berbunyi, sehingga air akan segera mengalir untuk menanggulangi kebakaran.
- **Semi Automatic-Dry**  
Merupakan sistem stand pipe kering yang dirangkaikan dengan suatu alat seperti deluge valve, untuk menerima air ke dalam sistem perpipaannya dengan cara mengaktifkan suatu alat pengontrol jarak jauh yang terletak pada setiap hose connection. Suplai air harus mampu memenuhi kebutuhan sistem.
- **Manual-Wet**  
Merupakan suatu sistem stand pipe basah yang memiliki suplai air yang sedikit, hanya untuk memelihara keberadaan air dalam pipanya, namun tidak memiliki untuk memenuhi seluruh kebutuhan sistem. Suplai air sistem diperoleh dari fire department pumper.
- **Manual-Dry**  
Merupakan suatu sistem stand pipe yang tidak memiliki suplai air yang permanen. Air yang diperlukan diperoleh dari suatu fire department

pumper, untuk kemudian dipompakan ke dalam sistem melalui fire department connection.



Gambar 1. *Hydrant*

### 1.3.2 Kelas Sistem Stand Pipe

- Kelas I

Merupakan suatu sistem stand pipe yang harus menyediakan *hose connection* berdiameter 2½ inchi untuk mensuplai airnya, khususnya digunakan oleh petugas pemadam kebakaran dan orang-orang yang terlatih untuk menangani kebakaran berat.

- Kelas II

Merupakan suatu sistem stand pipe yang harus menyediakan hose connection berdiameter 1½ inchi untuk mensuplai airnya, digunakan oleh penghuni gedung atau petugas pemadam kebakaran selama tindakan pertama. Pengecualian dapat dilakukan dengan menggunakan *hose connection* 1 inchi jika kemungkinan bahaya sangat kecil dan telah disetujui oleh instalasi atau pejabat yang berwenang.

- Kelas III

Merupakan suatu sistem yang harus menyediakan baik *hose connection* berdiameter 1½ inchi untuk digunakan oleh penghuni gedung maupun *hose connection* berdiameter 2½ inchi untuk digunakan oleh petugas

pemadam kebakaran ada orang-orang yang telah terlatih untuk kebakaran berat.



Gambar 2. Contoh *Hydrant*

### 1.3.3 Disain/Perancangans

a. Penentuan letak *hose connection*

Pada sistem stand pipe kelas I, jika bagian terjauh dari suatu lantai/tingkat yang tidak bersprinkler melebihi 150 ft (45.7 m) dari jalan keluar (exit) atau melebihi 200 ft (61 m) untuk lantai yang tidak bersprinkler, perlu dilakukan penambahan hose connection pada lokasi yang diperlukan oleh petugas pemadam kebakaran.

b. Ukuran minimum stand pipe

Stand pipe pada kelas I dan III harus berdiameter minimal 4 inchi.

c. Tekanan minimum sistem

Stand pipe harus didisain secara hidrolis guna memenuhi flow-ratannya, dengan tekanan residual minimal 100 psi (6.9 bar) pada hose connection terjauh untuk yang berdiameter 2½ inchi dan 65 psi (4.5 bar) untuk yang berdiameter 1½ inchi.

d. Tekanan maksimum *hose connection*

Tekanan residual pada hose connection berdiameter 1½ inchi yang digunakan oleh penghuni bangunan tidak boleh melebihi 100 psi (6.9 bar). Ketika tekanan statik pada hose connection melebihi 100 psi, maka pressure regulator device harus digunakan untuk membatasi tekanan statik dan residual pada outlet hose connection pada 100 psi untuk diameter 1½ inchi dan 175 psi untuk *hose connection* lainnya.

e. Flow rate (debit) minimum pada stand pipe

Untuk sistem kelas I dan III, flowrate minimum pada stand pipe terjauh harus 500 gpm (1893 l/menit). Sedangkan untuk tambahannya harus memiliki flow rate minimal 250 gpm (946 l/menit) per stand pipe, dengan jumlah total tidak lebih dari 1250 gpm (4731 l/menit). Pengecualian, jika luas area melebihi 80000 ft<sup>2</sup> (7432 m<sup>2</sup>), maka stand pipe kedua terjauh harus didisain untuk 500 gpm.

f. Flow rate minimum pada hidran gedung

Debit air minimum gedung 400 l/menit

g. Prosedur perhitungan

Penentuan ukuran pipa dan kehilangan tekan yang ditimbulkan dilakukan dengan cara yang sama pada sistem penyediaan air bersih, yaitu menggunakan persamaan Hazen-William. Pipa yang digunakan juga merupakan jenis pipa Galvanis baru.

h. Drain dan Test riser

Secara permanen drain riser 3 inchi (76 mm) harus disediakan berdekatan pada setiap stand pipe, yang dilengkapi dengan pressure regulating device guna memungkinkan dilakukannya tes pada tiap alat/device.

Setiap stand pipe harus disediakan draining, suatu drain valve dan pipanya, diletakkan pada titik terendah pada stand pipe. Penentuan suatu stand pipe drain dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Ukuran Stand Pipe	Ukuran Drain Connection
Sampai dengan 2 in	$\frac{3}{4}$ in atau lebih besar
2 $\frac{1}{2}$ in, 3 in, atau 3 $\frac{1}{2}$ in	1 $\frac{1}{4}$ in atau lebih besar
4 in atau lebih besar	2 in saja

Tabel 2. Ukuran Stand pipe Drain

*Sumber: NFPA 14, "Standar Installation for Standpipe and Hose Systems", 1996 Edition*

i. Suplai Air (Water Supply)

Untuk Sistem kelas I, water supply harus cukup untuk memenuhi kebutuhan sistem seperti yang telah diuraikan di atas selama sedikitnya 30 menit.

#### 1.4 Sistem Sprinkler

Sistem sprinkler harus dipasang terpisah dari sistem perpipaan dan pemompaan lainnya, serta memiliki penyediaan air tersendiri. Beberapa definisi mengenai komponen sistem di antaranya:

- Branch (cabang) adalah pipa di mana sprinkler dipasang, baik secara langsung atau melalui riser
- Cross main (pipa pembagi) adalah pipa yang mensuplai pipa cabang, baik secara langsung atau melalui riser
- Feed main (pipa pembagi utama) adalah pipa yang mensuplai pipa pembagi, baik secara langsung atau melalui riser



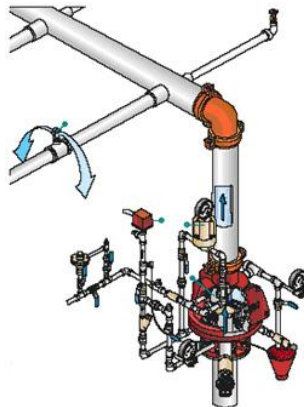
Gambar 3. Contoh *sprinkler*

#### 1.4.1 Jenis Sistem Sprinkler

Sistem sprinkler secara otomatis akan bekerja bila segelnya pecah akibat adanya panas dari api kebakaran. Sistem Sprinkler dapat dibagi atas beberapa jenis, yaitu:

- Dry Pipe System

Adalah suatu sistem yang menggunakan sprinkler otomatis yang disambungkan dengan sistem perpipaannya yang mengandung udara atau nitrogen bertekanan. Pelepasan udara tersebut akibat adanya panas mengakibatkan api bertekanan membuka dry pipe valve. Dengan demikian air akan mengalir ke dalam sistem perpipaan dan keluar dari kepala sprinkler yang terbuka.

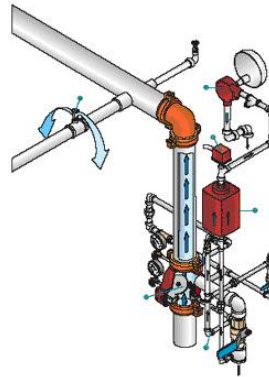


Gambar 4. *Dry pipe system*



- **Wet Pipe System**

Adalah suatu sistem yang menggunakan sprinkler otomatis yang disambungkan ke suplai air (water supply). Dengan demikian air akan segera keluar melalui sprinkler yang telah terbuka akibat adanya panas dari api.



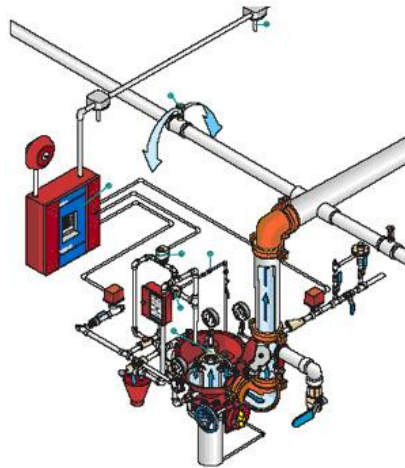
Gambar 4. *Wet pipe system*

- **Deluge System**

Adalah sistem yang menggunakan kepala sprinkler yang terbuka disambungkan pada sistem perpipaan yang dihubungkan ke suplai air melalui suatu valve. Valve ini dibuka dengan cara mengoperasikan sistem deteksi yang dipasang pada area yang sama dengan sprinkler. Ketika valve dibuka, air akan mengalir ke dalam sistem perpipaan dan dikeluarkan dari seluruh sprinkler yang ada.

- **Preaction System**

Adalah suatu sistem yang menggunakan sprinkler otomatis yang disambungkan pada suatu sistem perpipaan yang mengandung udara, baik yang bertekanan atau tidak, melalui suatu sistem deteksi tambahan yang dipasang pada area yang sama dengan sprinkler. Pengaktifan sistem deteksi akan membuka suatu valve yang mengakibatkan air akan mengalir ke dalam sistem perpipaan sprinkler dan dikeluarkan melalui sprinkler yang terbuka.



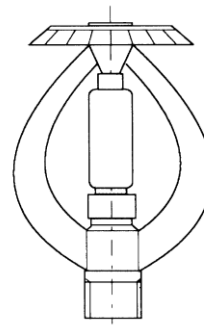
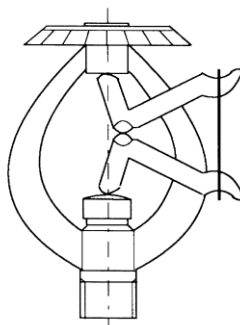
Gambar 5. *Preaction system*

- Combined Dry Pipe-Preaction

Adalah sistem pipa berisi udara bertekanan. Jika terjadi kebakaran, peralatan deteksi akan membuka katup kontrol air dan udara dikeluarkan pada akhir pipa suplai, sehingga sistem akan terisi air dan bekerja seperti sistem wet pipe. Jika peralatan deteksi rusak, sistem akan bekerja seperti sistem dry pipe.

Sprinkler dapat pula dibagi menjadi dua kategori berdasarkan mode aktivasi pengiriman air.

- Dalam versi “fusible element”, panas mencairkan stopper metal yang menyumbat lubang pengiriman air.
- Dalam versi “bulb”, temperatur tinggi memanaskan cairan dalam bohlam kaca(glass bulb), sampai bulb pecah.



Gambar 6. *fusible element type*    Gambar 7. *bulb type*

### 1.4.2 Klasifikasi Jenis Hunian

Klasifikasi ini berkaitan dengan pemasangan sprinkler dan suplai airnya saja. Pengklasifikasian ini didasarkan pada kemudahan terbakarnya barang-barang yang ada pada gedung.

- Hunian bahaya kebakaran ringan (Light Hazard Occupancies)  
Yaitu gedung atau bagian dari gedung yang memiliki kuantitas dan keterbakaran isi gedung rendah dan kecepatan pelepasan panas dari api rendah. Contohnya adalah sekolah, rumah sakit, museum, perpustakaan, kantor, tempat tinggal, area tempat duduk restoran, teater, dan auditorium.
  
- Hunian bahaya kebakaran sedang (Ordinary/Moderate Hazard Occupancies)  
Jenis ini terdiri dari dua golongan, yaitu:  
**Group I** adalah gedung atau bagian dari gedung yang memiliki kuantitas dan keterbakaran isi gedung sedang, dan timbunan benda-benda yang mudah terbakar tidak lebih dari 8 ft (2.4 m), kecepatan pelepasan panas dari api sedang. Contohnya tempat parkir mobil, pabrik roti, pembuatan minuman, pengalengan, pengolahan susu, pabrik elektronika, tempat cuci pakaian, dan pabrik gelas.  
**Group II** adalah adalah gedung atau bagian dari gedung yang memiliki kuantitas dan keterbakaran isi gedung sedang, dan timbunan benda-benda yang mudah terbakar tidak lebih dari 12 ft (3.7 m). Contohnya gudang cold storage, pabrik pakaian, tumpukan buku perpustakaan, percetakan, dan pabrik tembakau.
  
- Hunian bahaya kebakaran tinggi (Extra/High Hazard Occupancies)  
Yaitu gedung atau bagian dari gedung yang memiliki kuantitas dan keterbakaran isi gedung tinggi dan memiliki cairan, bubuk, kain, atau benda lainnya yang mudah terbakar (baik flammable maupun combustible), sehingga kecepatan pelepasan panas dari api sangat tinggi. Jenis ini terdiri dari dua group, yaitu:

**Group I** adalah hunian bahaya kebakaran tinggi yang tidak atau hanya sedikit mengandung cairan yang flammable atau yang combustible.

**Group II** adalah hunian bahaya kebakaran tinggi yang mengandung cairan yang flammable atau yang combustible dalam jumlah sedang.

### 1.4.3 Penempatan Sprinkler

Sprinkler dengan jenis Standard Pendent and Upright Spray Sprinkler, yaitu sprinkler yang didesain agar pemasangannya sedemikian rupa sehingga air akan menyemprot (spray) dalam arah tegak lurus terhadap deflektor.

a. Maksimal Area Proteksi Jarak Maksimal antara Sprinkler

Jarak maksimal yang diijinkan antara sprinkler dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 3. Area Proteksi dan Jarak Maksimal antara Sprinkler

Tipe Konstruksi	Light Hazard		Ordinary Hazard		Extra Hazard	
	Area Proteksi (ft <sup>2</sup> )	Jarak Maks (ft)	Area Proteksi (ft <sup>2</sup> )	Jarak Maks (ft)	Area Proteksi (ft <sup>2</sup> )	Jarak Maks (ft)
Non Combustible Obstructed						
Non Combustible Unobstructed	225	15	130	15	100	12
Combustible Unobstructed						
Combustible Obstructed	168	15	130	15	100	12

Sumber: "Installation of Sprinkler Systems", NFPA 13, 1996 Edition

Dalam berbagai kasus, area maksimal yang dilindungi sprinkler tidak boleh melebihi 225 ft<sup>2</sup> (21 m<sup>2</sup>).

b. Jarak Maksimal Sprinkler ke Dinding

Jarak sprinkler ke dinding tidak boleh melebihi 1.5 kali jarak antar sprinkler yang diindikasikan dalam tabel 3.1.3. Jarak tersebut harus diukur secara tegak lurus dari sprinkler ke dinding. Jika dinding menyudut atau tidak beraturan, jarak horizontal maksimal antara sprinkler dengan suatu titik pada area lantai yang dilindungi sprinkler, tidak boleh melebihi 0.75 kali jarak antara sprinkler yang diijinkan, serta tidak melebihi jarak tegak lurusnya.

c. Jarak Minimal Sprinkler ke Dinding

Sprinkler harus ditempatkan minimal 4 inchi (102 mm) dari dinding.

d. Jarak Minimal antara Sprinkler

Jarak sprinkler (diukur dari tiap pusat sprinkler) tidak boleh kurang dari 6 ft (1.8m).

e. Jarak di Bawah Langit-langit

Dibawah konstruksi yang tidak terhalang, jarak antara deflektor sprinkler dengan langit-langit minimal 1 inchi (25.4 mm) dan jarak maksimal 12 inchi (305 mm).

Dibawah konstruksi yang terhalang, deflektor sprinkler harus diletakkan 1-6 inchi (25.4-152 mm) di bawah benda-benda struktur dan maksimal 22 inchi (559 mm) di bawah langit-langit atau dek.

f. Jarak antara Penghalang (Obstruction) dengan Keluaran Sprinkler

Sprinkler harus diletakkan sedemikian rupa, sehingga halangan terhadap keluaran sprinkler dapat diminimasi.

Sprinkler harus dirancang sesuai dengan tabel 4 dan gambar 8

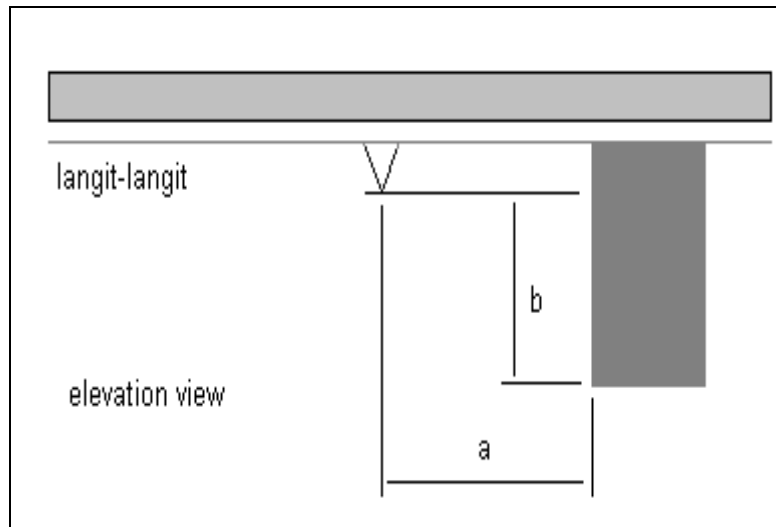
Tabel 4. Penempatan Sprinkler untuk Mencegah Halangan pada Keluaran Sprinkler

Jarak dari Sprinkler ke Sisi Penghalang (a)	Jarak Maksimal antara Deflektor ke Dasar Penghalang (b)
< 1 ft	0
1 ft - < 1 ft 6 in	2 ½
1 ft 6 in - < 2 ft	3 ½
2 ft - < 2 ft 6 in	5 ½
2 ft 6 in - < 3 ft	7 ½
3 ft - < 3 ft 6 in	9 ½
3 ft 6 in - < 4 ft	12
4 ft - < 4 ft 6 in	14
4 ft 6 in - < 5 ft	16 ½
≥ 5 ft	18

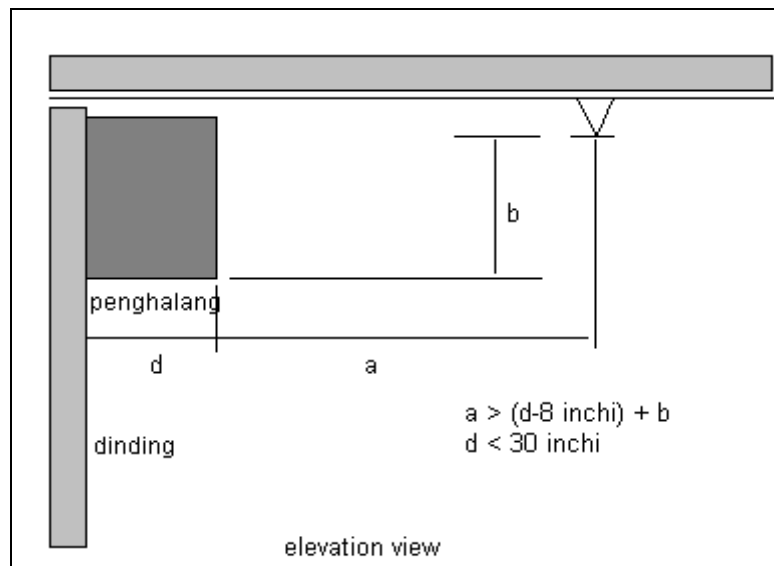
Sumber: "Installation of Sprinkler Systems", NFPA 13, 1996 Edition

Namun jika penghalang terletak disebelah dinding dan lebarnya tidak lebih dari 30 inchi (762 mm), maka harus diproteksi menurut gambar 3.1.2

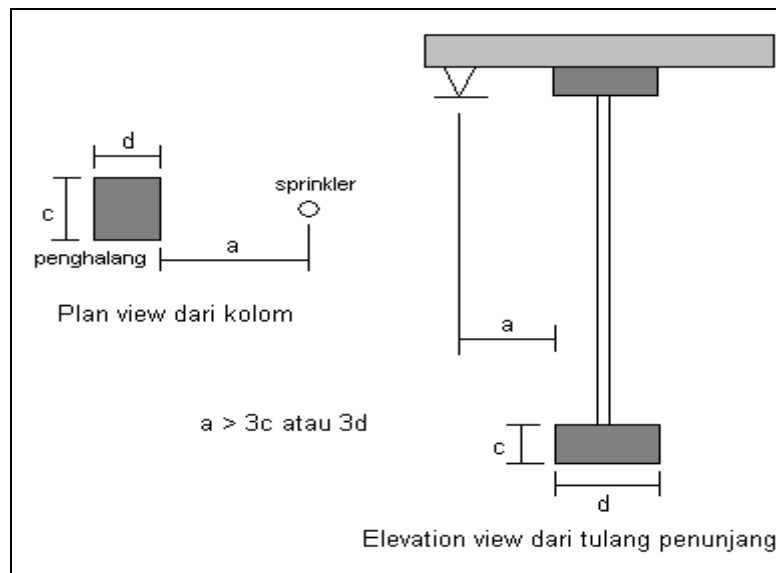
- g. Jarak antara Perkembangan Keluaran Sprinkler ke Penghalang Penghalang menerus atau tidak menerus kurang dari 18 inchi (457 mm) di bawah deflektor sprinkler, yang dapat menghalangi pula perkembangan penuh sprinkler, harus dipasang sebagai berikut: Sprinkler harus diletakkan sedemikian rupa sehingga berjarak tiga kali lebih besar dari dimensi maksimal penghalang sampai maksimal 24 inchi (609 mm) (Lihat gambar 3.1.3)



Gambar 8 Peletakan Sprinkler Mencegah Penghalangan Terhadap Keluaran Sprinkler



Gambar 9. Penghalang Terhadap Dinding



Gambar 10. Jarak Minimum dari Penghalang

Untuk keperluan ini biasanya digunakan jenis pompa sentrifugal sehingga bila head pompa pada saat katup ditutup melebihi tekanan kerja dari peralatan perlindungan kebakaran maka dipasang katup pelepas tekan pada bagian outlet pompa untuk melindungi sistem dari kerusakan akibat tekanan yang berlebihan.

#### 1.4.4 Persyaratan Kebutuhan Air-metode Pipa Schedule

Tabel 5 digunakan untuk menentukan penyediaan air minimum yang dipersyaratkan untuk Light dan Ordinary Hazard Occupancies, yang dilindungi oleh suatu sistem perpipaan dengan ukuran pipa menurut Pipa Schedule I dan Pipa Schedule II.

Tabel 5. Persyaratan Penyediaan Air pada Sistem Sprinkler Pipa Schedule

Klasifikasi Hunian	Tekanan Residual Min. yang Diperlukan (psi)	Flow yang Diijinkan pada Dasar Riser (gpm)	Durasi (menit)
Light Hazard	15	500-700	30-60
Ordinary Hazard	20	850-1500	60-90



*Sumber: "Installation of Sprinkler Systems", NFPA 13, 1996 Edition*

Tabel 6. Pipa Schedule I untuk hunian Jenis Light Hazard dengan Bahan pipa Baja

Diameter Pipa (inchi)	Jumlah Sprinkler (buah)
1	2
1 ¼	3
1 ½	5
2	10
2 ½	30
3	60
3 ½	100

*Sumber: "Installation of Sprinkler Systems", NFPA 13, 1996 Edition*

Tabel 7. Pipa Schedule II untuk Hunian Jenis Ordinary Hazard dengan Bahan pipa Baja

Diameter Pipa (inchi)	Jumlah Sprinkler (buah)
<b>1</b>	<b>2</b>
<b>1 ¼</b>	<b>3</b>
<b>1 ½</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>10</b>
<b>2 ½</b>	<b>20</b>
<b>3</b>	<b>40</b>
<b>3 ½</b>	<b>65</b>
<b>4</b>	<b>100</b>
<b>5</b>	<b>150</b>
<b>6</b>	<b>275</b>

*Sumber: "Installation of Sprinkler Systems", NFPA 13, 1996 Edition*

### **1.4.5 Penyediaan Air dan Pompa untuk Sistem Sprinkler**

Penyediaan air dari sistem sprinkler dapat diperoleh dari:

- Sistem air PAM, jika tekanan dan kapasitas memenuhi sistem yang direncanakan
- Pompa kebakaran otomatis yang dilengkapi dengan sumber air yang memenuhi keperluan disain hidrolis
- Bejana tekan
- Tangki gravitasi

Jumlah air minimum untuk keperluan kebakaran bagi hunian bahaya kebakaran ringan adalah seperti pada tabel 3.1.5 yaitu 500-750 gpm, untuk waktu pengoperasian selama 30-60 menit.

Pompa yang digunakan harus yang bekerja otomatis jika terjadi kebakaran. Selain itu digunakan juga Jockey Pump untuk mengatasi kekurangan tekanan dan flow jika kurang dari jumlah yang seharusnya agar tetap konstan.

Apabila cadangan air untuk pencegahan kebakaran dalam reservoir habis atau pompa yang disediakan tidak bekerja maka air disuplai dari ruas pemadam kebakaran dengan menghubungkan selang pemadam kebakaran pada fire department connection.

## **2. KRITERIA PERHITUNGAN**

### **2.1 Sistem Hidran**

Perhitungan pada sistem hidran didasarkan pada:

- Flow pada standpipe terjauh minimum adalah 500 gpm (1893 l/mnt) sedangkan pada standpipe lainnya (tambahannya) minimum harus 250 gpm (946 l/mnt)
- Jumlah total tidak boleh lebih dari 1250 gpm (4731 l/mnt). Namun jika luas area melebihi 80000 ft<sup>2</sup> (7432 m<sup>2</sup>) maka standpipe kedua terjauh bisa didesain untuk 500 gpm
- Flow minimum pada hidran adalah 400 l/mnt

### 2.1.1 Peletakan Fire Hose Cabinet

Fire Hose Cabinet (FHC) ditempatkan pada tempat tertentu sehingga setiap sudut bangunan berada dalam batas jangkauan semburan air dari selang dengan panjang maksimum selang adalah 30 m dan sisa tekan yang diinginkan 100-200 psi (70-140 m)

### 2.1.2 Penentuan Diameter Sistem Hidran

Penentuan diameter dilakukan dengan cara yang sama pada sistem penyediaan air dingin yaitu dengan menggunakan data flow dan range kecepatan aliran 2-3 m/dtk.

### 2.1.3 Penentuan Kehilangan Tekanan

Penentuan kehilangan tekanan pada sistem hidran didasarkan pada persamaan Hazen-Williams, sbb :

$$Q = 0.2785 \times C \times D^{2.53} \times \left( \frac{H}{L_{tot}} \right)^{2.54} \quad (3.2.1)$$

Dimana: Q = Flow rate (m<sup>3</sup>/s)

C = Jenis pipa

D = Diameter pipa (m)

L<sub>tot</sub> = L<sub>pipa</sub> + L<sub>ekiv</sub>

### 2.1.4 Penentuan Kapasitas Pompa

Flow header dan kapasitas pompa didesain untuk memenuhi standpipe terjauh saja karena kemungkinan besar tidak akan terjadi pengoperasian standpipe secara bersamaan. Misalnya jika debit tersebut adalah 500 gpm = 0.0315 m<sup>3</sup>/dtk = 1.887 m<sup>3</sup>/mnt, Kecepatan aliran dalam pipa adalah kecepatan aliran pada jalur terjauh, diasumsikan 2 m/dtk. Maka diameter pipa adalah:

$$Q = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times v \quad (3.2.2)$$

$$D = \left[ \frac{4.0,0315}{2\pi} \right]^{1/2} = 0,089m = 89mm$$

Diameter pipa yang digunakan adalah 100mm.

Tinggi angkat:

$$H_{totalpompa} = H_s + H_L + \frac{v^2}{2g} \quad (3.2.3)$$

Dimana:

$H_s$  = Beda tinggi antara minimum air di tangki dengan titik kritis

$H_L$  = Kehilangan tekanan dari atas tangki ke titik kritis + Sisa tekan pada hidran

Daya yang dibutuhkan pompa (daya air)

$$P_w = 0.163 \times Q \times H \times \gamma \quad (3.2.4)$$

Dimana:  $P_w$  = Daya air (kW)

$Q$  = Kapasitas pompa ( $m^3/mnt$ )

$H$  = Head total pompa

$\gamma$  = Massa jenis air (0.9982)

Daya poros pompa

$$P = P_w / \eta_p \quad (3.2.5)$$

Dimana :  $\eta_p$  = Efisiensi pompa

## 2.2 Sistem Sprinkler

Wet pipe system (sistem pipa basah) merupakan sistem yang paling sederhana dan paling sering dipilih dalam sistem sprinkler. Alat yang digunakan sedikit dan paling dapat diandalkan dibandingkan sistem lain. Sistem ini menggunakan kepala sprinkler otomatis yang dipasang pada jaringan pipa berisi air yang bertekanan sepanjang waktu. Sisa tekan dari sprinkler = 1.5 atm = 15.525 m (NFPA 13).

### **2.2.1 Penentuan Diameter Pipa Cabang, Pipa Pembagi, & Pipa Pembagi Utama**

Cara penentuan diameter pipa cabang, pipa pembagi, dan pipa pembagi utama adalah sama, yaitu berdasarkan jumlah kumulatif sprinkler pada jalur yang dilayaninya.

### **2.2.2 Penentuan Diameter Pipa Tegak**

Pada tabel 5, untuk hunian kebakaran Light Hazard, kebutuhan minimum flow rate = 500 gpm = 1892.55 l/mnt = 0.0315 m<sup>3</sup>/dtk. Kecepatan untuk sprinkler berkisar antara 2-3 m/dtk. Dengan asumsi kecepatan di dalam pipa 2 m/dtk, maka diameter pipa riser (pipa tegak) adalah:

$$Q = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times v \quad (3.2.6)$$

$$D = \left[ \frac{4 \times 0.0315}{2\pi} \right]^{\frac{1}{2}} = 0.089m = 89mm$$

Diameter riser yang digunakan adalah 100mm.

### **2.2.3 Penentuan Diameter Pipa Drain**

Pipa drain digunakan untuk memungkinkan adanya test. Berdasarkan referensi NFPA 14 (tabel 2), untuk riser berukuran 100mm digunakan drain pipe berdiameter 2 in = 50mm.

### **2.2.4 Penentuan Jumlah Sprinkler**

Metoda yang digunakan untuk menentukan jumlah sprinkler adalah dengan menggunakan pipa schedule yang sudah ada, yang sudah diperhitungkan kecepatan dan tekanan di setiap titiknya. Dengan menggunakan tabel 7 maka dapat ditentukan jumlah sprinkler yang dapat dilayani.

### **2.2.5 Penentuan Kehilangan Tekanan**

Penentuan kehilangan tekanan pada sistem sprinkler didasarkan pada persamaan Hazen-Williams.

$$Q = 0.2785 \times C \times D^{2.53} \times \left( \frac{H}{L_{tot}} \right)^{2.54} \quad (3.2.7)$$

Dimana: Q = Flow rate (m<sup>3</sup>/s)

C = Jenis pipa

D = Diameter pipa (m)

$L_{tot} = L_{pipa} + L_{ekiv}$

### **2.2.6 Penentuan Kapasitas Pompa**

Dihitung dengan cara yang sama dengan sistem hidran.