



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PERANCANGAN SISTEM INSTALASI PEMADAM KEBAKARAN DI  
GEDUNG PERKANTORAN X**

**SKRIPSI**

**OLEH:**

**KRESNA T SURYANDARU**

**04 05 02 042 1**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
DEPOK  
JULI 2009**

**Universitas Indonesia**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PERANCANGAN SISTEM INSTALASI PEMADAM KEBAKARAN DI  
GEDUNG PERKANTORAN X**

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik

**OLEH:**

**KRESNA T SURYANDARU**

**04 05 02 042 1**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
KEKHUSUSAN TEKNIK MESIN  
DEPOK  
JULI 2009**

**Universitas Indonesia**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : Kresna T Suryandaru**

**NPM : 0405020421**

**Tanda Tangan :**

**Tanggal : 13 Juli 2009**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
Nama : Kresna T Suryandaru  
NPM : 0405020421  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Skripsi : Perancangan Sistem Instalasi Fire Fighting di Gedung  
Perkantoran X

**Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Indonesia**

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir Rusdy Malin M.ME ( )

Penguji : Wardjito ( )

Penguji :Budiharjo ( )

Penguji : Agung Soebagio ( )

Ditetapkan di :

Tanggal :

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia yang telah diberikannya sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan. Tugas akhir ini dengan judul “Perancangan Sistem Instalasi Fire Fighting di Gedung Perkantoran X” ini ditujukan untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik guna memperoleh gelar sarjana S1 Teknik Mesin Universitas Indonesia, Depok.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan, dan doa dari berbagai pihak, tugas akhir ini tidak akan dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Oleh sebab itu, Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan tugas akhir ini, yaitu:

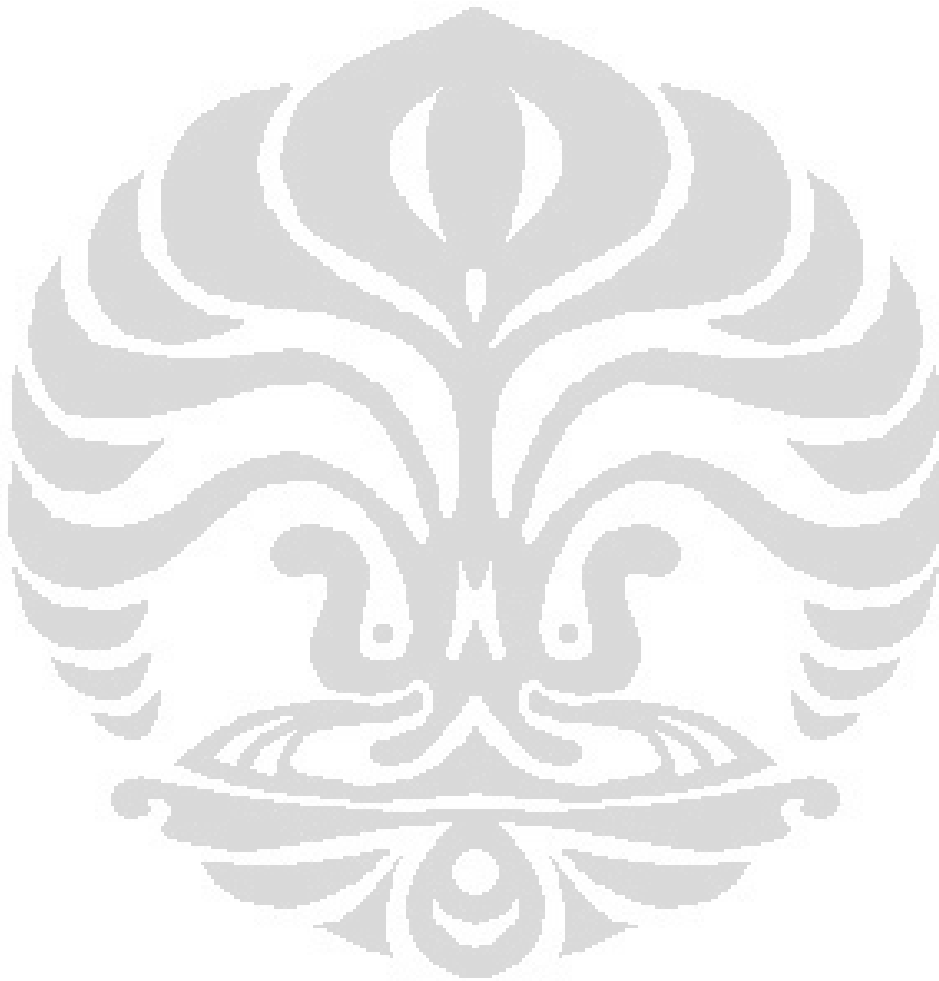
1. Ir Rusdi Malin, M.ME, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak bimbingan, kesabaran, dan dukungan kepada Penulis
2. Ir Rusli, selaku konsultan mechanical bulding engineer di gedung perkantoran X yang telah memberikan banyak kemudahan pengambilan data kepada Penulis
3. Dr Ir Harinaldi, selaku Kepala Departemen Teknik Mesin Universitas Indonesia sekaligus dosen yang banyak memberikan teladan kepada Penulis selama masa kuliah
4. Ir Imansyah Ibnu Hakim M.Eng, selaku Dosen Perwakilan Akademik Penulis, yang telah banyak membantu Penulis selama masa perkuliahan di Mesin UI
5. Daddy, Mama, Rorry, Mommy, dan Nino yang memberikan dukungan moral dan material selama Penulis mengerjakan tugas akhir ini
6. Segenap dosen dan Staff departemen Teknik Mesin UI yang telah mengajar dan membantu Penulis dan juga selama kuliah
7. Kresnandar, Prasetyo, dan Arya, teman seperjuangan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini
8. Seseorang yang sangat istimewa sekali untuk Penulis. I love U
9. Melissa, dan Syarifah teman yang selalu memberikan motivasi kepada Penulis untuk tetap bertahan menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Semua teman-teman Teknik Mesin UI angkatan 2005, KUKTEK UI yang telah menjadi rekan setia selama Penulis menjalani masa-masa kuliah.

Akhir kata, Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam tugas

akhir ini sehingga kritik dan saran dari pembaca akan sangat bermanfaat bagi Penulis. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Depok, Juli 2009

Penulis



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Kresna T Suryandaru  
NPM : 0405020421  
Program Studi : Teknik Mesin  
Departemen : Mesin  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**“Perancangan Sistem Instalasi Fire Fighting di Gedung Perkantoran X”**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 13 Juli 2009

Yang menyatakan

( Kresna T Suryandaru )

Universitas Indonesia

## ABSTRAK

Nama : Kresna T Suryandaru

Program Studi : Teknik Mesin Universitas Indonesia

Judul : Perancangan Sistem Instalasi Pemadam Kebakaran di Gedung Perkantoran X

Statistik menunjukkan pada tahun 2003, sekitar 40 persen gedung-gedung di Jakarta termasuk gedung DPR/MPR rawan kebakaran. Hal ini dikarenakan banyak gedung-gedung tersebut tidak memiliki fasilitas keselamatan kebakaran yang layak sesuai dengan standar-standar yang berlaku. Sehingga pada skripsi ini akan dibahas perancangan sistem instalasi pemadam kebakaran di gedung perkantoran yang terletak di Jalan Raya Pasar Minggu yang layak dan sanggup melindungi kebakaran. Instalasi pemadam kebakaran yang digunakan pada gedung ini terdiri dari empat komponen penting yaitu sprinkler, hidran, APAR, dan pemilihan pompa api. Hasil perancangan ini menyarankan perusahaan konsultan untuk menggunakan pompa kebakaran sentrifugal dengan head total sebesar 197.90 meter dan laju aliran sebesar 1000 gpm.

Kata Kunci: Instalasi pemadam kebakaran, Sprinkler, Hidran, APAR, dan Pompa api



## ABSTRACT

Name : Kresna T Suryandaru

Study Program: Mechanical Engineering

Title : “Fire Fighting System and Installation for X Office Tower”

The statistics show in 2003, about 40 percent buildings in Jakarta, including DPR / MPR building prone to fire. This happen because many buildings have no fire safety facilities appropriate accordance standards and regulations. So in this essay will discuss the design fire system installation in office buildings located in Pasar Minggu Street eligible and able to protect the fire. Installation of fire fighting used in this building consists of four important components, namely sprinkler, hydran, APAR, and selection of fire pumps. As the results of this designing suggest the consultant company to use fire pump centrifugal with the total head around 197.9 meter and the flow rate is 1000GPM.

Keywords: Instalation Fire Fighting, Sprinklerm Hydran, Fire Extinguisher, and Fire Pump



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR SIMBOL.....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Permasalahan.....	2
1.3 Tujuan Perencanaan.....	2
1.4 Manfaat Perencanaan.....	2
1.5 Batasan Perencanaan.....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Definisi Kebakaran .....	5
2.1.1 Unsur Dasar Timbulnya Api.....	5
2.1.2 Syarat utama timbulnya api: .....	6
2.1.3 Penyebab kebakaran.....	6
2.1.4 Klasifikasi Kebakaran .....	7
2.1.5 Prinsip Pemadam Kebakaran .....	8
2.2 Metode Pemadaman.....	8
2.3 Sistem Penyediaan Air.....	9
2.3.1 Jaringan Kota .....	9

2.3.2 Tangki Gravitasi.....	10
2.3.3 Tangki Bertekanan .....	10
2.4 Jenis Perencanaan Instalasi Pipa dan Sistem Pemipaan.....	10
2.4.1 Jenis Perencanaan Instalasi Pipa .....	11
2.4.2 Sistem Pemipaan .....	12
2.5 Perencanaan Instalasi Fire Protection Sistem .....	16
2.5.1 Sprinkler System .....	16
2.6 Prinsip Dasar Pompa Sentrifugal .....	23
2.7 Head Total Pompa.....	26
2.8 Head Kerugian-Kerugian .....	27
2.9 Daya Air/ Fluida .....	34
2.10 Dasar Laporan Perancangan Sistem Pemadam Kebakaran.....	35
<b>BAB III METODOLOGI PERENCANAAN .....</b>	<b>38</b>
3.1 Objek Perencanaan.....	38
3.2 Prosedur ijin pemasangan instalasi pipa .....	38
3.3 Teknik Pengumpulan Data.....	40
3.4 Diagram Alir .....	41
3.4.2 Diagram alir perhitungan diameter pipa sprinkler .....	43
3.4.4 Diagram Alir pemilihan pompa .....	45
<b>BAB IV PERENCANAAN LAPANGAN .....</b>	<b>48</b>
4.1 Data Gedung .....	48
4.1.1 Data-data luas lantai jumlah orang : .....	48
4.2 Data Perencanaan Gedung .....	
<b>BAB V ANALISA DAN PERHITUNGAN.....</b>	
5.1 Tahap Analisa dan Observasi.....	59
5.2 Tahap Perencanaan .....	59
5.3 Perhitungan Diameter .....	59
5.3.1 Pengaturan dan Peletakan Sprinkler head.....	59

5.3.2 Penempatan dan jumlah indoor hidran box.....	60
5.3.3 Penentuan jenis pipa dan fitting yang dipasang .....	60
5.3.4 Penentuan diameter pipa sprinkler .....	60
5.4 Perhitungan Head Kerugian .....	71
5.4.2 Untuk Sprinkler.....	81
5.5 Pemilihan Pompa .....	92
5.5.1 Pipa Tegak .....	92
5.5.2 Untuk Hidran .....	92
5.5.3 Untuk Sprinkler.....	93
5.5.4 Daya Pompa (electric).....	93
5.5.5 Perhitungan Head Isap Positif Netto (NPSH) .....	96
5.5.6 Pompa Jockey: .....	97
5.5.7 Kapasitas Reservoir .....	98
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>99</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>102</b>


## DAFTAR TABEL

2.1	Ukuran pipa yang umum digunakan.....	12
2.2	Warna Cairan dan Temperature sprinkler.....	17
2.3	Komdisi Pipa dan Harga C.....	29
2.4	Panjang Pipa Ekivalen.....	34
4.1	Tabel Data Gedung.....	48
4.2	Teknikal Data IHB.....	52
4.3	Teknikal Data Nozzel IHB.....	53
4.4	Teknikal Data APAR.....	57
5.1	Diameter Pipa Pemadam Kebakaran Lt 29.....	71
5.2	Diameter dan Q setiap segmen untuk hidran.....	72
5.3	Panjang Ekivalen segmen A-B.....	73
5.4	Panjang Ekivalen segmen B-Pompa.....	74
5.5	Panjang Ekivalen segmen Pompa-C.....	76
5.6	Panjang Ekivalen segmen C-D.....	77
5.7	Panjang Ekivalen segmen D-E.....	79
5.8	Diameter dan Q setiap segmen untuk Sprinkler.....	81
5.9	Panjang Ekivalen segmen A-B.....	82
5.10	Panjang Ekivalen segmen B-Pompa.....	83
5.11	Panjang Ekivalen segmen Pompa-C.....	85
5.12	Panjang Ekivalen segmen C-D.....	86
5.13	Panjang Ekivalen segmen D-E.....	88
5.14	Panjang Ekivalen segmen E-F.....	89
5.15	Panjang Ekivalen segmen F-Keluar Sprinkler.....	90
5.16	Head Total Hidran.....	92
5.17	Head Total Sprinkler.....	93
5.18	Spesifikasi Peerless Pump tipe 6 TUHF 13A2.....	95

## DAFTAR GAMBAR

2.1	Segitiga Api.....	5
2.2	Segiempat Api.....	6
2.3	Pipa Sprinkler.....	12
2.4	Gate Valve.....	14
2.5	Globe Valve.....	14
2.6	Check Valve.....	15
2.7	Pressure Reduce Valve.....	15
2.8	Metode $\frac{1}{4}$ S & $\frac{1}{4}$ D.....	18
2.9	Metode $\frac{1}{4}$ S & $\frac{1}{4}$ D.....	18
2.10	End Side with centre feed pipe.....	19
2.11	End Side with feed pipe.....	19
2.12	End centre with center feed pipe.....	20
2.13	End centre with end feed pipe.....	20
2.14	IHB.....	21
2.15	Hose Reel.....	21
2.16	Suplai air untuk Hidran Pillar.....	22
2.17	Hidran Pillar.....	22
2.18	Siamese Conection.....	23
2.19	Head Statik.....	24
2.20	Titik Operasi Pompa.....	24
2.21	Lintasan Aliran cairan Pompa sentrifugal.....	25
2.22	Komponen Utama Pompa sentrifugal.....	26
2.23	Kerugian gesek pada pipa lurus (darcy equation).....	28
2.24	Kerugian gesek pada pipa lurus (hazen William equation).....	29
2.25	Macam-Macam Ujung Masuk Pipa.....	31
2.26	Koefisien kerugian pada belokan pipa.....	32
3.1	Diagram Alir Pemasangan pipa pemadam.....	39
3.2	Digram Alir Proses Penelitian.....	42
3.3	Digram Alir Perhitungan Diameter Pipa Sprinkler Lt 29.....	43
3.4	Digram Alir Perhitungan Diameter Pipa Hidran Lt 29.....	44
3.5	Diagram Alir Pemilihan Pompa.....	45
4.1	Tipe Sprinkler.....	50
4.2	Jenis Hidran.....	52
4.3	Jenis Nozle Hidran.....	53
4.4	Siamese Conenction.....	54
4.5	Pillar Three Way.....	54
4.6	Jenis APAR.....	57
4.7	Electric Fire Pump.....	58
5.1	Peletakan Pipa Pemadam Kebakaran IHB Lt 29.....	61
5.2	Peletakan Pipa Pemadam Kebakaran Sprinkler Lt 29.....	61
5.3	Skematik Perancangan hidran pada titik kritis.....	72
5.4	Skematik Perancangan sprinkler pada titik kritis.....	81
5.5	Grafik Peerless Pump.....	95
5.6	Grafik Jockey Pump.....	98
6.1	Skematik Instalasi Pipa Fire Fighting.....	99

## DAFTAR SIMBOL



$H$	: Head Total Pompa
$h_a$	: Head Static total
$\Delta h_p$	: Perbedaan head tekanan yang bekerja pada kedua permukaan air
$\Lambda$	: Koefisien kerugian gesek
$L$	: panjang pipa
$D$	: Diameter pipa
$g$	: Percepatan gravitasi
$v$	: Kecepatan rata-rata aliran didalam pipa
$Re$	: Bilangan reynold
$V$	: Viscositas kinematik air
$C$	: Koefisien laju aliran
$I$	: Gradient hidrolis
$\theta$	: Sudut belokan
$\gamma$	: Berat fluida
$P_w$	: Daya Air
$Q$	: Debit Aliran
$P$	: Daya Poros
$\eta_p$	: Efisiensi pompa

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Statistik menunjukkan bahwa pada tahun 2003, sekitar 40 persen gedung-gedung di Jakarta termasuk Gedung DPR/MPR rawan kebakaran karena ternyata gedung-gedung tersebut tidak memiliki fasilitas keselamatan kebakaran yang layak (Tempo News 2003). Kebakaran sering menimbulkan berbagai akibat yang tidak diinginkan baik yang menyangkut kerugian materil, stagnasi kegiatan usaha, kerusakan lingkungan, maupun menimbulkan ancaman terhadap keselamatan jiwa manusia.

Tanpa disadari penyebab tertinggi terjadinya kebakaran adalah kelalaian manusia, seperti kurang diperhatikannya persyaratan sistem instalasi listrik serta perawatannya, Tingginya tingkat kebakaran terkadang tidak sesuai dengan sarana dan prasarana petugas pemadam kebakaran. Mulai dari peralatan yang kurang memadai, akses masuk ke lokasi kebakaran, lambatnya informasi yang masuk dan tidak jarang juga banyak warga di sekitar lokasi kebakaran yang melakukan aktifitas dadakan yang akhirnya menghambat pergerakan petugas pemadam kebakaran.

Seiring pesatnya perkembangan yang terjadi dalam segala aspek di Indonesia, Pembangunan bangunan-bangunan tinggi yang kegunaannya bervariasi terus meningkat. Selain banyaknya fasilitas yang ditawarkan dan disediakan oleh kontaktor, tanpa mengesampingkan kenyamanan, keamanan terhadap para pemakai gedung adalah faktor utama yang harus diperhatikan. Salah satunya adalah pencegahan dan pengamanan terhadap terjadinya bahaya kebakaran.

Pada bangunan gedung tinggi aspek pencegahan dan penanggulangan terhadap bahaya kebakaran adalah sesuatu yang sangat vital, mengingat bahwa bangunan gedung tinggi merupakan suatu sistem yang kompleks dimana unsur kemandirian di dalam setiap upaya pengamanannya termasuk pengamanan terhadap bahaya kebakaran sangat diutamakan. Sehingga karena itu diperlukan suatu sarana penanggulangan terhadap bahaya kebakaran disertai kelengkapan bangunan itu sendiri baik di dalam hal perencanaan struktur bangunannya, pembagian ruangan, dalam kaitannya untuk penanggulangan kebakaran didalam gedung yang dapat terjadi sewaktu-waktu tanpa kita pernah menyadarinya.



Maka untuk bangunan bertingkat yang memiliki tinggi diatas 40 meter atau diatas 4 lantai, perlu memiliki suatu sistem peralatan pencegahan kebakaran yang otomatis serta memenuhi persyaratan pencegahan dan penanggulangan kebakaran yang ditetapkan oleh Pemda setempat, seperti pemasangan alat pemadam kebakaran otomatis, contohnya : APAR portable, springkler system, signal system atau alarm, alat deteksi / detector, dan fire hydran system. Oleh sebab itu, perlu dipelajari suatu sistem instalasi pipa pemadam kebakaran secara terpadu.

## **1.2 Perumusan Permasalahan**

Pada suatu gedung perkantoran Niffaro Office Tower yang terletak di jalan raya Pasar Minggu, akan dirancang suatu system pemadam kebakaran (fire fighting) yang meliputi empat komponen penting yaitu perancangan sistem hidran, perancangan sistem spingkler, dan perencanaan APAR serta pemilihan pompa pemadam kebakaran yang sesuai dengan kebutuhan .

## **1.3 Tujuan Perencanaan**

Perencanaan instalasi pipa pemadam kebakaran ini bertujuan untuk melakukan dan mempersiapkan tindakan pencegahan terhadap terjadinya kebakaan (fire protecting) sehingga dapat menghindari terjadinya kebakaran yang lebih besar yang kemudian dapat meminimalisir kerugian yang diakibatkan. Selain tujuan tersebut perencanaan instalasi pipa ini ini di buat untuk mengetahui dasar-dasar Perencanaan sistem instalasi pencegahan dan penanggulangan kebakaran yang baik sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan oleh Pemda dan mengikuti ketentuan yang dikeluarkan oleh National Protection Fire Association (NPFPA) dan Standar Nasional Indonesia

## **1.4 Manfaat Perencanaan**

Diharapkan dengan perencanaan instalasi system fire fighting ini dapat menambah pengetahuan penulis mengenai perencanaan instalasi pipa pencegahan dan penanggulangan kebakaran yang baik dan benar untuk kemudian dapat dibayangkan dan dibandingkan dengan keadaan perencanaan yang sudah ada di lapangan selain itu hasil

**Universitas Indonesia**

dari perencanaan ini diharapkan dapat diperoleh pemakaiin pipa seefisien mungkin dengan tidak mengurangi mutu sehingga dapat menghemat biaya proyek.

### **1.5 Batasan Perencanaan**

Pada penulisan tugas akhir ini perlu dilakukan pembatasan masalah yang bertujuan untukmemperjelas dan sesuai dengan tujuan penyusunan tugas akhir ini. Adapun pembatasan masalah tersebut adalah sebagai berikut:

1. Perencanaan instalasi pipa pemadam kebakaran untuk sprinkler system dan hidran system, perhitungan diameter pipa, pemilihan jenis pompa, pemilihan material pipa rating dan spesifikasi pipa berdasarkan data-data yang tersedia.
2. Perancangan dan perhitungan instalasi pipa pemadam kebakaran untuk sprinkler dan hidran hanya dilakukan didalam gedung (indoor)
3. Perhitungan diameter pipa untuk pipa sprinkler dan indoor hidran box secara spesifik yang direncanakan hanya dilakukan untuk 1 lantai saja yaitu lantai 29,
4. Tinggi gedung yang digunakan dalam perhitungan tugas akhir ini adalah 106 meter.
5. Pembahasan hanya dibatasi pada bidang teknik mesin saja dan tidak menyinggung masalah instrument dan mengabaikan bidang-bidang yang tidak begitu mempengaruhi perhitungan perencanaan instalasi pipa
6. Pemilihan dan penentuan fitting katup penyangga, kapasitas serta tekanan yang telah disesuaikan dan ditentukan sesuai standard Dinas Pemadam Kebakaran DKI Jakarta.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan yang digunakan adalah sebagai berikut:

#### **BAB I Pendahuluan**

Pada bab ini berisikan tentang latar belakang, tujuan, perumusan permasalahan manfaat dan pembatasan perencanaan serta sistematika penulisan.

#### **BAB II Tinjauan Pustaka**

Pada bab ini berisikan tentang definisi kebakaran, metode pemadaman, system penyediaan air, jenis perencanaan instalasi pipa, perencanaan instalasi fire

protection system, head kerugian-kerugian, daya air, dasar laporan perancangan system pemadam kebakaran

### BAB III Metodologi Perencanaan

Pada bab ini berisikan objek perencanaan, prosedur ijin pemasangan instalasi pipa, teknik pengumpulan data, diagram alir

### BAB IV Perencanaan Lapangan

Pada bab ini berisikan data gedung dan data perencanaan gedung

### BAB V Perhitungan dan Analisa

Pada bab ini berisikan tahap analisa dan observasi, tahap perencanaan, perhitungan diameter, perhitungan tebal pipa, perhitungan head kerugian, pemilihan pompa

### BAB VI Kesimpulan dan Saran



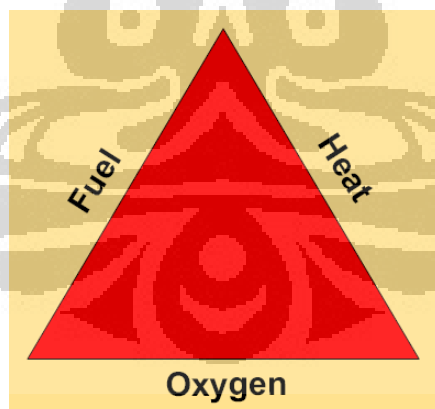
## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Definisi Kebakaran

Dalam kondisi tertentu, Api merupakan sahabat manusia yang dapat meringankan beban kita, sering digunakan untuk memasak, menghangatkan air, menghangatkan ruangan, melakukan proses-proses permesinan, peleburan logam dan lain-lain. Dibalik itu semua, api merupakan salah satu energi yang dapat membahayakan jika tidak di control dan diawasi, dan jika api yang ditimbul atau terjadi sudah di luar rencana atau kehendak manusia maka dapat disebut sebagai suatu kebakaran.

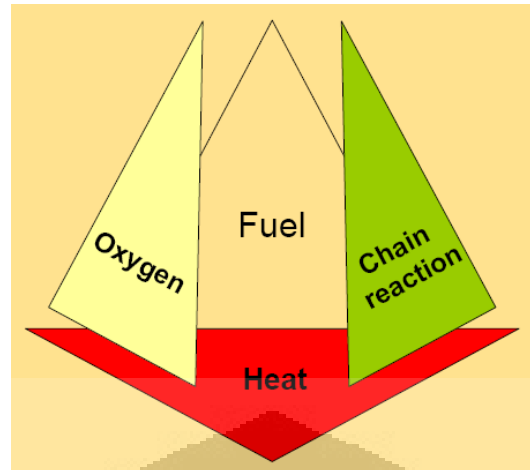
#### 2.1.1 Unsur Dasar Timbulnya Api

Fire triangle dan Tetrahedron (Segitiga api dan segi empat api). Untuk memadamkan api sebaiknya kita mengetahui beberapa hal tentang api. Api dihasilkan melalui reaksi kimia yang sangat cepat akibat adanya energi panas antara oksigen dan combustible material, yang menghasilkan panas, cahaya, lidah api, dan asap. Reaksi ini tergolong dalam reaksi eksoterm karena menghasilkan panas ke lingkungan.



Gambar 2.1 Segitiga Api

(Sumber: Charles A. Wentz, Safety, Health and Environmental Protection, MGH, 1998)



**Gambar 2.2** Segiempat Api

(Sumber: Charles A. Wentz, Safety, Health and Environmental Protection, MGH, 1998)

### 2.1.2 Syarat utama timbulnya api:

- Kadar oksigen yang cukup.
- Terdapat panas yang cukup untuk menaikkan temperature sampai pada ignition temperature material.
- Campuran bahan bakar yang panas.
- Reaksi kimia antara ketiga hal diatas.

### 2.1.3 Penyebab kebakaran

Berdasarkan pengamatan, pengalaman., penyidikan dan analisa dari setiap kebakaran, dapat diambil kesimpulan bahwa faktor-faktor penyebab terjadinya kebakaran adalah karena manusia, penyalaaan sendiri dan gerakan alam.

#### A. Faktor Manusia

1. Kurangnya pengertian terhadap penanggulangan bahaya kebakaran. Dalam hal ini, orang yang bersangkutan sama sekali belum mengerti atau kurang menguasai cara-cara penanggulangan bahaya kebakaran.
2. Mendekat-dekatkan benda-benda yang mudah terbakar ke sumber panas /api
3. Kelalaian. Dalam hal ini yang bersangkutan termasuk kepada orang-orang yang sudah memahami/mengerti tentang cara-cara penanggulangan bahaya kebakaran, hanya saja orang tersebut malas / lalai untuk menjalaninya

**Universitas Indonesia**

4. Sabotase atau sengaja

Adalah suatu kebakaran yang benar-benar sengaja dilakukan oleh seseorang dengan tujuan untuk maksud-maksud tertentu, misalnya dilakukan oleh Orang-orang yang tidak bertanggung jawab.

B. Penyalaan Sendiri

1. Penyimpanan-penyimpanan tembakau di gudang
2. Pada timbunan sampah

C. Kejadian Alam

1. Gunung meletus dengan menimbulkan awan pijar, batu-batuan pijar, lahar panas, gas panas, gempa bumi.
2. Kilatan petir
3. Sinar matahari
4. Kebakaran hutan

#### 2.1.4 Klasifikasi Kebakaran

Yang dimaksud dengan klasifikasi kebakaran adalah penggolongan kebakaran berdasarkan pada jenis benda-benda/ bahan bakar. Dan dengan adanya klasifikasi kebakaran ini dapat mempermudah kita untuk dapat dengan cepat mengetahui dan memilih media pemadaman yang akan digunakan untuk menghentikan kebakaran. Kebakaran dibedakan dalam 5 (lima) golongan, antara lain:

1. Bahaya Kebakaran Ringan

Jenis kebakaran ini mempunyai nilai kemudahan terbakar rendah dan apabila terjadi kebakaran melepaskan panas rendah, menjalarnya api juga lambat.

2. Bahaya Kebakaran Rendah kelompok I

Jenis kebakaran ini mempunyai nilai kemudahan terbakar rendah, penimbunan bahan yang mudah terbakar sedang dengan tinggi tidak lebih dari 2,5 meter dan apabila terjadi kebakaran panas sedang, penjalaran api sedang.

3. Bahaya Kebakaran Sedang kelompok II

Jenis kebakaran ini mempunyai nilai kemudahan terbakar sedang, penimbunan bahan yang mudah terbakar sedang dengan tinggi tidak lebih dari 4 meter dan apabila terjadi kebakaran panas sedang, penjalaran api sedang.

#### 4. Bahaya Kebakaran Sedang Kelompok III

Jenis kebakaran ini mempunyai nilai kemudahan terbakar tinggi dan apabila terjadi kebakaran melepaskan panas tinggi, menjalarnya api juga cepat.

#### 5. Bahaya Kebakaran Berat

Jenis kebakaran ini mempunyai nilai mudah terbakar tinggi dan apabila terjadi kebakaran melepas panas tinggi, menjalarnya api juga cepat.

### 2.1.5 Prinsip Pemadam Kebakaran

Pada dasarnya tujuan tindakan pengamanan bahaya kebakaran adalah sebagai berikut:

1. Perlindungan terhadap ancaman keselamatan jiwa
2. Perlindungan harta benda termasuk bangunan
3. Perlindungan informasi/ proses yang berlangsung
4. Perlindungan lingkungan hidup terhadap kerusakan

Sebagai realisasi dari tindakan tersebut, maka system pengamanan terhadap kebakaran meliputi sekurang-kurangnya:

1. Mencegah timbulnya ignition api
2. Membuat prosedur pertolongan
3. Membatasi penjaran api
4. Mendeteksi dan melakukan pemadaman dini
5. Meminimalisir kerusakan bila terjadi kebakaran

Sistem pengamanan tersebut perlu direalisasikan dalam perancangan, pelaksanaan, pemanfaatan, dan pemeliharaan system dengan manajemen yang baik.

### 2.2 Metode Pemadaman

Prinsip pemadaman adalah merusak keseimbangan campuran antara unsur-unsur/ factor penunjang terjadinya api. Telah diuraikan terdahulu bahwa dalam proses kebakaran untuk menimbulkan terjadinya api, dibutuhkan 3 (tiga) factor, yaitu bahan/benda, sumber panas, dan oksigen. Bilamana salah satu dari ketiga factor tersebut tidak ada, maka api tidak akan terjadi. Penghilangan atau pengurangan salah

satu dari ketiga factor tersebut akan membuat api padam. Dengan demikian untuk menghilangkan atau memadamkan api dapat dilakukan dengan cara:

1. Smothering (Penutupan/penyelimutan)

Yaitu: Pemadaman isolasi/ lokalisasi, memutuskan hubungan udara luar dengan benda/bahan yang terbakar agar perbandingan udara (oksigen) dengan benda yang terbakar berkurang.

2. Cooling (Pendinginan)

Yaitu: Mengurangi/ menurunkan panas hingga benda yang terbakar mencapai suhu dibawah titik nyalanya

3. Starvation

Yaitu: Mengurangi/mengambil jumlah bahan-bahan yang terbakar atau menutup aliran bahan (cair/gas) yang terbakar.

## 2.3 Sistem Penyediaan Air

Setiap sistem sprinkler otomatis harus dilengkapi dengan sekurang-kurangnya satu jenis sistem penyediaan air yang bekerja secara otomatis, bertekanan dan berkapasitas cukup, serta dapat diandalkan setiap saat. Sistem penyediaan air harus dibawah pengawasan pemilik gedung. Apabila pemilik tidak dapat mengendalikannya, harus ditunjuk badan lain yang diberi kuasa penuh untuk maksud tersebut. Air yang digunakan tidak boleh mengandung serat atau bahan lain yang dapat mengganggu bekerjanya sprinkler. Pemakaian air asin tidak diijinkan, kecuali bila tidak ada penyediaan air lain pada waktu terjadi kebakaran.

### 2.3.1 Jaringan Kota

Pipa penyalur untuk system sprinkler dapat disambung pada system jaringan kota apabila kapasitas dan tekanan mencukupi. Kapasitas dan tekanan system jaringan kota dapat diketahui dengan mengadakan pengukuran langsung pada jaringan distribusi di tempat penyambungan yang direncanakan atas izin perusahaan Air Minum.



### 2.3.2 Tangki Gravitasi

Tangki gravitasi adalah tangki yang diletakkan pada ketinggian tertentu dan direncanakan dengan baik sehingga dapat diterima sebagai sistem penyediaan air. Tangki Gravitasi yang digunakan untuk melayani keperluan rumah tangga, kran kebakaran, dan sistem sprinkler otomatis harus:

1. Direncanakan dan dipasang sedemikian rupa, sehingga dapat menyalurkan air dalam kuantitas dan tekanan yang cukup untuk sistem tersebut.
2. Mempunyai lubang aliran keluar untuk keperluan rumah tangga pada ketinggian tertentu dari dasar tangki, sehingga persediaan minimum yang diperlukan untuk pemadaman kebakaran dapat dipertahankan.
3. Mempunyai lubang aliran keluar untuk kran kebakaran pada ketinggian tertentu dari dasar tangki, sehingga persediaan minimum yang diperlukan untuk sistem sprinkler otomatis dapat dipertahankan.

### 2.3.3 Tangki Bertekanan

Tangki bertekanan yang direncanakan dengan baik dapat diterima sebagai sistem penyediaan air, tekanan udara pada tangki bertekanan harus dapat diatur secara otomatis. Dan apabila tangki bertekanan merupakan satu-satunya sistem penyediaan air, sistem tersebut harus juga dilengkapi dengan alat tanda bahaya yang memberikan peringatan apabila tekanan atau tinggi muka air dalam tangki turun melampaui batas yang ditentukan. Tangki bertekanan hanya boleh digunakan untuk melayani sistem sprinkler dan sistem slang (selang) kebakaran yang dihubungkan pada perpipaan sprinkler. Tangki bertekanan harus selalu terisi air 2/3 penuh dan diberi tekanan udara sekurang-kurangnya 5 kg/ ditambah dengan 3 x tekanan yang disebabkan oleh berat air pada perpipaan sistem sprinkler diatas tangki.

## 2.4 Jenis Perencanaan Instalasi Pipa dan Sistem Pemipaan

### **2.4.1 Jenis Perencanaan Instalasi Pipa**

Bila ditinjau dari segi lokasi, perencanaan instalasi pipa secara umum dibagi menjadi 2 (dua) jenis perencanaan, antara lain:

1. Perencanaan Instalasi Pipa diluar gedung
2. Perencanaan Instalasi Pipa didalam gedung

Kedua jenis perencanaan instalasi pipa tersebut memiliki perbedaan, namun pada tugas akhir ini akan lebih dijelaskan lebih detail pada perencanaan instalasi pipa didalam gedung.

#### **2.4.1.1 Perencanaan Instalasi pipa di luar gedung**

Pada perencanaan instalasi pipa diluar gedung, fluida/ cairan yang dialirkan tidak hanya berupa air atau gas saja, tetapi dapat juga berupa minyak atau cairan-cairan kimia. Sistem perencanaan instalasi pipa diluar gedung dapat dibagi menjadi:

1. Perencanaan instalasi pipa bidang perminyakan dan gas
2. Perencanaan instalasi pipa bidang industry kimia
3. Perencanaan instalasi pipa pada bidang industry lainnya
4. Perencanaan instalasi pipa dinas PDAM

#### **2.4.1.2 Perencanaan Instalasi pipa didalam gedung**

Perencanaan instalasi pipa didalam gedung sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. Sistem perencanaan instalasi pipa didalam gedung dibagi menjadi:

1. Perencanaan pipa distribusi air bersih dan air kotor
2. Perencanaan instalasi pipa air buangan
3. Perencanaan instalasi pipa pencegahan dan penanggulangan kebakran
4. Perencanaan instalasi pipa sentral Air Conditioning

## 2.4.2 Sistem Pemipaan

Peralatan-peralatan yang terpasang untuk system instalasi pipa pencegahan dan penanggulangan kebakaran adalah sebagai berikut.

### 2.4.2.1Pipa

Pipa merupakan suatu alat yang digunakan untuk menyalurkan fluida. Dalam hal ini yang disalurkan adalah fluida cair, yaitu air. Dalam menentukan jenis pipa yang digunakan harus disesuaikan dengan tekanan yang dibutuhkan untuk mengalirkan fluida. Pipa yang digunakan untuk instalasi pipa pemadam kebakaran adalah jenis black steel schedule-40. Panjang standard pipa black steel schedule 40 adalah 6 meter. Pipa black steel dipakai sebagai instalasi pipa pencegahan dan penanggulangan kebakaran sebagai berikut:

1. Memiliki ketahanan terhadap panas
2. Memiliki kekuatan baja yang baik
3. Dapat menahan tekanan tinggi



**Gambar 2.3** Pipa Sprinkler

(Sumber: Presentasi Ir Rusdi Malin M.Eng, Fire Fighting Sistem High Rise Building )

Dibawah ini adalah ukuran pipa yang terdapat dipasaran

**Tabel 2.1** Ukuran Pipa yang Umum Digunakan

<b>Diameter Pipa (inchi)</b>	<b>Diameter Pipa (mm)</b>
1/2	15
3/4	20

1	25
1¼	32
1½	40
2	50
2½	65
3	75
4	100
6	150
8	200
10	250
12	300

(sumber SNI 03-1745-2000)

#### 2.4.2.2 Pompa

Pompa yang digunakan untuk instalasi pipa pencegahan dan penanggulangan kebakaran pada bangunan tinggi adalah pompa jenis sentrifugal.

Ada 3 (tiga) jenis pompa yang digunakan, antara lain:

1. Electric Motor Pump

Digunakan untuk mengalirkan air bersih, menuju roof tank menuju instalasi sprinkler system dan hydran box

2. Diesel Engine Pump

Digunakan untuk pompa pencegahan dan penanggulangan kebakaran sebagai pengganti electric pump yang kemungkinan pada kebakaran tidak berfungsi karena aliran listrik padam.

3. Jockey Engine Motor Pump

Digunakan untuk menambah tekanan air dalam pipa pada saat electric pump sedang beroperasi. Rumah Pompa merupakan salah satu pokok yang diatur dalam standard instalasi pipa. Dengan persyaratan:

1. Dalam bangunan khusus dan terpisah

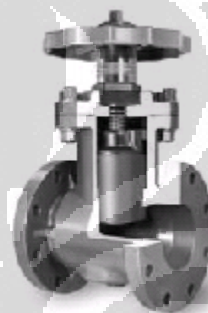
2. Dalam bangunan yang bersebelahan. Bersatu dengan bangunan yang dilindungi dan dipisahkan oleh dinding yang ketahanannya terhadap api minimal 2 (dua) jam.

### 2.4.2.3 Katup

Katup yang digunakan pada instalasi pipa bangunan tinggi antara lain:

1. Gate Valve

Berfungsi untuk membuka dan menutup aliran pada pipa

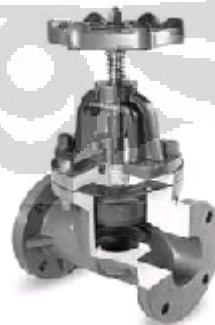


**Gambar 2.4** Gate Valve

(Sumber: Laporan Kerja Praktek Hendri Rosas 2008)

2. Globe valve

Pada dasarnya fungsi dari globe valve sama dengan gate valve, yaitu dengan untuk membuka dan menutup aliran pada pipa. Tetapi bila melewati globe valve, aliran akan membentuk pola huruf S. Hal ini akan menahan air sehingga tekanan yang terjadi tidak meningkat.



**Gambar 2.5.** Globe Valve

(Sumber: Laporan Kerja Praktek Hendri Rosas 2008)

### 3. Check Valve

Berfungsi untuk menahan aliran balik apabila pompa berhenti beroperasi



**Gambar 2.6** Check Valve

(Sumber: Laporan Kerja Praktek Hendri Rosas 2008)

### 4. Pressure Reduce Valve

Berfungsi untuk mengurangi tekanan air dalam pipa agar air yang mengalir pada pipa mempunyai tekanan konstan. PRV ini dipasang pada cabang pipa dari shaft yang masuk ke tiap lantai. Gambar PRV dapat dilihat dibawah ini



**Gambar 2.7** Pressure Reduce Valve

(Sumber: <http://www.made-in-china.com/image/2f0j00pMAaBvynFQgcvM/Pressure-Reducing-Valve-01-.jpg>)

#### 2.4.2.4 Penyambungan pipa (fitting)

Penyambungan pipa dapat dilakukan dengan cara:

- Sambungan Ulir, untuk galvanized iron pipe dan black steel kadang juga PVC
- Sambungan Las, untuk black steel dengan diameter
- Sambungan dengan menggunakan lem, untuk pipa PVC

Macam-macam penyambungan pipa antara lain:

- Shocked untuk menyambung pipa lurus dengan diameter sama
- Knee/Siku/Elbow untuk menyambung pipa yang membelok
- Tee untuk menyambung 3 (tiga) buah pipa
- Reducer: Untuk menyambung pipa lurus dengan diameter berbeda
- Flens untuk menghubungkan 2 (dua) buah pipa yang disambung dengan cara pengelasan dan dihubungkan dengan baut
- Flug: untuk menutup ujung pipa agar tidak didahului oleh air

## 2.5 Perencanaan Instalasi Fire Protection Sistem

Pada perencanaan instalasi fire protection system, alat-alat yang digunakan antara lain:

### 2.5.1 Sprinkler System

Sistem pemercik air (sprinkler system) adalah suatu jaringan instalasi pemipaan yang dapat memancarkan air bertekanan tertentu, secara otomatis berdasarkan sensor panas, kesegala arah dalam suatu ruangan. Macam-macam system sprinkler antara lain:

i. Sprinkler system basah

Pada system ini seluruh jaringan sprinkler (baik dibawah maupun diatas katup kendali/control valve) berisi air bertekanan tertentu yang dihubungkan dengan persediaan air, sehingga memungkinkan system sprinkler tersebut dapat bekerja pada saat kepala sprinkler pecah dan langsung memancarkan air. Sistem sprinkler ini pada katup kendalinya biasanya dilengkapi dengan peralatan tabung penghambat (retard chamber). Fungsi dari peralatan ini adalah untuk menghindari aktifnya alarm gong akibat terjadinya kelebihan tekanan air sesaat yang dikirim melalui katup kendali.

Cara Kerja:

Dengan pecahnya kepala sprinkler karena menerima panas sesuai dengan tingkat suhunya,, maka air akan memancar keluar. Air yang memancar dari kepala sprinkler mengakibatkan tekanan dalam jaringan instalasi turun

sampai titik tertentu. Turunnya tekanan akan mengakibatkan pressure switch menggerakkan pompa sehingga pompa bekerja. Setelah pompa bekerja menekan air, air mengalir melalui jaringan menuju titik-titik sprinkler termasuk mengaktifkan alarm gong.

ii. Sprinkler system kering (dry pipe system)

Sprinkler system kering adalah suatu jaringan sprinkler dimana selain menggunakan katup kendali, juga dilengkapi dengan katup kering (dry pipe valve), dari titik dry pipe valve sampai ke titik-titik sprinkler tidak berisi air, tetapi berisi tekanan udara. Sedangkan dari dry pipe valve sampai ke pompa berisi air tekanan. Sistem ini biasanya digunakan pada daerah yang mengalami musim dingin seperti di Negara-negara eropa dan Amerika

Cara Kerja:

Serupa dengan cara kerja system basah pada saat kepala sprinler pecah, tidak langsung keluar pancaran air, melainkan didahului keluarnya udara bertekanan. Pada saat tekanan pada jaringan turun, dry pipe valve terbuka mengalir ke titik-titik sprinkler sekaligus mengaktifkan pompa kebakaran dan alarm gong.

Pada instalasi ini system sprinkler dapat dibagi menjadi beberapa sub – sistem, yaitu :

- Sprinkler System

Sistem ini merupakan suatu sistem pencegahan pertama yang sangat baik yang mana pada pemakaiannya dilengkapi dengan Heat Detector.

**Tabel 2.2** Warna Cairan dan Temperatur Sprinkler

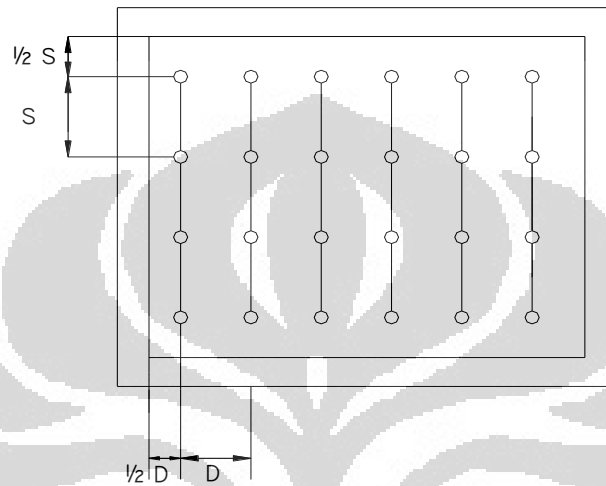
Rata –rata Temperatur	Warna dari cairan bola
57	Jingga
68	Merah
79	Kuning
93	Hijau
141	Biru



182	Ungu ( Mauve )
204 – 260	Hitam

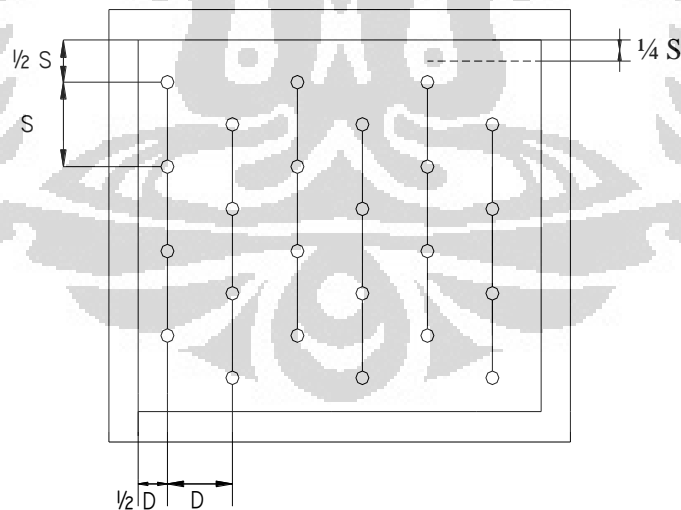
(Sumber: “ Panduan Pemasangan Sistem Sprinkler untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Rumah dan Gedung “, 1987, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.)

Untuk penempatan sprinkler head, terdapat 2 jenis sistem pengaturan penempatan, yaitu :



**Gambar 2.8** Metode  $\frac{1}{2} S$  dan  $\frac{1}{2} D$

(Sumber : Yuriadi Kusuma)



**Gambar 2.9.** Metode  $\frac{1}{4} S$  dan  $\frac{1}{2} D$

(Sumber : Yuriadi Kusuma)

Gambar 2.8 dan 2.9 adalah Jenis – jenis Pengaturan Penempatan

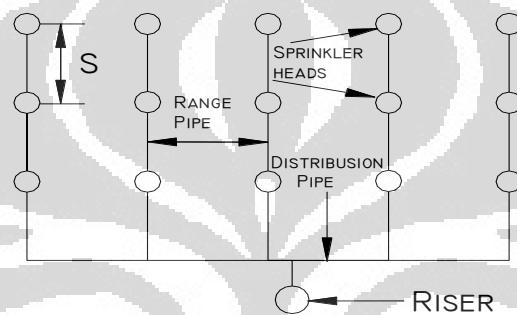
$S$  = Jarak antara 2 kepala sprinkler dan jarak kepala sprinkler ke dinding

$D$  = Jarak antara 2 jalur pipa dan jalur pipa ke dinding

Dari hasil perkalian antara  $S$  dengan  $D$  kita dapat menentukan klasifikasi kebakaran sebagai berikut :

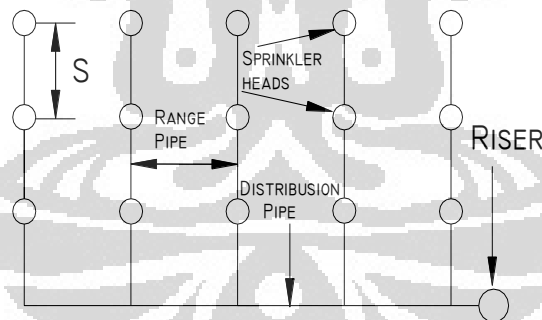
- Untuk kebakaran ringan :  $S \times D \leq 21 \text{ m}^2$
- Untuk kebakaran sedang :  $S \times D = (9 \sim 21) \text{ m}^2$
- Untuk kebakaran ringan :  $S \times D \leq 9 \text{ m}^2$

Disamping dua jenis penempatan tersebut, terdapat pula beberapa metode distribusi untuk sprinkler bila melihat posisi dari pipa distribusi.



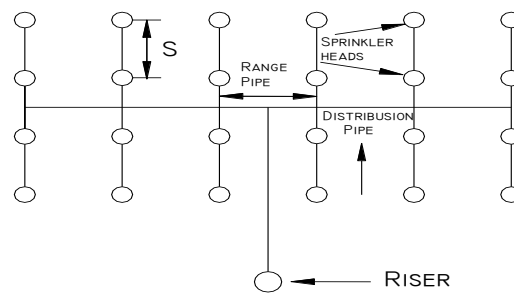
**Gambar 2.10** End Side With Centre Feed Pipe

(Sumber : Yuriadi Kusuma)

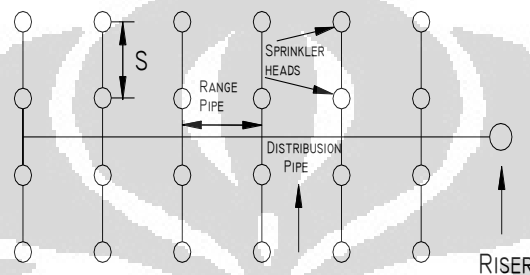


**Gambar 2.11** End Side With Feed Pipe

(Sumber : Yuriadi Kusuma)



**Gambar 2.12** End Centre With Centre Feed Pipe  
(Sumber : Yuriadi Kusuma)



**Gambar 2.13** End Centre With End Feed Pipe  
(Sumber : Yuriadi Kusuma)

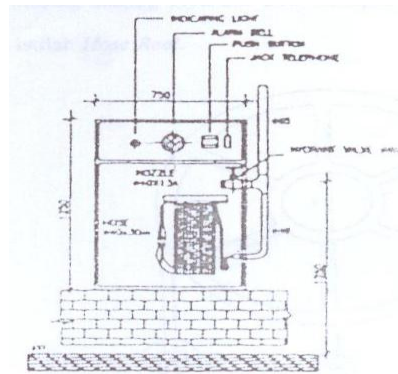
Gambar 2.10, 2.11, 2.12, 2.13 adalah Metode Distribusi Untuk Sprinkler

- Hydrant System

Pada sistem ini dapat dibagi lagi menjadi tiga bagian :

a).Hydrant Box

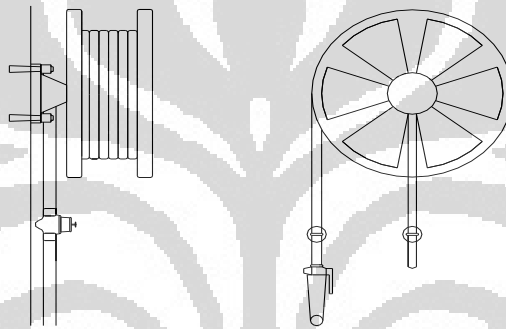
Hydrant Box ini dapat dibagi menjadi dua yaitu berupa Indoor Hydrant ( terletak di dalam gedung ) atau Outdoor Hydrant ( terletak di luar gedung ). Pemasangan Hydrant Box ini biasanya disesuaikan dengan kebutuhan dan luas ukuran ruangan serta luas gedung. Tetapi untuk ukuran minimalnya diharuskan pada tiap lantai terdapat minimal satu buah dan begitu pula untuk yang di luar gedung. Untuk pemasangan Hydrant Box di dalam ruangan pada bagian atasnya ( menempel pada dinding ) harus disertai pemasangan alarm bel. Pada Hydrant Box terdapat gulungan selang atau lebih dikenal dengan istilah Hose Reel.



L x W x H : 750 x 180 x 1250

**Gambar 2.14** Indoor Hydrant Box

(Sumber : Yuriadi Kusuma)

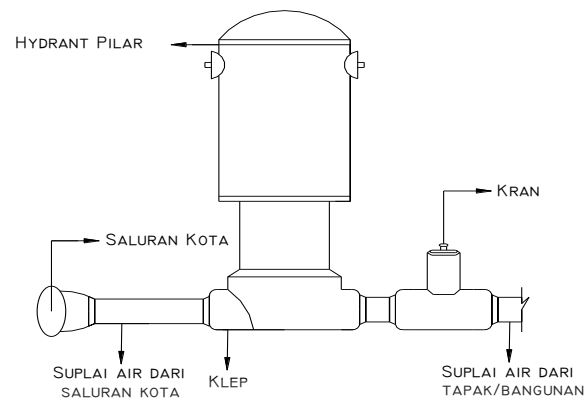


**Gambar 2.15** Hose Reel

(Sumber : Yuriadi Kusuma)

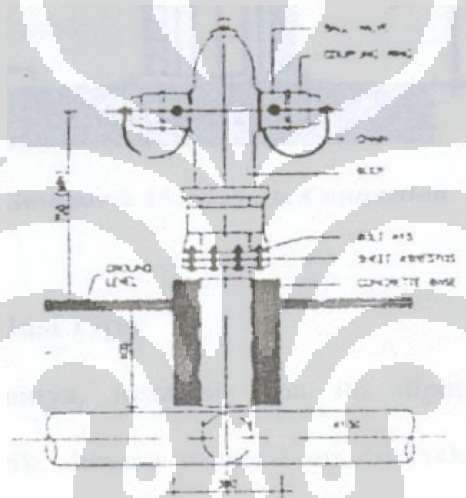
b). Hydrant Pillar

Alat ini memiliki fungsi untuk menyuplai air dari PAM dan GWR gedung disalurkan ke mobil Pemadam Kebakaran agar Pemadam Kebakaran dapat menyiram air mobil ke gedung yang sedang terbakar. Alat ini diletakan dibagian luar gedung yang jumlahnya serta peletakannya disesuaikan dengan luas gedung.



**Gambar 2.16.** Suplai Air untuk Hydrant Pillar

(Sumber : Yuriadi Kusuma)

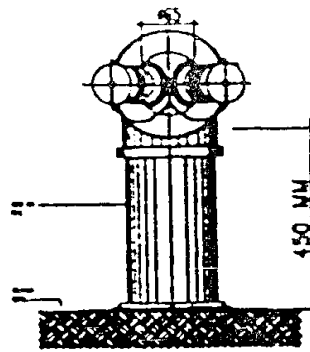


**Gambar 2.17** Hydrant Pillar

(Sumber : Yuriadi Kusuma)

c) Siamese Connection

Alat ini memiliki fungsi untuk menyuplai air dari mobil Pemadam Kebakaran untuk disalurkan ke dalam sistem instalasi pipa pencegahan dan penanggulangan kebakaran yang terpasang di dalam gedung selanjutnya dipancarkan melalui sprinkler – sprinkler dan hydrant box di dalam gedung. Alat ini diletakan pada bagian luar gedung yang jumlahnya serta peletakannya disesuaikan dengan luas dan kebutuhan gedung itu sendiri.



**Gambar 2.18** Siamese Connection

(Sumber : Yuriadi Kusuma)

## 2.6 Prinsip Dasar Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal adalah salah satu peralatan sederhana yang sering digunakan pada berbagai proses dalam suatu pabrik. Pompa sentrifugal ini mempunyai tujuan untuk mengubah energy dari suatu pemindah utama ( motor electric atau turbin) menjadi kecepatan atau energy kinetic dan kemudian menjadi energy tekanan dari suatu fluida yang dipompakan. Perubahan energy terjadi melalui sifat dari kedua bagian utama pompa, impeller dan volute atau diffuser. Impeller adalah bagian yang berotasi (berputar) yang mengubah energy menjadi energy kinetic. Volute dan diffuser adalah bagian yang stationer (tidak bergerak) yang mengubah dari energy kinetic menjadi energy tekanan.

Karakter Sistem Pemompaan:

### 1. Tahanan Sistem: head

Tekanan diperlukan untuk memompa cairan melewati sistim pada laju tertentu. Tekanan ini harus cukup tinggi untuk mengatasi tahanan sistim, yang juga disebut “head”. Head total merupakan jumlah dari head statik dan head gesekan/ friksi:

- Head Statik

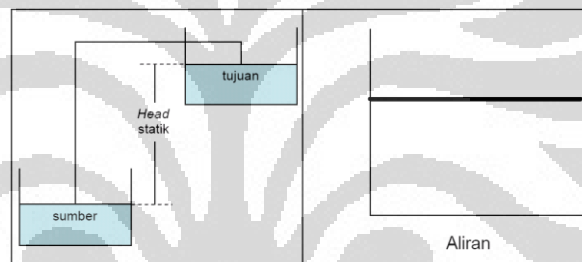
Head statik merupakan perbedaan tinggi antara sumber dan tujuan dari cairan yang dipompakan (lihat Gambar dibawah). Head statik merupakan aliran yang independen (lihat Gambar dibawah). Head

statik pada tekanan tertentu tergantung pada berat cairan dan dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$Head(feet) = \frac{Tekanan(psi) \times 2,31}{specific\_gravity} \quad (2.1)$$

Head statik terdiri dari:

- Head hisapan statis (h<sub>S</sub>): dihasilkan dari pengangkatan cairan relatif terhadap garis pusat pompa. h<sub>S</sub> nilainya positif jika ketinggian cairan diatas garis pusat pompa, dan negative jika ketinggian cairan berada dibawah garis pusat pompa (juga disebut “pengangkat hisapan”)
- Head pembuangan statis (h<sub>d</sub>): jarak vertikal antara garis pusat pompa dan permukaan cairan dalam tangki tujuan.

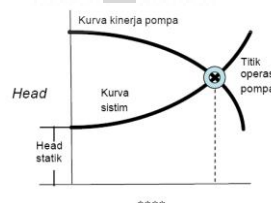


**Gambar 2.19** Head Statik

(Sumber: [www.cheresources.com](http://www.cheresources.com))

## 2. Titik Operasi Pompa

Debit aliran pada head tertentu disebut titik tugas. Kurva kinerja pompa terbuat dari banyak titik-titik tugas. Titik operasi pompa ditentukan oleh perpotongan kurva sistim dengan kurva pompa sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar dibawah ini



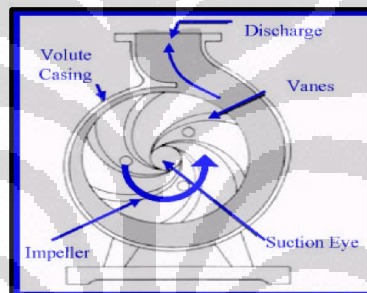
**Gambar 2.20.** Titik Operasi Pompa

(Sumber: [www.cheresources.com](http://www.cheresources.com))

## 3. Prinsip Kerja Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal merupakan salah satu peralatan yang paling sederhana dalam berbagai proses pabrik. Gambar 8 memperlihatkan bagaimana pompa jenis ini beroperasi:

- Cairan dipaksa menuju sebuah impeler oleh tekanan atmosfer, atau dalam hal jet pump oleh tekanan buatan.
- Baling-baling impeler meneruskan energi kinetik ke cairan, sehingga menyebabkan cairan berputar. Cairan meninggalkan impeler pada kecepatan tinggi.
- Impeler dikelilingi oleh volute casing atau dalam hal pompa turbin digunakan cincin diffuser stasioner. Volute atau cincin diffuser stasioner mengubah energi kinetik menjadi energi tekanan



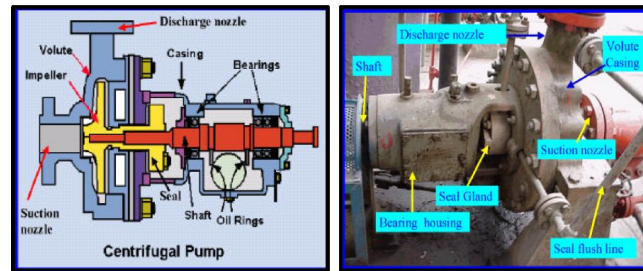
**Gambar 2.21.** Lintasan Aliran Cairan Pompa Sentrifugal  
(Sumber: [www.cheresources.com](http://www.cheresources.com))

#### 4. Komponen Dari Pompa Sentrifugal

Komponen utama dari pompa sentrifugal terlihat pada Gambar 9 dan diterangkan dibawah ini:

1. Komponen berputar: impeller yang disambungkan ke sebuah poros
2. Komponen statis: casing, penutup casing, dan bearings.





**Gambar 2.22.** Komponen Utama Pompa sentrifugal

(sumber: Shadev)

## 2.7 Head Total Pompa

Head total pompa merupakan parameter penting yang menunjukkan energy mekanik yang terkandung dalam fluida dan dinyatakan dengan satuan tinggi kolom fluida dalam meter. Head dipengaruhi oleh head tekanan, head kecepatan serta rugi-rugi karena gesekan dan turbulensi. Persamaan nilai head ini dalam perhitungan dinyatakan sebagai berikut:

Head total pompa:

$$H = h_o + \Delta h_p + h_l + \frac{v_d^2}{2g} \quad (2.2)$$

Dimana:

- $h_o$  : head static total (m)

Berupa perbedaan tinggi antara permukaan air di sisi keluar (discharge) dan disisi masuk/hisap (suction)

- $\Delta h_p$  : perbedaan head tekanan yang bekerja kedua permukaan air. Dihitung

berdasarkan beda tekanan yang terukur pada pressure gauge dan vacuum gauge

$$\Delta h_p = \Delta h_{p2} - \Delta h_{p1}$$

Dimana  $\Delta h_{p2}$ : vacuum gauge,  $\Delta h_{p1}$ : pressure gauge

- $\Delta h_f$ : kerugian di jalur pipa, katup, belokan, sambungan

- $\frac{v^2}{2g}$  : head kecepatan keluar (m)

## 2.8 Head Kerugian-Kerugian

Merupakan head untuk mengatasi kerugian-kerugian yang dapat terjadi pada pompa dimana terdiri dari head kerugian gesek dalam pipa, head kerugian gesek dalam pipa, head kerugian pada jalur masuk/keluar pipa, head kerugian dalam belokan (elbow), hingga pada katup-katup.

1. Head kerugian gesek dalam pipa: berupa kerugian yang terjadi akibat gesekan antara aliran fluida dan permukaan pipa, dimana digunakan persamaan sebagai berikut:

$$h_f : \lambda \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (2.3)$$

Dimana  $v$ : Kecepatan rata-rata aliran di dalam pipa (m/s)

$\lambda$  : Koefisien Kerugian Gesek

L: panjang pipa (m)

D: diameter (m)

g: percepatan gravitasi ( $9.8\text{m/s}^2$ )

Selanjutnya, untuk aliran yang laminar dan yang turbulen, terdapat rumus yang berbeda. Sebagai patokan apakah suatu aliran itu laminar atau turbulen, dipakai bilangan Reynolds:

$$\text{Re} : \frac{vD}{\nu} \quad (2.4)$$

Dimana Re: Bilangan Reynolds (tak berdimensi)

$v$  : Kecepatan rata-rata aliran didalam pipa (m/s)

$\nu$ : viscositas kinematik zat cair ( $\text{m}^2/\text{s}$ )

Pada  $\text{Re} < 2300$  ; aliran bersifat laminar

Pada  $\text{Re} > 4000$  ; aliran bersifat turbulen

Pada  $\text{Re} = 2300-4000$  ; terdapat daerah transisi, dimana

Aliran dapat bersifat laminar dan turbulen tergantung pada kondisi pipa dan aliran

## (I) Aliran Laminar

Dalam hal aliran laminar, koefisien kerugian gesek untuk pipa ( $\lambda$ ) didalam persamaan dapat dinyatakan dengan

$$\lambda = \frac{64}{Re} \quad (2.5)$$

## (II) Aliran Turbulen

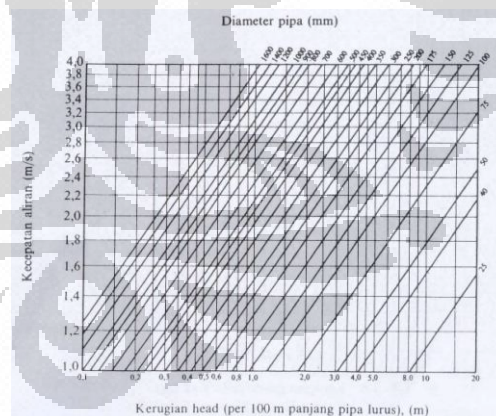
Untuk menghitung kerugian gesek dalam pipa pada aliran turbulen terdapat berbagai rumus empiris. Dibawah ini akan diberikan cara perhitungan dengan rumus Darcy dan Hazen-Williams

## 1. Formula Darcy

Dengan cara Darcy, koefisien kerugian gesek  $\lambda$  dari persamaan dihitung menurut rumus:

$$\lambda = 0.2 + \frac{0.0005}{D} \quad (2.6)$$

Di mana D adalah diameter dalam pipa (m). Rumus ini berlaku untuk pipa baru dari besi cor. Jika pipa telah dipakai selama bertahun-tahun, harga  $\lambda$  akan menjadi 1.5 sampai 2 kali harga barunya.



**Tabel 2.3.** Kondisi pipa dan harga C

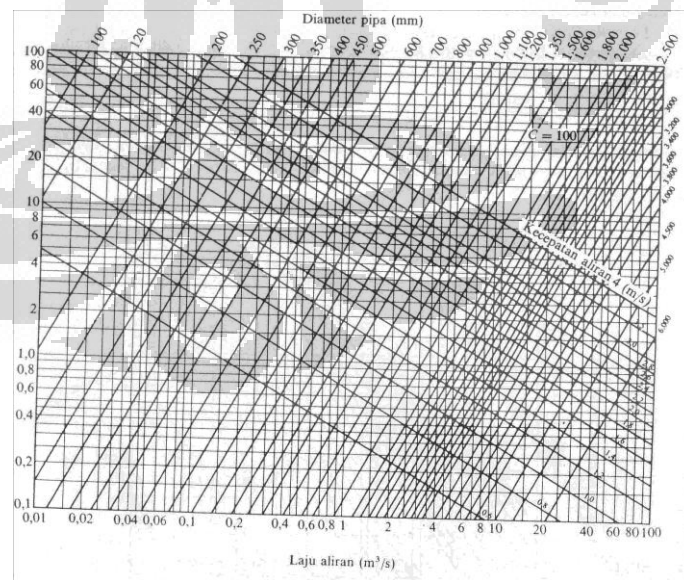
Jenis Pipa	C
Pipa Besi Cor Baru	130
Pipa besi cor tua	100
Pipa baja baru	120-130
Pipa baja tua	80-100
Pipa dengan lapisan semen	130-140
Pipa dengan lapisan ter arang batu	140

(Sumber: SNI 03-1745-2000)

Atas dasar rumus darcy ini kerugian head untuk setiap 100 meter panjang pipa lurus, dapt dihitung dari diagram

## 2. Rumus Hazen Williams

Rumus ini pada umumnya dipakai untuk menghitung kerugian head dalam pipa yang relatip sangat panjang seperti jalur pipa penyalur air minum. Bentuknya serupa

**Gambar 2.24.** Kerugian gesek pada pipa lurus

(rumus Hazen-William, C=100).

(Sumber: Buku Pompa dan Kompresor karangan Ir Sularso)

Dengan persamaan dan dinyatakan sebagai berikut

$$h_f = \frac{10.666Q^{1.85}}{C^{1.85}D^{4.85}} \cdot L \quad (2.7)$$

Dimana:

$h_f$ : Kerugian head (m)

C: Koefisien Material pipa

D : Diameter pipa (m)

L: panjang pipa (m)

Q: laju aliran ( $m^3/s$ )

Rumus gradient hidrolik Hazen Williams:

$$Q = 1.67 \cdot c \cdot d^{2.63} \cdot i^{0.54} \cdot 10000 \quad (2.8)$$

Dimana Q: laju aliran air (liter/menit)

C: koefisien laju aliran

d: diameter dalam pipa

i: gradient hidrolik ( m/m) dimana i:  $h_f/L$

## 2. Kerugian head dalam jalur pipa

Dalam aliran melalui jalur pipa, kerugian juga akan terjadi apabila ukuran pipa, bentuk penampang, atau arah aliran berubah. Kerugian head di tempat-tempat transisi yang demikian itu dapat dinyatakan secara umum dengan rumus

$$h_f = \frac{f \cdot v^2}{2g} \quad (2.9)$$

Dimana “v” adalah kecepatan rata-rata di pipa keluar

f: koefisien kerugian

g: percepatan gravitasi ( $9.8m/s^2$ )

$h_f$ : Kerugian head (m)

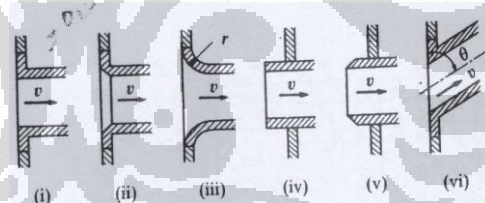
Cara menentukan harga f untuk berbagai bentuk transisi pipa akan diperinci seperti dibawah ini

a. Ujung masuk pipa

Jika ‘v’ menyatakan kecepatan aliran setelah masuk pipa, maka harga koefisien kerugian f dari rumus untuk berbagai bentuk ujung masuk pipa seperti diperlihatkan dalam gb menurut weisbach adalah sebagai berikut:

- (i)  $f=0,5$
- (ii)  $f = 0.25$
- (iii)  $f = 0.06$  ( untuk r kecil) sampai 0.0005 (untuk r besar)
- (iv)  $f = 0.56$
- (v)  $f = 3.0$  (untuk sudut tajam) sampai 1.3 (untuk sudut  $45^0$ )
- (vi)  $f = f_1 + 0.3 \cos \theta + 0.2 \cos \theta$

dimana  $f_1$  adalah koefisien bentuk dari ujung masuk dan mengambil harga (i) sampai (v) sesuai dengan bentuk yang dipakai. Bila ujung pipa isap memakai mulut lonceng yang tercelup dibawah permukaan air maka harga f adalah seperti yang diperlihatkan dalam gambar

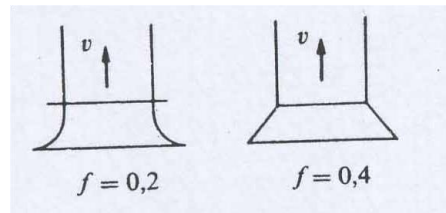


**Gambar 2.25.** Macam-macam Ujung Masuk Pipa

(Sumber: Buku Pompa dan Kompresor karangan Ir Sularso)

b. Koefisien kerugian pada belokan pipa

Ada dua macam belokan pipa, yaitu belokan lengkung dan belokan patah (miter dan multipiece bend). Untuk belokan lengkung sering dipakai rumus fuller dimana f dari persamaan dinyatakan sebagai berikut:



**Gambar 2.26.** Koefisien Kerugian pada belokan pipa  
(Sumber: Buku Pompa dan Kompresor karangan Ir Sularso)

$$f = \left[ 0.131 + 1.847 \left( \frac{D}{2R} \right)^{3.5} \right] \left( \frac{\theta}{90} \right)^{0.5} \quad (2.10)$$

Dimana D: diameter dalam pipa (m)

R: jari jari lengkung sumbu belokan

$\theta$ : sudut belokan (derajat)

f: koefisien kerugian

Hubungan diatas digambarkan dalam diagram seperti diperlihatkan dalam Gb

Dari percobaan Weisbach dihasilkan rumus yang umum dipakai untuk belokan patah sebagai berikut

$$f = 0.946 \sin^2 \frac{\theta}{2} + 2.047 \sin^4 \frac{\theta}{2} \quad (2.11)$$

Dimana  $\theta$  : sudut belokan

f : Koefisien kerugian

Hubungan antara sudut dan koefisien kerugian diberikan dalam table. Adapun koefisien kerugian untuk belokan patah dengan potongan banyak (multipiece) diberikan dalam tabel

c. Kerugian karena pembesaran penampang secara gradual

Dalam hal ini kerugian head dinyatakan sebagai:

$$h_f : f \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g} \quad (2.12)$$

Dimana:  $v_1$  : Kecepatan rata-rata penampang yang kecil

(m/s)

$v_2$  : Kecepatan rata-rata penampang yang besar (m/s)

f : koefisien kerugian

$g$  : Percepatan gravitasi

$h_f$ : kerugian head (m)

Koefisien kerugian untuk pembesaran penampang secara gradual pada penampang bebrbentuk lingkaran diberikan dalam Gb. Hasil percobaan menunjukkan bahwa harga minimum sebesar 0.135 terjadi bila  $\theta$  adalah sebesar  $5^0$  sampai  $6^030'$ . Juga untuk penampang bujur sangkar, harga minimum sebesar kira-kira 0.145 terjadi pada  $\theta = 6^0$ . Harga minimum untuk penampang segiempat sebesar 0.17 sampai 0.18 terjadi pada  $\theta = 11^0$

d. Pengecilan penampang pipa secara mendadak

Kerugian head untuk orifis diberikan dengan rumus:

$$h_f : f \frac{v_2^2}{2g} \quad (2.13)$$

Dimana  $v$  adalah kecepatan rata-rata di penampang pipa.

e. Ujung keluar pipa

Kerugian keluar pada ujung pipa keluar diberikan menurut rumus:

$$h_f : f \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (2.14)$$

Dimana  $f$  : 1 dan " $v$ " adalah kecepatan rata-rata dipipa ke luar

### 3. Kerugian Head di katup

Kerugian head pada katup dapt ditulis sebagai berikut:

$$h_v : f_v \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (2.15)$$

Dimana:  $v$ : kecepatan rata-rata di penampang masuk katup (m/s)

$f_v$  : Koefisien kerugian katup

$h_v$  : Kerugian head katup (m)



Harga  $f_v$  untuk berbagai jenis katup dalam keadaan terbuka penuh diberikan dalam table. Adapun hubungan antara derajat pembukaan dan koefisien gesekan

#### 4. Panjang Pipa ekivalen dari peralatan pipa

Dalam menghitung kerugian pada pipa dengan diameter kecil, akan sangat mudah apabila dipakai panjang pipa lurus ekivalen  $L_f$ . Besaran ini menyatakan kerugian dalam peralatan pipa (sambungan, belokan, katup, dan dsb) dalam ukuran panjang ekivalen dari pipa lurus. Harga-harga  $L_f$  untuk berbagai peralatan pipa yang umum, diberikan dalam table

**Table 2.4** Panjang Pipa ekivalen

Nama Peralatan Pipa	Panjang pipa lurus ekivalen $L_f$	Nama peralatan pipa	Panjang pipa lurus ekivalen $L_f$
Belokan $45^0$ (1"-3")	15-20 d	Meteran Air : Jenis cakram	135 – 400 D
Belokan $90^0$ (jari-jari lengkung standar)	32 D	Jenis Turbin	200 – 300 D
Belokan (R/D=3)	24 D	Katup Sorong: terbuka penuh	0 – 7 D
$90^0$ (R/D=4)	10D	terbuka $\frac{3}{4}$	10 – 40 D
		terbuka $\frac{1}{2}$	100 – 200 D
		terbuka $\frac{1}{4}$	800 D
Belokan $180^0$	76 D	Katup Bola	
Sambungan silang	50 D	1" – 2½ "	45 D
Sambungan T	40-80 D	3" – 6"	60 D
Meteran air jenis torak	600 D	7" – 10"	75 D

(Sumber: Buku Pompa dan Kompresor karangan Ir Sularso)

## 2.9 Daya Air/ Fluida

Energi yang secara efektif diterima oleh air dari pompa persatuan waktu disebut daya air, yang dapat ditulis sebagai

$$P_w = 0,163 \cdot \gamma \cdot Q \cdot H \quad (2.16)$$

Dimana  $P_w$  : Daya Air

$\gamma$  : berat fluida per satuan volume / specific weight

( $\text{kg/m}^3$ )

H: total head (m)

Q: debit/kapasitas ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

Daya Poros

Daya yang diperlukan untuk menggerakkan sebuah pompa adalah sama dengan daya air ditambah kerugian daya di dalam pompa. Daya ini dapat dinyatakan sebagai berikut

$$\text{Daya poros: } P = \frac{Pw}{\eta p} \quad (2.17)$$

$$\text{Kapasitas reservoir : } \frac{Q (\text{gpm}) \times 3.785 (\text{l/g}) \times 60 \text{ menit}}{1000} \quad (2.18)$$

## 2.10 Dasar Laporan Perancangan Sistem Pemadam Kebakaran

- Perancangan Sistem

1. Kotak Hidran

- Menggunakan system pipa tegak basah otomatis
- Kotak hidran ditempatkan pada semua lantai
- Kotak Hidran kelas III terdiri dari katup hidran 1 ½ inchi dan katup hidran 2 ½ inchi, lengkap dengan selang dan nozzle pada katup 1 ½ inchi
- Kotak Hidran kelas I terdiri dari katup hidran 2 ½ inchi
- Tekanan minimum pada keluaran selang katup hidran 2 ½ inchi sebesar 6,9 bar dengan tekanan maksimum 12.1 bar
- Tekanan minimum pada keluaran selang katup hidran 1 ½ inchi sebesar 4.5 bar dengan tekanan maksimum 6.9 bar.

2. Pipa Tegak

Menurut NFPA 13, 1000 kepala sprinkler membutuhkan 1 pipa tegak. Sehingga karena factor inilah penulis memutuskan untuk menggunakan 3 pipa tegak yang dapat menyuplai air untuk urang lebih 3000 kepala sprinkler

### 3. Kapasitas Laju Alir Pompa

Menurut SNI, laju aliran satu buah pipa tegak minimum sebesar 500 gpm dan penambahan 250 gpm untuk setiap tambahan pipa tegak, dengan laju aliran maksimum sebesar 1250 gpm. Kapasitas laju aliran ditentukan berdasarkan jumlah pipa tegak yang digunakan adalah 1000 gpm

- Standard dan Peraturan yang dipergunakan

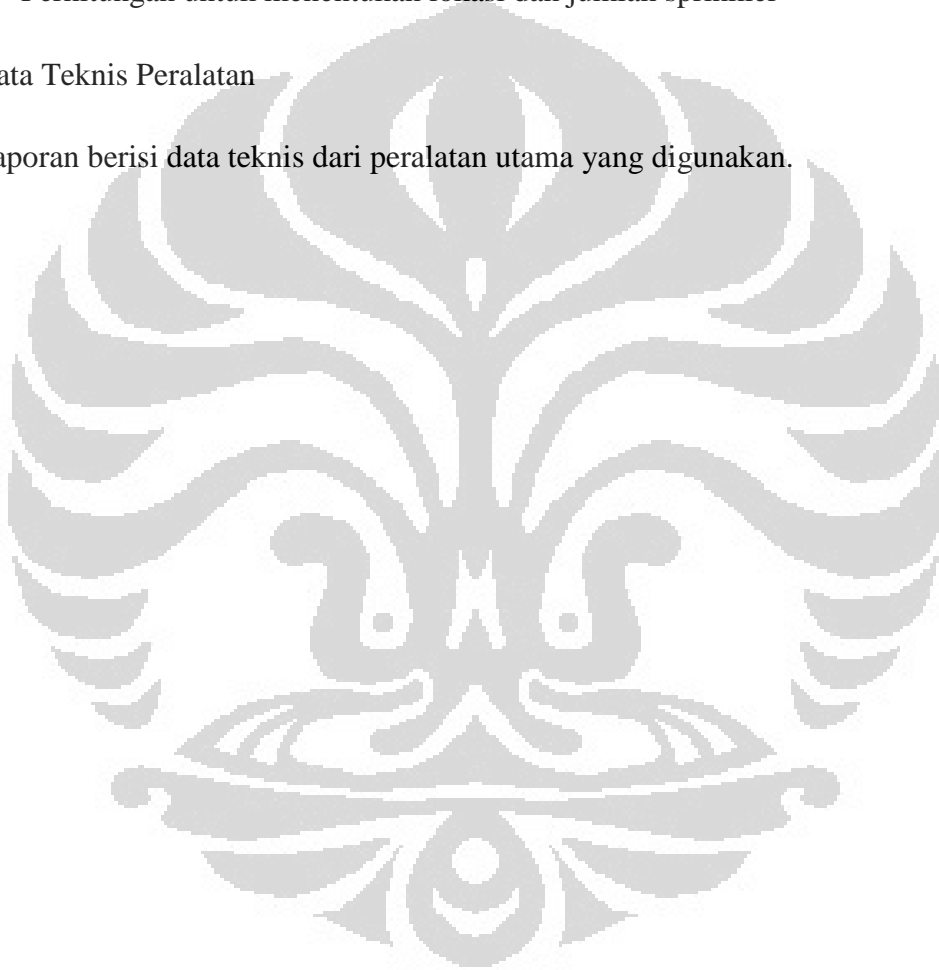
Standard an peraturan yang digunakan adalah edisi terakhir yang masih berlaku yang berkaitan langsung/tidak langsung dengan instalasi pemadam kebakaran, antara lain:

- a. Peraturan Daerah DKI Jakarta dan Peraturan-peraturan Gubernur DKI Jakarta lainnya yang berkaitan dengan jenis instalasi yang dirancang atau yang berpengaruh terhadap pengoperasian jenis instalasi yang dirancang
- b. Standar Nasional Indonesia, pedoman teknik, dan rekomendasi dari instansi yang berwenang mengenai instalasi yang dirancang:
  - SNI 03-1745-2000
  - SNI 03-3989-2000
  - SNI tentang tata cara perencanaan dan pemasangan system Pompa Air untuk pemadaman Kebakaran pada bangunan gedung
- c. Standard dan Peraturan internasional lain yang diijinkan oleh instansi yang berwenang:
  - NFPA 13
  - NFPA 14
  - NFPA 16

- Perhitungan

Perhitungan yang harus dimasukkan dalam Laporan perancangan meliputi hal-hal sebagai berikut:

- a. Contoh perhitungan hidrolis untuk bagian yang kritis, yaitu titik pemadaman terjauh atau tertinggi dari system, berdasarkan gambar rancangan
  - b. Perhitungan untuk menentukan spesifikasi pompa kebakaran dan pompa joki
  - c. Perhitungan untuk menentukan lokasi dan jumlah APAR setiap lantai
  - d. Perhitungan untuk menentukan lokasi dan jumlah indoor hidran box
  - e. Perhitungan untuk menentukan lokasi dan jumlah sprinkler
- Data Teknis Peralatan
- Laporan berisi data teknis dari peralatan utama yang digunakan.



## **BAB III METODOLOGI PERENCANAAN**

Dalam perencanaan system instalasi pipa pencegahan dan penanggulangan kebakaran ini, penulis melakukan beberapa cara dalam pengumpulan data yang diperlukan. Adapun metodologi perencanaan yang dilakukan adalah studi pustaka ke perpustakaan, survey lapangan, dan wawancara dengan pihak-pihak terkait.

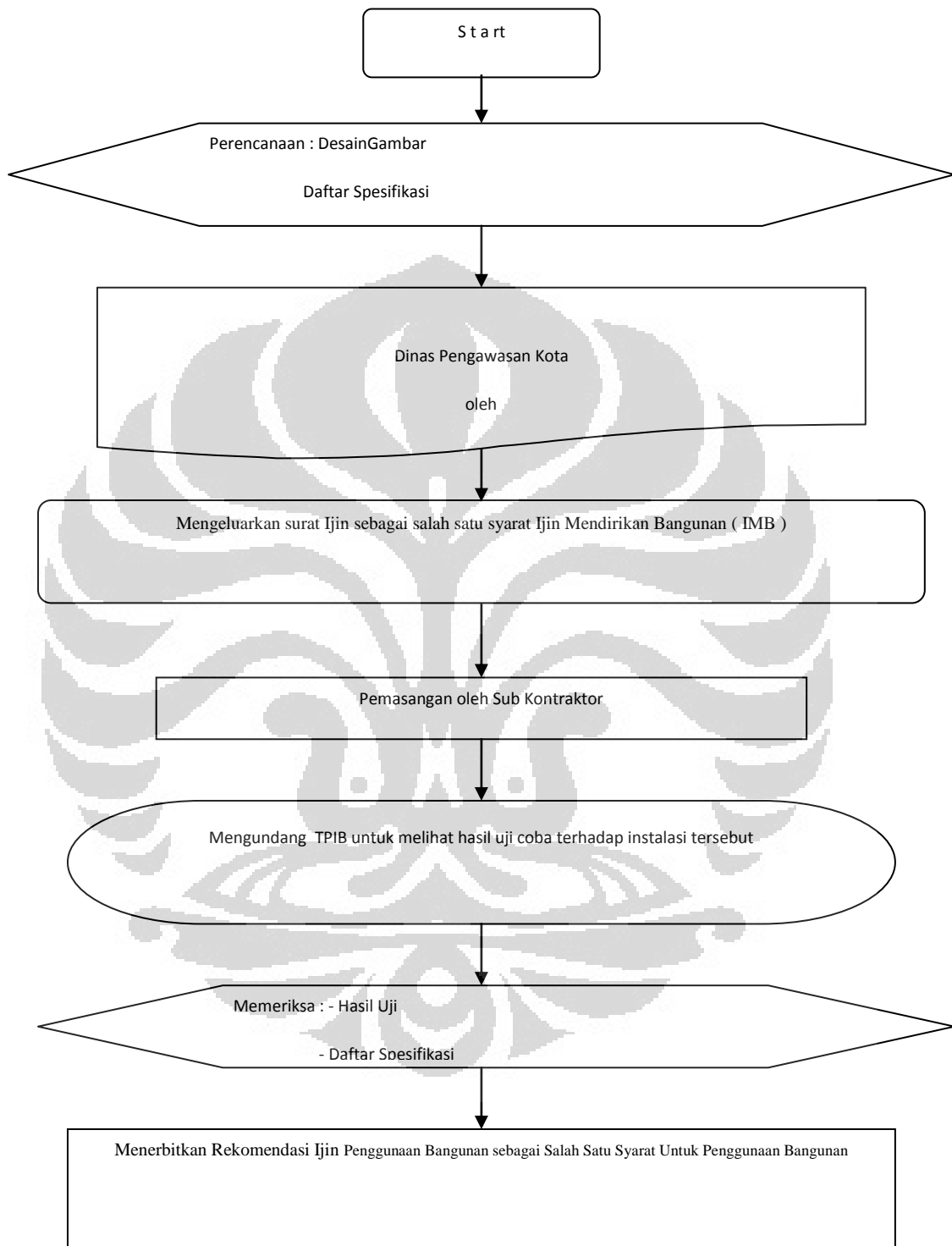
### **3.1 Objek Perencanaan**

Dalam penulisan tugas akhir ini yang menjadi objek perencanaan adalah proyek pembangunan gedung Niffaro Office Tower yang terletak pada Jl. Raya Pasar Minggu.

### **3.2 Prosedur ijin pemasangan instalasi pipa**

Prosedur pemasangan instalasi pipa pencegahan dan penanggulangan kebakaran pada bangunan tinggi dijelaskan dalam bentuk diagram alir (flow diagram) dibawah ini (Yuriadi Kusuma,2006).

### Diagram Alir Pemasangan Instalasi Pipa Pemadam Kebakaran pada Gedung Bertingkat



**Gambar 3.1** Diagram Alir Pemasangan Instalasi Pipa Pemadam Kebakaran pada Gedung Bertingkat  
(Sumber: Pusat Pengembang Bahan Ajar Sistem Mekanikal Gedung UMB, Yuriadi Kusuma).

Peraturan-peraturan yang harus dipenuhi dalam perencanaan instalasi pipa pencegahan dan penanggulangan kebakaran adalah:

1. SNI 03-1745-2000 : Tata cara perencanaan dan pemasangan sistem pipa tegak dan slang untuk pencegahan bahaya kebakaran pada bangunan gedung.
2. SNI 03-3989 – 2000 : Tata cara perencanaan dan pemasangan sistem sprinkler otomatis untuk pencegahan bahaya kebakaran pada bangunan gedung.
3. SNI tentang tata cara perencanaan dan pemasangan system pompa air untuk pemadaman kebakaran pada bangunan gedung
4. NFPA 10 : Standar unuk APAR portable
5. NFPA 13 : Standar untuk instalasi system sprinkler
6. NFPA 14 : Standar untuk instalasi pipa tegak dan sistem selang
7. NFPA 20 : Standar untuk instalasi pompa sentrifugal kebakaran

### 3.3 Teknik Pengumpulan Data

Dalam penyusunan penulisan ini menggunakan metode pengumpulan data untuk mendapatkan data-data yang diperlukan. Adapun teknik pengumpulan data yang dilakukan adalah:

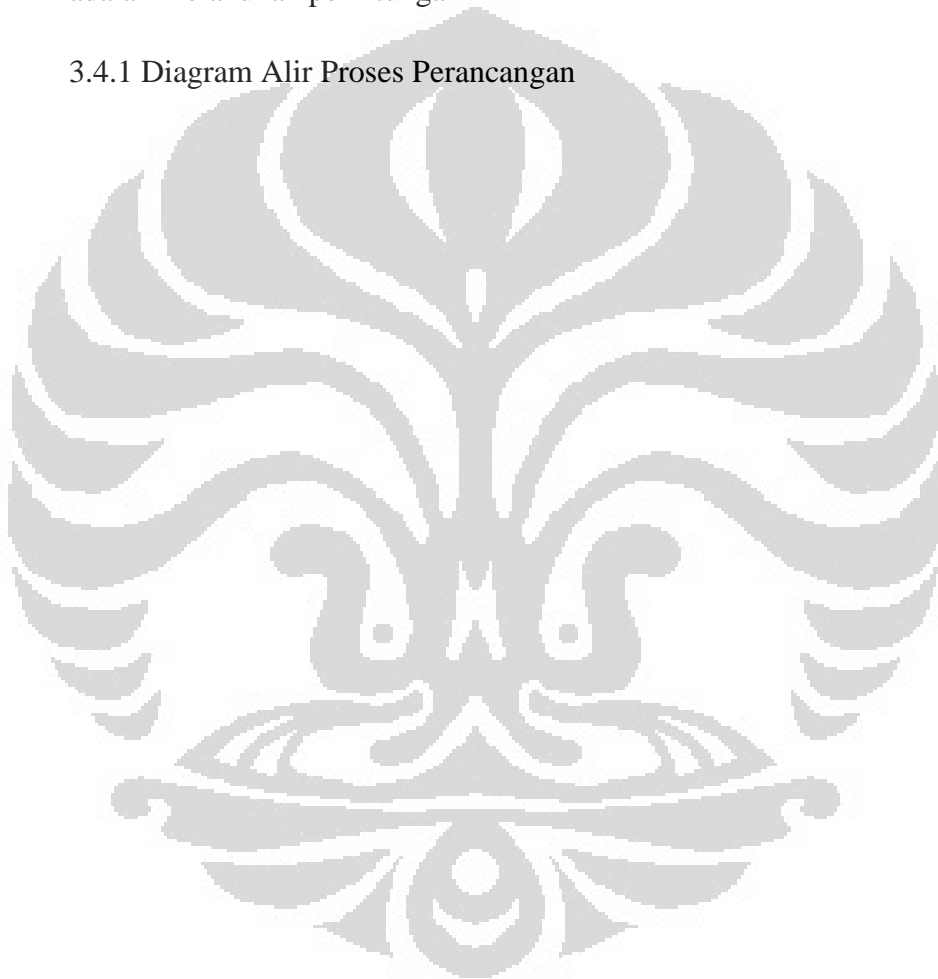
1. Penelitian lapangan  
Dengan mendatangi dan mengamati sekaligus mengumpulkan data-data pada proyek pembangunan.
2. Wawancara  
Wawancara bertujuan untuk memperoleh data-data yang lebih lengkap mengenai segala sesuatu untuk menyempurnakan tugas akhir ini, yaitu dengan cara mewawancarai langsung pada narasumber.
3. Riset Perpustakaan  
Dengan mengumpulkan data-data melalui buku-buku literature, materi perkuliahan perencanaan instalasi pipa dan buku-buku yang berhubungan dengan materi penulisan tugas akhir ini.
4. Browsing

Mencari Data melalui internet dan website yang berhubungan dengan instalasi pipa pemadam kebakaran.

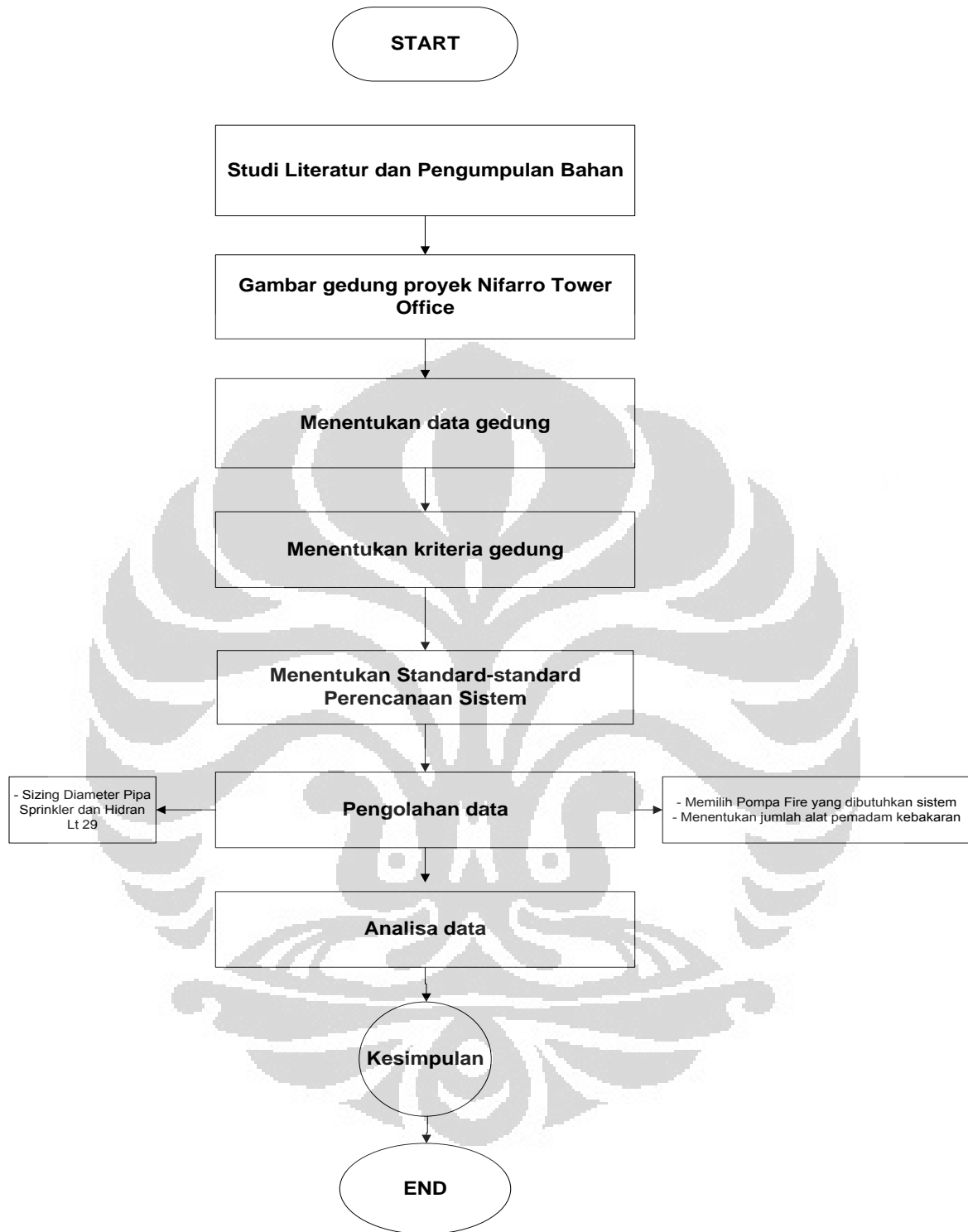
### 3.4 Diagram Alir

Setelah dilakukan penelitian lapangan, studi pustaka, browsing internet, dan kunjungan ke kantor serta instansi pemerintah terkait, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan

#### 3.4.1 Diagram Alir Proses Perancangan

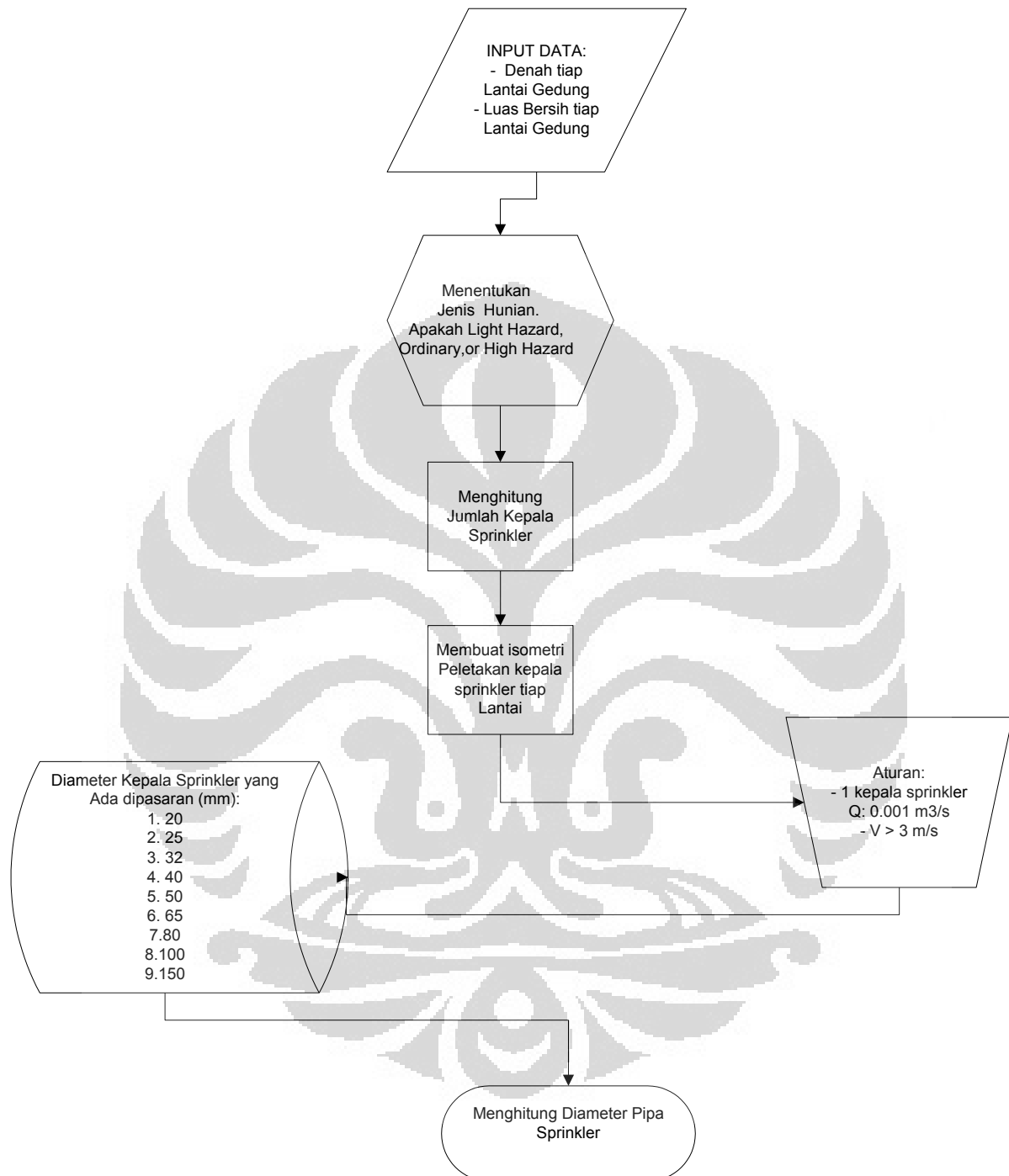






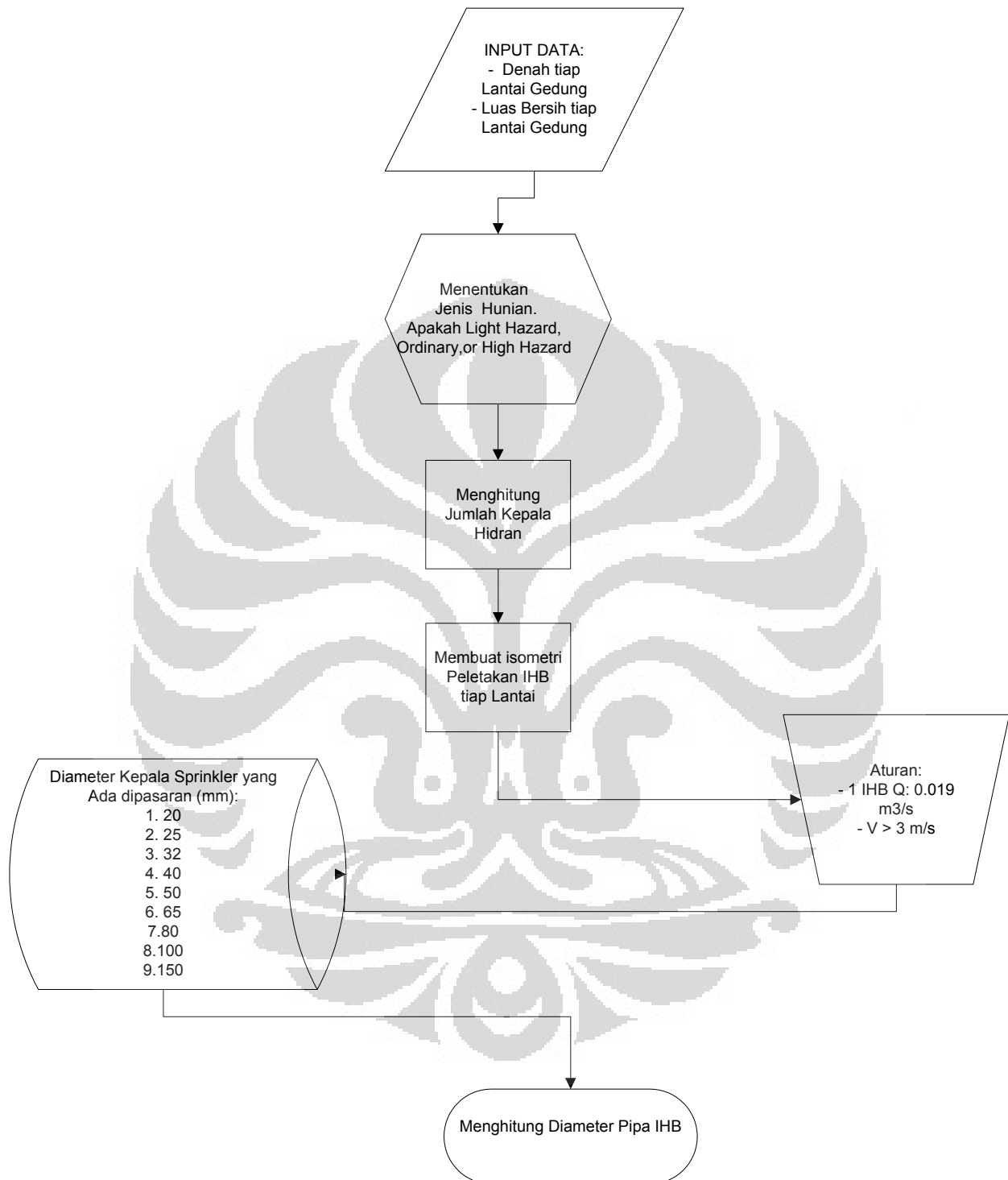
**Gambar 3.2** Diagram Alir Proses Penelitian

### 3.4.2 Diagram alir perhitungan diameter pipa sprinkler



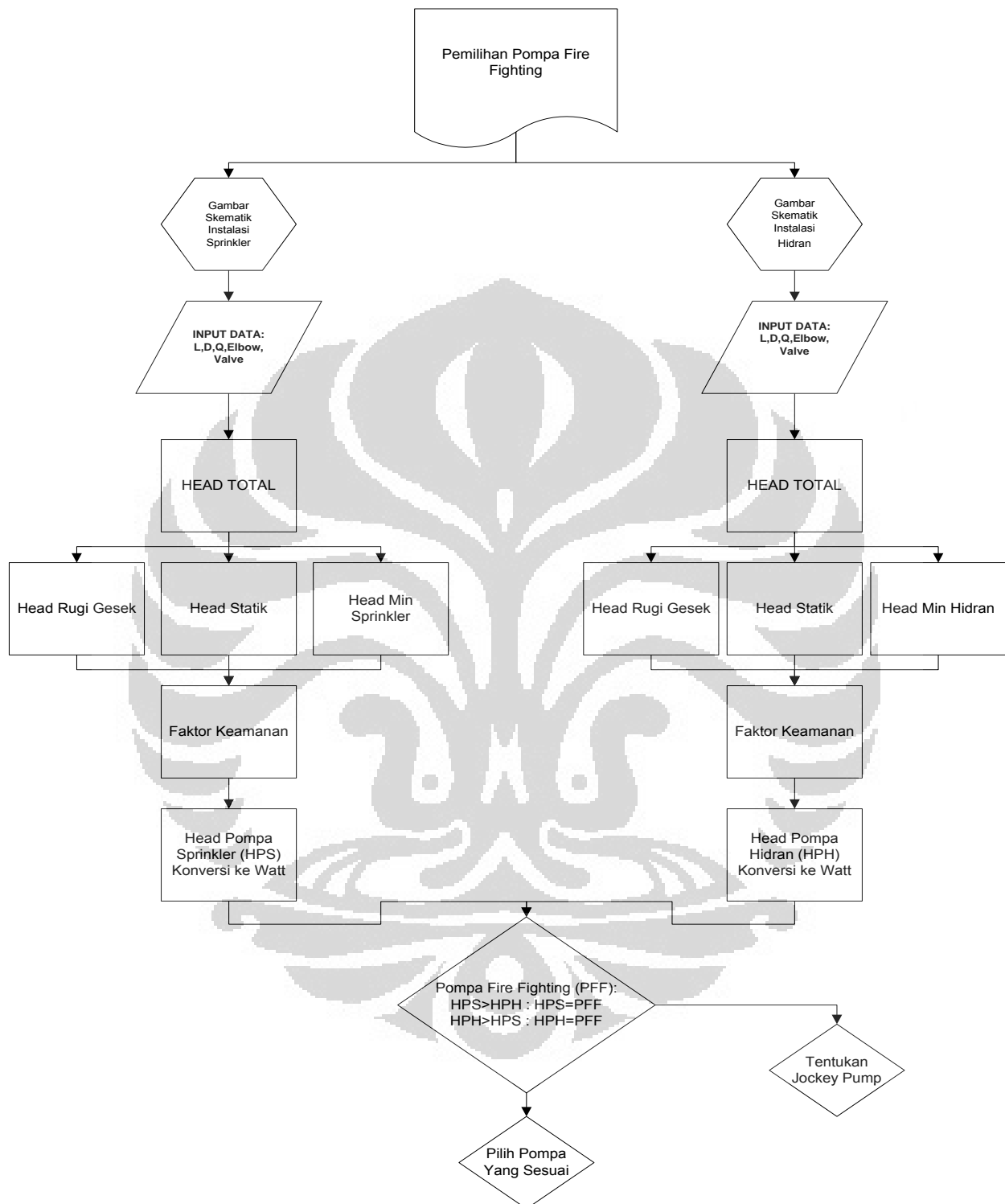
**Gambar 3.3** Diagram alir perhitungan diameter pipa sprinkler

### 3.4.3 Diagram Alir perhitungan Diameter pipa hidran



**Gambar 3.4** Diagram Alir perhitungan Diameter pipa hidran

### 3.4.4 Diagram Alir pemilihan pompa



Gambar 3.5 Diagram Alir Pemilihan Pompa

### 3.4.4.1 Prosedur Penelitian

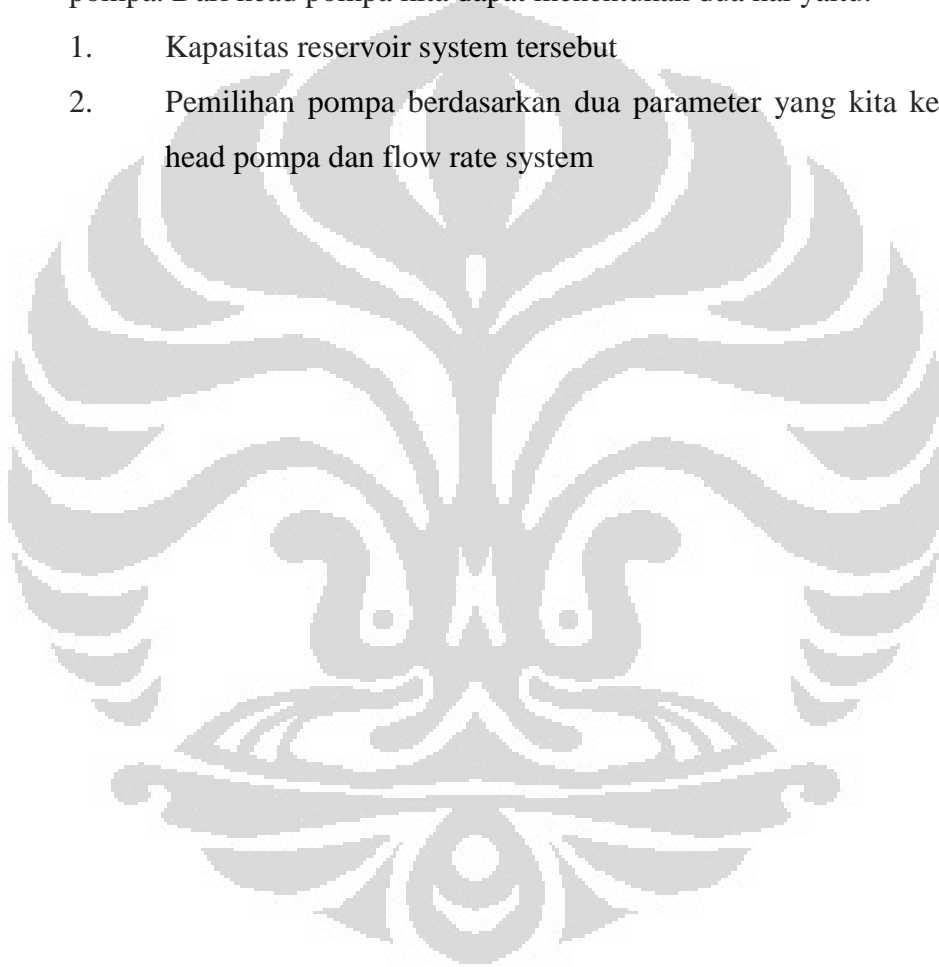
Prosedure penelitian pemilihan pompa fire fighting berdasarkan kriteria sistem pemilihan pompa fire fighting pada gedung perkantoran. Langkah-langkah yang diambil selama proses penelitian ini antara lain:

1. Tahap awal dalam penelitian ini, lokasi proyek dan gambar gedung dari rancangan proyek nifarro tower office sudah diketahui. Untuk lokasi proyek dapat dilihat pada lampiran 1 dan gambar gedung dari rancangan proyek nifarro tower office dapat dilihat pada lampiran 1-5.
2. Dari gambar gedung tersebut kita dapat menentukan data gedung yang berguna dalam proses pemilihan pompa. Data gedung ini sebagai dasar dalam menentukan jumlah pipa tegak yang dibutuhkan berdasarkan besarnya luas lantai dalam gedung tersebut. Dengan mengetahui jumlah pipa tegak, kita dapat mengetahui besarnya  $Q$  (flowrate) yang dibutuhkan dalam system pemadam kebakaran.
3. Setelah itu, dalam pemilihan pompa, hal yang wajib kita lakukan adalah menggambar skematik system baik itu hidran maupun sprinkler untuk bagian yang kritis, yaitu titik pemadaman terjauh dan tertinggi dari system, berdasarkan gambar rancangan dan membaginya dalam segmen-segmen untuk mempermudah perhitungan hidrolik.
4. Kemudian setelah membuat gambar rancangan kita harus memilih pompa yang dapat menyalurkan air sampai pada bagian yang kritis dengan tekanan yang telah dipersyaratkan baik itu untuk system sprinkler maupun hidran. Dalam pemilihan pompa terdapat beberapa hal yang kita harus tentukan terlebih dahulu, yaitu:
  1. Diameter-diameter pipa sprinkler dan diameter-diameter pipa hidran yang dapat diketahui melalui standard yang berlaku ataupun melalui perhitungan hidrolik
  2. Jumlah elbow, jenis valve yang digunakan
  3. Tekanan minimum untuk sprinkler dan hidran

Setelah itu langkah selanjutnya yang kita lakukan adalah:

1. Menghitung Head Rugi Gesek
2. Menentukan Head Statik Pompa

3. Menentukan Head tekanan untuk sprinkler dan hidran berdasarkan tekanan minimum yang dipersyaratkan kedua alat tersebut
4. Menghitung head total yang merupakan penjumlahan head-head dari rugi gesek , static pompa, dan tekanan.
5. Setelah mengetahui head total yang dibutuhkan dalam system tersebut, kita mengambil head salah satunya saja yang terbesar dari system sprinkler atau hidran. Head total terbesar dari salah satu system inilah yang menjadi head pompa. Dari head pompa kita dapat menentukan dua hal yaitu:
  1. Kapasitas reservoir system tersebut
  2. Pemilihan pompa berdasarkan dua parameter yang kita ketahui yaitu head pompa dan flow rate system



## BAB IV PERENCANAAN LAPANGAN

### 4.1 Data Gedung

Fungsi : Perkantoran.

Lokasi : Jl. Raya Pasar Minggu, Jakarta Selatan.

Jumlah Lantai : 2 lapis basement untuk parkir.

25 lapis untuk kantor atau disewakan.

2 lapis bertingkat ke atas untuk mesin lift dan crown.

Luas Lantai :

Data-data luas lantai jumlah orang :

#### 4.1.1 Data-data luas lantai jumlah orang :

**Tabel 4.1** Tabel Data Gedung

No	Lantai	Luas Bersih (m <sup>2</sup> ) / Volume (m <sup>3</sup> )	Pemakaian		Elevasi (m)	Jarak lantai (m)
1	Semi Base.	5391.67 / 5429, 99	• Parkir • Ramp	• Core, Lift hall • Ruang duduk supir	-6.950	3,1
2	Bas-1	5391.67 / 7444, 34	• Parkir • Ramp	• Core, Lift hall • Kantor Manajemen	-10.800	4,25
3	Lt. Dsr	847.5/ 7638	• Lobby utama: 249, 24 m <sup>2</sup> • Lobby lift parkir : 56,98 m <sup>2</sup> • Core, Lift hall: 71,75 m <sup>2</sup> • Toilet : 28, 43 m <sup>2</sup> • Fire Comms : 6,93 m <sup>2</sup>	• Tangga : 20,27 m <sup>2</sup> • Tangga darurat : 23,36 m <sup>2</sup> • R. Panel & Lift Service : 22, 80 m <sup>2</sup> • R. Sewa : 701, 26 m <sup>2</sup> • Ramp : 87, 72 m <sup>2</sup>	0,0	6
4	Lt.2	991.84 / 5723, 9	• Core, Lift hall: 71,75 m <sup>2</sup> • Toilet : 48,30 m <sup>2</sup> • 2 Tangga : 40,54 m <sup>2</sup> • Tangga darurat : 23,36 m <sup>2</sup>	• Koridor : 4,9 m <sup>2</sup> • R. Panel & Lift Service : 22, 80 m <sup>2</sup> • R. Sewa : 1086,11 m <sup>2</sup> • Void : 249, 24 m <sup>2</sup>	6.000	3,7
5	Lt.3	991.84/ 5731,3	• Core, Lift hall: 71,75 m <sup>2</sup> • Toilet : 48, 30 m <sup>2</sup> • 2 Tangga : 40,54 m <sup>2</sup>	• R. Panel & Lift Service : 22, 80 m <sup>2</sup> • R. Sewa : 1365,61 m <sup>2</sup>	9.700	3,7
6	Lt.5	991.84 / 5731,3	• Core, Lift hall: 71,75 m <sup>2</sup> • Toilet : 48, 30 m <sup>2</sup> • 2 Tangga : 40, 54 m <sup>2</sup>	• R. Panel & Lift Service : 22, 80 m <sup>2</sup> • R. Sewa : 1365, 61 m <sup>2</sup>	13.400	3,7
7	Lt.6	991.84 / 5731,3	• Core, Lift hall: 71, 75 m <sup>2</sup> • Toilet : 48, 30 m <sup>2</sup> • 2 Tangga : 40, 54 m <sup>2</sup>	• R. Panel & Lift Service : 22, 80 m <sup>2</sup> • R. Sewa : 1365, 61 m <sup>2</sup>	17.100	3,7
8	Lt.7	846.5 / 4806, 3	• Core, Lift hall: 71, 75 m <sup>2</sup> • Toilet : 48, 30 m <sup>2</sup> • 2 Tangga : 40, 54 m <sup>2</sup>	• R. Panel & Lift Service : 22, 80 m <sup>2</sup> • R. Sewa : 1115, 61 m <sup>2</sup>	20.800	3,7

9	Lt.8	846.5/ 4921	<ul style="list-style-type: none"> <li>Core, Lift hall: 71, 75 m<sup>2</sup></li> <li>Toilet : 48, 30 m<sup>2</sup></li> <li>2 Tangga : 40, 54 m<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>R. Panel &amp; Lift Service : 22, 80 m<sup>2</sup></li> <li>AC Ledge : 16, 2 m<sup>2</sup></li> <li>R. Sewa : 1146, 61 m<sup>2</sup></li> </ul>	24.500	3,7
10	Lt.9	846.5 / 4806, 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Core, Lift hall: 71, 75 m<sup>2</sup></li> <li>Toilet : 48, 30 m<sup>2</sup></li> <li>2 Tangga : 40, 54 m<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>R. Panel &amp; Lift Service : 22, 80 m<sup>2</sup></li> <li>R. Sewa : 1115, 61 m<sup>2</sup></li> </ul>	28.200	3,7
11	Lt.10	1064.8 / 4921	<ul style="list-style-type: none"> <li>Core, Lift hall : 71, 75 m<sup>2</sup></li> <li>Toilet : 48, 30 m<sup>2</sup></li> <li>2 Tangga : 40, 54 m<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>R. Panel &amp; Lift Service : 22, 80 m<sup>2</sup></li> <li>AC Ledge : 16, 2 m<sup>2</sup></li> <li>R. Sewa : 1146, 61 m<sup>2</sup></li> </ul>	31.900	3,7
13	Lt.11	1064.8 / 4995	<ul style="list-style-type: none"> <li>Core, Lift hall: 71,75 m<sup>2</sup></li> <li>Toilet : 48,30 m<sup>2</sup></li> <li>2 Tangga : 40, 54 m<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>R. Panel &amp; Lift Service : 22, 80 m<sup>2</sup></li> <li>R. Sewa : 1166, 61 m<sup>2</sup></li> </ul>	35.600	3,7
14	Lt.12	1064.8 / 5224,4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Core, Lift hall : 71, 75 m<sup>2</sup></li> <li>Toilet : 48, 30 m<sup>2</sup></li> <li>2 Tangga : 40, 54 m<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>R. Panel &amp; Lift Service : 22, 80 m<sup>2</sup></li> <li>AC Ledge : 32, 4 m<sup>2</sup></li> <li>R. Sewa : 1228, 61 m<sup>2</sup></li> </ul>	39.300	3,7
15	Lt.15	1064.8 / 4995	<ul style="list-style-type: none"> <li>Core, Lift hall: 71, 75 m<sup>2</sup></li> <li>Toilet : 48, 30 m<sup>2</sup></li> <li>2 Tangga : 40, 54 m<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>R. Panel &amp; Lift Service : 22, 80 m<sup>2</sup></li> <li>R. Sewa : 1166, 61 m<sup>2</sup></li> </ul>	43.000	3,7
16	Lt.16	1064.8 / 5224,4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Core, Lift hall : 71, 75 m<sup>2</sup></li> <li>Toilet : 48, 30 m<sup>2</sup></li> <li>2 Tangga : 40, 54 m<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>R. Panel &amp; Lift Service : 22, 80 m<sup>2</sup></li> <li>AC Ledge : 32, 4 m<sup>2</sup></li> <li>R. Sewa : 1228, 61 m<sup>2</sup></li> </ul>	46.700	3,7
17	Lt.17	1064.8 / 4995	<ul style="list-style-type: none"> <li>Core, Lift hall: 71, 75 m<sup>2</sup></li> <li>Toilet : 48, 30 m<sup>2</sup></li> <li>2 Tangga : 40, 54 m<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>R. Panel &amp; Lift Service : 22, 80 m<sup>2</sup></li> <li>R. Sewa : 1166, 61 m<sup>2</sup></li> </ul>	50.400	3,7
18	Lt.18	1064.8 / 5224,4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Core, Lift hall : 71, 75 m<sup>2</sup></li> <li>Toilet : 48, 30 m<sup>2</sup></li> <li>2 Tangga : 40, 54 m<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>R. Panel &amp; Lift Service : 22, 80 m<sup>2</sup></li> <li>AC Ledge : 32, 4 m<sup>2</sup></li> <li>R. Sewa : 1228, 61 m<sup>2</sup></li> </ul>	54.100	3,7
18	Lt.19	1064.8 / 4995	<ul style="list-style-type: none"> <li>Core, Lift hall: 71, 75 m<sup>2</sup></li> <li>Toilet : 48, 30 m<sup>2</sup></li> <li>2 Tangga : 40, 54 m<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>R. Panel &amp; Lift Service : 22, 80 m<sup>2</sup></li> <li>R. Sewa : 1166, 61 m<sup>2</sup></li> </ul>	57.800	3,7
19	Lt.20	1064.8 / 5224,4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Core, Lift hall : 71, 75 m<sup>2</sup></li> <li>Toilet : 48, 30 m<sup>2</sup></li> <li>2 Tangga : 40, 54 m<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>R. Panel &amp; Lift Service : 22, 80 m<sup>2</sup></li> <li>AC Ledge : 32, 4 m<sup>2</sup></li> <li>R. Sewa : 1228, 61 m<sup>2</sup></li> </ul>	61.500	3,7
20	Lt.21	1064.8 / 4995	<ul style="list-style-type: none"> <li>Core, Lift hall: 71, 75 m<sup>2</sup></li> <li>Toilet : 48, 30 m<sup>2</sup></li> <li>2 Tangga : 40, 54 m<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>R. Panel &amp; Lift Service : 22, 80 m<sup>2</sup></li> <li>R. Sewa : 1166, 61 m<sup>2</sup></li> </ul>	65.200	3,7
21	Lt.22	1064.8 / 5224,4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Core, Lift hall : 71, 75 m<sup>2</sup></li> <li>Toilet : 48, 30 m<sup>2</sup></li> <li>2 Tangga : 40, 54 m<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>R. Panel &amp; Lift Service : 22, 80 m<sup>2</sup></li> <li>AC Ledge : 32, 4 m<sup>2</sup></li> <li>R. Sewa : 1228, 61 m<sup>2</sup></li> </ul>	68.900	3,7
22	Lt.23	1064.8 / 4995	<ul style="list-style-type: none"> <li>Core, Lift hall: 71, 75 m<sup>2</sup></li> <li>Toilet : 48, 30 m<sup>2</sup></li> <li>2 Tangga : 40, 54 m<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>R. Panel &amp; Lift Service : 22, 80 m<sup>2</sup></li> <li>R. Sewa : 1166, 61 m<sup>2</sup></li> </ul>	72.600	3,7
24	Lt.25	1064.8 / 5224,4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Core, Lift hall : 71, 75 m<sup>2</sup></li> <li>Toilet : 48, 30 m<sup>2</sup></li> <li>2 Tangga : 40, 54 m<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>R. Panel &amp; Lift Service : 22, 80 m<sup>2</sup></li> <li>AC Ledge : 32, 4 m<sup>2</sup></li> <li>R. Sewa : 1228, 61 m<sup>2</sup></li> </ul>	763.000	3,7
25	Lt.26	1064.8 / 4995	<ul style="list-style-type: none"> <li>Core, Lift hall: 71, 75 m<sup>2</sup></li> <li>Toilet : 48, 30 m<sup>2</sup></li> <li>R. Sewa : 1166, 61 m<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 Tangga : 40, 54 m<sup>2</sup></li> <li>R. Panel &amp; Lift Service : 22, 80 m<sup>2</sup></li> </ul>	80.000	3,7
26	Lt.27	1064.8 / 4588	<ul style="list-style-type: none"> <li>Core, Lift hall: 71, 75 m<sup>2</sup></li> <li>Toilet : 48, 30 m<sup>2</sup></li> <li>2 Tangga : 40, 54 m<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>R. Panel &amp; Lift Service : 22, 80 m<sup>2</sup></li> <li>R. Sewa : 1056, 61 m<sup>2</sup></li> </ul>	83.700	3,7
27	Lt.28	1064.8 / 4588	<ul style="list-style-type: none"> <li>Core, Lift hall: 71, 75 m<sup>2</sup></li> <li>Toilet : 48, 30 m<sup>2</sup></li> <li>2 Tangga : 40, 54 m<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>R. Panel &amp; Lift Service : 22, 80 m<sup>2</sup></li> <li>R. Sewa : 1056, 61 m<sup>2</sup></li> </ul>	87.400	3,7
28	Lt.29	1064.8 / 4588	<ul style="list-style-type: none"> <li>Core, Lift hall: 71, 75 m<sup>2</sup></li> <li>Toilet : 48, 30 m<sup>2</sup></li> <li>2 Tangga : 40, 54 m<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>R. Panel &amp; Lift Service : 22, 80 m<sup>2</sup></li> <li>R. Sewa : 1056, 61 m<sup>2</sup></li> </ul>	91.100	3,7
29	Lt. atap & Crown	1269 / 1515	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ruang Mesin Lift : 94, 55 m<sup>2</sup></li> <li>M&amp;E : 48, 30 m<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 Tangga : 40, 54 m<sup>2</sup></li> <li>Dak atap : 1085, 61 m<sup>2</sup></li> </ul>	101.800	10,7



## 4.2 Data Perencanaan Gedung

Jenis kebakaran pada Niffaro Office Tower adalah jenis kebakaran sedang.

Berikut ini adalah data perencanaan instalasi pipa pemadam kebakaran pada gedung ini:

### 1. Jenis Pipa yang digunakan

Jenis Pipa yang digunakan adalah pipa black steel schedule 40 dengan nilai C (koefisien laju aliran untuk jenis pipa tersebut) adalah 100.

### 2. Sprinkler system

Sprinkler system yang digunakan harus memenuhi NFPA 13. Jenis sprinkler yang digunakan dalam perancangan gedung ini adalah tipe Sidewall (pendent) dan Up Right berwarna merah dengan kepekaan suhu  $68^{\circ}\text{C}$ . Jenis Pipa yang digunakan adalah pipa black steel schedule 40 dengan nilai C (formula Hazen-Williams) adalah 100.



**Gambar 4.1** Tipe Sprinkler yang Digunakan dalam Perencanaan  
(Sumber: Brosur The Viking Corporation)

Jumlah Sprinkler yang dibutuhkan

#### ■ **Kebutuhan SPRINKLER dalam Gedung**

- Daerah Parkir 1,2

Total luas area parkir = 5391,67m<sup>2</sup>

Coverage Area head sprinkler = 12.1m<sup>2</sup>

$$\text{Maka jumlah sprinkler untuk total per lantai parkir} = \frac{5391,67\text{m}^2}{12.1 \text{ m}^2} = 445 \text{ head}$$

$$\text{Total head sprinkler untuk lantai area parkir 1 dan 2} = 2 \times 445 \text{ buah} = \mathbf{890}$$

- Lantai G

$$\text{Total Luas bersih area per lantai} = 847.5 \text{ m}^2$$

$$\text{Coverage Area head sprinkler} = 12.1 \text{ m}^2$$

$$\text{Maka jumlah head sprinkler Lantai G} = \frac{847.5 \text{ m}^2}{12.1 \text{ m}^2} = \mathbf{70 \text{ head}}$$

- Lantai M,3,5,6

$$\text{Total Luas area per lantai (typical)} = 991,84 \text{ m}^2$$

$$\text{Coverage Area head sprinkler} = 12.1 \text{ m}^2$$

$$\text{Maka jumlah sprinkler head per lantai} = \frac{991,84 \text{ m}^2}{12.1 \text{ m}^2} = 82 \text{ head}$$

$$\text{Total head sprinkler untuk Lantai M,3,5,6} = 4 \times 82 \text{ buah} = \mathbf{328 \text{ head}}$$

- Lantai 7 s/d 11

$$\text{Total Luas area per lantai (typical)} = 846.5 \text{ m}^2$$

$$\text{Coverage Area head sprinkler} = 12.1 \text{ m}^2$$

$$\text{Maka jumlah sprinkler head per lantai} = \frac{846.5 \text{ m}^2}{12.1 \text{ m}^2} = 70 \text{ buah}$$

$$\text{Total Head sprinkler untuk lantai 7 s/d 12} = 6 \times 70 \text{ buah} = \mathbf{420 \text{ head}}$$

- Lantai 15 s/d 29

$$\text{Total Luas area per lantai (typical)} = 1064.8 \text{ m}^2$$

$$\text{Coverage Area head sprinkler} = 12.1 \text{ m}^2$$

$$\text{Maka jumlah sprinkler head per lantai} = \frac{1064.8\text{m}^2}{12.1 \text{ m}^2} = 88 \text{ buah}$$

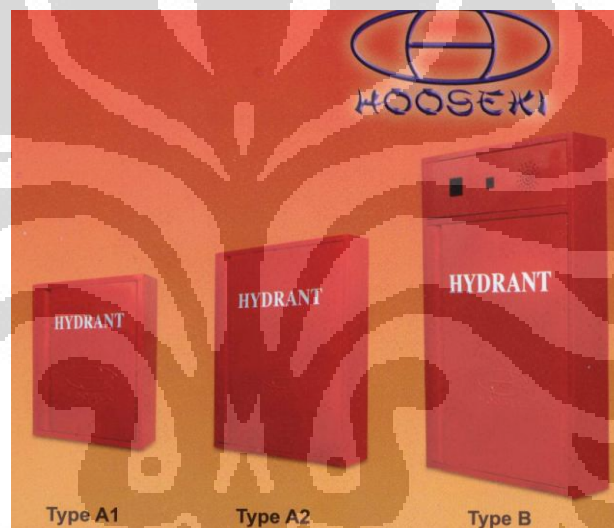
$$\text{Maka jumlah sprinkler head untuk lantai 12 s/d 29} = 14 \times 88 \text{ buah} = \mathbf{1232}$$

**Total kebutuhan head sprinkler = =2940head**

### 3. Hydrant Sistem

Hidran system yang digunakan harus memenuhi NFPA 14, panduan pemasangan hidran untuk pencegahan bahaya kebakaran pada bangunan rumah dan gedung, DPU,1987; Perda DKI No 3,1992 tentang pencegahan dan penanggulangan kebakaran dalam wilayah Daerah Khusus Ibukota Jakarta

- Jenis Indoor Hidran Box yang Digunakan:



**Gambar 4.2** Jenis Hidran yang Digunakan dalam Perencanaan  
(Sumber: Brosur Hooseki)

**Tabel 4.2** Technical Data IHB

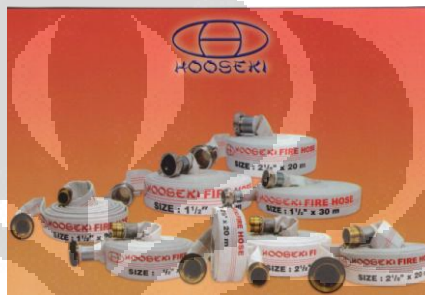
INDOOR HIDRAN BOX			
TYPE	A 1	A 2	B
SIZE	66 X 52 X 15 cm	100 X 80 X 18 cm	125 X 75 X 18 cm
PLATE	1,2 mm MILD STEEL		
Production	DUST REMOVER, PHOSPATING &		

Process	ZINCCHORAMATE PRIMER
FINISHING	TOP COAT OWDER COATING RED SIGNAL



Ket: Indoor Hidran Box yang Dipilih

- Jenis Fire Hose Indoor Hidran Box yang Digunakan:



**Gambar 4.3** Jenis Nozzle Hidran yang Digunakan dalam Perencanaan  
(Sumber: Brosur Hooseki)

**Tabel 4.3** Technical Data Nozzle IHB

SIZE	Working Pressure	Bursting Pressure	Weight Per 100'	Cooling Diameter	Coupling Model
1.5"	185 psi	570 psi	13.2 lbs	14.8 inc	Machino&NHT
2"	185 psi	570 psi	17.6 lbs	16 inc	Machino&NHT
2.5"	185 psi	570 psi	23.6 lbs	17.6 inc	Machino&NHT

Ket:



Nozzle Indoor Hidran Box yang Dipilih

- Siamese Conenction



**Gambar 4.4** Jenis Siamese Conection

(Sumber: Brosur Hooseki)

- Model : Machino & VDH
- Type : S11
- Size : 4" x 2.5" x 2.5"
- Weight : 8800 gr
- Material : Brass
- Finishing : Polish Coating

- Hydrant Pillar Three Way



**Gambar 4.5** Salah satu Jenis Hidran Pillar Three Way

(Sumber: Brosur Hooseki)

- Dengan katup utama
- Dengan ball valve
- Dengan sambungan selang hisap
- Model : Machino dan VHD
- Type : H-15 AP

- Size : 6" x 2.5" x 2.5"

Jumlah Indoor hidran box yang Dibutuhkan

■ **Kebutuhan HIDRAN dalam Gedung**

- Daerah Parkir 1,2

Total luas area parkir = 5391,67m<sup>2</sup>

Coverage Area hidran = 800 m<sup>2</sup>

Maka jumlah hidran untuk total per lantai parkir =  $\frac{5391,67m^2}{800m^2}$  = 6 hidran

Total head hidran untuk lantai area parkir 1 dan 2 = 2 X 6 buah = **12 hidran**

- Lantai G

Total Luas bersih area per lantai = 847.5 m<sup>2</sup>

Coverage Area head hidran = 800 m<sup>2</sup>

Maka jumlah hidran Lantai G =  $\frac{847.5m^2}{800m^2}$  = **1 hidran**

- Lantai M,3,5,6

Total Luas area per lantai (typical) = 991,84 m<sup>2</sup>

Coverage Area hidran = 800 m<sup>2</sup>

Maka jumlah hidran per lantai =  $\frac{991.84m^2}{800m^2}$  = 1 buah

Total hidran untuk Lantai M,3,5,6 = 4 x 1 buah = **4 hidran**

- Lantai 7 s/d 11

Total Luas area per lantai (typical) = 846.5 m<sup>2</sup>

Coverage Area hidran = 800 m<sup>2</sup>

Maka jumlah hidran per lantai =  $\frac{846.5m^2}{800m^2}$  = 1 buah

Total hidran untuk lantai 7 s/d 12 = 6X 1 buah = **6 hidran**

Universitas Indonesia

- Lantai 15 s/d 29

$$\text{Total Luas area per lantai (typical)} = 1064.8 \text{ m}^2$$

$$\text{Coverage Area Hidran} = 800 \text{ m}^2$$

$$\text{Maka jumlah hidran per lantai} = \frac{1064.8 \text{ m}^2}{800 \text{ m}^2} = 1 \text{ buah}$$

$$\text{Maka jumlah hidran untuk lantai 12 s/d 29} = 14 \times 1 \text{ buah} = \mathbf{14 \text{ hidran}}$$

$$\mathbf{\text{Total kebutuhan indoor Hidran Box} = \underline{\underline{37 \text{ hidran}}}}$$

#### 4. Fire Extinguisher

##### Kebutuhan APAR

##### a. Daerah Parkir

$$\text{Total luas area parkir} = 5391,67 \text{ m}^2$$

$$\text{Coverage Area APAR box} = 500 \text{ m}^2$$

$$\text{Maka jumlah APAR box untuk total area parkir} = \frac{5391,67 \text{ m}^2}{500 \text{ m}^2} = \mathbf{10 \text{ buah}}$$

##### b. Daerah kantor

- Lantai G, M, 3, 5, 6

$$\text{Total Luas area per lantai} = 1536,01 \text{ m}^2$$

$$\text{Coverage Area APAR box} = 500 \text{ m}^2$$

$$\text{Maka jumlah APAR per lantai} = \frac{1536,01 \text{ m}^2}{500 \text{ m}^2}$$

$$= 1 \text{ buah}$$

$$\text{Total APAR untuk Lantai G,M,3,5,6} = 5 \times 1 \text{ buah} = \mathbf{5 \text{ buah}}$$

- Lantai 7 s/d 29

$$\text{Total Luas area per lantai (typical)} = 1003,84 \text{ m}^2$$

$$\text{Coverage Area APAR box} = 500 \text{ m}^2$$

$$\text{Maka jumlah APAR per lantai} = \frac{1003,84 \text{ m}^2}{500 \text{ m}^2} = 2 \text{ buah}$$

$$\text{Total APAR untuk Lantai 7 s/d 29} = 20 \times 2 \text{ buah} = \mathbf{40 \text{ buah}}$$

Ruang Mechanical Electrical (Asumsi tiap lantai terdapat Ruang ME memerlukan 1 APAR)

$$\text{Maka Jumlah APAR seluruhnya} = 26 \times 1 \text{ buah} = \mathbf{26 \text{ buah}}$$

**Total kebutuhan APAR = 76 buah**

Jenis APAR yang digunakan adalah Alat Pemadam Api Karbon Dioxide dengan berat 4.6 kg dan lama pancaran 6 detik. Merk Hooseki



**Gambar 4.6** Jenis APAR yang Digunakan dalam Perencanaan (Sumber: Brosur Hooseki)

**Tabel 4.4** Technical Data APAR

Type	HCO-5	HCO-7	HCO-10	HCO-15	HCO-50
Berat Total	6.8 kg	9.5 kg	16 kg	21 kg	90 kg
Berat Serbuk	2.3 kg	3 kg	4.6 kg	6.8 kg	23 kg
Tinggi Total	540 mm	735 mm	725 mm	945 mm	1500 mm
Lebar	192 mm	192 mm	400 mm	400 mm	630 mm



GarisTengah Tabung	177 mm	177 mm	196 mm	196 mm	220 mm
Tekanan Uji	250 kg/cm <sup>2</sup>	250 kg/cm <sup>2</sup>	250 kg/cm <sup>2</sup>	250 kg/cm <sup>2</sup>	250 kg/cm <sup>2</sup>
Lamanya Pancaran	16 sec	16 sec	22 sec	30 sec	30 sec
Jarak Pancaran	2-4 m	2-4 m	2-5 m	2-5 m	5-7 m

Ket:



Jenis APAR yang Direncanakan

5. Pompa kebakaran elektrik

Untuk Pompa kebakaran kali ini, penulis menggunakan jenis pompa sentrifugal dengan merk peerless pump.



**Gambar 4.7** Electric Fire Pump

(Sumber: [www.peerlesspump.com](http://www.peerlesspump.com))

6. Pompa Jockey

Untuk Pompa Jockey , penulis menggunakan jenis pompa centrifugal dengan merk MTH Pump.

## BAB V ANALISA DAN PERHITUNGAN

### 5.1 Tahap Analisa dan Observasi

Pada tahap perencanaan pembuatan konsep, observasi di lapangan sangat penting untuk dilakukan, karena jika ada barang atau komponen yang tidak lengkap atau kurang memadai akan menimbulkan kesulitan pada tahap awal perencanaan dan menyebabkan proses instalasi pipa. Pada analisa dan Observasi awal ini dilakukan pengumpulan data-data awal berupa

- Jumlah Lantai dan Gedung
- Penggunaan Gedung
- Denah bangunan
- Luas bangunan
- Kondisi Lingkungan

### 5.2 Tahap Perencanaan

Pada tahap ini yang harus dilakukan adalah mempersiapkan dasar-dasar perencanaan dengan menggunakan konsep rencana serta data pada system perencanaan instalasi pipa pencegahan dan penanggulangan kebakaran yang diperoleh dari penelitian lapangan dalam bentuk:

1. Data gedung
2. Sistem Penyediaan air untuk instalasi pipa pencegahan dan penanggulangan kebakaran
3. Penentuan jenis kebakaran yang sesuai dengan kegunaan gedung
4. Penempatan lokasi atau titik instalasi pipa sprinkler dan sprinkler head
5. Penentuan jenis pipa dan fitting yang akan digunakan
6. Penentuan diameter pipa
7. Pemilihan jenis pompa yang digunakan

### 5.3 Perhitungan Diameter

#### 5.3.1 Pengaturan dan Peletakan Sprinkler head

Metode peletakan kepala sprinkler yang digunakan adalah metode  $\frac{1}{2}S$  dan  $\frac{1}{2}D$ . Jenis kebakaran pada gedung Niffaro Office tower ini adalah kebakaran jenis kebakaran sedang (ordinary hazard) sehingga untuk perencanaan  $S \times D$  : ( 9-21).

### **5.3.2 Penempatan dan jumlah indoor hidran box**

Peletakan Indoor hidran box harus sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Selain itu harus diperhatikan juga nilai estetika dari arsitektur yang tersedia. Rencana pemasangan indoor hidran box untuk system instalasi pencegahan dan penanggulangan kebakaran pada gedung ini adalah satu hidran per lantai kecuali pada daerah basement 1 dan 2 menggunakan 6 hidran tiap lantainya. Pada semua lantai kecuali daerah basement, indoor hidran box diletakkan pada daerah di dekat lift. Hal ini dipilih karena dua alasan. Pertama daerah sekitar lift yang terletak di tengah –tengah memudahkan jangkauan selang hidran sehingga dapat mengcover semua area dalam lantai tersebut. Kedua IHB terletak pada daerah yang semua orang dapat mengetahui keberadaannya secara langsung.

### **5.3.3 Penentuan jenis pipa dan fitting yang dipasang**

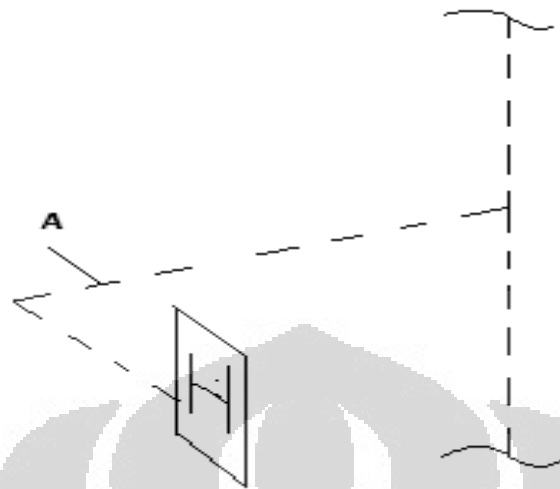
Untuk perencanaan ini dipilih pipa jenis black steel dengan alasan:

1. Memiliki kekuatan baja yang baik
2. Umum digunakan pada instalasi pipa pencegahan dan penanggulangan kebakaran
3. Mampu menerima tekanan maksimum 40 kg

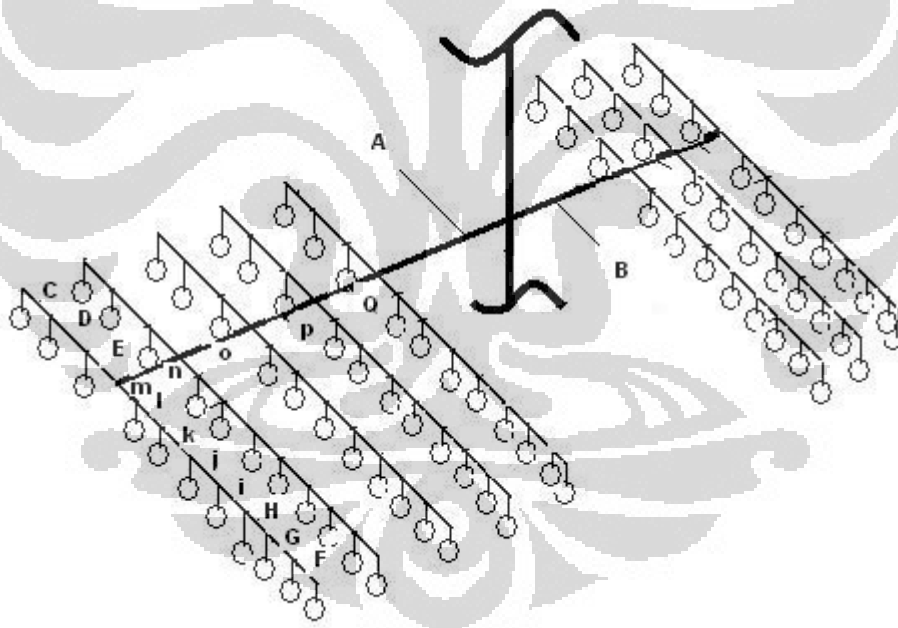
### **5.3.4 Penentuan diameter pipa sprinkler**

Penentuan diameter pipa sprinkler ini tidak penulis lakukan pada semua lantai. Penulis hanya menentukan diameter pipa sprinkler pada lantai 29 typical.

### 5.3.4.1 Gambar peletakan pipa pemadam kebakaran



Gambar 5.1 Peletakan Pipa Pemadam Kebakaran IHB It 29



Gambar 5.2 Peletakan Pipa Pemadam Kebakaran Sprinkler It 29

### 5.3.4.2 Perhitungan diameter pipa hidran It 29 (A)

Pada lantai 29 jumlah hidran box yang dibutuhkan 1 buah. Ketentuan dari NFPA untuk satu hidran box membutuhkan laju aliran  $0.019 \text{ m}^3/\text{s}$ . Sehingga diameter yang diperlukan dapat dilihat dibawah ini

Untuk 1 IHB

$$Q = 0.25 \times \pi \times D^2$$

Q:0.019/IHB

V:3m/s

$$Q = 0.25 \times \pi \times D^2 \times V$$

$$D = \sqrt[2]{\frac{0.019}{0.25 \times 3.14 \times 3}}$$

D:0.089m:89mm

Diambil D:100mm (selisih paling sedikit diantara batas perhitungan)

Jadi pipa untuk 1 IHB adalah 100mm

Setelah didapat  $D = 100$  mm, maka dihitung kembali untuk mendapatkan “v” yang baru dengan rumus didapat kecepatan aliran 2.5 m/s. Karena “v” yang didapat 2.5 m/s berarti tidak memenuhi syarat laju aliran minimum yaitu 3 m/s. Selanjutnya untuk mendapatkan diameter yang sesuai dicoba kembali dengan mengambil diameter sebesar **75 mm** dan setelah dihitung kembali didapat v sebesar 4.3 m/s yang berarti sesuai dengan syarat minimum NFPA 13.

#### 5.3.4.3 Perhitungan diameter pipa sprinkler Lt 29

Pada lantai 29, jumlah sprinkler head yang dibutuhkan adalah 88 buah. Ketentuan dari NFPA, laju aliran minimum per 1 sprinkler adalah  $0.001 \text{ m}^3/\text{s}$ . Sehingga diperoleh diameter-diameter pipa sprinkler yang berbeda-beda untuk mempertahankan kecepatan aliran minimal sebesar 3m/s. Diameter pipa sprinkler yang berbeda-beda dapat dilihat dengan pembagian segmen-segmen pada gambar 5.2 menjadi beberapa huruf. Dimana setiap huruf dari A sampai Q dapat diketahui besar diameternya dari perhitungan dibawah ini.

- Untuk 1 springkler Head (F):

$$Q = 0.25 \times \pi \times D^2$$

$$Q: 0.001 \text{ m}^3/\text{springkler}$$

$$V: 3 \text{ m/s}$$

$$Q = 0.25 \times \pi \times D^2 \times V$$

$$D = \sqrt[2]{\frac{0.001}{0.25 \times 3.14 \times 3}}$$

$$D: 0.0206 \text{ m} : 20.66 \text{ mm}$$

Diambil D: 20 mm (selisih paling sedikit diantara batas perhitungan)

Jadi pipa untuk 1 springkler head adalah **20 mm**

Setelah didapat **D : 20 mm**, maka dihitung kembali untuk mendapatkan “v” yang baru dengan rumus maka didapat nilai 3.18 m/s. Karena “v” yang di dapat 3,18 m/ maka “v” yang didapat sesuai dengan ketentuan NFPA 13.

- Untuk 2 springkler head (G):

$$Q = 0.25 \times \pi \times D^2$$

$$Q: 0.002/\text{springkler}$$

$$V: 3 \text{ m/s}$$

$$Q = 0.25 \times \pi \times D^2 \times V$$

$$D = \sqrt[2]{\frac{0.002}{0.25 \times 3.14 \times 3}}$$

$$D: 0.029 \text{ m} : 29 \text{ mm}$$

Diambil D: 32 mm (selisih paling sedikit diantara batas perhitungan)

Jadi pipa untuk 2 springkler head adalah 32 mm

Setelah didapat  $D = 32 \text{ mm}$ , maka dihitung kembali untuk mendapatkan “v” yang baru dengan rumus didapat kecepatan aliran  $2.5 \text{ m/s}$ . Karena “v” yang didapat  $2.5 \text{ m/s}$  berarti tidak memenuhi syarat laju aliran minimum yaitu  $3 \text{ m/s}$ . Selanjutnya untuk mendapatkan diameter yang sesuai dicoba kembali dengan mengambil diameter sebesar **25 mm** dan setelah dihitung kembali didapat v sebesar  $4.07 \text{ m/s}$  yang berarti sesuai dengan syarat minimum NFPA 13.

- Untuk 3 springkler Head (H)

$$Q = 0.25 \times \pi \times D^2$$

$$Q: 0.003$$

$$V: 3 \text{ m/s}$$

$$Q = 0.25 \times \pi \times D^2 \times V$$

$$D = \sqrt[2]{\frac{0.003}{0.25 \times 3.14 \times 3}}$$

$$D: 0.035 \text{ m} : 35 \text{ mm}$$

Diambil  $D: 32 \text{ mm}$  (selisih paling sedikit diantara batas perhitungan)

Jadi pipa untuk 3 springkler head adalah **32 mm**

Setelah didapat  $D : 32 \text{ mm}$ , maka dihitung kembali nilai “v” yang baru dengan rumus sehingga didapat nilai v adalah  $3.73 \text{ m/s}$ . Karena “v” yang didapat diatas  $3 \text{ m/s}$  maka diameter yang dipilih sudah memenuhi syarat yang ditentukan oleh NFPA 13

- Untuk 4 springkler Head (i)

$$Q = 0.25 \times \pi \times D^2$$

$$Q: 0.004$$

$$V: 3 \text{ m/s}$$

$$Q = 0.25 \times \pi \times D^2 \times V$$

$$D = \sqrt[2]{\frac{0.004}{0.25 \times 3.14 \times 3}}$$

$$D: 0.041\text{m}: 41\text{mm}$$

Diambil D: 40mm (selisih paling sedikit diantara batas perhitungan)

Jadi pipa untuk 4 springkler head adalah **40mm**

Setelah didapat D : 40 mm, maka dihitung kembali nilai “v” yang baru dengan rumus sehingga didapat nilai v adalah 3.73 m/s. Karena “v” yang didapat diatas 3 m/s maka diameter yang dipilih sudah memenuhi syarat yang ditentukan oleh NFPA 13

- Untuk 5 springkler Head (j)

$$Q = 0.25 \times \pi \times D^2 \times V$$

$$Q: 0.005$$

$$V: 3\text{m/s}$$

$$Q = 0.25 \times \pi \times D^2 \times V$$

$$D = \sqrt[2]{\frac{0.005}{0.25 \times 3.14 \times 3}}$$

$$D: 0.046\text{m}: 46\text{mm}$$

Diambil D: 50mm (selisih paling sedikit diantara batas perhitungan)

Jadi pipa untuk 5 springkler head adalah **40mm**

Setelah didapat D = 50mm, maka dihitung kembali untuk mendapatkan “v” yang baru dengan rumus didapat kecepatan aliran 2.5 m/s. Karena “v” yang didapat 2.5 m/s berarti tidak memenuhi syarat laju aliran minimum yaitu 3 m/s. Selanjutnya untuk mendapatkan diameter yang sesuai dicoba kembali dengan mengambil diameter sebesar **40** syarat minimum NFPA 13.



- Untuk 6 springkler Head (k)

$$Q = 0.25 \times \pi \times D^2$$

$$Q: 0.006$$

$$V: 3 \text{ m/s}$$

$$Q = 0.25 \times \pi \times D^2 \times V$$

$$D = \sqrt[2]{\frac{0.006}{0.25 \times 3.14 \times 3}}$$

$$D: 0.050 \text{ m} : 50 \text{ mm}$$

Diambil D: 50 mm (selisih paling sedikit diantara batas perhitungan)

Jadi pipa untuk 6 springkler head adalah **50 mm**

Diambil D: 50 mm (selisih paling sedikit diantara batas perhitungan)

Jadi pipa untuk 6 springkler head adalah 50 mm

Setelah didapat D : 50 mm, maka dihitung kembali nilai “v” yang baru dengan rumus sehingga didapat nilai v adalah 3.05 m/s. Karena “v” yang didapat diatas 3 m/s maka diameter yang dipilih sudah memenuhi syarat yang ditentukan oleh NFPA 13

- Untuk 7 springkler Head (l)

$$Q = 0.25 \times \pi \times D^2$$

$$Q: 0.007$$

$$V: 3 \text{ m/s}$$

$$Q = 0.25 \times \pi \times D^2 \times V$$

$$D = \sqrt[2]{\frac{0.007}{0.25 \times 3.14 \times 3}}$$

$$D: 0.054 \text{ m} : 54 \text{ mm}$$

Diambil D:50mm (selisih paling sedikit diantara batas perhitungan)

Jadi pipa untuk 7 springkler head adalah **50mm**

Setelah didapat D : 50 mm, maka dihitung kembali nilai “v” yang baru dengan rumus sehingga didapat nilai v adalah 3.56 m/s. Karena “v” yang didapat diatas 3 m/s maka diameter yang dipilih sudah memenuhi syarat yang ditentukan oleh NFPA 13

- Untuk 8 springkler Head (m)

$$Q = 0.25 \times \pi \times D^2 \times V$$

$$Q:0.008$$

$$V:3\text{m/s}$$

$$Q = 0.25 \times \pi \times D^2 \times V$$

$$D = \sqrt[2]{\frac{0.008}{0.25 \times 3.14 \times 3}}$$

$$D:0.058\text{m}:58\text{mm}$$

Diambil D:65mm (selisih paling sedikit diantara batas perhitungan)

Jadi pipa untuk 8 springkler head adalah **65mm**

Setelah didapat D = 65 mm, maka dihitung kembali untuk mendapatkan “v” yang baru dengan rumus didapat kecepatan aliran 2.5 m/s. Karena “ v” yang didapat 2.5 m/s berarti tidak memenuhi syarat laju aliran minimum yaitu 3 m/s. Selanjutnya untuk mendapatkan diameter yang sesuai dicoba kembali dengan mengambil diameter sebesar **50 mm** dan setelah dihitung kembali didapat v sebesar 4.07 m/s yang berarti sesuai dengan syarat minimum NFPA 13.

- Untuk 11 springkler Head (n)

$$Q = 0.25 \times \pi \times D^2 \times V$$

$$Q:0.011$$

$$V:3\text{m/s}$$

$$Q = 0.25 \times \pi \times D^2 \times V$$

$$D = \sqrt[2]{\frac{0.011}{0.25 \times 3.14 \times 3}}$$

$$D:0.068\text{m}:68\text{mm}$$

Diambil D:65mm (selisih paling sedikit diantara batas perhitungan)

Jadi pipa untuk 11 kepala springkler adalah **65mm**

Setelah didapat D : 65 mm, maka dihitung kembali nilai “v” yang baru dengan rumus sehingga didapat nilai v adalah 3.31 m/s. Karena “v” yang didapat diatas 3 m/s maka diameter yang dipilih sudah memenuhi syarat yang ditentukan oleh NFPA 13

- Untuk 22 springkler head (o)

$$Q = 0.25 \times \pi \times D^2 \times V$$

$$Q:0.022$$

$$V:3\text{m/s}$$

$$Q = 0.25 \times \pi \times D^2 \times V$$

$$D = \sqrt[2]{\frac{0.022}{0.25 \times 3.14 \times 3}}$$

$$D:0.096\text{m}:96\text{mm}$$

Diambil D:100mm (selisih paling sedikit diantara batas perhitungan)

Jadi pipa untuk 22 springkler head adalah **100mm**

Setelah didapat D = 100 mm, maka dihitung kembali untuk mendapatkan “v” yang baru dengan rumus didapat kecepatan aliran 2.8 m/s. Karena “v” yang didapat 2.8

m/s berarti tidak memenuhi syarat laju aliran minimum yaitu 3 m/s. Selanjutnya untuk mendapatkan diameter yang sesuai dicoba kembali dengan mengambil diameter sebesar **80 mm** dan setelah dihitung kembali didapat v sebesar 4.07 m/s yang berarti sesuai dengan syarat minimum NFPA 13.

- Untuk 33 kepala sprinkler (p)

$$Q = 0.25 \times \pi \times D^2 \times V$$

$$Q: 0.033$$

$$V: 3 \text{ m/s}$$

$$Q = 0.25 \times \pi \times D^2 \times V$$

$$D = \sqrt{\frac{0.033}{0.25 \times 3.14 \times 3}}$$

$$D: 0.118 \text{ m} : 118 \text{ mm}$$

Diambil D: 100 mm (selisih paling sedikit diantara batas perhitungan)

Jadi pipa untuk 33 sprinkler head adalah **100 mm**

Setelah didapat D : 100 mm, maka dihitung kembali nilai “v” yang baru dengan rumus sehingga didapat nilai v adalah 4.2 m/s. Karena “v” yang didapat diatas 3 m/s maka diameter yang dipilih sudah memenuhi syarat yang ditentukan oleh NFPA 13

- Untuk 44 kepala sprinkler (Q)

$$Q = 0.25 \times \pi \times D^2 \times V$$

$$Q: 0.044$$

$$V: 3 \text{ m/s}$$

$$Q = 0.25 \times \pi \times D^2 \times V$$

$$D = \sqrt[2]{\frac{0.044}{0.25 \times 3.14 \times 3}}$$

$$D: 0.136\text{m}: 136\text{mm}$$

Diambil D: 100mm (selisih paling sedikit diantara batas perhitungan)

Jadi pipa untuk 44 springkler head adalah **150mm**

Setelah didapat D = 150 mm, maka dihitung kembali untuk mendapatkan “v” yang baru dengan rumus didapat kecepatan aliran 2.5 m/s. Karena “v” yang didapat 2.5 m/s berarti tidak memenuhi syarat laju aliran minimum yaitu 3 m/s. Selanjutnya untuk mendapatkan diameter yang sesuai dicoba kembali dengan mengambil diameter sebesar **100 mm** dan setelah dihitung kembali didapat v sebesar 5.6 m/s yang berarti sesuai dengan syarat minimum NFPA 13.

- Untuk 55 kepala springkler (a)

$$Q = 0.25 \times \pi \times D^2 \times V$$

$$Q: 0.055$$

$$V: 3\text{m/s}$$

$$Q = 0.25 \times \pi \times D^2 \times V$$

$$D = \sqrt[2]{\frac{0.055}{0.25 \times 3.14 \times 3}}$$

$$D: 0.1528\text{m}: 152.88\text{mm}$$

Diambil D: 150mm (selisih paling sedikit diantara batas perhitungan)

Jadi pipa untuk 55 springkler head adalah **150mm**

Setelah didapat  $D : 150 \text{ mm}$ , maka dihitung kembali nilai “v” yang baru dengan rumus sehingga didapat nilai v adalah  $3.1 \text{ m/s}$ . Karena “v” yang didapat diatas  $3 \text{ m/s}$  maka diameter yang dipilih sudah memenuhi syarat yang ditentukan oleh NFPA 13

**tabel 5.1.** Diameter Pipa Pemadam Kebakaran untuk It 29 (sprinkler)

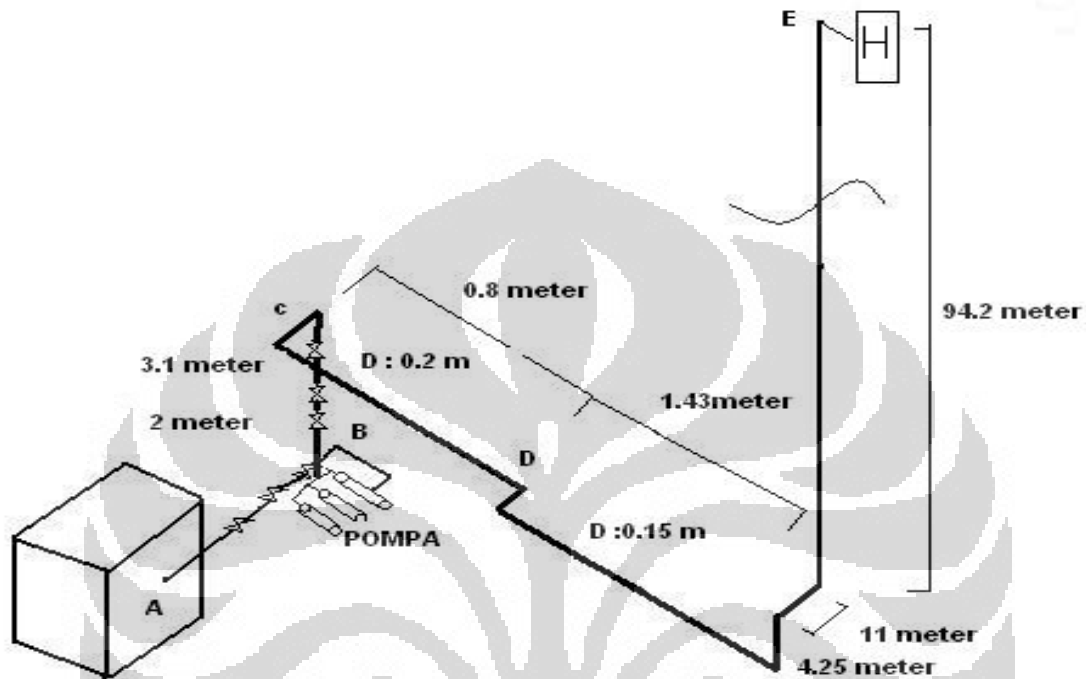
Kode	Jumlah Kepala Sprinkler	Diameter (mm)	Diameter (inchi)
F	1	20	0.8
G	2	25	1
H	3	32	1.26
I	4	40	1.6
J	5	40	1.6
K	6	50	2
L	7	50	2
M	8	50	2
N	11	65	2.56
O	22	80	3.15
P	33	100	4
Q	44	100	4
A	55	150	6

#### 5.4 Perhitungan Head Kerugian

Untuk memilih jenis pompa kebakaran yang sesuai untuk system maka perlu dilakukan perhitungan head kerugian baik itu untuk sprinkler system maupun untuk hidran sistem. Sehingga untuk melakukan perhitungan head kerugian, langkah pertama adalah menggambar skematik perancangan system hidran dan sprinkler untuk daerah kritis. Daerah kritis adalah daerah tertinggi dan terjauh pompa dengan instalasi hidran dan sprinkler. Gambar skematik

ini dimaksudkan untuk mempermudah perhitungan head kerugian sehingga dari gambar skematik dapat diketahui berapa jumlah elbow, valve, besar laju aliran dan diameter pipa

#### 5.4.1 Perhitungan Head Kerugian untuk Hida



Gambar 5.3 Skematik Perancangan Hidran untuk daerah

Tabel 5.2 Diameter dan Laju Aliran setiap segmen untuk hidran

Segmen	Q (gpm)	D (meter)
A-B	1000	0.2
B-POMPA	1000	0.15
POMPA-C	1000	0.15
C-D	1000	0.2
D-E	500	0.15
E-KELUAR	250	0.065

## Segmen A-B

**Table 5.3.** Ekivalen Segmen A-B

Jenis	Jumlah	Pjg Equivalent (m)	Total (m)
Elbow	1	0.4572	0.4572
Tee	1	0.889	0.889
Butterfly valve	1	0.3048	0.3048
Length	1	2	2
		Total	3.651

Debit Aliran: 1000 gpm = 3785.412 lpm

Diameter Pipa: 0.2m

Kecepatan Aliran:  $Q = A \times V$

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$A = \frac{1}{4} \pi D^2$$

$$A = \frac{1}{4} \pi (0.2m)^2$$

$$A = 0.0314m^2$$

$$v = \frac{0.063m^3/s}{0.0314m^2}$$

$$v = 2m/s$$

Penampang Hisap:

$$h_f : \frac{f \cdot v^2}{2g}$$

$$h_f : \frac{0.2 \times 4m^2/s^2}{2 \times 9.8m/s^2}$$

$$h_f : \frac{0.8}{19.6} \text{ meter} = 0.04 \text{ meter}$$



Gradien Hidrolik:

$$Q = 1.67 \cdot c \cdot d^{2.63} \cdot i^{0.54} \cdot 10000$$

$$i = 0.54 \sqrt[0.54]{\frac{Q}{1.67 \cdot c \cdot d^{2.63} \cdot 10000}}$$

$$i = 0.54 \sqrt[0.54]{\frac{Q}{1.67 \cdot c \cdot d^{2.63} \cdot 10000}}$$

$$i = 0.54 \sqrt[0.54]{\frac{3785.412}{1.67 \cdot 100 \cdot 0.2^{2.63} \cdot 10000}}$$

$$i = 0.54 \sqrt[0.54]{\frac{3785.412}{24234}}$$

$$i = 0.54 \sqrt[0.54]{0.156}$$

$$i = 0.0321$$

Hingga rugi gesek dari titik A-B:  $(3.651 \times 0.0321) + 0.04 = \mathbf{0.157m}$

Segmen B-Pompa

**Table 5.4** Ekvivalen length segmen B-Pompa

Jenis	Jumlah	Pjg Equivalent (m)	Total (m)
Elbow	3	0.3556	1.0668
Tee	1	0.762	0.762
Gate Valve	2	0.0762	0.1524
Check Valve	1	0.8128	0.8128
Length	1	0.911	0.911
		Total	3.705

Q: 1000gpm :

Diameter pipa: 0.15m

$$Q = A \times V$$

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$A = \frac{1}{4} \pi D^2$$

$$A = \frac{1}{4} \pi (0.15\text{m})^2$$

$$A = 0.0176625\text{m}^2$$

$$v = \frac{0.063\text{m}^3 / \text{s}}{0.0176625\text{m}^2}$$

$$v = 4\text{m} / \text{s}$$

Gradien Hidrolik:

$$Q = 1.67 \cdot c \cdot d^{2.63} \cdot i^{0.54} \cdot 10000$$

$$i = 0.54 \sqrt[0.54]{\frac{Q}{1.67 \times c \cdot d^{2.63} \times 10000}}$$

$$i = 0.54 \sqrt[0.54]{\frac{Q}{1.67 \times c \cdot d^{2.63} \times 10000}}$$

$$i = 0.54 \sqrt[0.54]{\frac{3785.412}{1.67 \times 100 \times 0.15^{2.63} \times 10000}}$$

$$i = 0.54 \sqrt[0.54]{\frac{3785.412}{11372}}$$

$$i = 0.54 \sqrt[0.54]{0.333}$$

$$i = 0.13077\text{m} / \text{m}$$

Hingga rugi gesek :  $0.13077 \times 3.705 = 0.4845\text{m}$

Segmen Pompa-C

**Table 5.5** Ekuivalen length segmen Pompa-C

Jenis	Jumlah	Pjg Equivalent (m)	Total
Elbow	2	0.3556	0.7112
Tee (cabang)	1	0.762	0.762

Gate Valve	2	0.0762	0.1524
Check Valve	1	0.8128	0.8128
Length	1	3.1	3.1
		<b>Total</b>	<b>5.5384</b>

Q: 1000gpm : 0.0630902m<sup>3</sup>/s: 3785.412lpm

Diameter pipa: 0.15m

$$Q = A \times V$$

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$A = \frac{1}{4} \pi D^2$$

$$A = \frac{1}{4} \pi (0.15m)^2$$

$$A = 0.0176625m^2$$

$$v = \frac{0.063m^3/s}{0.0176625m^2}$$

$$v = 4m/s$$

Gradien Hidrolik:

$$Q = 1.67 \cdot c \cdot d^{2.63} \cdot i^{0.54} \cdot 10000$$

$$i = 0.54 \sqrt{\frac{Q}{1.67 \cdot c \cdot d^{2.63} \cdot 10000}}$$

$$i = 0.54 \sqrt{\frac{Q}{1.67 \times C_c \times d^{2.63} \times 10000}}$$

$$i = 0.54 \sqrt{\frac{3785.412}{1.67 \times 100 \times 0.15^{2.63} \times 10000}}$$

$$i = 0.54 \sqrt{\frac{3785.412}{11372}}$$

$$i = 0.54 \sqrt{0.333}$$

$$i = 0.13077 \text{ m/m}$$

Hingga rugi gesek :  $(0.13077 \times 5.5384) = \mathbf{0.724 \text{ meter}}$

Segmen C-D

**Table 5.6** Ekvivalen length segmen C-D

Jenis	Jumlah	Pjg Equivalent (m)	Total
Elbow	1	0.4572	0.4572
Tee	0	-	0
Gate valve	0	-	0
Check Valve	0	-	0
Length	1	0.8	0.8
		Total	1.2572

Q: 1000gpm : 0.0630902m<sup>3</sup>/s: 3785.412lpm

Diameter pipa: 0.2m

Kecepatan Aliran:

$$Q = A \times V$$

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$A = \frac{1}{4} \pi D^2$$

$$A = \frac{1}{4} \pi (0.2m)^2$$

$$A = 0.0314m^2$$

$$v = \frac{0.063m^3/s}{0.0314m^2}$$

$$v = 2m/s$$

Gradien Hidrolik:

$$Q = 1.67 \cdot c \cdot d^{2.63} \cdot i^{0.54} \cdot 10000$$

$$i = \sqrt[0.54]{\frac{Q}{1.67 \cdot c \cdot d^{2.63} \cdot 10000}}$$

$$i = \sqrt[0.54]{\frac{Q}{1.67 \cdot c \cdot d^{2.63} \cdot 10000}}$$

$$i = \sqrt[0.54]{\frac{3785.412}{1.67 \cdot 100 \cdot 0.2^{2.63} \cdot 10000}}$$

$$i = \sqrt[0.54]{\frac{3785.412}{24234}}$$

$$i = \sqrt[0.54]{0.156}$$

$$i = 0.032$$

Hingga rugi gesek:  $(0.032 \times 1.2572) = 0.04m$

## Segmen D-E

**Table 5.7** Ekivalen length segmen D-E

Jenis	Jumlah	Pjg Equivalent (m)	Total
Elbow	5	0.3556	1.778
Tee	26	0.762	19.812
Gate Valve	0	-	0
Check Valve	0	-	0
Length	1	111.3	111.3
		Total	132.89

Q: 500gpm : 0.0315451m<sup>3</sup>/s: 1892.706lpm

Diameter pipa: 0.15m

Kecepatan Aliran:

$$Q = A \times V$$

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$A = \frac{1}{4} \pi D^2$$

$$A = \frac{1}{4} \pi (0.15m)^2$$

$$A = 0.0176625m^2$$

$$v = \frac{0.063m^3/s}{0.0176625m^2}$$

$$v = 4m/s$$

Gradien Hidrolik:

$$Q = 1.67 \cdot c \cdot d^{2.63} \cdot i^{0.54} \cdot 10000$$

$$i = 0.54 \sqrt{\frac{Q}{1.67 \times C_c \times d^{2.63} \times 10000}}$$

$$i = 0.54 \sqrt{\frac{Q}{1.67 \times C_c \times d^{2.63} \times 10000}}$$

$$i = 0.54 \sqrt{\frac{1892.706}{1.67 \times 100 \times 0.15^{2.63} \times 10000}}$$

$$i = 0.54 \sqrt{\frac{1892.706}{11372}}$$

$$i = 0.54 \sqrt{0.1664}$$

$$i = 0.0362$$

Hingga rugi gesek:  $(0.0362 \times 132.89) = 4.81 \text{ m}$

Segmen E-Keluar Nozzle

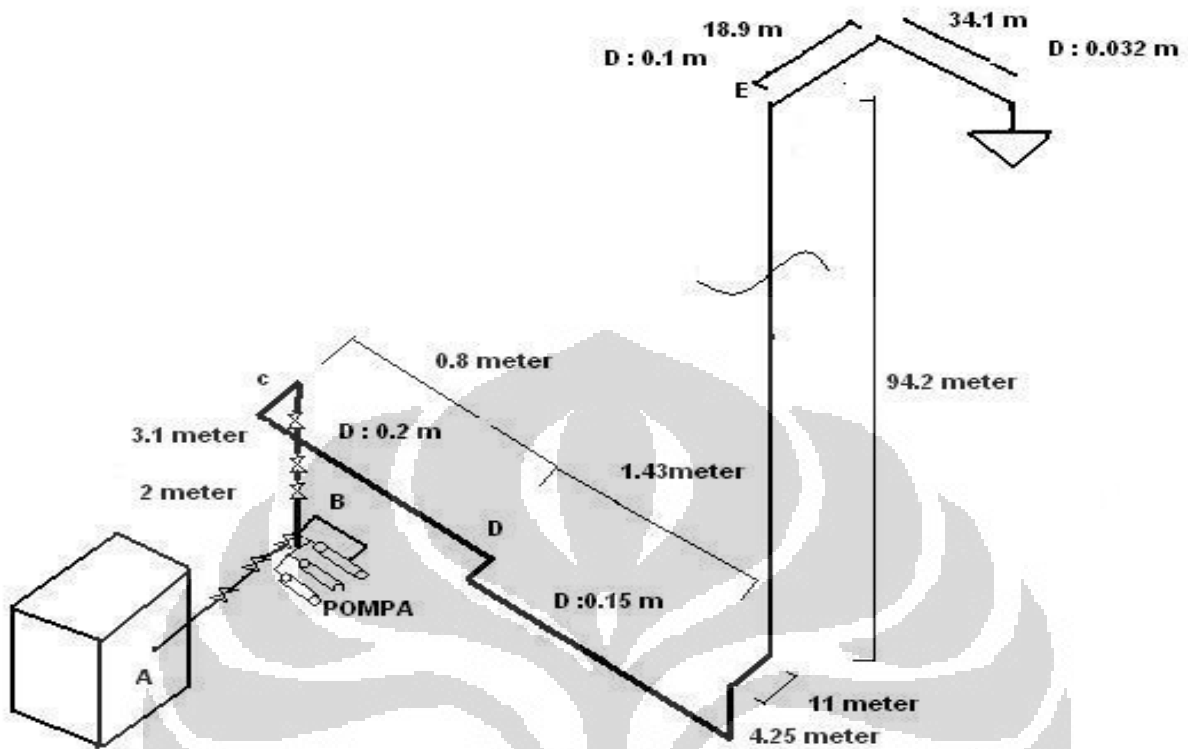
Q: 250gpm

Diameter pipa: 0.065m

Rugi gesek (asumsi) : 5m

**Total Rugi Gesek : 11.2155 m**

### 5.4.2 Untuk Sprinkler



Gambar 5.4 Skematik Perancangan Sprinkler untuk daerah kritis

Tabel 5.8 Diameter dan Laju Aliran setiap segmen untuk sprinkler

Segmen	Q (gpm)	D (meter)
A-B	1000	0.2
B-POMPA	1000	0.15
POMPA-C	1000	0.15
C-D	1000	0.2
D-E	500	0.15



E-F	250	0.1
F-KELUAR	71	0.032

### Segmen A-B

**Table 5.9** Ekivalen length segmen A-B

Jenis	Jumlah	Pjg Equivalent (m)	Total (m)
Elbow	1	0.4572	0.4572
Tee	1	0.889	0.889
Gate valve	1	0.3048	0.3048
Length	1	2	2
		Total	3.651

Debit Aliran: 1000 gpm = 3785.412 lpm

Diameter Pipa: 0.2m

Kecepatan Aliran:

$$Q = A \times V$$

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$A = \frac{1}{4} \pi D^2$$

$$A = \frac{1}{4} \pi (0.2m)^2$$

$$A = 0.0314m^2$$

$$v = \frac{0.063m^3/s}{0.0314m^2}$$

$$v = 2m/s$$

Penampang Hisap:

$$h_f : \frac{f.v^2}{2g}$$

$$h_f : \frac{0.2 \times 4m^2 / s^2}{2 \times 9.8m / s^2}$$

$$h_f : \frac{0.8}{19.6} \text{ meter} = 0.04 \text{ meter}$$

Gradien Hidrolik:

$$Q = 1.67 \cdot c \cdot d^{2.63} \cdot i^{0.54} \cdot 10000$$

$$i = \sqrt[0.54]{\frac{Q}{1.67 \times c \cdot d^{2.63} \times 10000}}$$

$$i = \sqrt[0.54]{\frac{Q}{1.67 \times c \cdot d^{2.63} \times 10000}}$$

$$i = \sqrt[0.54]{\frac{3785.412}{1.67 \times 100 \times 0.2^{2.63} \times 10000}}$$

$$i = \sqrt[0.54]{\frac{3785.412}{24234}}$$

$$i = \sqrt[0.54]{0.156}$$

$$i = 0.0321$$

Hingga rugi gesek dari titik A-B:  $(3.651 \times 0.0321) + 0.04 = \mathbf{0.157m}$

Segmen B-Pompa

**Table 5.10** Ekvivalen length segmen B-Pompa

Jenis	Jumlah	Pjg Equivalent (m)	Total (m)
Elbow	3	0.3556	1.0668
Tee	0	0.762	0
Gate Valve	2	0.0762	0.1524

Check Valve	1	0.8128	0.8128
Length	1	0.911	0.911
		Total	2.9442

Q: 1000gpm :

Diameter pipa:0.15m

Q= A x V

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$A = \frac{1}{4} \pi D^2$$

$$A = \frac{1}{4} \pi (0.15m)^2$$

$$A = 0.0176625m^2$$

$$v = \frac{0.063m^3 / s}{0.0176625m^2}$$

$$v = 4m/s$$

Gradien Hidrolik:

$$Q = 1.67 \cdot c \cdot d^{2.63} \cdot i^{0.54} \cdot 10000$$

$$i = 0.54 \sqrt[0.54]{\frac{Q}{1.67 \cdot c \cdot d^{2.63} \cdot 10000}}$$

$$i = 0.54 \sqrt[0.54]{\frac{Q}{1.67 \cdot c \cdot d^{2.63} \cdot 10000}}$$

$$i = 0.54 \sqrt[0.54]{\frac{3785.412}{1.67 \cdot 100 \cdot 0.15^{2.63} \cdot 10000}}$$

$$i = 0.54 \sqrt[0.54]{\frac{3785.412}{11372}}$$

$$i = 0.54 \sqrt[0.54]{0.333}$$

$$i = 0.13077m/m$$

Hingga rugi gesek :  $0.13077 \times 2.9442 = \mathbf{0.385m}$

### Segmen Pompa-C

**Table 5.11** Ekivalen length segmen Pompa-C

Jenis	Jumlah	Pjg Equivalent (m)	Total
Elbow	2	0.3556	0.7112
Tee (cabang)	0	0.762	0
Gate Valve	2	0.0762	0.1524
Check Valve	1	0.8128	0.8128
Length	1	3.1	3.1
		<b>Total</b>	<b>4.7764</b>

Q: 1000gpm : 0.0630902m<sup>3</sup>/s: 3785.412lpm

Diameter pipa: 0.15m

$$Q = A \times v$$

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$A = \frac{1}{4} \pi D^2$$

$$A = \frac{1}{4} \pi (0.15m)^2$$

$$A = 0.0176625m^2$$

$$v = \frac{0.063m^3 / s}{0.0176625m^2}$$

$$v = 4m/s$$

Gradien Hidrolik:

$$Q = 1.67 \cdot c \cdot d^{2.63} \cdot i^{0.54} \cdot 10000$$

$$i = 0.54 \sqrt{\frac{Q}{1.67 \cdot c \cdot d^{2.63} \cdot 10000}}$$

$$i = 0.54 \sqrt{\frac{Q}{1.67 \cdot c \cdot d^{2.63} \cdot 10000}}$$

$$i = 0.54 \sqrt{\frac{3785.412}{1.67 \cdot 100 \cdot 0.15^{2.63} \cdot 10000}}$$

$$i = 0.54 \sqrt{\frac{3785.412}{11372}}$$

$$i = 0.54 \sqrt{0.333}$$

$$i = 0.13077 \text{ m/m}$$

Hingga rugi gesek :  $(0.13077 \times 4.7764) = \mathbf{0.624 \text{ meter}}$

Segmen C-D

**Table 5.12** Ekvivalen length segmen C-D

Jenis	Jumlah	Pjg Equivalent (m)	Total
Elbow	1	0.4572	0.4572
Tee	0	-	0
Gate valve	0	-	0
Check Valve	0	-	0
Length	1	0.8	0.8
		Total	1.2572

Q: 1000gpm : 0.0630902m<sup>3</sup>/s: 3785.412lpm

Diameter pipa: 0.2m

Kecepatan Aliran:

$$Q = A \times V$$

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$A = \frac{1}{4} \pi D^2$$

$$A = \frac{1}{4} \pi (0.2m)^2$$

$$A = 0.0314m^2$$

$$v = \frac{0.063m^3/s}{0.0314m^2}$$

$$v = 2m/s$$

Gradien Hidrolik:

$$Q = 1.67 \cdot c \cdot d^{2.63} \cdot i^{0.54} \cdot 10000$$

$$i = \frac{0.54}{\sqrt[0.54]{1.67 \cdot c \cdot d^{2.63} \cdot 10000}}$$

$$i = \frac{0.54}{\sqrt[0.54]{1.67 \cdot c \cdot d^{2.63} \cdot 10000}}$$

$$i = \frac{0.54}{\sqrt[0.54]{1.67 \cdot 100 \cdot 0.2^{2.63} \cdot 10000}}$$

$$i = \frac{0.54}{\sqrt[0.54]{3785.412}}$$

$$i = \frac{0.54}{\sqrt[0.54]{24234}}$$

$$i = 0.032$$

Hingga rugi gesek:  $(0.032 \times 1.2572) = 0.04m$

Segmen D-E

**Table 5.13** Ekvivalen length segmen D-E

Jenis	Jumlah	Pjg Equivalent (m)	Total (m)
Elbow	6	0.3556	2.1336
Tee	26	0.762	19.812
Gate Valve	0	-	0
Check Valve	0	-	0
Length	1	121.3	121.3
		Total	143.2456

Q: 500gpm : 0.0315451m<sup>3</sup>/s: 1892.706lpm

Diameter pipa: 0.15m

Kecepatan Aliran:

$$Q = A \times V$$

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$A = \frac{1}{4} \pi D^2$$

$$A = \frac{1}{4} \pi (0.15m)^2$$

$$A = 0.0176625m^2$$

$$v = \frac{0.063m^3/s}{0.0176625m^2}$$

$$v = 4m/s$$

Gradien Hidrolik:

$$Q = 1.67 \cdot c \cdot d^{2.63} \cdot i^{0.54} \cdot 10000$$

$$i = 0.54 \sqrt[0.54]{\frac{Q}{1.67 \times C_c \times d^{2.63} \times 10000}}$$

$$i = 0.54 \sqrt[0.54]{\frac{1892.706}{1.67 \times 100 \times 0.15^{2.63} \times 10000}}$$

$$i = 0.54 \sqrt[0.54]{\frac{1892.706}{11372}}$$

$$i = 0.54 \sqrt[0.54]{0.1664}$$

$$i = 0.0362$$

Hingga rugi gesek:  $(0.0362 \times 143.2456) = 5.185 \text{ m}$

Segmen E-F

**Table 5.14** Ekuivalen length segmen E-F

Jenis	Jumlah	Pjg Equivalent (m)	Total (m)
Elbow	2	0.254	0.508
Tee	0	-	0
Gate Valve	0	-	0
Check Valve	0	-	0
Length	1	18.9	18.9
		Total	19.408

Q: 250gpm : 0.01577255/s: 946.3529lpm

Diameter pipa : 0. 1m

Q= A x V



$$v = \frac{Q}{A}$$

$$A = \frac{1}{4} \pi D^2$$

$$A = \frac{1}{4} \pi (0.1\text{m})^2$$

$$A = 0.00785\text{m}^2$$

$$v = \frac{0.063\text{m}^3 / \text{s}}{0.00785\text{m}^2}$$

$$v = 8.0254\text{m/s}$$

Gradien Hidrolik:

$$Q = 1.67 \cdot c \cdot d^{2.63} \cdot i^{0.54} \cdot 10000$$

$$i = \sqrt[0.54]{\frac{Q}{1.67 \cdot c \cdot d^{2.63} \cdot 10000}}$$

$$i = \sqrt[0.54]{\frac{Q}{1.67 \cdot c \cdot d^{2.63} \cdot 10000}}$$

$$i = \sqrt[0.54]{\frac{946.3529}{1.67 \cdot 100 \cdot 0.1^{2.63} \cdot 10000}}$$

$$i = \sqrt[0.54]{\frac{946.3529}{3914.86}}$$

$$i = \sqrt[0.54]{0.2417}$$

$$i = 0.072\text{m/m}$$

Hingga rugi gesek :  $(0.072 \times 19.408) = \mathbf{1.309 \text{ meter}}$

Segmen F-Keluar Sprinkler:

**Table 5.15** Ekuivalen length segmen F-Keluar Sprinkler

Jenis	Jumlah	Pjg Equivalent (m)	Total (m)
Elbow	1	0.0762	0.0762

Tee	0	-	0
Gate Valve	0	-	0
Check Valve	0	-	0
Length	1	34.1	34.1
		Total	34.1762

Diameter rata-rata pipa: 32mm

Q: 71gpm: 270m<sup>3</sup>/s: 302.8329lpm

$$Q = A \times V$$

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$A = \frac{1}{4} \pi D^2$$

$$A = \frac{1}{4} \pi (0.032m)^2$$

$$A = 0.000804247m^2 \quad 0.0011$$

$$v = \frac{0.005047216m^3/s}{0.000804247m^2}$$

$$v = 6.275m/s$$

Gradien Hidrolik:

$$Q = 1.67 \cdot c \cdot d^{2.63} \cdot i^{0.54} \cdot 10000$$

$$i = 0.54 \sqrt{\frac{Q}{1.67 \cdot c \cdot d^{2.63} \cdot 10000}}$$

$$i = 0.54 \sqrt[0.54]{\frac{Q}{1.67 \times C_c \times d^{2.63} \times 10000}}$$

$$i = 0.54 \sqrt[0.54]{\frac{270}{1.67 \times 100 \times 0.032^{2.63} \times 10000}}$$

$$i = 0.54 \sqrt[0.54]{\frac{270}{195.551}}$$

$$i = 0.54 \sqrt[0.54]{1.3807}$$

$$i = 1.81 \text{ m/m}$$

Total rugi gesek :  $(1.81 \times 34.1762) = \mathbf{61.85}$

## 5.5 Pemilihan Pompa

### 5.5.1 Pipa Tegak

Jumlah riser dibutuhkan adalah 3 berdasarkan pelayanan Sprinkler per ( 1.000 kepala Sprinkler diperlukan 1 riser dan 1 riser untuk setiap 1.000 kepala sprinkler lainnya ). 1 riser 500 gpm setiap penambahan 1 riser bertambah 250 gpm. Sehingga flowrate menjadi **1000 gpm**

### 5.5.2 Head Minimum Total untuk Hidran

Tabel 5.16. Head Total yang dibutuhkan Hidran

No	Keterangan	Head (m)
1	Rugi Gesek	11.2155
2	Head Statik	101.55
3	Tekanan Minimum	69
4	Total	181.7655
5	Faktor Keamanan 2 %	1.817655

6.	Total + Faktor Keamanan	183.58
----	-------------------------	--------

### 5.5.3 Head Minimum Total Untuk Sprinkler

Tabel 5.17 Head Total yang dibutuhkan sprinkler

No	Keterangan	Head (m)
1	Rugi Gesek	69.81
2	Head Statik	101.55
3	Head Tekanan Min Sprinkler	24.59
4	Total	195.95
5	Faktor Keamanan 2%	1.95
6	Head Total yang dibutuhkan	197.90

### 5.5.4 Daya Pompa (electric)

Berdasarkan perhitungan head antara sprinkler dan hidran didapat head minimum total sprinkler lebih besar daripada head minimum total hidran yang dibutuhkan. Sehingga untuk pemilihan pompa, head yang digunakan sebagai dasar pemilihan pompa adalah head minimum total sprinkler.

$$P_w = \rho \cdot g \cdot H \cdot Q_{ipompa} \quad P_w = \frac{Ph}{\eta p} \quad \eta_p = \frac{\rho_w}{\rho_h} \dots\dots\dots$$

Dimana :  $P_w$  = Daya pompa ( Watt )

$P_h$  = Daya hidrolik ( Watt )

$\rho$  = rapat massa (  $\text{kg/m}_3$  )

- $g$  = percepatan gravitasi (  $m/s^2$  )  
 $H$  = head pompa ( m )  
 $Q_{tpompa}$  = kapasitas total pompa (  $m^3/s$  )  
 $\eta_p$  = efisiensi pompa

$$P_w = \rho \cdot g \cdot H \cdot Q_{tpompa}$$

$$P_w = 1000kg/m^3 \times 10m/s^2 \times 197.9m \times 0.0630902m^3/s$$

$$P_w = 124855.11watt = 124.8kw$$

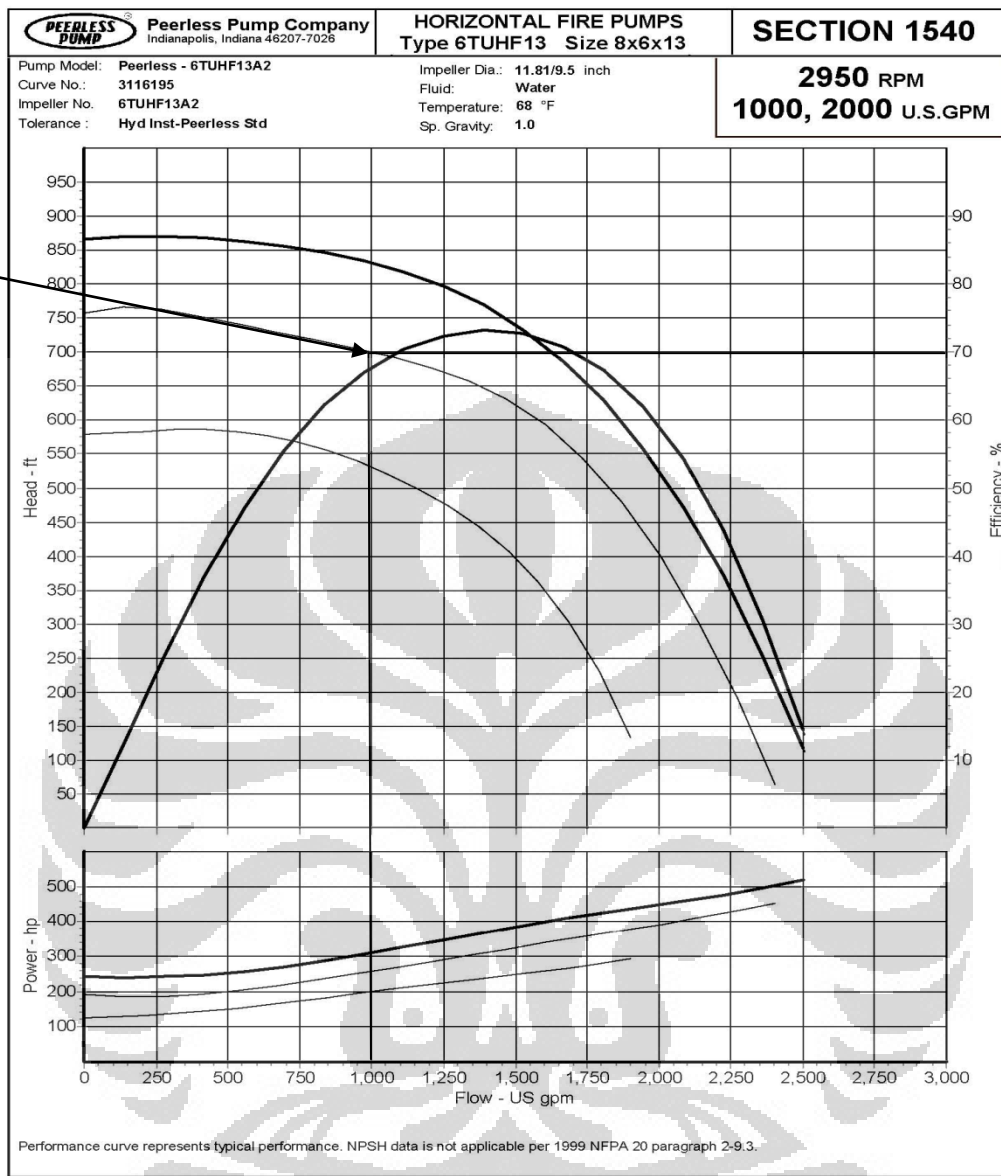
Asumsi efisiensi : 0.7

$$P_h = \frac{P_w}{\eta_p}$$

$$P_h = \frac{124.8kw}{0.7}$$

$$P_h = 178.36kw$$

Sehingga setelah dihitung, didapatkan suatu pompa listrik untuk kebakaran gedung yang mempunyai beberapa syarat antara lain head yang dibutuhkan minimum 197.9m dan mempunyai flowrate sebesar 1000 gpm. Diatas penulis sudah menentukan bahwa akan menggunakan pompa peerless untuk pompa listrik. Sehingga tipe pompa peerless yang sesuai kriteria diatas adalah pompa listrik dengan tipe 6TUHF 13A 2



**Gambar 5.5** Grafik Pompa Peerless tipe 6TUHF 13A2

**Tabel 5.18** Spesifikasi Pompa 6 TUHF 13 A 2

Min Head (Psig)	Max Head (Psig)	Min Impeller diameter (inch)	Max impeller diameter (inci)	RPM
303	361.09	9.5	11.51	2950

### 5.5.5 Perhitungan Head Isap Positif Netto (NPSH)

#### NPSH yang tersedia:

Head yang dimiliki oleh zat cair pada sisi isap pompa dikurangi tekanan uap jenuh zat cair di tempat tersebut

$$h_{sv} : \frac{P_a}{\gamma} - \frac{P_v}{\gamma} - h_s - h_{ls}$$

Dimana:

$\gamma$  : Berat Zat Cair per satuan Volume ( $\text{kgf}/\text{m}^3$ )

$H_s$  : Head isap Statis (m)

$h_{ls}$  : Kerugian head didalam pipa hisap (m)

$h_{sv}$  : NPSH yang tersedia (m)

$P_a$  : Tekanan Atmosfir ( $\text{kgf}/\text{m}^2$ )

$P_v$  : Tekanan Uap Jenuh ( $\text{kgf}/\text{m}^2$ )

$$h_{sv} : \frac{P_a}{\gamma} - \frac{P_v}{\gamma} - h_s - h_{ls}$$

$$P_a : 10332 \text{ kgf} / \text{m}^2$$

$$\gamma : 995.7 \text{ kgf} / \text{m}^3$$

$$P_v : 432.5 \text{ kgf} / \text{m}^2$$

$$h_{sv} : \frac{10332}{995.7} - \frac{432.5}{995.7} - 0 - 0.6415$$

$$h_{sv} : 10.376 \text{ m} - 0.434 \text{ m} - 0.6415 \text{ m}$$

$$h_{sv} : 9.3 \text{ m}$$

#### NPSH yang Diperlukan

Tekanan terendah didalam pompa biasanya terdapat disuatu titik dekat setelah sisi masuk sudu impeller. Ditempat tersebut, tekanan adalah lebih rendah daripada tekanan pada lubang isap pompa. Hal ini disebabkan oleh kerugian head di nosel isap, kenaikan kecepatan aliran karena luas penampang yang menyempit, dan kenaikan kecepatan aliran karena tebal sudu setempat. Jadi, agar tidak terjadi penguapan zat cair, maka tekanan pada lubang masuk pompa, dikurangi penurunan tekanan didalam pompa harus lebih tinggi daripada tekanan uap zat cair. Head tekanan yang besarnya sama dengan penurunan tekanan ini disebut NPSH

diperlukan. Sehingga agar pompa dapat bekerja tanpa mengalami kavitasi, maka NPSH tersedia > NPSH diperlukan. NPSH diperlukan dapat diperoleh dengan persamaan dibawah

$$n_s = n \frac{Q_N^{1/2}}{H_N^{1/2}}$$

dimana

$n_s$  : kecepatan spesifik

$n$  : putaran (rpm)

$H_N$  : head \_ sistem (m)

$Q_N$  : flowrate \_ sistem (gpm)

Setelah didapat nilai  $n_s$  didapat  $\sigma$  (koefisien kavitasi)

Sehingga

$$H_{svN} : \sigma H_N$$

dimana  $H_{svN}$  : NPSH yang diperlukan

$$n_s = n \frac{Q_N^{1/2}}{H_N^{1/2}} = 2950 \times \frac{3.785412^{1/2}}{197.9^{3/4}} = 106m$$

$$\sigma : 0.046$$

$$H_{svN} : \sigma H_N$$

$$H_{svN} : 0.046 \times 197.9$$

$$H_{svN} : 9.1m$$

Dari perhitungan didapat nilai NPSH yang disediakan lebih besar daripada NPSH yang dibutuhkan sehingga dapat disimpulkan bahwa pompa dapat bekerja secara optimal tanpa perlu khawatir akan terjadinya kavitasi didalam pompa tersebut.

### 5.5.6 Pompa Jockey:

Syarat:

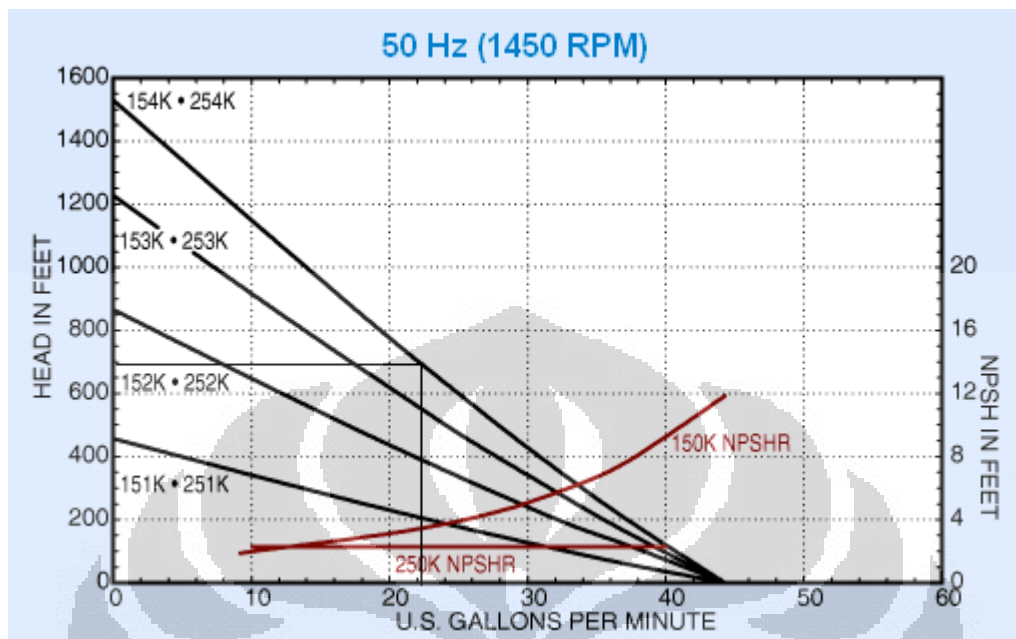
Q : 2.2 persen dari Q pompa electric

H : 105 persen dari H pompa electric

Jadi : Pompa Jockey yang akan dipilih harus mempunyai minimal laju aliran sebesar 22 gpm dan Head Pompa Jockey sebesar 207.795 m. Diatas penulis juga sudah menentukan bahwa akan menggunakan MTH Pumps sebagai pompa jockey yang mempunyai fungsi untuk menjaga tekanan ketika sprinkler pecah dan mulai bekerja. Sehingga tipe MTH Pumps



yang sesuai dengan kriteria diatas adalah pompa jockey dengan model 160D



Gambar 5.6 Jockey Pump merk MTH Pump

#### Pompa Diesel:

1. Q : 1000 gpm
2. H : 197.9 Meter

#### 5.5.7 Kapasitas Reservoir

$$\text{Kapasitas reservoir} : \frac{Q \text{ (gpm)} \times 3.785 \text{ (l/g)} \times 60 \text{ menit}}{1000}$$

$$\frac{1000 \text{ (gpm)} \times 3.785 \text{ (l/g)} \times 60 \text{ menit}}{1000}$$

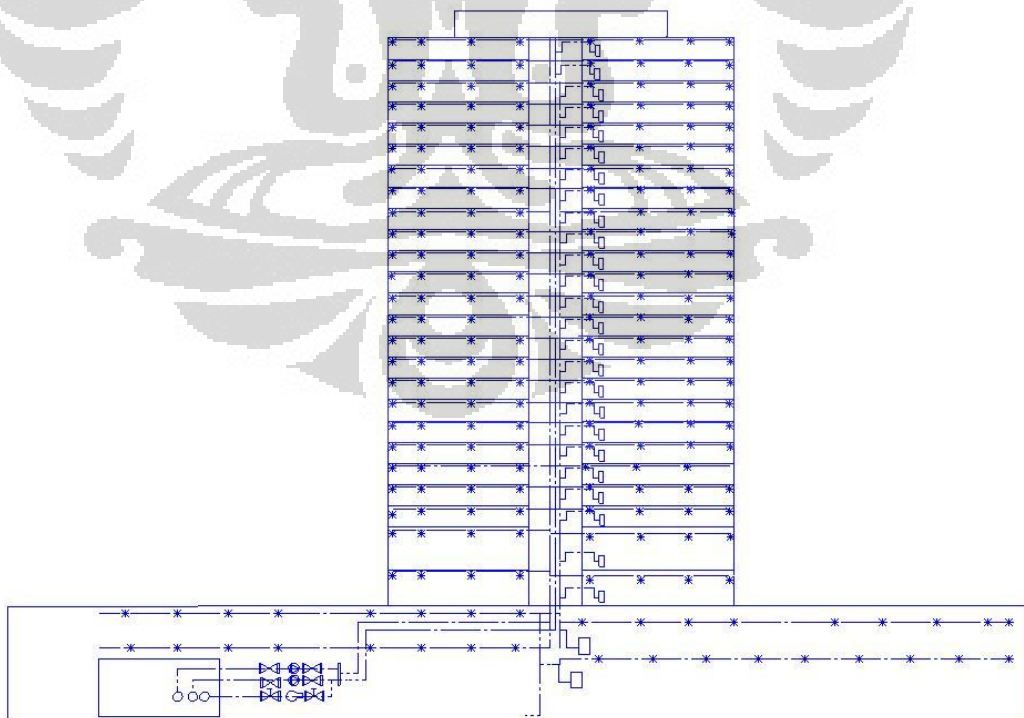
$$\text{Kapasitas reservoir} : 227.1 \text{ m}^3$$

## BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Perencanaan instalasi pipa pada umumnya memerlukan perawatan yang baik dan berkelanjutan. Tujuannya adalah memeriksa apakah konstruksinya, fungsinya serta sifat-sifat dari seluruh system, peralatan, instalasi mesin-mesin dan perlengkapan lainnya memenuhi persyaratan yang berlaku dan sesuai yang direncanakannya. Dari hasil perancangan dan analisa yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan hasil antara perhitungan dengan kenyataan yang berada di lapangan. Dan perbedaan hasil ini disebabkan oleh beberapa factor antara lain:

1. Fator SDM : Umumnya perencana dilapangan lebih berpengalaman dan mempunyai teknik khusus untuk instalasi fire fighting di gedung
2. Faktor Teknis: Untuk beberapa titik terjadi perubahan yang mendadak terhadap proses instalasi sprinkler maupun hidrandan terkadang perubahan tersebut tidak dimasukkan dalam data atau terlambat dilaporkan
3. Faktor lingkungan atau lapangan: Ada beberapa lokasi yang membuat owner harus merubah desain secara spontan

Dibawah ini adalah gambar skematik hidran dan sprinkler



**Gambar 6.1.** Skematik Instalasi pipa fire fighting

### Data Perencanaan Gedung

- Pompa yang digunakan dalam fire fighting ini ada 3:
  1. Pompa Electric dengan head 197.9 meter dan laju aliran 1000 gpm dengan merk peerless pump tipe 6TUHF 13A 2
  2. Pompa Jockey dengan head 207.95 meter dan laju aliran 22 gpm dengan merk MTH Pump model 160 D
  3. Pompa diesel dengan head 197.9 meter, laju aliran 1000 gpm dan lama pemakaian 60 menit
  
- Reservoar : 227 m<sup>3</sup>
  
- Sprinkler (didalam gedung):
  1. Sistem : Pipa basah
  2. Banyaknya sprinkler : 2940 kepala sprinkler
  3. Pipa tegak yang digunakan : 3 riser
  
- Hidran (didalam gedung):
  1. Tipe: A2
  2. Merk: Hooseki
  3. Size : 125 x 75 x 18 cm
  4. Jumlah : 37 box hidran
  
- Siamese Conection
  1. Tipe : S 11
  2. Model : Machino & VDH
  
- Hidran Pillar
  1. Tipe : H-15 AP
  2. Model : Machino & VDH

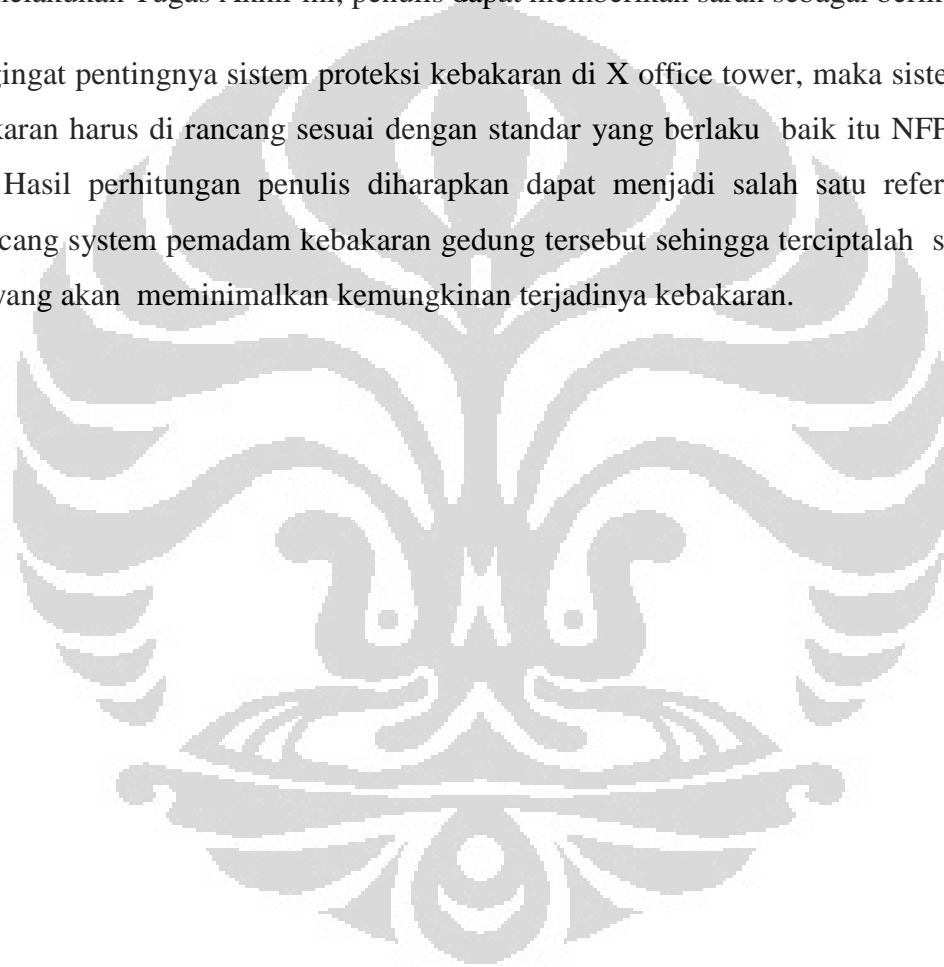
- APAR (didalam gedung):

Jenis APAR yang digunakan adalah Alat Pemadam Api Karbon Dioxida dengan berat 4.6 kg dan lama pancaran 6 detik. Merk Hooseki i

## Saran

Setelah melakukan Tugas Akhir ini, penulis dapat memberikan saran sebagai berikut:

- Mengingat pentingnya sistem proteksi kebakaran di X office tower, maka sistem proteksi kebakaran harus di rancang sesuai dengan standar yang berlaku baik itu NFPA ataupun SNI. Hasil perhitungan penulis diharapkan dapat menjadi salah satu referensi untuk perancang system pemadam kebakaran gedung tersebut sehingga terciptalah sistem yang baik yang akan meminimalkan kemungkinan terjadinya kebakaran.



## DAFTAR PUSTAKA

- Bouay Jr. H E, "Handbook of Mechanical and Electrical System For Building"USA,1998
- Charles A. Wentz, Safety, Health and Environmental Protection, MGH, 1998
- Kusuma.Yuriadi,"Modul Kuliah"Jakarta:Pusat Pengembang Bahan Ajar Sistem Mekanikal Gedung UMB
- Munson, Bruce R dkk.2003.*Mekanika Fluida Jilid 1*.Jakarta: Erlangga
- Noerbambang, Sofyan M dan Takeo Morinwa.1986.*Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plambing*.Jakarta:Erlangga
- Sularso and Horua Tahara.1983.*Pompa dan Kompresor:Pemilihan,Pemakaian, dan pemeliharaan*.Jakarta:Pradnya Paramta
- <http://ciptakarya.pu.go.id/pbl/pustaka/BG/SNI2003-1745-2000> Tata cara perencanaan dan pemasangan system PDF)
- [http://plantwo.byu.edu/planweb/instructions/20tab\\_c\\_fire\\_sprinkler\\_criteria.pdf](http://plantwo.byu.edu/planweb/instructions/20tab_c_fire_sprinkler_criteria.pdf)
- [http://www.cheresources.com/2003/kinds of valve](http://www.cheresources.com/2003/kinds_of_valve)
- [http://www.hooseki.com/brosur fire hydrant and sprinkler](http://www.hooseki.com/brosur_fire_hydrant_and_sprinkler)
- [http://www.iccsafe.org/states/phoenix/Phoenix\\_Fire/ pdf](http://www.iccsafe.org/states/phoenix/Phoenix_Fire/pdf)
- <http://www.mthpumps.com/english/150/150k-50hz.html>
- [http://www.peerlesspump.com/tech\\_manuals/ Curves.pdf](http://www.peerlesspump.com/tech_manuals/Curves.pdf)
- [http://www.vikingcorporation.com/brosur APAR Portable](http://www.vikingcorporation.com/brosur_APAR_Portable)
- [http://125.160.17.21/speedyorari/view.php?file=pendidikan/materi-kejuruan/elektro/jaringan-akses-pelanggan/teknik\\_pemadam\\_kebakaran.pdf](http://125.160.17.21/speedyorari/view.php?file=pendidikan/materi-kejuruan/elektro/jaringan-akses-pelanggan/teknik_pemadam_kebakaran.pdf)
- [http://www.pu.go.id/balitbang/SNI/pdf/SNI 2003-1745-2000](http://www.pu.go.id/balitbang/SNI/pdf/SNI_2003-1745-2000)