

# PERANCANGAN SISTEM PEMADAM KEBAKARAN PADA PERKANTORAN DAN PABRIK LABEL MAKANAN PT XYZ DENGAN LUAS BANGUNAN 1125 M<sup>2</sup>

**Muhammad Al Haramain<sup>1\*</sup>, Riki Effendi<sup>2</sup>, Febri Irianto<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta  
Jl. Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta Pusat, DKI Jakarta, Indonesia

\*E-mail: alharamain@ftumj.ac.id

Diterima: 15-11-2017

Direvisi: 25-11-2017

Disetujui: 01-12-2017

## ABSTRAK

PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di produksi pembuatan label untuk produk-produk makanan dan minuman, kasus kebakaran di pabrik-pabrik lainnya, mengingatkan pemilik untuk menjaga aset yang dimilikinya agar aman dan nyaman. Sehingga perlu perencanaan dan perancangan sistem pemadam kebakaran (*Fire Fighting System*) untuk melindungi bangunan dan asetnya. Penelitian ini diawali dengan pengambilan dan pengumpulan data berupa layout kondisi bangunan lama dan layout kondisi bangunan baru serta data-data teknis lain yang dibutuhkan. Pengolahan data yang dilakukan mengacu pada standar SNI 03-3985-2000, SNI 03-3987-1995, SNI 1745-1989-F, NFPA 13, NFPA 10 dan NFPA 14, meliputi perancangan pada sistem *sprinkler*, hidran dan APAR (Alat Pemadam Api Ringan) yang dibutuhkan, menghitung kebutuhan air pemadam kebakaran, menghitung *head* total dan daya pompa yang dibutuhkan. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, didapat bahwa bangunan termasuk klasifikasi bahaya kebakaran ringan dan dirancang menggunakan *sprinkler* jenis sistem pipa basah (*Wet Pipe System*) serta jumlah kepala *sprinkler* yang dibutuhkan adalah sebanyak 130 buah dengan kepekaan suhu 57°C warna *glass bulb* jingga, arah pancaran ke bawah, hidran gedung sebanyak 1 buah, hidran halaman dan kota sebanyak 1 buah, APAR jenis *dry chemical* sebanyak 15 buah dan APAR jenis (CO<sub>2</sub>) sebanyak 1 buah. Volume persediaan air yang di butuhkan untuk sistem pemadam kebakaran sebanyak 150 m<sup>3</sup>. Pipa yang digunakan adalah jenis pipa *cast iron* dengan total *head* pada pompa sebesar 71,748 meter. Perhitungan kapasitas pompa pada perencanaan ini adalah sebesar 11,576 hp dan penggerak mulanya 14,622 hp.

**Kata kunci:** Sistem *Sprinkler*, Sistem Hidran, Alat Pemadam Api Ringan (APAR), Pipa dan Pompa

## ABSTRACT

PT. XYZ is a company engaged in the production of labeling for food and beverage products, fire cases in other factories, reminding the owner to keep his assets safe and comfortable. So it is necessary to plan and design Fire Fighting System to protect the building and its assets. So it is necessary to plan and design Fire Fighting System to protect the building and its assets. This research begins with taking and collecting data in the form of layout of old building condition and layout of new building condition and other technical data needed. Data processing conducted refers to SNI 03-3985-2000, SNI 03-3987-1995, SNI 1745-1989-F, NFPA 13, NFPA 10 and NFPA 14 standards, including design of *sprinkler*, hydrant and APAR systems (*Fire Extinguishers Lightweight*) is required, calculate the need for fire water, calculate the total head and pump power required. Based on the result of the research, it is found that the building is classified as light fire hazard and designed using *sprinkler* type of wet pipe system and the required *sprinkler* head count is 130 pieces with temperature sensitivity of 57 °C orange glass bulb color, direction emission down, building hydrants as much as 1 piece, page and city hydrants as much as 1 piece, 15 types of dry chemical APAR type and type APAR (CO<sub>2</sub>) as much as 1 fruit. The volume of water supply needed for the fire-fighting system is 150 m<sup>3</sup>. The pipe used is a type of cast iron pipe with total head at the pump of 71.748 meters. The calculation of pump capacity in this planning is 11,576 hp and the originator 14,622 hp.

**Keywords:** *Sprinkler System*, *Hydrant System*, *Light Fire Extinguisher (APAR)*, *Pipe and Pump*

## PENDAHULUAN

Pada dunia konstruksi khususnya tentu sekarang ini banyak sekali perkembangan pembangunan seperti bangunan pabrik, apartemen, pabrik, perumahan dan lain nya yang ada di sekitar kita, tentunya kita pasti merasakan dampak baik dan buruk nya dari pembangunan tersebut. Mengingat besarnya kerugian yang disebabkan oleh kebakaran serta terbatasnya kemampuan peralatan pencegahan dan penanggulangan kebakaran yang dimiliki oleh Dinas Pemadam Kebakaran (DPK) atau Pemerintah Daerah.

Berdasarkan KEPMEN PU Nomor 10/KPTS/2000 tentang ketentuan teknis pengamanan terhadap bahaya kebakaran pada bangunan gedung dan lingkungan. Maka diperlukan perencanaan dan perancangan instalasi pemadam kebakaran yang dirancang mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) dan diharapkan dapat memberikan keamanan, keselamatan dan kenyamanan bagi pengguna bangunan.

PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di produksi pembuatan label untuk produk-produk makanan dan minuman. Untuk mengembangkan usahanya PT XYZ akan melakukan perluasan bangunan pabrik dan kantor dua lantai dengan luas sekitar 1125 m<sup>2</sup>. Kasus kebakaran di pabrik-pabrik lainnya, mengingatkan pemilik untuk menjaga aset yang dimilikinya agar aman dan nyaman. Sehingga perlu perencanaan dan perancangan sistem pemadam kebakaran (*Fire Fighting System*) untuk melindungi bangunan dan asetnya.

Berdasarkan kebutuhan tersebut, maka pada penelitian ini penulis akan membuat perencanaan dan perancangan sistem pemadam kebakaran di PT XYZ, yaitu:

- Sistem *sprinkler* otomatis, sistem hidran dan pemadam api ringan.
- Kebutuhan kapasitas pompa pemadam kebakaran, kapasitas tangki air khusus untuk pemadam kebakaran.
- Perancangan letak sistem pemadam kebakaran sesuai dengan standar dan peraturan yang berlaku.

Sistem *sprinkler* otomatis adalah suatu sistem yang bekerja secara otomatis dengan memancarkan air bertekanan ke segala arah untuk memadamkan kebakaran atau mencegah meluasnya kebakaran. Instalasi *sprinkler* ini

dipasang secara permanen di dalam bangunan yang dapat memadamkan kebakaran secara otomatis dengan menyemprotkan air di tempat mula terjadi kebakaran [1].

Hidran kebakaran adalah suatu sistem instalasi pemipaan berisi air bertekanan tertentu yang digunakan sebagai sarana untuk memadamkan kebakaran [2].

Alat Pemadam Api Ringan (APAR) berfungsi sebagai alat pemadam kebakaran pertama / awal pada peristiwa kebakaran yang masih kecil. APAR tetaplah penting meskipun suatu bangunan telah dilengkapi dengan sistem proteksi kebakaran [3].

Setiap sistem pemadam kebakaran harus dilengkapi dengan sekurang-kurangnya 1 (satu) jenis sistem penyediaan air yang bekerja secara otomatis, bertekanan dan berkapasitas cukup, serta dapat diandalkan setiap saat. Sistem penyediaan air harus di bawah penguasaan pemilik bangunan. Apabila pemilik tidak dapat mengendalikannya harus ditujuk badan lain yang diberikan kuasa penuh untuk maksud tersebut. Air yang digunakan tidak boleh mengandung serat atau bahan lain yang dapat mengganggu bekerjanya sistem. Pemakaian air asin tidak diijinkan, kecuali bila tidak ada penyedia air lain pada waktu terjadinya kebakaran dengan syarat harus segera dibilas dengan air bersih [4].

## METODE PENELITIAN

### 1. Alat dan Bahan

- a. Pompa pemadam kebakaran  
Digunakan untuk mensuplai air dari bak penampungan air ke instalasi perpipaan pemadam kebakaran.



Gambar 1. Pompa Pemadam Kebakaran

- b. Pengukur kecepatan air (*water flow meter*)  
Digunakan untuk mengukur kecepatan dan debit aliran air yang keluar dari pompa pemadam kebakaran.



**Gambar 2.** *Water flow meter*

- c. Pengukur tekanan (*pressure gauge*)  
Pengukur tekanan digunakan untuk mengukur tekanan air yang keluar dari pompa.



**Gambar 3.** *Pressure Gauge*

- d. *Sprinkler*  
Digunakan untuk memancarkan air pada area kebakaran dimana *sprinkler head* dipasang.



**Gambar 4.** *Sprinkler head*

- e. Hidran  
Hidran digunakan untuk menyemburkan air pada area kebakaran dengan jangkauan luas dan jarak jauh disertai tekanan air yang cukup kuat untuk memadamkan api.



**Gambar 5.** Hidran

- f. Alat Pemadam Api Ringan (APAR)  
APAR digunakan untuk memadamkan api yang bersifat kecil dan sebagai penanganan awal pada kebakaran.



**Gambar 6.** Alat Pemadam Api Ringan

- g. Katup-katup  
Katup digunakan untuk mengatur dan mengontrol pembukaan, penutupan aliran air pada instalasi pemadam kebakaran.



**Gambar 7.** Katup-katup

h. Pipa

Pipa digunakan sebagai tempat mengalirnya air pemadam kebakaran.



**Gambar 8.** Pipa

i. *Fitting dan Elbow*

Digunakan untuk menyambung bagian-bagian pipa pemadam kebakaran.

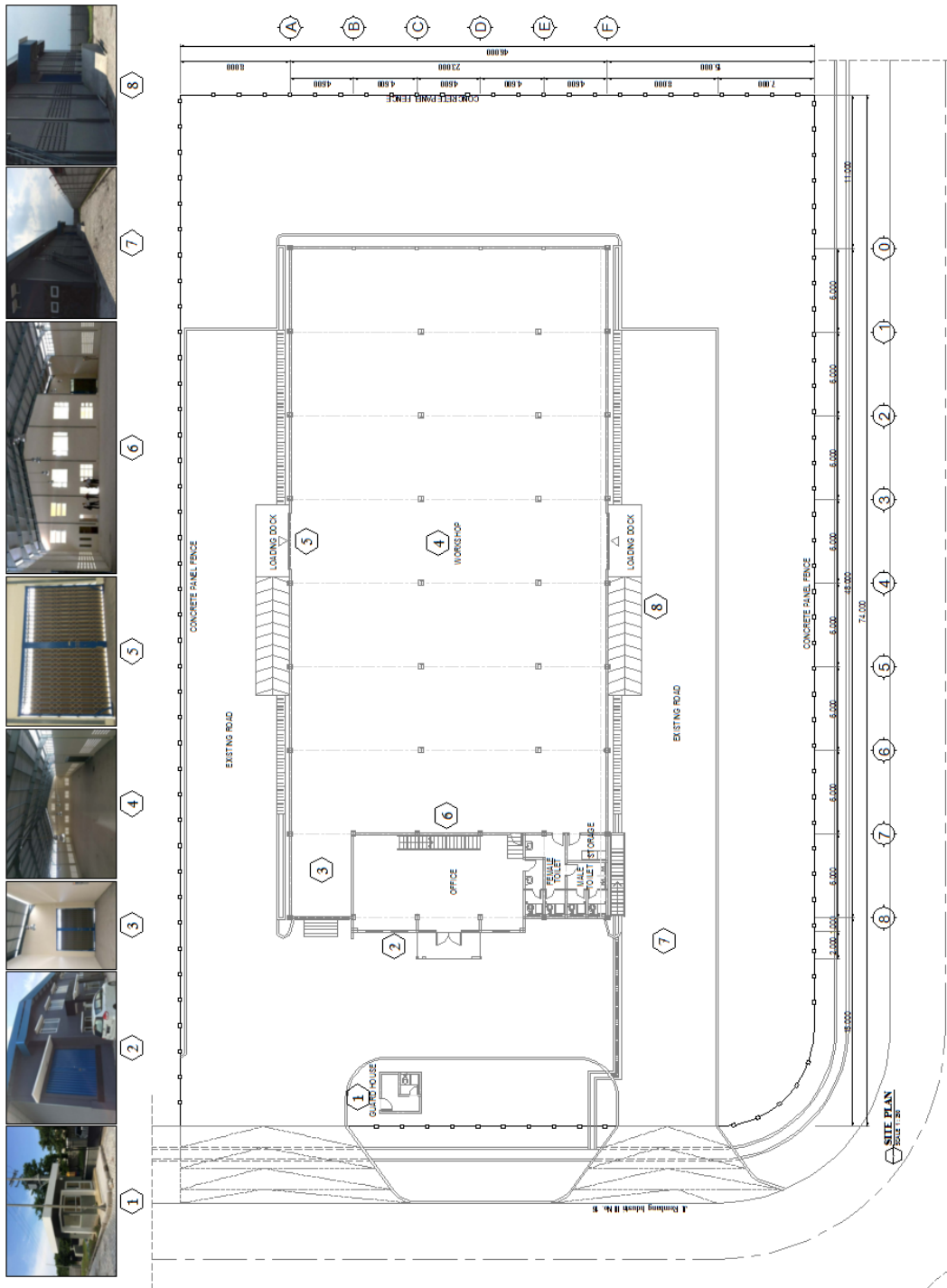


**Gambar 9.** *Fitting dan Elbow*

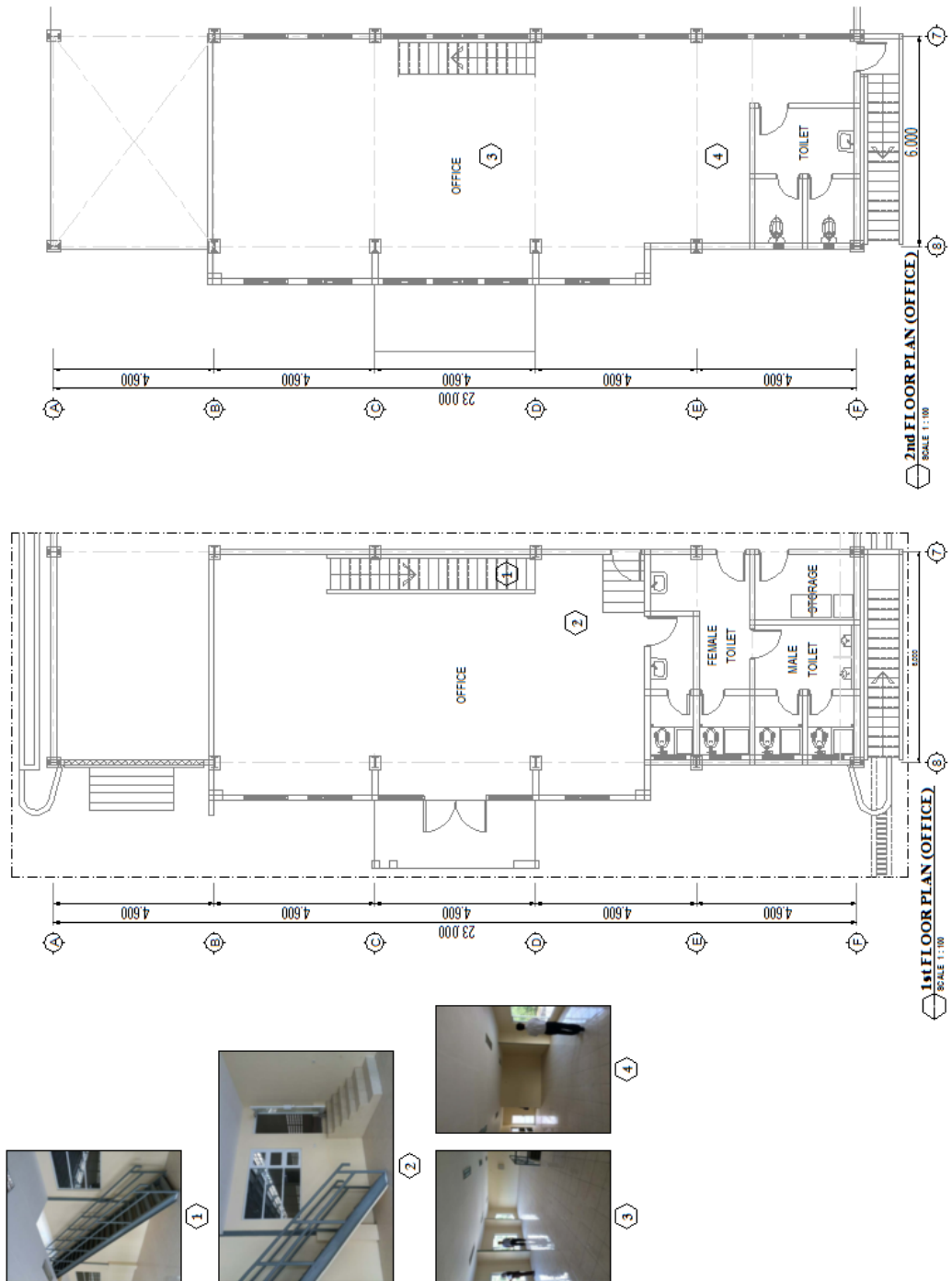
## 2. Teknik Pengumpulan dan Pengolahan Data

Adapun tahapan teknik pengumpulan dan pengolahan data untuk membuat penelitian ini adalah sebagai berikut:

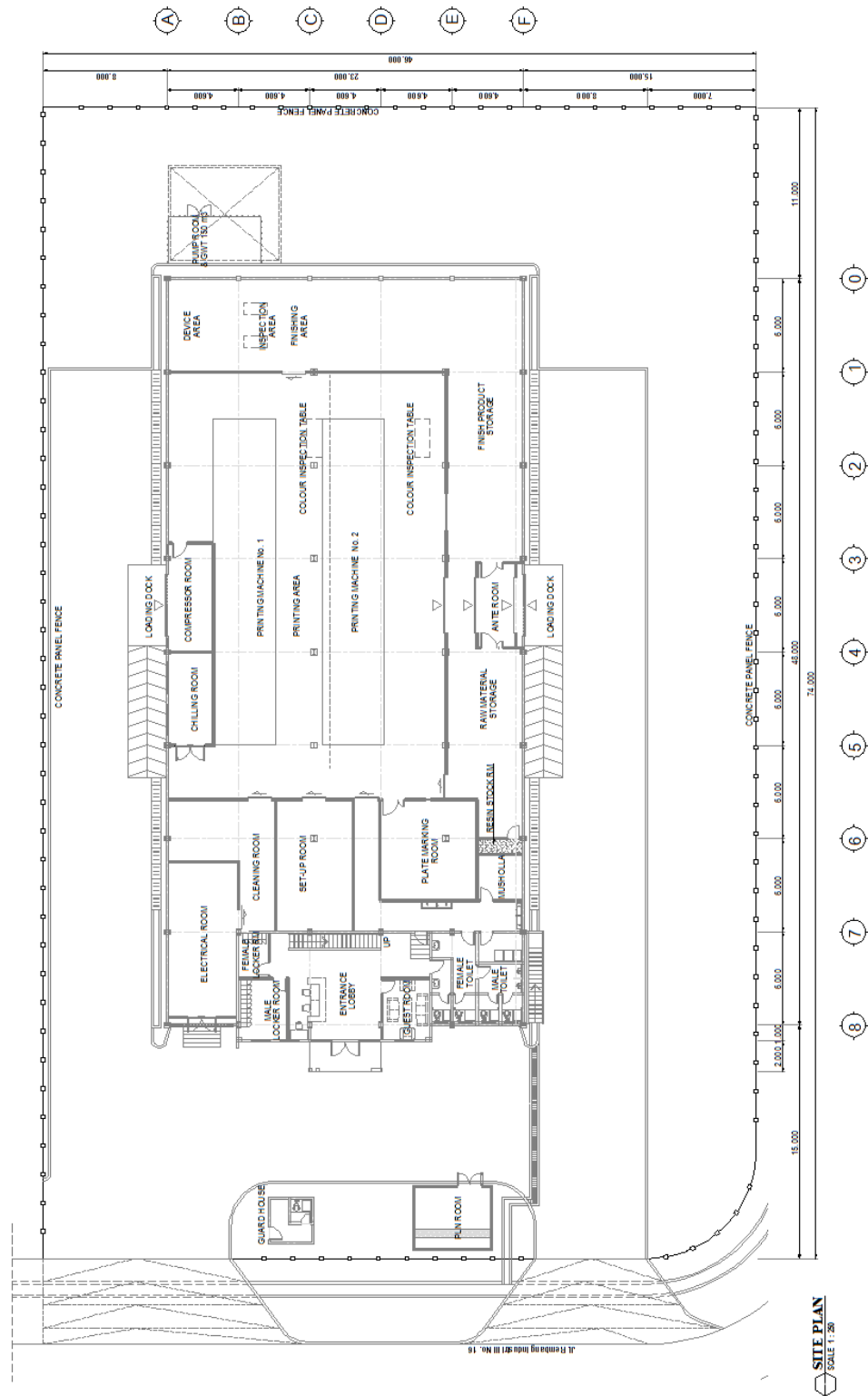
- a. Studi Lapangan dan Pustaka
- b. Identifikasi dan Merumuskan Masalah
- c. Pengumpulan Data
  - Layout kondisi bangunan lama (*existing*)
  - Layout kondisi bangunan baru
  - Pengumpulan data teknis
- d. Perencanaan sistem pemadam kebakaran untuk bangunan baru PT. XYZ
  - Menentukan kebutuhan sistem pemadam kebakaran (sprinkler, hidran dan APAR) untuk bangunan
  - Menghitung Kebutuhan air pemadam kebakaran
  - Menghitung *Head* total dan daya pompa
  - Merancang instalasi sistem pemadam kebakaran (*sprinkler*, hidran dan APAR)



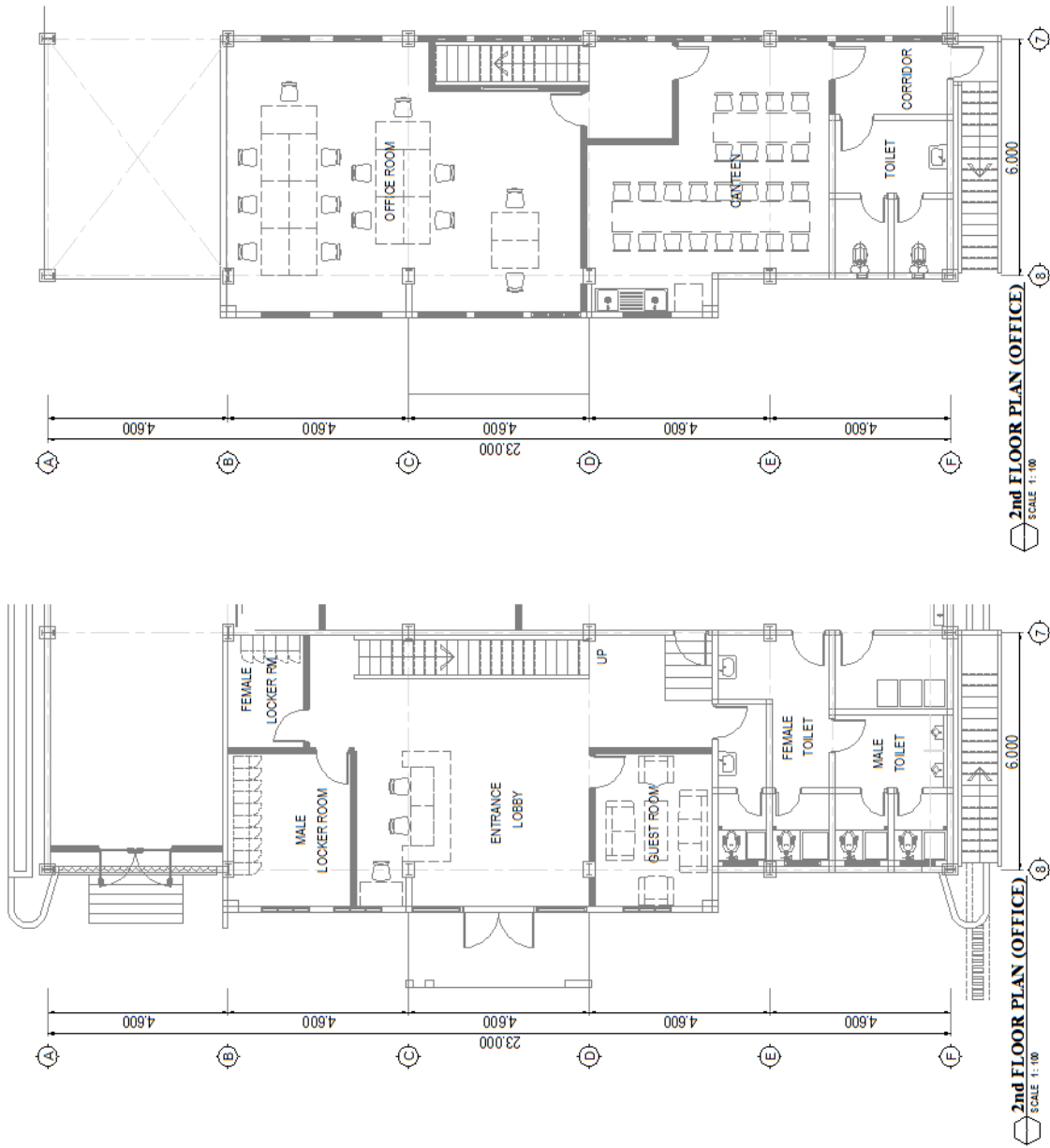
**Gambar 10.** Layout bangunan lama (Site Plan)



Gambar 11. Layout bangunan lama (Office Plan)



Gambar 12. Layout bangunan baru (Site Plan)



Gambar 13. Layout bangunan baru (Office Plan)



## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Sistem Sprinkler Otomatis

Dalam perencanaan dan perancangan sistem pemadam kebakaran *sprinkler* setelah dilakukan penelitian di lapangan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Bangunan termasuk dalam hunian bahaya kebakaran sedang, sehingga data yang diperlukan dalam perhitungan adalah SNI 03-3989-2000 Tata cara perencanaan dan pemasangan sistem sprinkler otomatis untuk pencegahan bahaya kebakaran pada bangunan gedung. Untuk kategori bahaya kebakaran sedang.
- Arah pancaran air ke bawah, karena kepala *sprinkler* diletakkan pada atap ruangan.
- Kepekaan terhadap suhu, warna cairan dalam tabung gelas (*glass bulb*) berwarna jingga pada suhu 57°C.
- Sprinkler* yang dipakai ukuran 1/2" dengan kapasitas (Q) = 25 GPM = 93,33 liter/menit.
- Kepadatan pancaran = 5 mm/menit, dan jarak maksimum antar titik *sprinkler* adalah 4,0 m dengan jari-jari pancaran *sprinkler* 2,0 m.
- Jarak maksimum *sprinkler* dari dinding tembok 1,7 m.
- Daerah yang dilindungi adalah semua ruangan kecuali toilet, tangga, ruang elektrik, ruang chiller, ruang kompresor dan ruang pompa.
- Sprinkler* overlap 1/4 bagian. Satu *sprinkler* dapat mencakup area sebesar 4 m x 4 m.
- Kebutuhan air untuk bahaya kebakaran sedang 375 liter/menit, waktu pengisian maksimum untuk tangki hisap adalah 60 menit.

Untuk menentukan area jangkauan *sprinkler*, dapat dihitung sebagai berikut:

$$X = \text{jarak maks. Antar titik } \textit{sprinkler} - (1/4 \text{ jarak maks.}) \quad (1)$$

$$X = 4 \text{ m} - (1/4 \times 4 \text{ m}) \\ = 3 \text{ m}$$

Maka didapat luas sebagai berikut:

$$\text{Luas} = 3 \text{ m} \times 3 \text{ m} \\ = 9 \text{ m}^2$$

Menentukan jumlah kepala *sprinkler*

$$\text{Jumlah } \textit{sprinkler} \\ = \frac{\text{Luas Ruangan}}{\text{Luas } \textit{sprinkler} \text{ perlindungan}} \quad (2)$$

**Tabel 1.** Luas dan jumlah kepala *sprinkler* hasil perhitungan

Area	Nama Ruangan	Luas (m <sup>2</sup> )	Total <i>sprinkler</i> head (buah)
Area <b>Fabrik</b> lantai 1	Printing area	450	50
	Finishing area, raw material area& Ante room	280	32
	Plate making room	41	5
	Microwava	9	1
	Corridor	37	5
	Set up room	42,5	5
	Cleaning room	39	5
Area <b>kantor</b> lantai 1	Entrance lobby	55,5	7
	Guest room	12,5	2
	Male locker room	13	2
	Female locker room	6	1
	Storage	6	1
Area <b>kantor</b> lantai 2	Office room	64,3	8
	Canteen area	41,5	5
	Corridor	6	1
<b>TOTAL</b>			<b>130</b>

### 2. Sistem Hidran

Dalam perencanaan dan perancangan sistem pemadam kebakaran hidran pada bangunan ini, perlu memperhatikan beberapa faktor penting berikut:

- Klasifikasi bangunan menurut tinggi dan jumlah lantai adalah klasifikasi bangunan 'B' dengan ketinggian sampai dengan 8 m atau 2 lantai.

- b. Pasokan air untuk hidran gedung adalah 400 liter/menit, waktu mampu mengalirkan air minimal adalah 30 menit.
- c. Pasokan air untuk hidran halaman adalah 2400 liter/menit, waktu mampu mengalirkan air minimal adalah 45 menit.
- d. Untuk perlindungan bagian dalam bangunan di pasang kotak hidran gedung dengan jangkauan semburan air dari selang panjang maksimum adalah 30 m.
- e. Untuk perlindungan bagian luar bangunan di pasang kotak hidran halaman dan hidran kota dengan jangkauan semburan air dari selang panjang maksimum adalah 45 m (30 m + 15 m).
- f. Selain itu juga dipasang sambungan dinas kebakaran (Siamese Connection) untuk pengisian air kedalam jaringan sistem hidran dari dinas pemadam kebakaran.

**Tabel 2.** Perletakan Hidran Berdasarkan Luas Lantai Klasifikasi Bangunan

Klasifikasi Bangunan	Ruang Tertutup Jumlah / Luas Lantai	Ruang tertutup & terpisah, jumlah / Luas Lantai
A	1 buah/ 1.000 m <sup>2</sup>	2 buah/ 1.000 m <sup>2</sup>
B	1 buah/ 1.000 m <sup>2</sup>	2 buah/ 1.000 m <sup>2</sup>
C	1 buah/ 1.000 m <sup>2</sup>	2 buah/ 1.000 m <sup>2</sup>
D	1 buah/ 800 m <sup>2</sup>	2 buah/ 800 m <sup>2</sup>
E	1 buah/ 800 m <sup>2</sup>	2 buah/ 800 m <sup>2</sup>

**Tabel 3.** Klasifikasi Bangunan menurut Tinggi dan Jumlah Lantai

Klasifikasi Bangunan	Ketinggian dan Jumlah Lantai
A	Ketinggian sampai dengan 8 meter atau 1 (satu) lantai (lapis)
B	Ketinggian sampai dengan 8 meter atau 2 (dua) lantai (lapis)
C	Ketinggian sampai dengan 14 meter atau 4 (empat) lantai (lapis)
D	Ketinggian sampai dengan 40 meter atau 8 lantai (lapis)
E	Ketinggian lebih dari 40 meter atau diatas 8 lantai (lapis)

Untuk menentukan jumlah hidran gedung yang dibutuhkan adalah, lihat Tabel 2 dan Tabel 3. Perletakan Hidran Berdasarkan Luas Lantai, Klasifikasi Bangunan dan Jumlah Lantai.

Maka, jumlah hidran adalah:

$$\begin{aligned} \text{Luas Bangunan Lantai 1} &= 1.125 \text{ m}^2 \\ \text{Luas Bangunan Lantai 2} &= 124 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Didapat jumlah hidran sebagai berikut:

Bangunan Lantai 1:

- 1 buah hidran gedung (Radius 30 m)
- 1 buah hidran halaman dan hidran kota (Radius 45 m)
- 1 buah *Siamese Connection*

Bangunan Lantai 2:

Tidak pakai hidran hanya menggunakan APAR.

Perletakkan Kotak Hidran Gedung:

- Kotak hidran dipasang dengan ketinggian 75 cm dari permukaan lantai, mudah dicapai, mudah terlihat tidak terhalang oleh benda-benda lain dan di cat warna merah.
- Ditengah – tengah kotak hidran diberi tulisan “HIDRAN” dengan warna putih, tinggi tulisan minimum 10 cm.

### 3. APAR

Untuk menentukan jumlah Alat Pemadam Api Ringan (APAR) yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

Luas APAR perlingkungannya adalah 140 m<sup>2</sup>, karena bangunan merupakan bahaya kelas sedang.

Jumlah APAR

$$= \frac{\text{Luas Ruangan}}{\text{Luas APAR Perlindungan}} \quad (3)$$

**Tabel 4.** Luas dan jumlah APAR hasil perhitungan

Area	Nama Ruangan	Luas (m <sup>2</sup> )	Total APAR (buah)	Tipe APAR
Area Pabrik lantai 1	Printing area	456	4	AB
	Finishing area & raw material area	267	2	AB
	Plans making room	41	1	AB
	Set up room	42,5	1	AB
	Cleaning room	39	1	AB
	Chilling room	18	1	AB
	Compressor room	21	1	AB
	Electrical room	46	1	C
	Pump room	18	1	AB
Area kantor lantai 1	Entrance lobby	55,5	1	AB
Area kantor lantai 2	Office room	64,3	1	AB
	Canteen area	41,5	1	AB

#### 4. Menghitung Kebutuhan Air Pemadam Kebakaran

Dalam pengoperasiannya, dibutuhkan air yang dapat mengoperasikan pemadam kebakaran (*Sprinkler* dan Hidran). *Volume* kebutuhan air pemadam kebakaran perlu diperhatikan sehingga tidak menyebabkan kelebihan air pada sistem tersebut. Perhitungan volume kebutuhan air dapat menggunakan rumus berikut:

$$V = Q \times T \quad (4)$$

Keterangan :

$V$  = Volume kebutuhan air (m<sup>3</sup>)

$Q$  = Kapasitas air (dm<sup>3</sup>/menit)

$T$  = Waktu operasi sistem (menit)

Untuk penentuan *volume* air sistem ini digunakan kapasitas aliran 375 liter/menit, waktu operasional 60 menit pada bahaya kebakaran sedang, maka kebutuhan airnya adalah:

$$\begin{aligned} V_1 &= Q \times T \\ &= 375 \text{ dm}^3/\text{menit} \times 60 \text{ menit} \\ &= 22500 \text{ dm}^3 \\ &= 22,5 \text{ m}^3 \text{ (Sprinkler otomatis)} \end{aligned}$$

Untuk penentuan *volume* air hidran gedung digunakan kapasitas aliran 400 liter/menit, waktu operasional 30 menit. Dan hidran halaman digunakan kapasitas aliran 2400 liter/menit, waktu operasional 45 menit. Maka kebutuhan air nya adalah :

$$\begin{aligned} V_2 &= Q \times T \\ &= 400 \text{ dm}^3/\text{menit} \times 30 \text{ menit} \\ &= 12000 \text{ dm}^3 \\ &= 12 \text{ m}^3 \text{ (Hidran gedung)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_3 &= Q \times T \\ &= 2400 \text{ dm}^3/\text{menit} \times 45 \text{ menit} \\ &= 108000 \text{ dm}^3 \\ &= 108 \text{ m}^3 \text{ (Hidran halaman)} \end{aligned}$$

Maka, untuk *volume* kebutuhan air pemadam kebakaran adalah :

$$\begin{aligned} V_{(\text{kebutuhan air})} &= V_1 + V_2 + V_3 \\ &= 22,5 \text{ m}^3 + 12 \text{ m}^3 + 108 \text{ m}^3 \\ &= 142,5 \text{ m}^3 \sim 150 \text{ m}^3 \\ &= 150 \text{ m}^3 \text{ (dibulatkan)} \end{aligned}$$

Sedangkan bak air tidak boleh diisi dengan penuh karena dari hasil *volume* air yang dibutuhkan dalam menjaga faktor keamanannya, dapat ditentukan konstruksi dimensi bak air pemadam kebakarannya, yaitu :

a. Panjang = 6 meter ; Lebar = 7 meter ;  
Tinggi = 4 meter

b. Volume total bak air

$$\begin{aligned} V_{(\text{Bak air})} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi} \\ &= 6 \text{ meter} \times 7 \text{ meter} \times 4 \text{ meter} \\ &= 168 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

c. Selisih volume

$$\begin{aligned} \Delta V &= V_{(\text{Bak air})} - V_{(\text{Kebutuhan air})} \quad (5) \\ &= 168 \text{ m}^3 - 150 \text{ m}^3 \\ &= 18 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

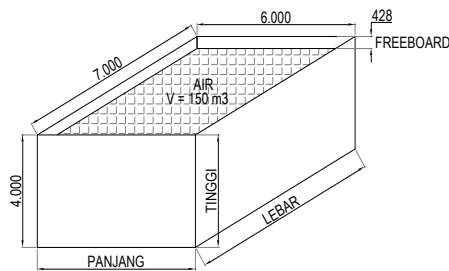
d. Tinggi *freeboard*

$$\begin{aligned} t_{(\text{freeboard})} &= \frac{\Delta V}{A} \quad (6) \\ &= \frac{18}{42} \\ &= 0,428 \text{ meter} \end{aligned}$$

Keterangan :

$\Delta V$  : Selisih volume ( $m^3$ )

A : Luas penampang bak air ( $m^2$ )



Gambar 14. Konstruksi bak air pemadam kebakaran

## 5. Menghitung Sistem Perpipaan

### Pipa Isap (*Suction Pipe*)

Pipa dengan jenis material besi tuang (*Cast Iron*) berukuran 6".

- Diameter luar pipa 168,3 mm = 0,1683 m
- Diameter dalam pipa 163,52 mm = 0,16352 m
- Tebal pipa 4,78 mm = 0,00478 m
- Panjang pipa isap terjauh (L) = 5 m
- Kapasitas debit air (Q) = 3.175 liter/menit = 0,0529  $m^3/s$
- Temperatur air 30°C, maka  $\mu = 0,801 \times 10^{-6} m^2/s$
- Percepatan gravitasi 9,8  $m/s^2$
- Perhitungan pipa isap (*Suction Pipe*)

- a. Luas pipa diameter dalam

$$A = \frac{\pi}{4} \times D^2 \quad (7)$$

$$= \frac{3,14}{4} \times (0,16352 m)^2$$

$$= 0,021 m^2$$

- b. Kecepatan rata-rata aliran di dalam pipa

$$V = Q/A \quad (8)$$

$$= (0,0529 m^3/s) / (0,021 m^2)$$

$$= 2,52 m/s$$

- c. Bilangan Reynolds (Re)

$$Re = \frac{V \times D}{\mu} \quad (9)$$

$$= \frac{2,52 \frac{m}{s} \times 0,16352 m}{0,000000801 m^2/s}$$

$$= 514.444,94 \text{ atau } 5,144 \times 10^5$$

Re > 4000, maka alirannya bersifat turbulen

- d. Kerugian gesekan dalam pipa (*Major Losses*)

- Dalam perancangan ini pipa yang digunakan adalah pipa besi. Bahwa nilai e atau kekasaran untuk besi (*Cast Iron*) adalah 0,00085 dengan diameter pipa ukuran 6" maka nilai relative roughness (e/D) adalah 0,0019 (lihat Lampiran J).
- Dengan menggunakan diagram moody dapat diketahui nilai *friction factor* (f) sebesar 0,023 dengan nilai e/D 0,0019 dan nilai Re = 5,144 x 10<sup>5</sup> (lihat Lampiran K)
- Maka, kerugian gesekan pada pipa isap (*Head Friction*)

$$hf = f \frac{L \times V^2}{2 \times D \times g} \quad (10)$$

$$= 0,023 \frac{5 m \times (2,52 \frac{m}{s})^2}{2 \times 0,16352 m \times 9,8 m/s^2}$$

$$= 0,228 m$$

- e. Kerugian pada perubahan geometri (*Minor Losses*)

- Kerugian *head* katup  
Nilai koefisien kerugian katup didapat berdasarkan lampiran dengan diameter pipa 6" yang mana katup pada pipa ini menggunakan katup hisap (dengan saringan) maka nilai  $f_v = 1,91$

$$hf = f_v \frac{V^2}{2 \times g} \quad (11)$$

$$= 1,91 \frac{(2,52 m/s)^2}{2 \times 9,8 m/s^2}$$

$$= 0,619 m$$

- Total *head* kerugian ( $hf_{tot}$ )

$$hf_{tot} = \text{major losses} + \text{minor losses}$$

$$= 0,228 m + 0,619 m$$

$$= 0,847 m$$

### Pipa Pembagi Utama (*Feed Main Pipe*)

Pipa dengan jenis material besi tuang (*Cast Iron*) berukuran 5" dapat dilihat pada (Lampiran L)

- Diameter luar pipa 141,3 mm = 0,1413 m
- Diameter dalam pipa 137,36 mm = 0,13736 m
- Tebal pipa 3,94 mm = 0,00394 m
- Panjang pipa pembagi utama terjauh (L) = 50 m

- Kapasitas debit air setelah di kurangi untuk hidran (Q) = 3.175 liter/menit – 2.400 liter/menit = 775 liter/menit = 0,0130 m<sup>3</sup>/s
- Temperatur air 30°C, maka  $\mu = 0,801 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
- Percepatan gravitasi 9,8 m/s<sup>2</sup>
- Perhitungan pipa pembagi utama (*Feed Main Pipe*)
  - a. Luas pipa diameter dalam
 
$$A = \frac{\pi}{4} \times D^2$$

$$= \frac{3,14}{4} \times (0,13736 \text{ m})^2$$

$$= 0,015 \text{ m}^2$$
  - b. Kecepatan rata-rata aliran di dalam pipa
 
$$V = Q/A$$

$$= (0,0130 \text{ m}^3/\text{s}) / (0,015 \text{ m}^2)$$

$$= 0,867 \text{ m/s}$$
  - c. Bilangan Reynolds (Re)
 
$$Re = \frac{V \times D}{\mu}$$

$$= \frac{0,867 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 0,13736 \text{ m}}{0,00000801 \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$= 148.678,05 \text{ atau}$$

$$= 1,486 \times 10^5$$

Re > 4000, maka alirannya bersifat turbulen
  - d. Kerugian gesekan dalam pipa (*Mayor Losses*)
    - Dalam perancangan ini pipa yang digunakan adalah pipa besi. Bahwa nilai e atau kekasaran untuk besi (*Cast Iron*) adalah 0,00085 dengan diameter pipa ukuran 5” maka nilai relative roughness (e/D) adalah 0,0020.
    - Dengan menggunakan diagram moody dapat diketahui nilai *friction factor* (f) sebesar 0,0235 dengan nilai e/D 0,0020 dan nilai Re = 1,486 x 10<sup>5</sup>.
    - Maka, kerugian gesekan pada pipa utama pengeluaran (*Feed main pipe*)
 
$$hf = f \frac{L \times V^2}{2 \times D \times g} \quad (12)$$

$$= 0,0235 \frac{50 \text{ m} \times (0,867 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \times 0,13736 \text{ m} \times 9,8 \text{ m/s}^2}$$

$$= 0,328 \text{ m}$$
  - e. Kerugian pada perubahan geometri (*Minor Losses*)
    - Kerugian *head* katup
 

Nilai koefisien kerugian katup didapat berdasarkan lampiran

dengan diameter pipa 5” yang mana katup pada pipa ini menggunakan 3 buah katup putar maka nilai  $f_v = 0,093$

$$hf_1 = f_v \frac{V^2}{2 \times g} \quad (13)$$

$$= 0,093 \frac{(0,867 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \times 9,8 \text{ m/s}^2}$$

$$= 0,0036 \text{ m} \times 3$$

$$= 0,0108 \text{ m}$$

- Kerugian pada belokan pipa
 

Belokan pada pipa utama pengeluaran sebesar 90° yaitu berupa lengkungan dengan nilai f:

$$f = 0,131 + 1,847 \left( \frac{D}{2R} \right)^{3,5} \left( \frac{\theta}{90} \right)^{0,5} \quad (14)$$

$$f = 0,131 +$$

$$1,847 \left( \frac{0,13736 \text{ m}}{2 \times 0,06868 \text{ m}} \right)^{3,5} \left( \frac{90}{90} \right)^{0,5}$$

$$= 1,978 \text{ m}$$

Maka nilai f belokan dari pipa utama pengeluaran sebesar 90° adalah 1,978 m.

$$hf_2 = f \frac{V^2}{2 \times g}$$

$$= 1,978 \frac{(0,867 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \times 9,8 \text{ m/s}^2}$$

$$= 0,076 \text{ m} \times 3$$

$$= 0,228 \text{ m}$$

Pada pipa utama pengeluaran terdapat 3 buah belokan. Maka kerugian pada pipa :

$$hf = hf_1 + hf_2$$

$$= 0,0108 \text{ m} + 0,228 \text{ m}$$

$$= 0,2388 \text{ m}$$

Total *head* kerugian ( $hf_{tot}$ )

$$hf_{tot} = \text{major losses} + \text{minor losses}$$

$$= 0,328 \text{ m} + 0,2388 \text{ m}$$

$$= 0,567 \text{ m}$$

### Pipa Pembagi (*Discharge Pipe*)

Pipa dengan jenis material besi tuang (*Cast Iron*) berukuran 5”.

- Diameter luar pipa 141,3 mm = 0,1413 m
- Diameter dalam pipa 137,36 mm = 0,13736 m
- Tebal pipa 3,94 mm = 0,00394 m
- Panjang pipa pembagi terjauh (L) = 70 m

- Kapasitas debit air setelah di kurangi untuk hidran (Q) = 775 liter/menit / 2 = 387.5 liter/menit = 0,0065 m<sup>3</sup>/s
  - Temperatur air 30°C, maka  $\mu = 0,801 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
  - Percepatan gravitasi 9,8 m/s<sup>2</sup>
  - Perhitungan pipa pembagi (*Discharge*)
- a. Luas pipa diameter dalam
- $$A = \frac{\pi}{4} \times D^2$$
- $$= \frac{3,14}{4} \times (0,13736 \text{ m})^2$$
- $$= 0,015 \text{ m}^2$$
- b. Kecepatan rata-rata aliran di dalam pipa
- $$V = Q/A$$
- $$= (0,0065 \text{ m}^3/\text{s}) / (0,015 \text{ m}^2)$$
- $$= 0,433 \text{ m/s}$$
- c. Bilangan Reynolds (Re)
- $$Re = \frac{V \times D}{\mu}$$
- $$= \frac{0,433 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 0,13736 \text{ m}}{0,00000801 \text{ m}^2/\text{s}}$$
- $$= 74.282,15 \text{ atau}$$
- $$= 7,4282 \times 10^4$$
- Re > 4000, maka alirannya bersifat turbulen
- d. Kerugian gesekan dalam pipa (*Mayor Losses*)
- Dalam perancangan ini pipa yang digunakan adalah pipa besi. Bahwa nilai  $e$  atau kekasaran untuk besi (*Cast Iron*) adalah 0,00085 dengan diameter pipa ukuran 5" maka nilai relative roughness ( $e/D$ ) adalah 0,0020 (lihat Lampiran J).
  - Dengan menggunakan diagram moody dapat diketahui nilai *friction factor* ( $f$ ) sebesar 0,0235 dengan nilai  $e/D$  0,0020 dan nilai  $Re = 7,4282 \times 10^4$  (lihat Lampiran K)
  - Maka, kerugian gesekan pada pipa pembagi (*Discharge*)
- $$hf = f \frac{L \times V^2}{2 \times D \times g}$$
- $$= 0,0235 \frac{70 \text{ m} \times (0,433 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \times 0,13736 \text{ m} \times 9,8 \text{ m/s}^2}$$
- $$= 0,115 \text{ m}$$
- e. Kerugian pada perubahan geometri (*Minor Losses*)
- Kerugian pada belokan pipa
- Belokan pada pipa utama pengeluaran sebesar 90° yaitu berupa lengkungan dengan nilai  $f$ :

$$f = 0,131 + 1,847 \left(\frac{D}{2R}\right)^{3,5} \left(\frac{\theta}{90}\right)^{0,5}$$

$$f = 0,131 + 1,847 \left(\frac{0,13736 \text{ m}}{2 \times 0,06868 \text{ m}}\right)^{3,5} \left(\frac{90}{90}\right)^{0,5}$$

$$= 1,978 \text{ m}$$

Maka nilai  $f$  belokan dari pipa utama pengeluaran sebesar 90° adalah 1,978 m.

$$hf = f \frac{V^2}{2 \times g}$$

$$= 1,978 \frac{(0,433 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \times 9,8 \text{ m/s}^2}$$

$$= 0,0189 \text{ m} \times 5$$

$$= 0,0945 \text{ m}$$

Pada pipa utama pengeluaran terdapat 5 buah belokan.

Total *head* kerugian ( $hf_{tot}$ )  
Diketahui bahwa ada 2 pipa pembagi, lihat pada lampiran, maka total head kerugian :

$$hf_{tot} = \text{major losses} + \text{minor losses}$$

$$= 0,115 \text{ m} + 0,0945 \text{ m}$$

$$= 0,2095 \text{ m} \times 2$$

$$= 0,419 \text{ m}$$

### Pipa Cabang (*Branch Pipe*)

Pipa dengan jenis material besi tuang (*Cast Iron*) berukuran 2" dapat dilihat pada (Lampiran L)

- Diameter luar pipa 60,3 mm = 0,0603 m
- Diameter dalam pipa 56,39 mm = 0,05639 m
- Tebal pipa 3,91 mm = 0,00391 m
- Panjang pipa pembagi terjauh (L) = 2,5 m
- Kapasitas debit air (Q) = 387.5 liter/menit = 0,0065 m<sup>3</sup>/s
- Temperatur air 30°C, maka  $\mu = 0,801 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
- Percepatan gravitasi 9,8 m/s<sup>2</sup>
- Perhitungan pipa cabang (*Branch*)

- a. Luas pipa diameter dalam

$$A = \frac{\pi}{4} \times D^2$$

$$= \frac{3,14}{4} \times (0,05639 \text{ m})^2$$

$$= 0,0025 \text{ m}^2$$

- b. Kecepatan rata-rata aliran di dalam pipa

$$\begin{aligned} V &= Q/A \\ &= (0,0065 \text{ m}^3/\text{s}) / (0,0025 \text{ m}^2) \\ &= 2,6 \text{ m/s} \end{aligned}$$

- c. Bilangan Reynolds (Re)

$$\begin{aligned} Re &= \frac{V \times D}{\mu} \\ &= \frac{2,6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 0,05639 \text{ m}}{0,00000801 \text{ m}^2/\text{s}} \\ &= 183.038,70 \text{ atau} \\ &= 1,83038 \times 10^5 \end{aligned}$$

Re > 4000, maka alirannya bersifat turbulen

- d. Kerugian gesekan dalam pipa (*Mayor Losses*)

- Dalam perancangan ini pipa yang digunakan adalah pipa besi. Bahwa nilai  $e$  atau kekasaran untuk besi (*Cast Iron*) adalah 0,00085 dengan diameter pipa ukuran 2" maka nilai relative roughness ( $e/D$ ) adalah 0,005.

Dengan menggunakan diagram moody dapat diketahui nilai *friction factor* ( $f$ ) sebesar 0,03 dengan nilai  $e/D$  0,005 dan nilai  $Re = 1,83038 \times 10^5$ .

- Maka, kerugian gesekan pada pipa cabang (*Branch*)

$$\begin{aligned} hf &= f \frac{L \times V^2}{2 \times D \times g} \\ &= 0,03 \frac{2,5 \text{ m} \times (2,6 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \times 0,05639 \text{ m} \times 9,8 \text{ m/s}^2} \\ &= 0,459 \text{ m} \end{aligned}$$

- e. Kerugian pada perubahan geometri (*Minor Losses*)

- Kerugian pada belokan pipa  
Belokan pada pipa utama pengeluaran sebesar 90° yaitu berupa lengkungan dengan nilai  $f$ :

$$\begin{aligned} f &= 0,131 + 1,847 \left( \frac{D}{2R} \right)^{3,5} \left( \frac{\theta}{90} \right)^{0,5} \\ f &= 0,131 + \\ &1,847 \left( \frac{0,13736 \text{ m}}{2 \times 0,06868 \text{ m}} \right)^{3,5} \left( \frac{90}{90} \right)^{0,5} \\ &= 1,978 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka nilai  $f$  belokan dari pipa utama pengeluaran sebesar 90° adalah 1,978 m.

$$\begin{aligned} hf &= f \frac{V^2}{2 \times g} \\ &= 1,978 \frac{(2,6 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \times 9,8 \text{ m/s}^2} \\ &= 0,345 \text{ m} \times 10 \\ &= 3,45 \text{ m} \end{aligned}$$

Pada pipa cabang terdapat 10 buah belokan untuk pipa 2".

- Total *head* kerugian ( $hf_{tot}$ )  
Diketahui bahwa ada 16 pipa pembagi, lihat pada lampiran, maka total head kerugian :

$$\begin{aligned} hf_{tot} &= \text{mayor losses} + \text{minor losses} \\ &= 0,459 \text{ m} + 3,45 \text{ m} \\ &= 3,909 \text{ m} \times 16 \\ &= 62,544 \text{ m} \end{aligned}$$

Tabel 5. Hasil Perhitungan Sistem Perpipaan

No	Tipe Pipa	Diameter Pipa (Inch)	Diameter Dalam (m)	Diameter Luar (m)	Panjang Pipa Terjauh (m)	Kecepatan Aliran (m/s)	Reynolds (Re)	Total Head Kerugian (m)
1	Pipa Isap	6	0,16352	0,1683	5	2,52	$5,144 \times 10^3$	0,847
2	Pipa Utama	5	0,13736	0,1413	50	0,867	$1,486 \times 10^3$	0,567
3	Pipa Pembagi	5	0,13736	0,1413	70	0,433	$7,428 \times 10^4$	0,419
4	Pipa cabang	2	0,05639	0,0603	2,5	2,6	$1,830 \times 10^3$	62,544
5	Cross dan Fitting Tee	5	0,13736	0,1413		0,867	$1,486 \times 10^3$	0,0054
6	Fitting Tee	5	0,13736	0,1413		0,433	$7,428 \times 10^4$	0,00362
7	Fitting Tee	2	0,05639	0,0603		2,6	$1,830 \times 10^3$	1,1124

## 6. Perhitungan Head Total

### Head Kerugian Total ( $H_1$ )

Jadi *head* kerugian total pipa yang diperkirakan pada sistem ini adalah :

$$\begin{aligned} H_1 &= \text{Head pipa isap} + \text{Head pipa utama} + \\ &\text{Head pipa pembagi} + \text{Head pipa cabang} + \\ &\text{Cross \& fitting tee pipa utama} + \\ &\text{Fitting tee pipa pembagi} + \text{Fitting tee pipa} \\ &\text{cabang} \end{aligned} \quad (15)$$

$$\begin{aligned} H_1 &= 0,847 \text{ m} + 0,567 \text{ m} + 0,419 \text{ m} + \\ &62,544 \text{ m} + 0,0054 \text{ m} + 0,00362 \text{ m} + \\ &1,1124 \text{ m} \\ &= 65,498 \text{ m} \end{aligned}$$

### Head Statis ( $H_a$ )

*Head* perbedaan tinggi antara muka air sisi luar/*nozzle* ( $Z_2$ ) dengan sisi isap ( $Z_1$ )

$$\begin{aligned} H_a &= Z_2 - Z_1 \quad (16) \\ &= 5 - 0 \\ &= 5 \text{ m} \end{aligned}$$

### Head Tekanan ( $\Delta h_p$ )

Tekanan isap ( $P_1$ )

$$\begin{aligned} P_1 &= \rho \times g \times H_a & (17) \\ &= 995,7 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 5 \text{ m} \\ &= 48789,3 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

Dimana :

$\rho$  adalah densitas / berat jenis air  
 $= 0,9957 \text{ kg/l} = 995,7 \text{ kg/m}^3$

Tekanan untuk *sprinkler* dan hidran maksimum ( $P_2$ ) adalah tekanan absolute sebesar 7 bar, tekanan pada instalasi pipa sebesar:

$$\begin{aligned} P_2 &= 7 \text{ bar} - \text{tekanan udara} & (18) \\ &= 7 \text{ bar} - 1 \text{ atm} \\ &= 7 \text{ bar} - 1,01325 \text{ bar} \\ &= 5,987 \text{ bar} \\ &= 5,987 \times (1,019 \times 10^4) \\ &= 6,1007 \times 10^4 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

Dimana:

1 atm = 1,01325 bar, 1 bar = 1,019  $\times 10^4$   
 $\text{kg/m}^2$

$$\begin{aligned} \Delta h_p &= \frac{P_2 - P_1}{\rho \times g} & (19) \\ &= \frac{61007 \text{ kg/m}^2 - 48789 \text{ kg/m}^2}{995,7 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9,8 \text{ m/s}^2} \\ &= 1,25 \text{ m} \end{aligned}$$

### Head Total pada Instalasi Perpipaan

$$\begin{aligned} H_{LT} &= H_1 + H_a + \Delta h_p & (20) \\ &= 65,498 \text{ m} + 5 \text{ m} + 1,25 \text{ m} \\ &= 71,748 \text{ m} \end{aligned}$$

## 7. Perhitungan Sistem Pompa

Dari data perencanaan dapat ditentukan bagaimana mekanisme kerja dari sistem pompa serta semua katup yang terdapat pada sistem perpipaan.

- Pompa listrik dipakai sebagai pompa utama untuk melayani kebutuhan sistem pemadam kebakaran.
- Pompa listrik dan pompa diesel mempunyai kapasitas yang sama sehingga dapat bekerja secara bergantian dan tidak mempengaruhi sistem.
- Pompa diesel digunakan sebagai pompa cadangan ketika sumber daya listrik mati, sehingga secara otomatis pompa diesel

siap beroperasi menggantikan peran pompa listrik, ini dapat terjadi karena sistem pompa di *interlock* dalam panel pompa kebakaran.

- Pompa pacu (*jockey*) mempunyai kapasitas antara 5-10 persen dari pompa listrik dan diesel yang digunakan untuk menjaga agar tekanan dalam sistem tetap konstan.
- Untuk mengendalikan tekanan pada sistem ini, dipakai *pressure switch* untuk mengendalikan masing-masing pompa tersebut. Jadi digunakan 3 (tiga) *pressure switch* untuk sistem pompa :
  - 1 buah *pressure switch* untuk pompa listrik
  - 1 buah *pressure switch* untuk pompa diesel
  - 1 buah *pressure switch* untuk pompa pacu
- Untuk pompa listrik dan pompa diesel di set pada *P-start* = 4 bar, dimana pompa akan mulai *start* bila tekanan pada sistem turun sampai 4 bar, dan bila pada saat itu sumber listrik mati, maka pompa diesel akan menyala.
- Sedangkan pompa pacu di set pada *P-start* = 5 bar dan *P-stop* = 7 bar, dimana pompa pacu akan *start* saat tekanan dalam sistem turun sampai dengan 5 bar. Dan pompa pacu akan berhenti saat tekanan dalam sistem telah mencapai 7 bar.
- Disamping pompa-pompa tersebut dapat *start* secara otomatis melalui *pressure switch* dalam panel pompa juga terdapat sarana untuk *menstart* pompa secara manual, jadi dalam panel pompa ada *switch* untuk mengoperasikan sistem secara manual maupun otomatis.

### Daya Pompa

Penentuan daya pompa pada sistem ini dapat dihitung pada perhitungan di bawah:

- Daya air ( $P_w$ ) max
- $$P_w = 0,163 \times \gamma \times Q \times H_{LT} \quad (21)$$
- Dimana :  $\gamma$  adalah ketetapan berat jenis air per satuan volume =  $9,765 \text{ kN/m}^3$ , maka :
- $$\begin{aligned} P_w &= 0,163 \times \gamma \times Q \times H_{LT} \\ &= 0,163 \times 9,765 \text{ kN/m}^3 \times \end{aligned}$$



$$0.05291667 \text{ m}^3/\text{s} \times 71,748 = 37,07 \text{ kW}$$

dimana 1 kW = 1,341 hp)

$$= 6,043 \text{ kW} \times 1,341 = 8,103 \text{ hp}$$

- Daya poros (P) max
- n = 3000 rpm
- efisiensi standar pompa sentrifugal ( $\eta_p$ ) = 70 %

$$P = P_w / \eta_p \tag{22}$$

$$= 8,103 \text{ hp} / 70 \%$$

$$= 11,576 \text{ hp}$$

- Pemilih penggerak mula
- Daya nominal penggerak mula ( $P_m$ )
- $\alpha$  = faktor cadangan (pecahan) = 0,2
- $\eta_t$  = efisiensi transmisi (pecahan) = 0,95
- $P_w$  = daya poros

$$P_m = \frac{P(1+\alpha)}{\eta_t} \tag{23}$$

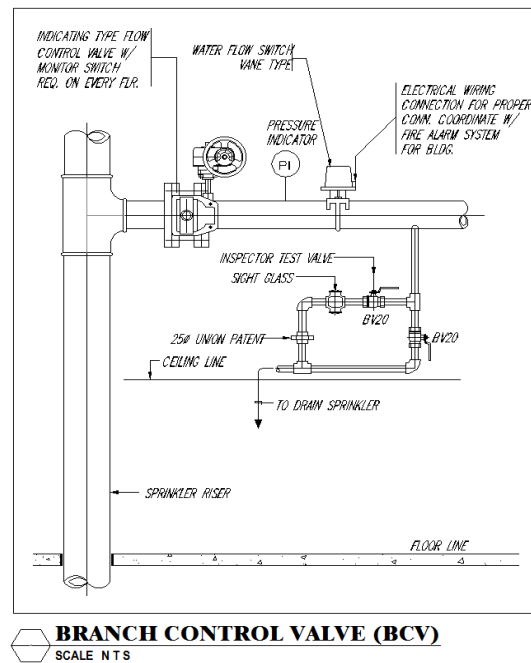
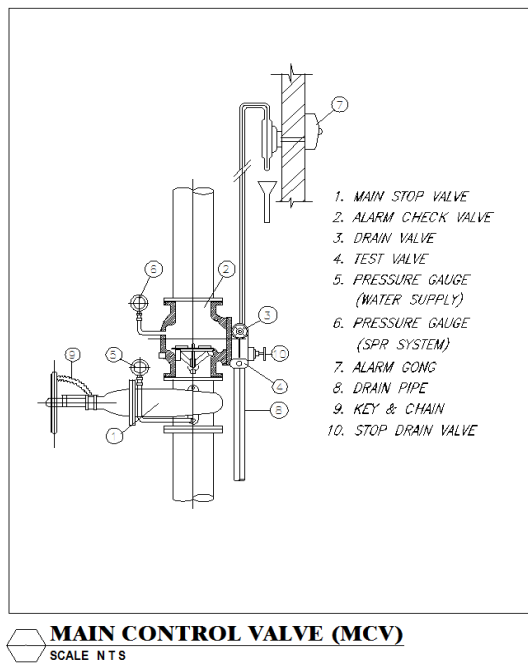
$$= \frac{11,576(1+0,2)}{0,95}$$

$$= 14,622 \text{ hp}$$

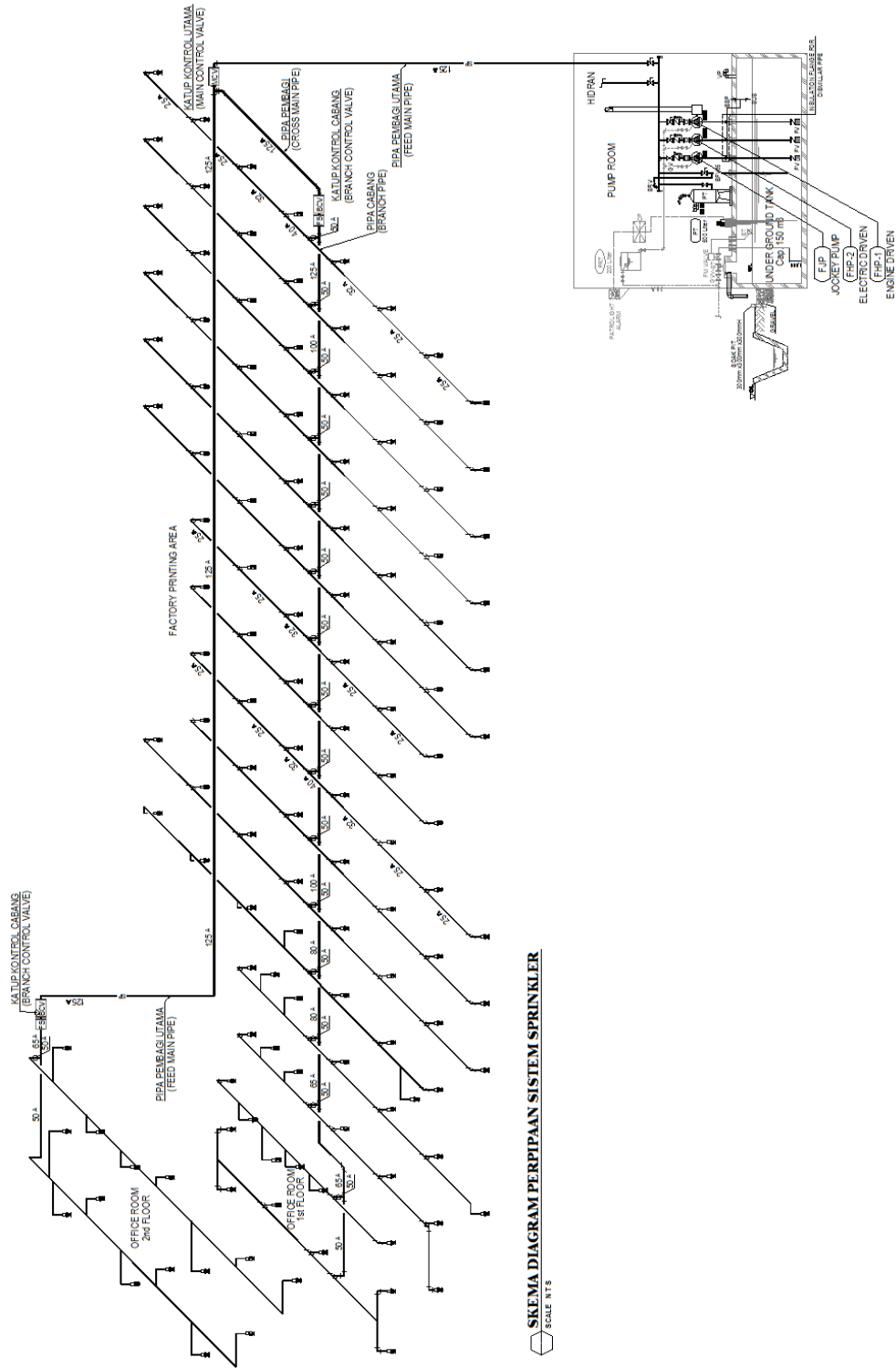
(dimana 1 hp = 0,75 kW)

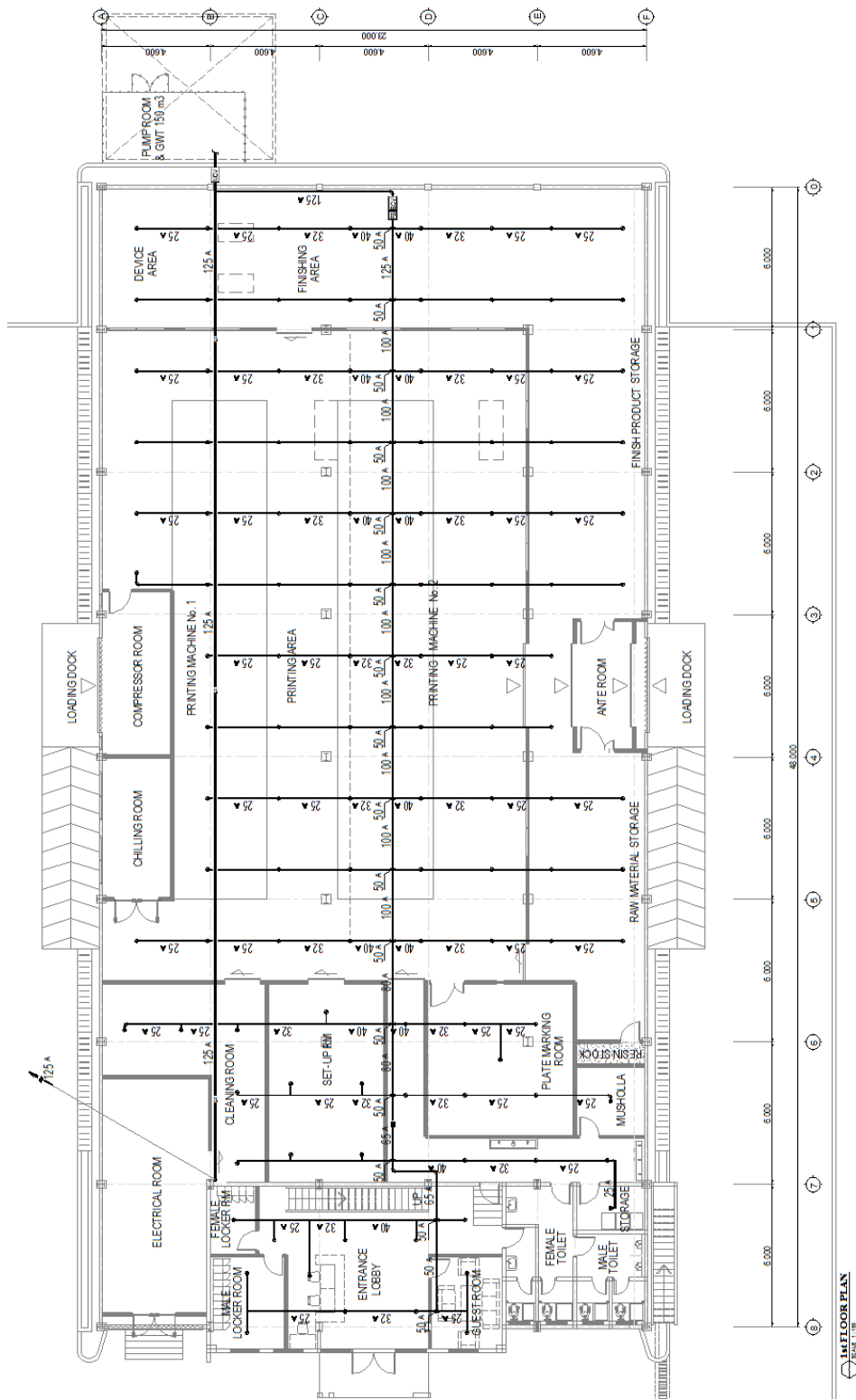
$$= 14,622 \times 0,75 \text{ kW}$$

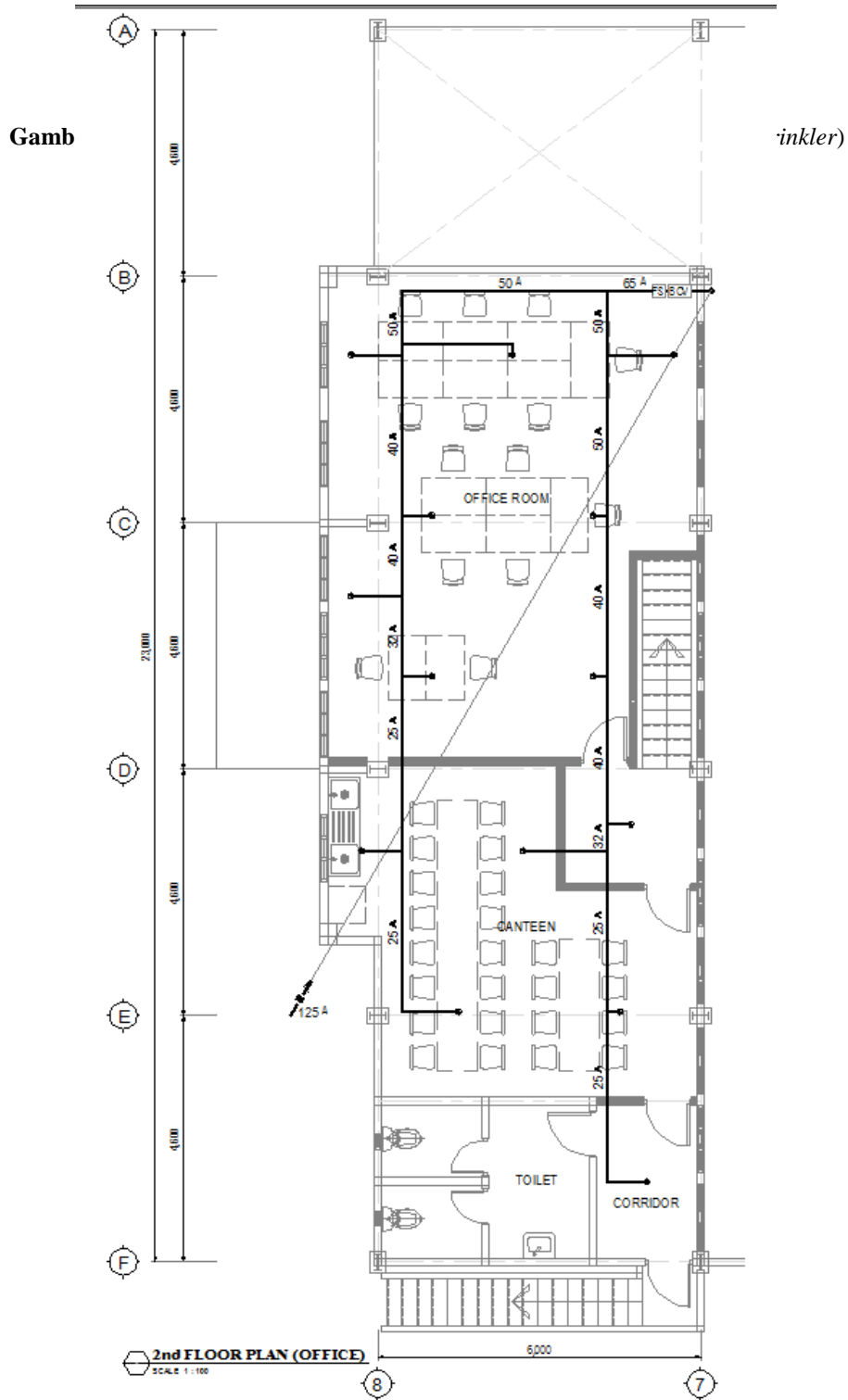
$$= 10,9665 \text{ kW}$$



Gambar 15. Detail katup kontrol utama dan katup kontrol cabang (Sistem Sprinkler)







**Gambar 18.** Layout instalasi sistem pemadam kebakaran lantai 2 (Sistem *Sprinkler*)

Tabel 6. Ukuran Diameter Pipa

ISO 9001 : 2000 CERTIFIED														STEEL LINE PIPE Grade A and Grade B			
Nominal Size	Outside Diameter		Wall Thickness		Weight Class	Schedule No.	Weight		Test Pressure(Min)								
	inchi	inch	mm	inchi			mm	lb/ft	kg/m	Grade A			Grade B				
								Psi	kg/cm <sup>2</sup>	bar	Psi	kg/cm <sup>2</sup>	bar				
1/2	0.840	21.3	0.109	2.77	STD	40	0.85	1.27	700	49	48	700	49	48			
3/4	1.050	26.7	0.113	2.87	STD	40	1.13	1.69	700	49	48	700	49	48			
1	1.315	33.4	0.133	3.38	STD	40	1.68	2.50	700	49	48	700	49	48			
1 1/4	1.640	42.2	0.140	3.56	STD	40	2.27	3.39	1200	84	83	1300	91	90			
1 1/2	1.900	48.3	0.145	3.68	STD	40	2.72	4.05	1200	84	83	1300	91	90			
2	2.375	60.3	0.154	3.91	STD	40	3.66	5.44	2300	162	159	2500	176	172			
2 1/2	2.875	73.0	0.203	5.16	STD	40	5.80	8.63	2500	176	172	2500	176	172			
3	3.500	88.9	0.125	3.18	-	-	4.51	6.72	1290	91	89	1500	105	103			
			0.156	3.96	-	-	5.58	8.29	1600	112	110	1870	131	129			
			0.188	4.78	-	-	6.64	9.92	1930	136	133	2260	159	156			
			0.216	5.49	STD	40	7.58	11.29	2220	156	153	2500	176	172			
4	4.500	114.3	0.125	3.18	-	-	5.85	8.71	1000	70	69	1170	82	81			
			0.156	3.96	-	-	7.24	10.78	1250	88	86	1460	103	101			
			0.188	4.78	-	-	8.67	12.91	1500	105	103	1750	123	121			
			0.219	5.56	-	-	10.02	14.91	1750	123	121	2040	143	141			
			0.237	6.02	STD	40	10.80	16.07	1900	134	131	2210	155	152			
5	5.563	141.3	0.156	3.96	-	-	9.02	13.41	1010	71	70	1180	83	81			
			0.188	4.78	-	-	10.80	16.09	1220	86	84	1420	100	98			
			0.219	5.56	-	-	12.51	18.61	1420	100	98	1650	116	114			
			0.258	6.55	STD	40	14.63	21.77	1670	117	115	1950	137	134			
6	6.625	168.3	0.188	4.78	-	-	12.94	19.27	1020	72	70	1190	84	82			
			0.219	5.56	-	-	15.00	22.31	1190	84	82	1390	98	96			
			0.250	6.35	-	-	17.04	25.36	1360	96	94	1580	111	109			
			0.280	7.11	STD	40	18.99	28.26	1520	107	105	1780	125	123			
8	8.625	219.1	0.188	4.78	-	-	16.96	25.26	780	55	54	920	65	63			
			0.203	5.16	-	-	18.28	27.22	850	60	59	1000	70	69			
			0.219	5.56	-	-	19.68	29.28	910	64	63	1070	75	74			
			0.250	6.35	-	20	22.38	33.31	1040	73	72	1220	86	84			
			0.277	7.04	-	30	24.72	36.31	1160	82	80	1350	95	93			
			0.312	7.92	-	-	27.73	41.24	1300	91	90	1520	107	105			
10	10.750	273.0	0.203	5.16	-	-	21.23	31.62	630	44	43	730	51	50			
			0.219	5.56	-	-	22.89	34.08	680	48	47	800	56	55			
			0.250	6.35	-	20	24.65	36.67	730	51	50	860	60	59			
			0.279	7.09	-	-	28.03	41.75	840	59	58	980	69	68			
			0.307	7.80	-	30	31.23	46.49	930	65	64	1090	77	75			
			0.344	8.74	-	-	34.27	51.01	1030	72	71	1200	84	83			
			0.365	9.27	STD	40	38.27	56.96	1150	81	79	1340	94	92			
			0.438	11.13	-	-	40.52	60.29	1220	86	84	1430	101	99			
			0.500	12.70	XS	60	48.28	71.87	1470	103	101	1710	120	118			
12	12.750	323.8	0.203	5.16	-	-	27.23	40.55	570	40	39	670	47	46			
			0.219	5.56	-	-	29.34	43.63	620	44	43	720	51	50			
			0.250	6.35	-	20	33.41	49.71	710	50	49	820	58	57			
			0.281	7.14	-	-	37.46	55.75	790	56	54	930	65	64			
			0.312	7.92	-	-	41.48	61.69	880	62	61	1030	72	71			
			0.330	8.38	-	30	43.81	65.18	930	65	64	1090	77	75			
			0.344	8.74	-	-	45.62	67.90	970	68	67	1130	79	78			
			0.375	9.52	STD	-	49.61	73.78	1060	75	73	1240	87	85			
			0.406	10.31	-	40	53.54	79.70	1150	81	79	1340	94	92			
			0.438	11.13	-	-	57.65	85.82	1240	87	85	1440	101	99			
			0.500	12.70	XS	-	65.48	97.43	1410	99	97	1650	116	114			

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari perencanaan dan perancangan sistem pemadam kebakaran di PT XYZ dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Dari hasil perencanaan didapat total jumlah kepala *sprinkler* 130 buah. Jenis *sprinkler* yang digunakan adalah *sprinkler* dengan arah pancaran ke bawah. Kepekaan terhadap suhu dan warna cairan adalah 57°C warna jingga. Dengan menggunakan *sprinkler* sistem pipa basah (*Wet pipe system*).
- Didapat 1 buah hidran gedung, 1 buah hidran halaman dan kota, serta 1 buah *Siamese Connection* untuk sambungan dinas pemadam kebakaran.
- Didapat total APAR tipe serbuk kimia kering 15 buah dan APAR tipe gas karbondioksida 1 buah.
- Kapasitas air total 3,175 liter/menit dan volume air yang dibutuhkan adalah 150 m<sup>3</sup>.
- Total *head* untuk sistem perpipaan ini adalah 71,748 m.
- Daya pompa air maksimal ( $P_w$ ) 11,576 hp, dan pemilih penggerak mula ( $P_m$ ) 14,622 hp.
- Posisi penempatan *sprinkler* dipasang di area pabrik sebanyak 103 buah, area kantor lantai 1 sebanyak 13 buah, kantor lantai 2 sebanyak 14 buah dan masing-masing dipasang di atas *ceiling* dengan pancaran ke bawah. Hidran gedung dipasang di area pabrik 1 buah untuk mencangkup bagian dalam area pabrik dan kantor, hidran halaman dan kota di pasang di luar bangunan 1 buah untuk mencangkup bagian terluar dari bangunan. APAR dipasang di ruangan berpotensi terjadi kebakaran dan ditempatkan dekat dengan pintu.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] SNI 03-3989-2000., Tata Cara Perencanaan Dan pemasangan Sistem Sprinkler Otomatik Untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran Pada Bangunan Gedung.
- [2] SNI 03-1745-2000., Tata Cara Perencanaan Dan Pemasangan Sistem Pipa Tegak dan Slang Untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran Pada Bangunan Rumah dan Gedung.
- [3] SNI 03-3987-1995., Tata Cara Perencanaan, Pemasangan, Pemadam Api Ringan Untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran Pada Bangunan Dan Gedung.
- [4] SNI 1745-1989-F., Tata Cara Pemasangan Sistem Hidran Untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran Pada Bangunan Rumah Dan Gedung.
- [5] NFPA 13. *Standard For the Installation Of Sprinkler Systems*. 2013 Edition. National Fire Protection Association.
- [6] NFPA 14. *Standard For the Installation Of Stand Pipe, Private Hydrant, And Hose System*. 2013 Edition. National Fire Protection Association.
- [7] Sularso, dan Haruo Tahara., 2000. Pompa dan Kompresor Pemilihan, Pemakaian., Pemeliharaan, Pradnya Paramita, Jakarta.
- [8] E. Sahasi Menon, P.E., *Piping Calculation Manual*, Mc Graw-Hill, New York.
- [9] Sunarno, 2006. Mekanikal Elektrikal, Vol. 1 dan 2. Andi Publisher, Yogyakarta.
- [10] Grondzik, T Walker, 2015. *Mechanical and Electrical Equipment for Buildings*. 12th Edition. Jon Wiley and Son, Canada.
- [11] Cote, R Arthur, 2003. Fire Protction Handbook, Vol 1 and 2. 9th Editon. NFPA, Quincy, Massachusetts
- [12] Industrial Fire Sprinklers. *Fire Safety Advice Centre*. Retrieved 6 February 2013. <http://www.firesafe.org.uk/industrial-fire-sprinklers/>
- [13] Indobara. *Viking Fire Sprinklers*. <https://www.indobara.co.id/viking-fire-sprinklers/>