

TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS MERCU BUANA

LEMBAR PENGESAHAN

Dinyatakan Telah Disetujui dan Disahkan

Jakarta, Maret 2007

Mengetahui,

**R. Arioso Dh, Ir
Koordinator Tugas Akhir**

TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS MERCU BUANA

LEMBAR PENGESAHAN

Dinyatakan Telah Diperiksa dan Disahkan

Jakarta, Maret 2007

Mengetahui,

Ir. Yuriadi Kusuma, MSc
Pembimbing Tugas Akhir

A B S T R A K

Dalam Tugas Akhir ini dilakukan Perencanaan Sistem Instalasi Pipa Penanggulangan Bahaya Kebakaran pada gedung bertingkat dengan obyek yaitu salah satu gedung bertingkat tinggi di Jakarta yakni **Gedung Central Bisnis Distrik (CBD) Pluit**

Pada perencanaan ini aspek – aspek yang diperhatikan adalah alat – alat pemadam kebakaran *portable*, instalasi pipa untuk *sprinkler* dan *hydrant system*, perhitungan diameter dan tebal pipa, perhitungan tekanan, pemilihan jenis pompa, pemilihan material, dan spesifikasi pipa berdasarkan data – data yang tersedia.

Dari hasil perancangan di dapat **Jumlah Sprinkler Head sebanyak 406 buah, Hydrant sebanyak 44 buah dengan Kapasitas Reservoar (GWR) 1067 m³ dan Head Pompa sebesar 225 m.**

KATA PENGANTAR

Assalamu' alikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah – Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini serta tidak lupa shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada junjungan Nabi muhammad S.A.W, keluarga–Nya, sahabat–Nya dan pengikut–Nya hingga akhir zaman.

Dalam pembuatan Tugas Akhir ini penulis mengambil judul “ *Perencanaan Sistem Instalasi Pipa Penanggulangan Bahaya Kebakaran pada CBD Pluit* ”. Penulisan dan penyusunan Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi kewajiban syarat untuk mencapai gelar Strata–1 (S–1) pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Mercu Buana.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini jauh dari sempurna karena keterbatasan pengetahuan penulis, dan dalam kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar – besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini, ucapan terima kasih ditujukan kepada :

1. Kedua Orang Tua serta saudara – saudaraku yang telah memberikan do'a, saran dan kritik juga dorongan semangat baik dari segi moril maupun materil sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir. Hendra Yugantara selaku *Project Manager* dan Bapak Ludiyono selaku *Engineering* yang telah memberikan informasi, kesempatan dan kemudahan selama pengambilan data – data TA di proyek CBD Pluit.
3. Bapak Drs. H. Yoni Aryoni Prawira selaku Kepala Suku Dinas Pemadam Kebakaran Kodya Jakarta Utara, Bapak H. Roedjito selaku Kepala Seksi Sektor VI, Bapak Untung Djatmiko selaku Kepala Pleton Sektor VI, dan Bapak Martoyo selaku Kepala Regu Pos Muara Baru yang telah memberikan informasi, kesempatan dan kemudahan selama pengambilan data – data TA di DPK Kodya Jakarta Utara.
4. Bapak R. Ariosoeko Dh, Ir selaku Koordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Mercu Buana.
5. Bapak Ir. Yuriadi Kusuma, MSc selaku Dekan sekaligus Dosen Pembimbing Akademik Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Mercu Buana.
6. Bapak Ir. Rully Nutranta, MSc selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Mercu Buana.
7. Santoso, Hendra Setiawan, Nurkholis, Mintardi, Rizal Suriandi dan teman – teman jurusan Teknik Mesin Ang'01 yang telah memberikan saran, bantuan serta kerjasamanya selama penyusunan Tugas Akhir ini.

Kata Pengantar

8. Teman dekat penulis yang bernama Sry Purwanti yang selalu memberikan dorongan semangat untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini lebih cepat.
 9. Dan semua pihak yang telah membantu hingga tersusunnya Tugas Akhir ini.
- Akhir kata, penulis berharap agar Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukannya, khususnya bagi Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin.

Jakarta, 28 Februari 2007

Penulis

DAFTAR NOTASI

A	= Luas penampang pipa	m^2
C _c	= Koefisien penyempit pada air	
c	= <i>safety</i> pipa	m
D	= Diameter pipa	m
f	= Koefisien gesekan dari pipa distribusi	
g	= Percepatan gravitasi	m/s^2
H	= <i>Head</i> total	m
H _a	= Tinggi angkat total	m
H _c	= Kerugian reducer	m
H _d	= Tinggi tekan	m
H _e	= Kerugian katup, belokan, fitting / percabangan	m
H _f	= Kerugian gesek dalam pipa	m
H _{pompa}	= Head pompa	m
H _s	= Tinggi hisap	m
h	= <i>Head</i> tekanan	m
h _a	= <i>Head</i> statis	m
h _d	= Tinggi kolom zat cair	m
h _l	= <i>Head losses</i>	m

Daftar Notasi

K	=	Faktor jumlah kerugian untuk katup, sambungan belokan, fitting dan percabangan yang terjadi pada pipa.
L	=	Panjang pipa
m	=	Massa
P	=	Tekanan
P_h	=	Daya hidrolik
P_w	=	Daya pompa
ρ	=	rapat massa
Q	=	Kapasitas aliran fluida
Q_{tpompa}	=	Kapasitas total pompa
Re	=	Bilangan Reynolds
t	=	Tebal pipa
V	=	Kecepatan air
v	=	Volume
Z	=	Head potensial
γ	=	berat jenis
σ	=	tegangan tarik yang diijinkan bahan
μ	=	Viskositas kinematik air
Δh_p	=	head tekanan
η_p	=	efisiensi pompa

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN UNIVERSITAS

ABSTRAK

KATA PENGANTAR **i**

DAFTAR NOTASI **iv**

DAFTAR ISI **vi**

DAFTAR GAMBAR **xi**

DAFTAR TABEL **xiii**

BAB I PENDAHULUAN

1. 1	Latar Belakang Masalah	1
1. 2	Maksud dan Tujuan Perencanaan	2
1. 3	Ruang Lingkup Pembahasan	2
1. 4	Batasan Perencanaan	2
1. 5	Teknik Pengumpulan Data	3
1. 6	Metode Penulisan	4
1. 7	Sistematika Penulisan	4

BAB II LANDASAN TEORI

2. 1	Jenis Perencanaan Instalasi Pipa	6
2. 1. 1	Perencanaan Instalasi Pipa di Luar Gedung	6

Daftar Isi

2. 1. 2 Perencanaan Instalasi Pipa di Dalam Gedung	7
2. 2 Sistem Pendistribusian Air di Dalam Gedung	7
2. 2. 1 Sistem Pendistribusian Air Bersih	7
2. 2. 2 Instalasi Pipa untuk <i>Plumbing System</i>	8
2. 2. 3 Instalasi Pipa untuk <i>Fire Protection System</i>	9
2. 3 Pemasangan Instalasi Pipa	19
2. 4 Sistem Penyediaan Air	20
2. 4. 1 Jaringan Kota	20
2. 4. 2 Tangki Gravitasi	21
2. 4. 3 Tangki Bertekanan	21
2. 4. 4 Mobil Pemadam Kebakaran	22
2. 5 Pengertian Kebakaran	22
2. 5. 1 Proses Kebakaran	22
2. 5. 2 Klasifikasi Kebakaran	25
2. 5. 3 Penyebab Kebakaran	26
2. 5. 4 Pola Meluasnya Kebakaran	28
2. 6 Penanggulangan Kebakaran	31
2. 6. 1 Usaha Pencegahan	31
2. 6. 2 Cara Pemadaman	32
2. 6. 3 Pemilihan dan Penempatan Alat Pemadam	33
2. 7 Pemeriksaan dan Pengujian Instalasi Pemadam Kebakaran ...	33
2. 7. 1 Pemeriksaan Sistem Pemadam Kebakaran	33

2. 7. 2 Pengujian Sistem Pemadam Kebakaran 34

BAB III STUDI KASUS

- 3. 1 Data – data Gedung 37
- 3. 2 Data Lapangan untuk Menganalisa Hasil Perhitungan 37
- 3. 3 Rumus – rumus 41

BAB IV ANALISA PERENCANAAN DAN PERHITUNGAN

- 4. 1 Perhitungan Diameter Pipa *Sprinkler* 48
- 4. 2 Perhitungan Diameter Pipa *Hydrant* Gedung 62
- 4. 3 Perhitungan Tebal Pipa 63
- 4. 4 Kerugian *Head Reducer* (H_c) 65
- 4. 5 Kerugian *head* belokan, katup, sambungan / percabangan (H_e) 67
- 4. 6 Kerugian *Head* gesekan dalam pipa (H_f) 68
- 4. 7 Perhitungan Kerugian *Head* pada *Fire Sprinkler* dan *Hydrant* 69
 - 4. 7. 1 Perhitungan Kerugian *Head* pada Pipa Tekan 69
 - 4. 7. 1. 1 Perhitungan Kerugian *Head* Gesekan Dalam Pipa (H_f) pada Pipa *Sprinkler System* 69
 - 4. 7. 1. 2 Perhitungan Kerugian *Head* Gesekan Dalam Pipa (H_f) pada Pipa *Fire Hydrant* 73
 - 4. 7. 1. 3 Perhitungan Kerugian *Head Reducer* (H_c) / Penyempitan pada Pipa *Sprinkler System* 74

4. 7. 1. 4 Perhitungan Kerugian <i>Head Reducer</i> (H_c) / Penyempitan pada Pipa <i>Hydrant System</i>	78
4. 7. 1. 5 Perhitungan Kerugian <i>Head Belokan, Katup,</i> <i>Sambungan / Percabangan</i> (H_e) pada Pipa <i>Sprinkler System</i>	79
4. 7. 1. 6 Perhitungan Kerugian <i>Head Belokan, Katup,</i> <i>Sambungan / Percabangan</i> (H_e) pada Pipa <i>Hydrant System</i>	80
4. 8 Perhitungan Kerugian <i>Head</i> pada Pipa Hisap (<i>Suction</i>)	81
4. 8. 1 Kerugian <i>Head Belokan, Katup, Sambungan /</i> <i>Percabangan</i> (H_e)	81
4. 8. 2 Kerugian <i>Head Gesekan Dalam Pipa</i> (H_f)	81
4. 9 Perhitungan <i>Head Total Pompa</i>	82
4. 9. 1 <i>Head Pompa Yang Dibutuhkan Sprinkler</i>	83
4. 9. 2 <i>Head Pompa Yang Dibutuhkan Hydrant</i>	84
4. 9. 3 Perhitungan Tekanan	85
4. 9. 3. 1 Konsep Dasar Tekanan	85
4. 9. 3. 2 Tekanan Pada <i>Sprinkler Terjauh</i>	85
4. 9. 3. 3 Tekanan Pada <i>Hydrant Terjauh</i>	87
4. 10 Analisa Jumlah <i>Sprinkler</i> pada Gedung Bertingkat ditinjau dari Klasifikasi Sifat Hunian	90
4. 10. 1 Klasifikasi Sifat Hunian	90

Daftar Isi

4. 10. 2 Hunian Bahaya Kebakaran Ringan	90
4. 10. 3 Hunian Bahaya Keakaran Sedang	90
4. 10. 3. 1 Hunian Bahaya Keakaran Sedang Kelas I	90
4. 10. 3. 2 Hunian Bahaya Keakaran Sedang Kelas II	91
4. 10. 3. 3 Hunian Bahaya Keakaran Sedang Kelas III	91
4. 10. 4 Hunian Bahaya Kebakaran Berat	92
4. 11 Jumlah Maksimum Kepala <i>Sprinkler</i>	92
4. 12 Perhitungan Kapasitas Aliran & Reservoir	93
4. 13 Pemilihan Jenis Pompa	94
4. 13. 1 Jenis – jenis Pompa	94
4. 13. 2 Perhitungan Daya Pompa Untuk Electrik / <i>Diesel Pump</i>	97
4. 13. 3 Perhitungan Daya Pompa Untuk <i>Jockey Pump</i>	98
4. 14 Perencanaan Sistem	99

BAB V PENUTUP

5. 1 Kesimpulan	103
5. 2 Saran – saran	105

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 2. 1	Sistem tidak langsung pada distribusi air bersih	7
Gambar 2. 2. 2	Sistem langsung pada distribusi air bersih	8
Gambar 2. 2. 3	<i>Sprinkler Head Tipe Quatzoid Bulb</i>	10
Gambar 2. 2. 4	<i>Sprinkler Head Tipe Side Wall</i>	11
Gambar 2. 2. 5	(a) (b) <i>Tipe – tipe Drancher</i>	12
Gambar 2. 2. 6	(a) (b) Jenis – jenis Pengaturan Penempatan	13
Gambar 2. 2. 7	(a) (b) (c) (d) Metode Distribusi Untuk <i>Sprinkler</i>	15
Gambar 2. 2. 8	<i>Indoor Hydrant Box</i>	16
Gambar 2. 2. 9	<i>Outdoor Hydrant Box</i>	17
Gambar 2. 2. 10	<i>Hose Reel</i>	17
Gambar 2. 2. 11	Suplai Air untuk <i>Hydrant Pillar</i>	18
Gambar 2. 2. 12	<i>Hydrant Pillar</i>	18
Gambar 2. 2. 13	<i>Siamese Connection</i>	19
Gambar 2. 5. 1	<i>Tetrahedron Api</i>	23
Gambar 2. 5. 2	Kurva Suhu Api	24
Gambar 2. 5. 3	Penjalaran Kebakaran secara Konveksi	29

Daftar Gambar

Gambar 2. 5. 4	Penjalaran Kebakaran secara Konduksi	29
Gambar 2. 5. 5	Penjalaran Kebakaran secara Radiasi	30
Gambar 2. 6. 1	Diagaram Sistem Kerja Perlengkapan Kebakaran	33
Gambar 4. 1. 1	Isometri Instalasi Pipa <i>Sprinkler System</i> Berdasarkan Penomeran Pipa	50
Gambar 4. 9. 1	Skema Sistem Pompa	83
Gambar 4. 13. 1	Grafik Efisiensi Pompa	97
Gambar 4. 13. 2	Diagram Pemilihan Jenis Pompa	99

DAFTAR TABEL

Tabel	2. 2. 1	<i>Plumbing Fixtures</i> dan standar peletakannya	9
Tabel	2. 3. 1	Warna dan Temperatur <i>Sprinkler</i>	12
Tabel	2. 5. 1	Laju Pertumbuhan Kebakaran	25
Tabel	2. 5. 2	Klasifikasi Kebakaran	25
Tabel	2. 5. 3	Penyebab Kebakaran	27
Tabel	4. 1. 1	Ukuran pipa <i>Sprinkler</i> untuk Kebakaran Ringan	49
Tabel	4. 1. 2	Diameter pipa pada <i>Sprinkler System</i>	59
Tabel	4. 2. 1	Pemilihan Diameter Pipa	62
Tabel	4. 3. 1	Hasil Perhitungan Tebal Pipa Menurut Schedule 40	65
Tabel	4. 4. 1	Standar Penyempitan Cc Untuk Air (<i>Weisbach</i>)	66
Tabel	4. 5. 1	Standar Koefisien Kerugian Tinggi Tekan (K) untuk Peralatan Bantu	67
Tabel	4. 7. 1	Hasil Perhitungan Kerugian <i>Head</i> Gesekan Dalam Pipa (H_f) pada Pipa <i>Sprinkler</i>	72
Tabel	4. 7. 2	Hasil Perhitungan Kerugian <i>Head</i> Gesekan Dalam Pipa (H_f) pada Pipa <i>Hydrant</i>	74

Daftar Tabel

Tabel 4.7.3 Hasil Perhitungan Kerugian <i>Head Reducer (H_c)</i>	
pada Pipa <i>Fire Sprinkler</i>	77
Tabel 4.7.4 Hasil Perhitungan Kerugian <i>Head Reducer (H_c)</i>	
pada Pipa <i>Hydrant</i>	79
Tabel 4.9.1 Hasil Perhitungan Tekanan <i>Sprinkler</i> Terjauh	88
Tabel 4.9.2 Hasil Perhitungan Tekanan <i>Hydrant</i> Terjauh	89

BAB I

PENDAHULUAN

1. 1 Latar Belakang Masalah

Dewasa ini seiring kemajuan teknologi, kebutuhan manusia makin bertambah, terutama tempat dimana manusia melakukan aktivitasnya. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya pembangunan gedung – gedung bertingkat di kota – kota besar di Indonesia. Untuk itu sangat dibutuhkan gedung – gedung yang aman dan nyaman baik dalam segi bentuk maupun estetika.

Salah satu gangguan keamanan yang dapat menimbulkan kerugian, baik materi maupun jiwa adalah kebakaran. Kebakaran pada gedung – gedung bertingkat di kota terutama diakibatkan oleh adanya hubungan arus pendek dari listrik. Oleh karena itu gedung – gedung bertingkat harus memenuhi peralatan pencegahan kebakaran yang ditetapkan oleh Pemerintah Daerah setempat seperti alat – alat pemadam kebakaran *portable, sprinkler system, hydrant system*, alat deteksi alarm sistem dan signal sistem.

Hal – hal tersebut dipelajari dalam sistem instalasi pipa pencegahan kebakaran dan penanggulangan kebakaran.

1. 2 Maksud dan Tujuan Perencanaan

Tujuan perencanaan instalasi pipa pencegahan dan penanggulangan kebakaran (*fire protection*) yang disesuaikan oleh kondisi dan bentuk gedung serta mencari dasar – dasar perencanaan sistem instalasi pipa pemadam kebakaran yang baik dan sesuai dengan ketentuan Pemerintah Daerah (Pemda).

Dengan adanya perencanaan sistem yang diharapkan diperoleh pemakaian pipa seefisien mungkin tanpa mengurangi fungsi dan kualitas sistem instalasi tersebut dan dapat menghemat biaya proyek serta meningkatkan efisien kerja.

1. 3 Ruang Lingkup Pembahasan

Penulis tugas akhir ini akan membahas langkah – langkah perencanaan sistem instalasi pipa pencegahan dan penanggulangan kebakaran pada gedung bertingkat, peralatan – peralatan yang mendukung sistem tersebut dan penggambaran instalasi pipa secara peletakan maupun isometri serta perhitungan diameter pipa dan data teknis pompa.

1. 4 Batasan Perencanaan

Agar penulisan perencanaan ini dapat dipahami dengan jelas dan sesuai dengan tujuan penulisan, maka perlu dilakukan pembatasan perencanaan sebagai berikut :

1. Perencanaan dan perancangan instalasi pipa untuk *sprinkler* sistem dan *hydrant* sistem, perhitungan diameter dan tebal pipa, perhitungan tekanan, pemilihan jenis pompa, pemilihan material, pipa rating dan spesifikasi pipa berdasarkan data – data yang tersedia.

2. Perencanaan dan perancangan sistem instalasi pipa pemadam kebakaran disesuaikan dengan standar yang telah ditentukan oleh Dinas Pemadam Kebakaran DKI Jakarta dan *National Fire Protection Association (NFPA)*.
3. Pembahasan dibatasi oleh bidang teknik mesin saja dan tidak menyinggung masalah instrumen dan mengabaikan cabang – cabang yang tidak begitu mempengaruhi perhitungan perencanaan jalur utama.

1. 5 Teknik Pengumpulan Data

Untuk mencapai tujuan pembahasan, penulis memperoleh data – data yang dikumpulkan melalui studi literature dan survey lapangan termasuk wawancara yang selanjutnya dianalisa untuk mendapatkan suatu kesimpulan.

Adapun pengumpulan data diperoleh dengan :

1. Pengenalan akan bahaya kebakaran sebagai dasar pembahasan .
2. Pendekatan masalah, dengan menguraikan faktor – faktor sistem pencegahan dan penanggulangan kebakaran.
3. Analisa perancangan sistem instalasi pemadam kebakaran.
4. Studi pengamatan yang membandingkan hasil pembahasan dengan keadaaan yang sesungguhnya di lapangan.
5. Berdasarkan pada buku – buku referensi, makalah dan catatan kuliah.
6. Mengunjungi instansi terkait, misalnya :
 - Dinas Pemadam Kebakaran Propinsi DKI Jakarta.
 - Pengawasan Pembanguna Kota (P2K).

1. 6 Metode Penulisan

Selama melaksanakan tugas akhir ini, penulis berusaha mendapatkan informasi – informasi yang diinginkan dengan melaksanakan langkah – langkah atau metode sebagai berikut.

1) Metode Observasi lapangan

Dimanfaatkan oleh penulis untuk mendapatkan penjelasan dan data yang real pada masalah kerja yang terjadi.

2) Metode Perpustakaan

Digunakan untuk mendukung penulisan dan mencari referensi atau data yang bersifat teori, membandingkan serta mengaplikasikannya pada penerapan di lapangan.

3) Metode Pustaka

1. 7 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan ini penulisan membuat sistematika penulisan berdasarkan data yang didapat, kemudian disusun menjadi beberapa bab menurut garis besar ;

LEMBAR PENGESAHAN UNIVERSITAS

ABSTRAK

KATA PENGANTAR

DAFTAR NOTASI

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

BAB I Pendahuluan

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang, maksud dan tujuan, ruang lingkup pembahasan, batasan perencanaan, teknik pengumpulan data, metode dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini menceritakan tentang perencanaan – perencanaan instalasi pipa penanggulangan bahaya kebakaran.

BAB III METODOLOGI PERENCANAAN

Bab ini menguraikan tentang data – data hasil survei lapangan dan perhitungan – perhitungan.

BAB IV HASIL PERENCANAAN DI LAPANGAN

Bab ini menguraikan tentang hasil data lapangan yang sudah diperhitungkan secara mendetail.

BAB V PENUTUP

Kesimpulan dan Saran

DAFTAR PUSTAKA

BAB I Pendahuluan

BAB II

LANDASAN TEORI

2. 1. Jenis Perencanaan Instalasi Pipa

Secara umum perencanaan instalasi pipa bila ditinjau dari segi lokasi perencanaan maka akan kita dapatkan dua jenis perencanaan, yaitu :

1. Perencanaan Instalasi Pipa di Luar Gedung
2. Perencanaan Instalasi Pipa di Dalam Gedung

Kedua jenis perencanaan tersebut memiliki banyak perbedaan yang cukup jelas diantaranya sebagai berikut :

2. 1. 1 Perencanaan Instalasi Pipa di Luar Gedung

Perencanaan instalasi pipa di luar gedung ini berbeda bila kita bandingkan dengan perencanaan instalasi pipa di dalam gedung karena adakalanya fluida yang dialirkan tidak hanya berupa air dan gas tetapi dapat pula berupa minyak atau cairan – cairan kimia.

Sistem perencanaan instalasi pipa ini dapat dibagi menjadi :

- Perencanaan instalasi pipa dibidang Perminyakan dan Gas

- Perencanaan instalasi pipa dinas PDAM
- Perencanaan instalasi pipa dibidang industri kimia

2. 1. 2 Perencanaan Instalasi Pipa di Dalam Gedung

Sistem instalasi pipa ini lebih sering kita kenal karena lebih sering terlihat pada kehidupan sehari – hari.

Sistem perencanaan instalasi ini dapat dibagi menjadi :

- Perencanaan instalasi pipa *Plumbing System*
- Perencanaan instalasi pipa *Fire Protection System*
- Perencanaan instalasi pipa *Air Condition System*

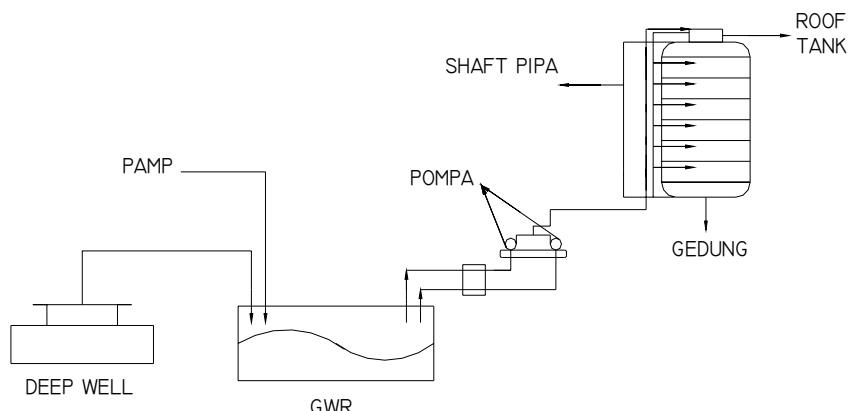
2. 2 Sistem Pendistribusian Air di Dalam Gedung

2. 2. 1 Sistem Pendistribusian Air Bersih

Untuk instalasi pipa *Plumbing System* terdapat dua jenis cara pendistribusian air bersih, yaitu :

- a. Sistem tidak langsung

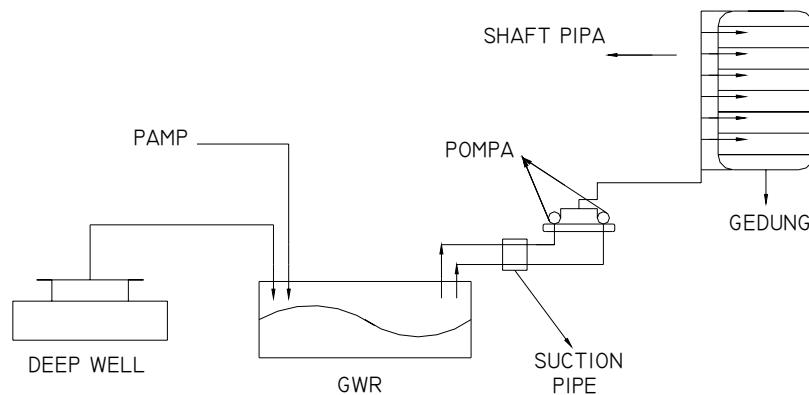
Dapat dilihat secara skematis pada gambar di bawah ini :



Gambar 2. 2. 1. Sistem tidak langsung pada distribusi air bersih

b. Sistem langsung

Dapat dilihat secara skematis pada gambar di bawah ini.



Gambar 2. 2. 2 Sistem langsung pada distribusi air bersih

Perbedaan antara kedua sistem ini adalah pada pemakaian *rooft tank*, pada sistem tidak langsung digunakan, sedangkan pada sistem tidak langsung tidak digunakan *rooft tank*.

2. 2. 2 Instalasi Pipa untuk *Plumbing System*

Pada instalasi ini sistem dibagi lagi menjadi tiga sub – sistem, yaitu :

1. Instalasi pipa untuk distribusi air bersih

Pada instalasi pipa air bersih (dibidang *Plumbing*) ini kita mengenal yang dinamakan *Plumbing Fixtures* dimana semua alat ini mendapat suplai berupa air bersih dari tangki. Di bawah ini terdapat table yang menerangkan jenis – jenis *Plumbing Fixtures* beserta standar peletakannya.

Tabel 2. 2. 1 *Plumbing Fixtures* dan standar peletakannya

<i>Plumbing Fixtures</i>	Standar peletakan (dihitung dari lantai)
Water Closet	0.3 – 0.4 m
Urinal	0.6 – 1 m
Shower	1.6 – 1.8 m
Lavatori Basin	1.2 – 1.4 m
Kitchen Sink	1.2 – 1.4 m
Bath Cup	0.4 – 0.5 m
Keran	0.4 – 0.5 m

Ref : *Deputi Urusan Tata Bangunan dan Lingkungan Departement Permukiman dan Prasarana Wilayah.*

Semua standar peletakan untuk *Plumbing Fixtures* tersebut tidak mutlak tetapi peletakan tersebut disesuaikan dengan kebutuhan pengguna gedung.

2. Instalasi pipa untuk air buangan

Instalasi ini hanya mengalir air yang telah dipakai dari dapur, air dari *wastafel* (*Lavatory Basin*), air buangan dari keran serta air buangan dari talang yang kesemuanya itu selanjutnya dialirkan kesaluran lingkungan gedung.

3. Instalasi pipa untuk air kotor

Pada instalasi ini yang tergolong air kotor adalah kotoran, baik yang cair maupun padat yang dibuang melalui *urinal* atau *water closet* yang semua itu umumnya langsung disalurkan ke *septic tank* atau (*Sewage Treatment Plant*).

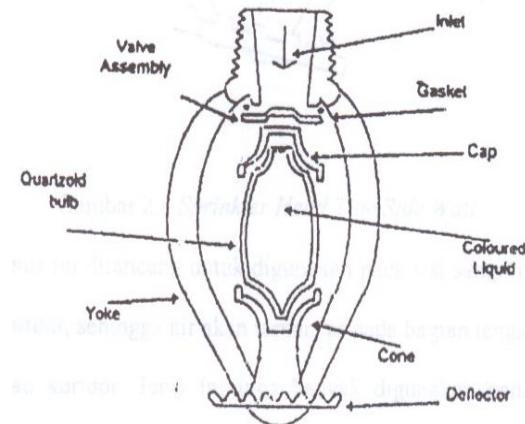
2. 2. 3 Instalasi Pipa untuk *Fire Protection System*

Pada instalsi ini sistem dapat dibagi menjadi beberapa sub – sistem, yaitu :

- *Sprinkler System*

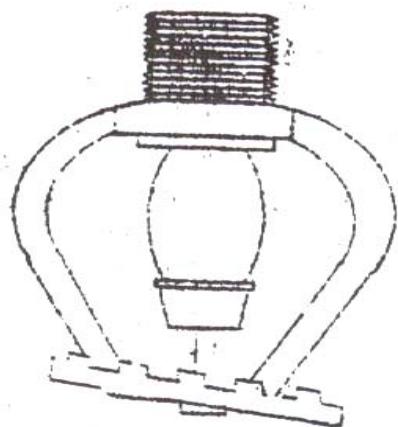
Sistem ini merupakan suatu sistem pencegahan pertama yang sangat baik yang mana pada pemakaianya dilengkapi dengan *Heat Detector*.

Di bawah ini terdapat beberapa jenis *sprinkler head* dan *drencher* yang umum digunakan :



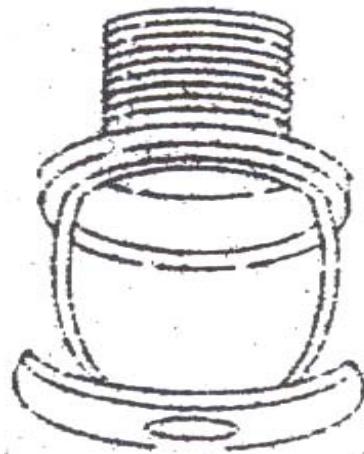
Gambar 2. 2. 3 Sprinkler Head Type Quartzoid Bulb

Gambar 2. 2. 3 Tipe ini berupa tabung yang terbuat dari kaca special (*special glass*) yang mana digunakan menahan air pada tempatnya. Tabung tersebut berisi cairan kimia berwarna yang mana bila dipanaskan (terkena panas) sampai suhu tertentu maka cairan kimia akan mengembang dan gelas akan tertekan sampai suatu batas tertentu yang akhirnya gelas tersebut akan pecah sehingga katup terbuka dan air akan mengalir menuju *deflector* kemudian air akan menyembur keluar untuk memadamkan api.

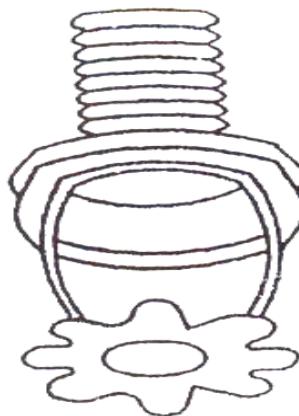


Gambar 2. 2. 4 Sprinkler Head Tipe Side Wall

Gambar 2. 2. 4 Jenis ini dirancang untuk digunakan pada sisi samping ruangan atau koridor, sehingga air akan terpancar pada bagian tengah dari ruangan atau koridor. Jenis ini juga banyak digunakan pada terowongan – terowongan.



a. Window Dランчер



b. *Roof Drancher*

Gambar 2. 2. 5 (a) (b) *Tipe – tipe Drancher*

Gambar 2. 2. 5 (a) Tipe ini digunakan untuk memancarkan air tipe ini biasa dipakai di atas jendela untuk mencegah meluasnya api ke luar dari gedung.

Gambar 2. 2. 5 (b) Tipe ini tidak jauh dengan tipe pada gambar *Gambar 2. 2. 5 (a)*, tetapi pada pemasangannya tipe ini pada atap (*rof*) untuk mencegah meluasnya api.

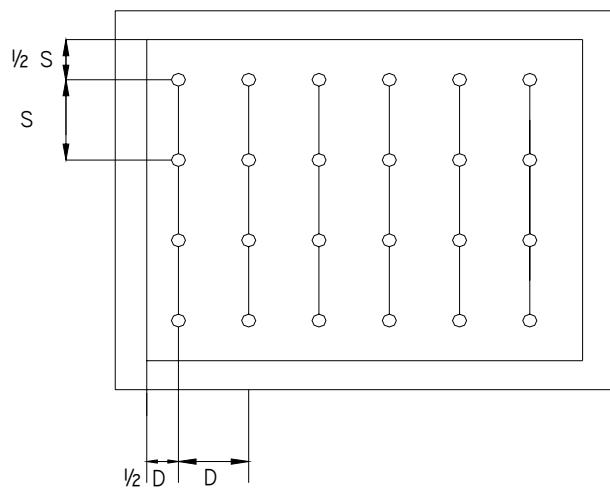
Tabel 2. 3. 1 Warna Cairan dan Temperatur *Sprinkler*

Rata – rata Temperatur	Warna dari cairan bola
57	Jingga
68	Merah
79	Kuning
93	Hijau
141	Biru
182	Ungu (Mauve)
204 – 260	Hitam

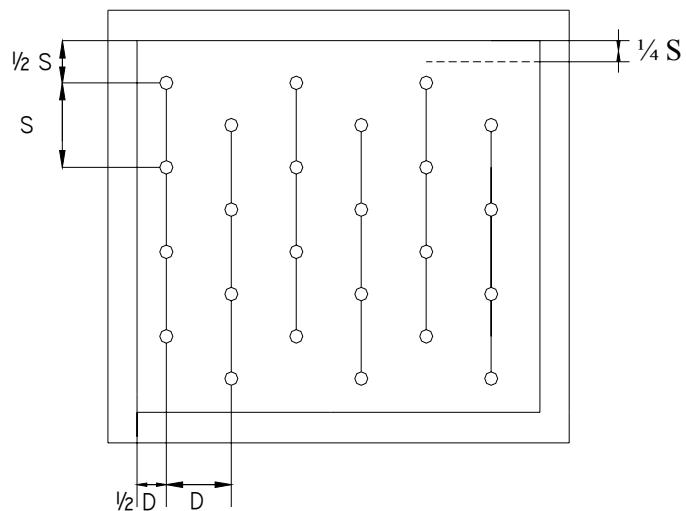
Ref : " Panduan Pemasangan Sistem Sprinkler untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Rumah dan Gedung ", 1987, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

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

BAB II Landasan Teori



(a) Metode $\frac{1}{2}S$ dan $\frac{1}{2}D$



(b) Metode $\frac{1}{4}S$ dan $\frac{1}{2}D$

Gambar 2. 2. 6 (a) (b) 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 kedinding

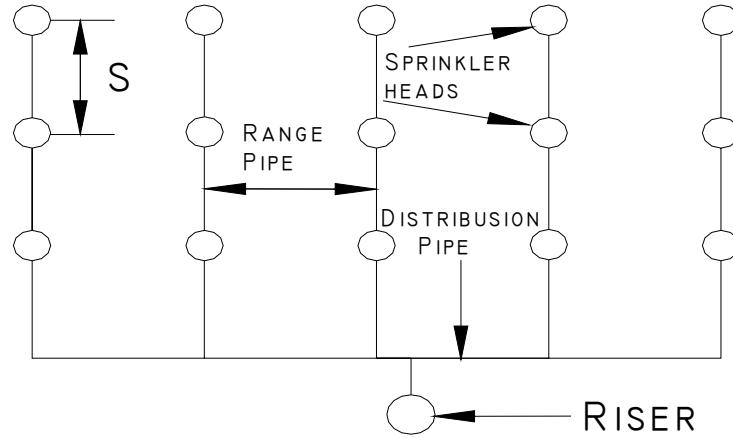
Dari hasil perkalian antara S dengan D kita dapat menentukan klasifikasi kebakaran sebagai berikut :

- Untuk kebakaran ringan : $S \times D \leq 21 \text{ m}^2$

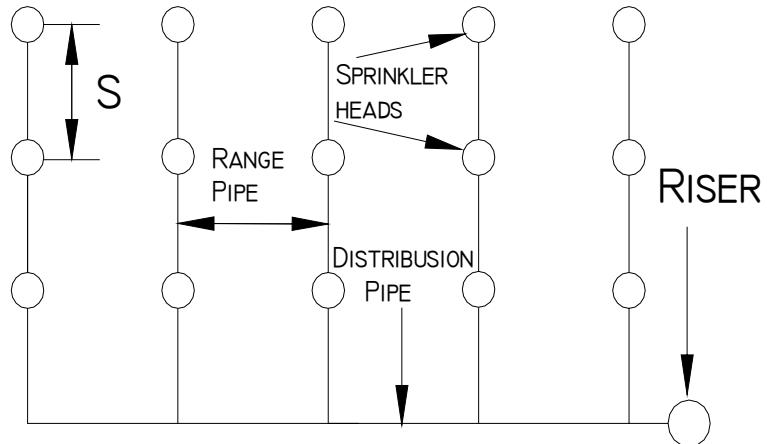
BAB II Landasan Teori

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

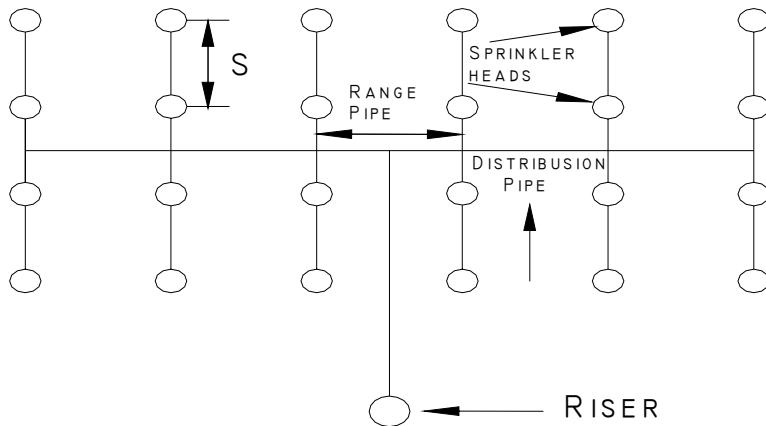
Disamping dua jenis penempatan tersebut, terdapat pula beberapa metode distribusi untuk *sprinkler* bila melihat posisi dari pipa distribusi.



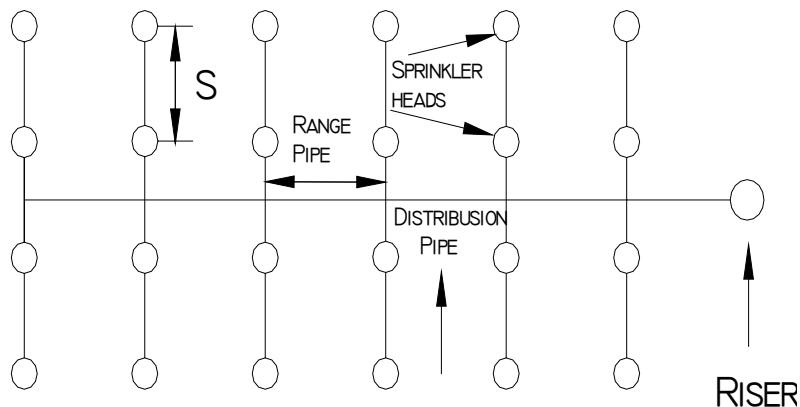
(a) End Side With Centre Feed Pipe



(b) End Side With Feed Pipe



(c) End Centre With Centre Feed Pipe



(d) End Centre With End Feed Pipe

Gambar 2. 2. 7 (a) (b) (c) (d) Metode Distribusi Untuk Sprinkler

- *Halon Sprinkler*

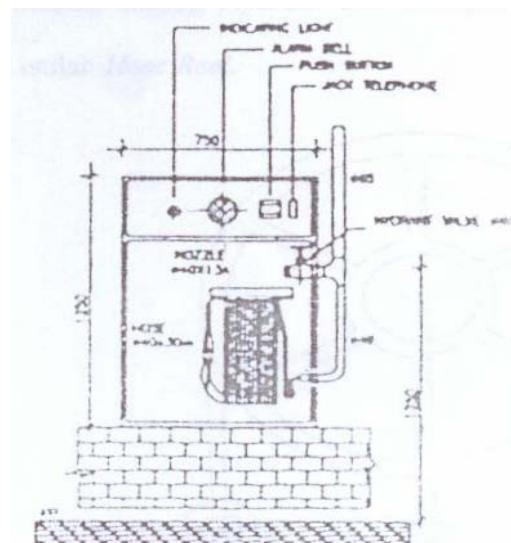
Sistem ini pada peletakannya dan instalasinya tidak begitu berbeda jauh dengan *sprinkler system*, hanya saja pada sistem ini fluida yang digunakan berupa gas atau serbuk. Sistem ini biasa digunakan pada ruang perpustakaan, ruang komputer atau ruang kontrol listrik yang mana pada ruangan tersebut tidak memungkinkan menggunakan air.

- *Hydrant System*

Pada sistem ini dapat dibagi lagi menjadi tiga bagian :

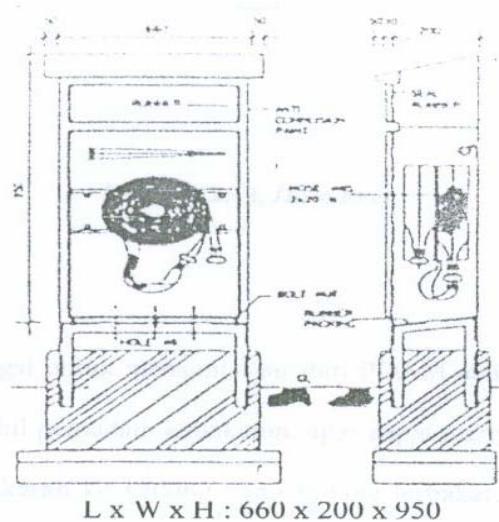
- a). *Hydrant Box*

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*.

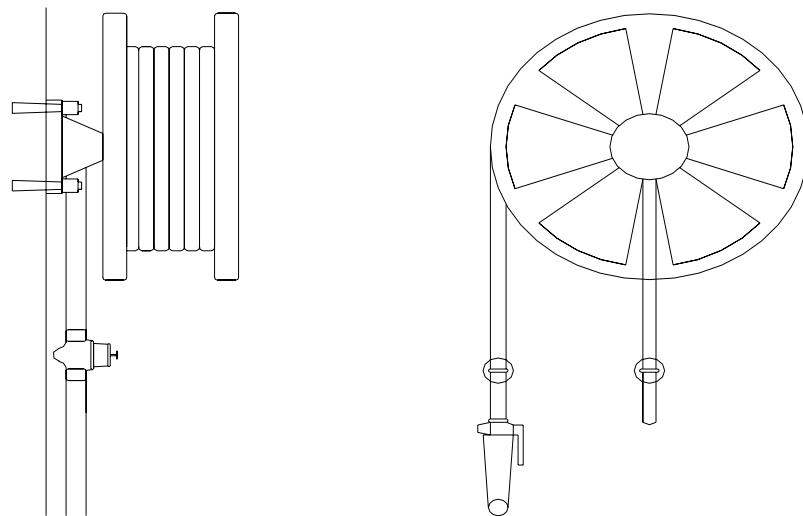


L x W x H : 750 x 180 x 1250

Gambar 2. 2. 8 Indoor Hydrant Box



Gambar 2. 2. 9 Outdoor Hydrant Box

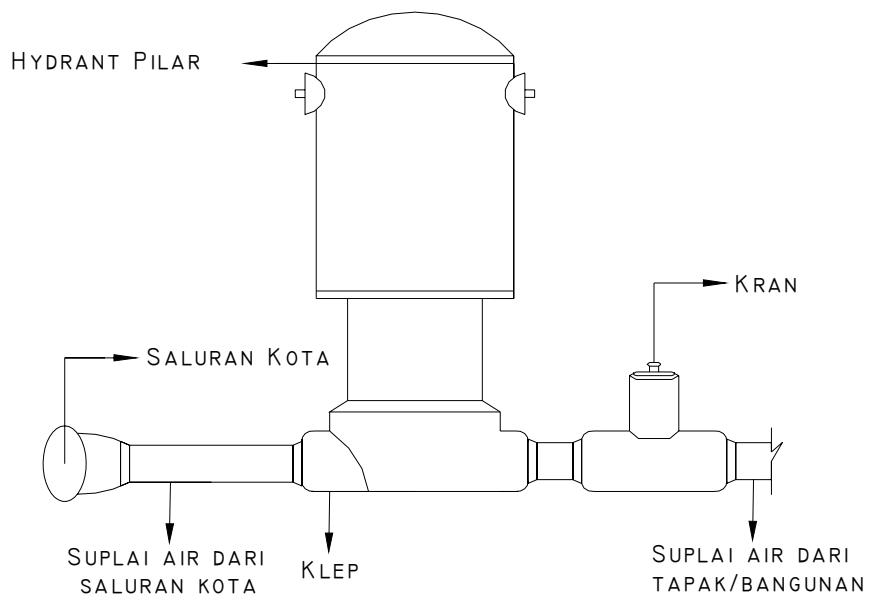


Gambar 2. 2. 10 Hose Reel

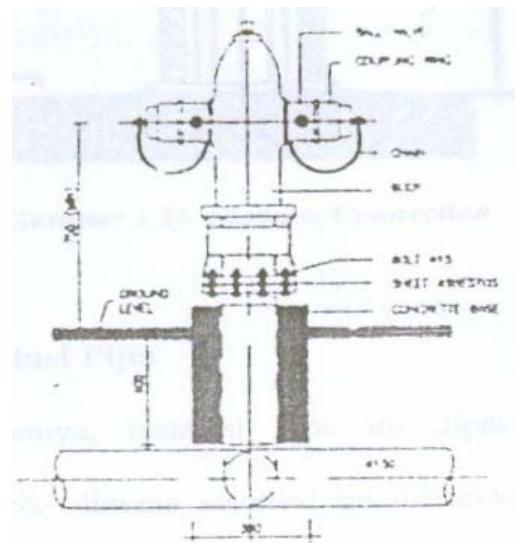
b). *Hydrant Pillar*

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.

BAB II Landasan Teori



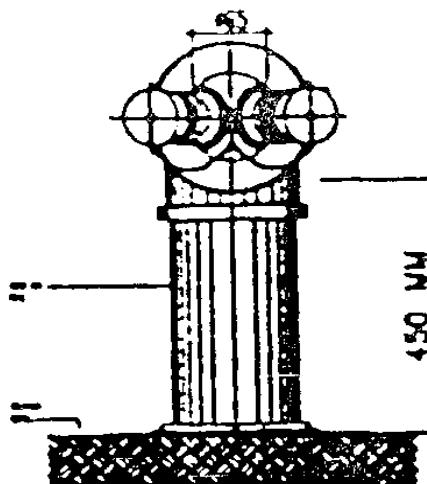
Gambar 2. 2. 11 Suplai Air untuk Hydrant Pillar



Gambar 2. 2. 12 Hydrant Pillar

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. 2. 13 *Siamese Connection*

2.3 Pemasangan Instalasi Pipa

Dalam pelaksanaannya, instalasi pipa ini dipasang bersamaan dengan pemasangan instalasi listrik, dimana instalasi pipa ini diletakan diantara plafond dan plat lantai yang berjarak min 0,4 – 0,5 m dan mak 0,5 – 1 m.

Hal tersebut menjadi alasan untuk memudahkan apabila terjadi kerusakan dan juga untuk memudahkan pelaksanaan perawatan rutin.

2. 4 Sistem Penyediaan Air

2. 4. 1 Jaringan Kota

Pada setiap gedung yang direncanakan, sistem penyediaan airnya berasal dari jaringan kota yang kemudian ditampung pada *Ground Tank*. Sambungan pada sistem jaringan kota dapat diterima kembali apabila kapasitas dan tekanannya mencukupi. Kapasitas dan tekanan sistem jaringan kota dapat diketahui dengan mengadakan pengukuran langsung pada jaringan distribusi ditempat penyambungan yang dilaksanakan, dan ukuran pipa distribusi sekurang – kurangnya harus sama dengan pipa tegak yang berfungsi sebagai shaft pipa. Berikut ini adalah ketentuan untuk sistem Pemadam Kebakaran :

- a. Sesuai dengan peraturan *NFPA* (*National Fire Protection Association*) dan Menteri Pekerjaan Umum bahwa untuk setiap lantai yang memiliki *sprinkler* 14 – 45 buah pada gedung dengan jenis kebakaran ringan harus memiliki debit air (Q) sekurang – kurangnya $0,001 \text{ m}^3/\text{s}$ (untuk satu *Sprinkler Head*).
- b. Sesuai dengan keputusan Gubernur DKI Jakarta No. 887 Tahun 1981 tentang Persyaratan dan Standar debit Aliran *Hydrant Box* untuk gedung dengan jenis kebakaran ringan harus memiliki debit aliran (Q) sekurang – kurangnya $0,006 \text{ m}^3/\text{s}$ (untuk satu *hydrant box* pada tiap lantai).
- c. Sesuai dengan keputusan Gubernur DKI Jakarta No. 887 Tahun 1981 tentang Persyaratan dan Standar debit Aliran *Hydrant Box* untuk gedung dengan jenis kebakaran ringan harus memiliki debit aliran (Q) sekurang – kurangnya $0,019 \text{ m}^3/\text{s}$ (untuk satu *hydrant pillar* pada satu halaman gedung).

2. 4. 2. Tangki Gravitasi

Tangki Gravitasi diletakan pada ketinggian tertentu dan direncanakan dengan baik dan dapat diterima sebagai sistem penyediaan air Tangki Gravitasi yang melayani keperluan rumah tangga, *hydrant* kebakaran dan sistem *sprinkler* otomatis harus :

- Direncanakan dan dipasang sedemikian rupa sehingga dapat menyalurkan air dalam kuantitas dan ketentuan yang cukup untuk sistem tersebut.
- Mempunyai lubang aliran keluaran untuk keluaran rumah tangga pada ketinggian tertentu dari dasar tangki, sehingga persediaan minimum untuk memadamkan kebakaran dapat direncanakan.
- Mempunyai lubang aliran keluaran untuk kebakaran pada ketinggian tertentu dari dasar tangki, sehingga persediaan minimum yang diperlukan untuk sistem *sprinkler* otomatis dapat dipertahankan.

2. 4. 3 Tangki Bertekanan

Tangki bertekanan harus dilengkapi dengan suatu cara yang dibenarkan agar tekanan udara dapat diatur secara otomatis. Sistem tersebut dilengkapi dengan alat tanda bahaya yang memberikan peralatan apabila tekanan atau permukaan tinggi air dalam tangki turun melalui batas yang ditentukan.

Tangki bertekanan harus selalu berisi air $\frac{2}{3}$ penuh dan diberi tekanan udara sedikitnya 49 N/cm^2 , kecuali ditentukan lain oleh pejabat yang berwenang. Apabila dasar tangki bertekanan terletak sedemikian rupa di bawah sistem *sprinkler* yang tertinggi, maka tekanan udara yang harus diberikan minimum 49 N/cm^2 ditambah $3 \times$ tekanan yang disebabkan oleh berat air pada perpipaan sistem *sprinkler* di atas tangki.

2. 4. 4 Mobil Pemadam Kebakaran

Apabila disyaratkan harus disediakan sebuah sambungan yang memungkinkan mobil Pemadam Kebakaran memompakan air ke dalam sistem *sprinkler*, ukuran pipa minimum adalah 100 mm. Pipa ukuran 75 mm dapat digunakan apabila dihubungkan dengan pipa tegak dan ditempatkan pada bagian dekat katup balik.

Pada sistem dengan pipa tegak tunggal, sambungan dilakukan pada bagian dekat katup kendali yang dipasang pada pipa tegak, kecuali sambungan untuk mobil Pemadam Kebakaran.

2. 5 Pengertian Kebakaran

Sejak dahulu api merupakan kebutuhan hidup manusia, dari hal kecil hingga hal besar. Sebagai salah satu contoh, api digunakan untuk memasak atau untuk pemakaian skala besar dalam industri dalam peleburan logam. Tetapi sudah tidak dapat dikendalikan lagi, api menjadi musuh manusia yang merupakan malapetaka dan dapat menimbulkan kerugian baik materi maupun jiwa manusia. Hal tersebut yang biasa disebut kebakaran.

2. 5. 1 Proses Kebakaran

Kebakaran berawal dari proses reaksi oksidasi antara unsur Oksigen (O₂), Panas dan Material yang mudah terbakar (bahan bakar). Keseimbangan unsur – unsur tersebutlah yang menyebabkan kebakaran. Berikut ini adalah definisi singkat mengenai unsur – unsur tersebut :

a. Oksigen

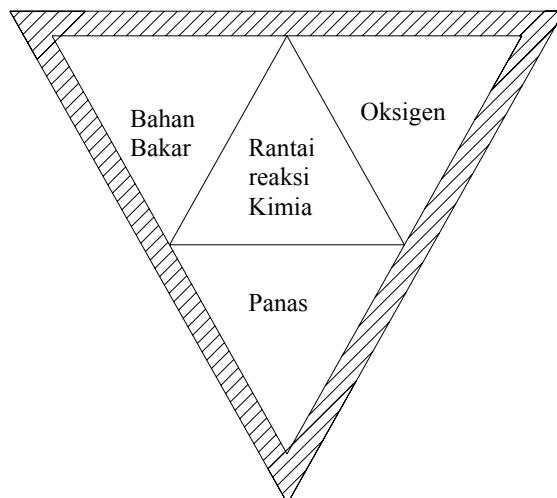
Oksigen atau gas O^2 yang terdapat di udara bebas adalah unsur penting dalam pembakaran. Jumlah oksigen sangat menentukan kadar atau keaktifan pembakaran suatu benda. Kadar oksigen yang kurang dari 12 % tidak akan menimbulkan pembakaran.

b. Panas

Panas menyebabkan suatu bahan mengalami perubahan suhu / temperatur, sehingga akhirnya mencapai titik nyala dan menjadi terbakar. Sumber – sumber panas tersebut dapat berupa sinar matahari, listrik, pusat energi mekanik, pusat reaksi kimia dan sebagainya.

c. Bahan yang mudah terbakar (Bahan bakar)

Bahan tersebut memiliki titik nyala rendah yang merupakan temperatur terendah suatu bahan untuk dapat berubah menjadi uap dan akan menyala bila tersentuh api. Bahan makin mudah terbakar bila memiliki titik nyala yang makin rendah. Dari ketiga unsur – unsur di atas dapat digambarkan pada segitiga api.

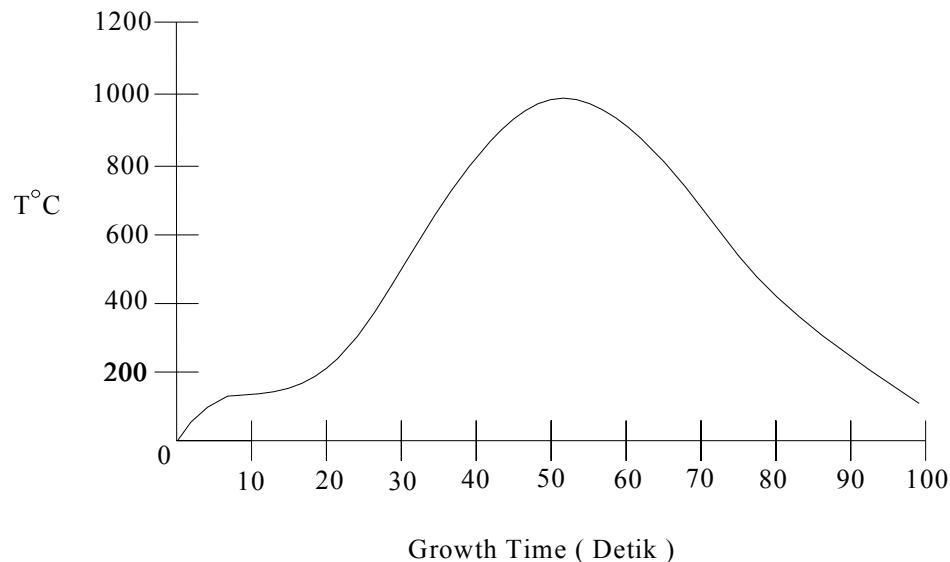


Gambar 2. 5. 1 Tetrahedron Api

Proses kebakaran berlangsung melalui beberapa tahapan, yang masing – masing tahapan terjadi peningkatan suhu, yaitu perkembangan dari suatu rendah kemudian meningkat hingga mencapai puncaknya dan pada akhirnya berangsur – angsur menurun sampai saat bahan yang terbakar tersebut habis dan api menjadi mati atau padam. Pada umumnya kebakaran melalui dua tahapan, yaitu :

- a. Tahap Pertumbuhan (Growth Period)
- b. Tahap Pembakaran (Steady Combustion)

Tahap tersebut dapat dilihat pada kurva suhu api di bawah ini.



Gambar 2. 5. 2 Kurva Suhu Api

Pada suatu peristiwa kebakaran, terjadi perjalanan yang arahnya dipengaruhi oleh lidah api dan materi yang menjalarkan panas. Sifat penjalarannya biasanya kearah vertikal sampai batas tertentu yang tidak memungkinkan lagi penjalarannya, maka akan menjalar kearah horizontal. Karena sifat itu, maka kebakaran pada gedung – gedung bertingkat tinggi, api menjalar ketingkat yang lebih tinggi dari asal api tersebut.

Saat yang paling mudah dalam memadamkan api adalah pada tahap pertumbuhan. Bila sudah mencapai tahap pembakaran, api akan sulit dipadamkan atau dikendalikan.

Tabel 2. 5. 1 Laju Pertumbuhan Kebakaran

Klasifikasi Pertumbuhan	Waktu Pertumbuhan / Growth Time (detik)
Tumbuh Lambat (Slow Growth)	> 300
Tumbuh Sedang (Moderete Growth)	150 – 300
Tumbuh Cepat (Fast Growth)	80 – 150
Tumbuh Sangat Cepat (Very Fast Growth)	< 80

Ref : " Teori Dasar Penanggulangan Bahaya Kebakaran ", 2006 , Dinas Pemadam Kebakaran , Jakarta.

2. 5. 2 Klasifikasi Kebakaran

Klasifikasi Kebakaran, Material dan Media Pemadam Kebakaran di Indonesia dapat dilihat dari tabel di bawah ini.

Tabel 2. 5. 2 Klasifikasi Kebakaran

RESIKO	MATERIAL	ALAT PEMADAM
Class A	Kayu, kertas, kain	Dry Chemical Multiporse dan ABC soda acid
Class B	Bensin, Minyak tanah, varnish	Dry Chemical foam (serbuk bubuk), BCF (Bromoclorodiflour Methane), CO2, dan gas Hallon
Class C	Bahan – bahan seperti asetelin, methane, propane dan gas alam	Dry Chemical, CO2, gas Hallon dan BCF
Class D	Uranium, magnesium dan titanium	Metal x, metal guard, dry sand dan bubuk pryme

Ref : " Teori Dasar Penanggulangan Bahaya Kebakaran ", 2006 , Dinas Pemadam Kebakaran , Jakarta.

Dari keempat jenis kebakaran tersebut yang jarang ditemui adalah kelas D, biasanya untuk kelas A, B dan C alat pemadamnya dapat digunakan dalam satu tabung / alat, kecuali bila diperlukan jenis khusus.

2. 5. 3 Penyebab Kebakaran

Berikut ini adalah penyebab kebakaran :

1. **Manusia**, kesalahan manusia dapat berupa kurang hati – hati dalam menggunakan alat yang dapat menimbulkan api atau kurangnya pengertian tentang bahaya kebakaran. Sebagai salah satu contoh merokok atau memasak.
2. **Alat**, disebabkan karena kualitas alat yang rendah, cara penggunaan yang salah, pemasangan instalasi yang kurang memenuhi syarat. Sebagai contoh : pemakaian daya listrik yang berlebihan atau kebocoran.
3. **Alam**, sebagai contoh adalah panasnya matahari yang amat kuat dan terus menerus memancarkan panasnya sehingga dapat menimbulkan kebakaran.
4. **Penyalaan sendiri**, sebagai contoh adalah kebakaran gudang kimia akibat reaksi kimia yang disebabkan oleh kebocoran atau hubungan pendek listrik.
5. **Kebakaran disengaja**, seperti huru – hara, sabotase dan untuk mendapatkan asuransi ganti rugi.

BAB II Landasan Teori

Penggolongan penyebab kebakaran dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2. 5. 3 Penyebab Kebakaran

Alam	Kemajuan Teknologi	Perkembangan Penduduk
Matahari	Listrik	Ulah manusia :
Gempa bumi	Biologis	– sengaja
Petir	Kimia	– tidak sengaja
Gunug merapi		– awam (ketidakpahaman)

Ref : " Teori Dasar Penanggulangan Bahaya Kebakaran ", 2003 , Dinas Pemadam Kebakaran , Jakarta.

Penyebab kebakaran dapat dilihat secara mendalam dari beberapa faktor berikut di bawah ini :

a. Faktor Non Fisik

- Lemahnya peraturan perundang – undangan yang ada, serta kurangnya pengawasan terhadap pelaksanaannya (Perda No. 3 Tahun 1992).
- Adanya kepentingan yang berbeda antar berbagai instansi yang berkaitan dengan usaha – usaha pencegahan dan penanggulangan terhadap bahaya kebakaran.
- Kondisi masyarakat yang kurang mematuhi peraturan perundang – undangan yang berlaku sebagai usaha pencegahan terhadap bahaya kebakaran.
- Lemahnya usaha pencegahan terhadap bahaya kebakaran pada bangunan yang dikaitkan dengan faktor ekonomi, dimana pemilik bangunan terlalu mengejar keuntungan dengan cara melanggar peraturan yang berlaku.
- Dana yang cukup besar untuk menanggulangi bahaya kebakaran pada bangunan terutama bangunan tinggi.

b. Faktor Fisik

- Keterbatasan jumlah personil dan unit pemadam kebakaran serta peralatan.
- Kondisi gedung, terutama gedung tinggi yang tidak teratur.
- Kondisi lalu lintas yang tidak menunjang pelayanan penanggulangan bahaya kebakaran.

2. 5. 4 Pola Meluasnya Kebakaran

Dari segi cara api meluas dan menyala, yang menentukan ialah meluasnya kebakaran. Bedanya antara kebakaran besar dan kebakaran kecil sebetulnya hanya terletak pada cara meluasnya api tersebut.

Perhitungan secara kuantitatif tentang cara meluasnya kebakaran sukar untuk ditentukan. Tetapi berdasarkan penyelidikan – penyelidikan, kiranya dapat diperkirakan pola cara meluasnya kebakaran itu sebagai berikut :

- a. **Konveksi (*Convection*)** atau perpindahan panas karena pengaruh aliran, disebabkan karena molekul tinggi mengalir ke tempat yang bertemperatur lebih rendah dan menyerahkan panasnya pada molekul yang bertemperatur lebih rendah.
 - » Panas dan gas akan bergerak dengan cepat ke atas (langit – langit atau bagian dinding sebelah atas yang menambah terjadinya sumber nyala yang baru).
 - » Panas dan gas akan bergerak dengan cepat melalui dan mencari lubang – lubang vertikal seperti cerobong, pipa – pipa, ruang tangga lubang lift, dsb.
 - » Bila jalan arah vertikal terkekang, api akan menjalar kearah horizontal melalui ruang bebas, ruang langit – langit, saluran pipa atau lubang – lubang lain di dinding.

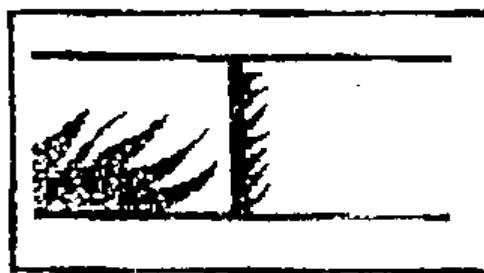
- » Udara panas yang mengembang, dapat mengakibatkan tekanan kepada pintu, jendela atau bahan – bahan yang kurang kuat dan mencari lubang lainnya untuk ditembus.



Gambar 2. 5. 3 Penjalaran Kebakaran secara Konveksi

b. **Konduksi (Conduction)** atau perpindahan panas karena pengaruh sentuhan langsung dari bagian temperatur tinggi ke temperatur rendah di dalam suatu medium.

- » Panas akan disalurkan melalui pipa – pipa besi, saluran atau melalui unsur kontruksi lainnya diseluruh bangunan.
- » Karena sifatnya meluas, maka perluasan tersebut dapat mengakibatkan keretakan di dalam kontruksi yang akan memberikan peluang baru untuk penjalaran kebakaran.



Gambar 2. 5. 4 Penjalaran Kebakaran secara Konduksi

c. **Radiasi (Radiation)** atau perpindahan panas yang bertemperatur tinggi ke benda yang bertemperatur rendah bila benda dipisahkan dalam ruang karena pancaran sinar dan gelombang elektromagnetik. Permukaan suatu bangunan tidak

BAB II Landasan Teori

mustahil terbuat dari bahan – bahan bangunan yang bila terkena panas akan menimbulkan api.

- » Karena udara itu mengembang ke atas, maka langit – langit dan dinding bagian atas akan terkena panas terlebih dahulu dan paling kritis. Bahan bangunan yang digunakan untuk itu sebaiknya ialah yang angka penigkatan perluasan apinya (*fleme-spread ratings*) rendah.
- » Nyala mendadak (*flash-over*) yang disebabkan oleh permukaan dan sifat bahan bangunan yang sangat mudah termakan api, adalah gejala yang umum di dalam suatu kebakaran. Kalau suhu meningkat sampai $\pm 425^0$ C atau gas – gas yang sudah kehausan zat asam tiba – tiba dapat tambahan zat asam, maka akan menjadi nyala api yang mendadak, dan membesarnya bukan saja secara setempat tetapi meliputi beberapa tempat.
- » Sama halnya dengan cerobong sebagai penyalur ke luar dari gas – gas panas yang mengakibatkan adanya bagian kosong udara di dalam ruangan (yang berarti pula menarik zat asam), semua bagian – bagian yang sempit atau lorong – lorong vertikal di dalam bangunan bersifat sebagai cerobong, dan dapat memperbesar nyala api, terutama kalau ada kesempatan zat asam membantu pula perluasan api tersebut.



Gambar 2. 5 Penjalaran Kebakaran secara Radiasi

2. 6 Penanggulangan Kebakaran

Karena kebakaran adalah suatu malapetaka, maka perlu diperhatikan penanggulangannya, yaitu segala upaya yang dilakukan untuk menyelamatkan dan memadamkan api serta memperkecil kerugian akibat kebakaran. Penanggulangan dapat dilakukan sebelum, pada saat dan sudah terjadi kebakaran. Usaha – usaha yang dilakukan yaitu :

2. 6. 1 Usaha Pencegahan

Pencegahan dalam hal ini adalah suatu usaha secara bersama untuk menghindari kebakaran dalam arti meniadakan kemungkinan terjadinya kebakaran. Usaha ini pada mulanya dilakukan oleh pihak yang berwenang dan menuntut peran serta dari masyarakat. Sedangkan usaha – usaha yang dilakukan Pemerintah adalah :

- a. Mengadakan dan menjalankan undang – undang / peraturan daerah seperti :
 - Undang – undang gangguan yang mengatur segala sesuatu yang berhubungan dengan tempat tinggal atau tempat mendirikan bangunan.
 - Keputusan Menteri Pekerjaan Umum No. 02/KPTS/1985 tentang ketentuan pencegahan dan penanggulangan bahaya kebakaran pada gedung bertingkat.
 - Peraturan Daerah Khusus Ibukota Jakarta No. 3 tahun 1992 tentang ketentuan penanggulangan bahaya kebakaran dalam wilayah DKI Jakarta.
- b. Mengadakan perbaikan kampung yang meliputi sarana sarana fisik berupa pembuatan jaringan jalan dan sarana sanitasi, serta meningkatkan kesejahteraan sosial penduduk.

- c. Mengadakan penyuluhan kepada masyarakat yang berkaitan dengan masalah kebakaran, perlu ditekankan bahwa undang – undang / peraturan daerah yang ada serta penyuluhan – penyuluhan yang diadakan sama sekali tidak berguna bila tidak dijalankan dengan baik.

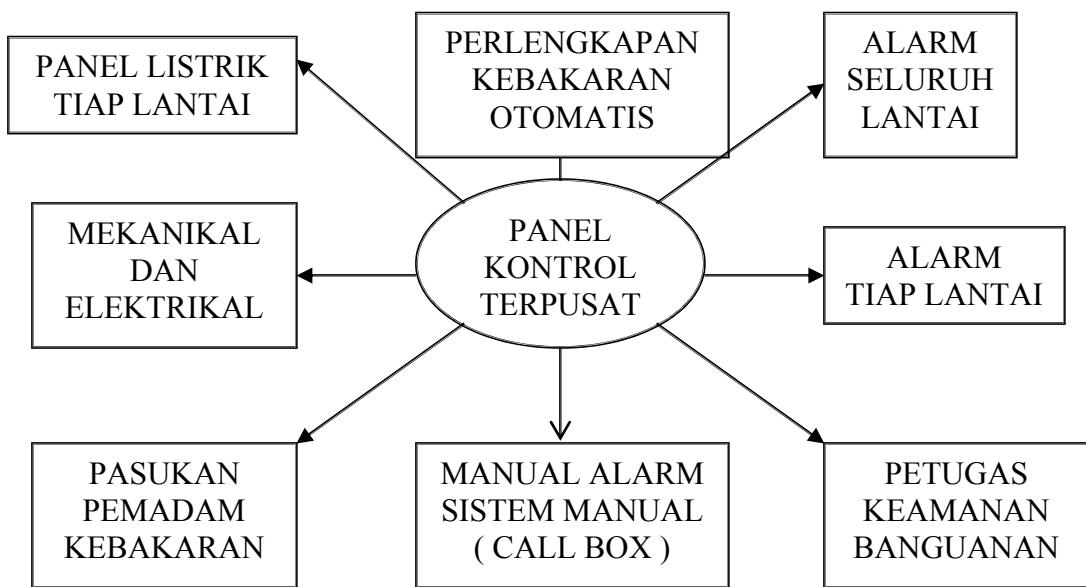
2. 6. 2 Cara Pemadaman

Dari pengertian tentang penyebab kebakaran maka dapat ditemukan sistem pemadaman api, yaitu :

- a. **Cara penguraim**, adalah sistem pemadaman dengan cara memisahkan / menjauhkan benda – benda yang dapat terbakar. Contohnya, bila terjadi kebakaran dalam gudang tekstil, yang terdekat dengan sumber api harus segera dibongkar / dimatikan.
- b. **Cara pendinginan**, adalah sistem pemadaman dengan cara menurunkan panas. Contoh, penyemprotan air (bahan pokok pemadam) pada benda yang terbakar.
- c. **Cara isolasi**, adalah sistem pemadaman dengan cara mengurangi kadar O₂ pada lokasi sekitar benda- benda terbakar. Sistem ini disebut juga dengan sistem lokalisasi, yaitu dengan membatasi / menutupi benda – benda yang terbakar agar tidak bereaksi dengan O₂, contohnya :
 - Menutup benda – benda yang terbakar dengan karung yang dibasahi air, misalnya pada kebakaran yang bermula dari kompor.
 - Menimbun benda – benda yang terbakar dengan pasir atau tanah.
 - Menyemprotkan bahan kimia yaitu dengan alat pemadam jenis CO₂

2. 6. 3 Pemilihan dan Penempatan Alat Pemadam

Untuk menunjang bekerjanya alat, diperlukan suatu sistem koordinasi melalui suatu panel kontrol atau tidak melalui suatu panel kontrol, seperti *hydrant*. Di bawah ini akan digambarkan diagram sistem kerja perlengkapan kebakaran yang bekerja secara elektrik dan dikontrol oleh petugas panel.



Gambar 2. 6. 1 Diagaram Sistem Kerja Perlengkapan Kebakaran

2. 7 Pemeriksaan dan Pengujian Instalasi Pemadam Kebakaran

2. 7. 1 Pemeriksaan Sistem Pemadam Kebakaran

Pada tahapan ini ada 2 macam pemeriksaan yang perlu dilakukan, yaitu :

- Pemeriksaan Sebagian – sebagian

Pemeriksaan ini perlu dilakukan sebelum sesuatu bagian dari sistem pemadam kebakaran ditanam dalam tanah atau sebelum diletakan diantara plafond dengan plat lantai. Kesemua ini harus dilakukan disaat proses pembangunan agar pemeriksaan dapat dilakukan lebih baik.

b. Pemeriksaan Keseluruhan

Pemeriksaan ini dilaksanakan apabila seluruh sistem telah terpasang dan gedung telah mencapai penyelesaian sebesar 75 % dari rencana keseluruhan.

2. 7. 2 Pengujian Sistem Pemadam Kebakaran

Pengujian umumnya dilakukan atas masing – masing jenis alat dan fungsi dari seluruh sistem setelah selesai pemasangan.

a. Pengujian Tekanan

Pada pengujian tekanan ini perlu diketahui apakah pengujian sampai kesemua bagian dari sistem instalasi pipa pemadam kebakaran tersebut.

Cara pelaksanaannya yaitu dengan : menjalankan pompa penguji untuk menghantarkan tekanan air kesemua pipa cabang dan membuka semua katup untuk sementara agar dapat diketahui apakah tekanan air yang masuk pada tiap – tiap pipa cabang sesuai dengan yang diinginkan dan selama pengujian berlangsung tidak boleh terjadi perubahan / penurunan tekanan.

b. Pengujian Tangki

Setelah selesai dibangun atau dipasang, tangki harus dibersihkan secara baik dan kemudian diisi dengan air untuk memeriksa adanya kebocoran, dan pada pengujian ini tangki harus tidak menunjukkan gejala – gejala adanya kebocoran sekurang – kurangnya selama 24 jam.

c. Pengujian Pipa dan Aliran

Pada pengujian ini aliran harus benar – benar lancar sehingga debit aliran masuk mendekati / sama dengan debit aliran keluar. Jika hal tersebut tidak

terpenuhi maka sistem instalasi harus diperiksa ulang untuk menjamin bahwa sistem yang dipasang dapat berfungsi dengan baik.

d. Pengujian Sistem *Automatisasi Sprinkler*

Cara ini dapat dilakukan hanya pada bagian dari beberapa *sprinkler*, yaitu dengan cara memanaskan *sprinkler head*, pada temperatur tertentu tabung kaca *sprinkler head* akan pecah dan katup akan terbuka sehingga air akan terpancar keluar melalui lubang – lubang *sprinkler head*.

e. Pengujian Katup

Pengujian katup secara khusus dilaksanakan, walaupun pengujian pada katup sudah tercakup pada pengujian aliran pada pipa.

BAB III

STUDI KASUS

Dalam penyusunan tugas akhir ini yang menjadi objek perencanaan penulis adalah proyek pembangunan gedung Central Bisnis Distrik Pluit (CBD Pluit) di Jl. Pluit Raya – Jakarta Utara. Dalam perencanaan survei lapangan sangat diperlukan, survei lapangan yang kurang lengkap akan menyebabkan kesulitan dalam melakukan perencanaan dan menyebabkan terhambatnya pelaksanaan instalasi pipa.

Dalam melaksanakan proses perencanaan instalasi adakalanya hasil perhitungan memiliki perbedaan dengan kenyataan yang ada di lapangan, oleh karena itu maka perlu diperlukan data awal, berupa :

1. Jenis dan fungsional gedung itu sendiri.
2. Denah bangunan.
3. Gambar – gambar perencanaan yang sudah dibuat.

3. 1 Data – data Gedung

Data – data yang ada mengenai proyek pembangunan Gedung CBD Pluit tersebut, adalah :

Nama	:	Gedung CBD Pluit
Lokasi	:	Jl. Pluit Raya – Jakarta Utara
Batas Lokasi	:	— Sebelah Utara : Jl. Pluit Karang Raya — Sebelah Selatan : Jl. Pluit Raya Selatan (Bersebelahan dengan pabrik minyak goreng Bimoli). — Sebelah Barat : Jl. Pluit Karang Tengah — Sebelah Timur : Jl. Jembatan Tiga — Tingkat : 22 lantai — Tinggi tiap lantai
		Lantai Lower Ground : 3,9 m
		Lantai 1 s/d 20 : 3,25 m
		Lantai 21 : 6,1 m
		— Panjang gedung : 59,85 m
		— Lebar gedung : 27,6 m
		— Tinggi gedung : 75 m

3. 2 Data Lapangan untuk Menganalisa Hasil Perhitungan

Dalam melaksanakan proses perencanaan instalasi adakalanya hasil perhitungan memiliki perbedaan dengan kenyataan yang ada di lapangan dan untuk mengantisipasi hal tersebut faktor pengalaman juga turut berperan dalam susksesnya suatu perencanaan. Selain itu faktor estetika juga dibutuhkan agar dapat

disesuaikan dengan desain bangunan, sehingga suatu sistem yang efisien tanpa mengurangi kegunaan dan fungsi dari sistem tersebut. Berikut ini adalah perencanaan sistem instalasi Pemadam Kebakaran yang ada di lapangan (lokasi) pada gedung CBD Pluit.

1. Metode Perencanaan

Tipe	: $\frac{1}{2}$ S dan $\frac{1}{4}$ D
Lokasi	: Semua lantai

2. Klasifikasi Kebakaran

Jenis	: Kebakaran Sedang (<i>Ordinary hazard</i>)
-------	---

3. Sprinkler Head

Tipe	: <i>Ceiling dan Ufgride Type</i>
Kepekaan Temperatur	: 57°C
Warna Fluida	: Orange
Debit air yang dibutuhkan	: $0,01 \times 0,066 \text{ m}^3/\text{s}$ tiap lantai
Tekanan min. <i>Sprinkler Head</i>	: $1,37 \times 10^5 \text{ N/m}^2$
Tekanan maks. <i>Sprinkler Head</i>	: $3,4 \times 10^5 \text{ N/m}^2$

4. Indoor & Outdoor Hydrant Box

Jumlah <i>Indoor Hydrant Box</i>	: 44 buah (2 buah tiap lantai)
Debit air yang dibutuhkan	: $0,006 \text{ m}^3/\text{s}$ perlantai
Tekanan min. <i>Indoor Hydrant Box</i>	: $4,43 \times 10^5 \text{ N/m}^2$
Tekanan maks. <i>Indoor Hydrant Box</i>	: $8,5 \times 10^5 \text{ N/m}^2$
Jumlah <i>Outdoor Hydrant Box</i>	: 28 buah di areal halaman gedung
Debit air yang dibutuhkan	: $0,082 \times 28 = 2,296 \text{ m}^3/\text{s}$

Tekanan min. *Outdoor Hydrant Box* : $5,9 \times 10^5$ N/m²

Tekanan maks. *Outdoor Hydrant Box* : $8,1 \times 10^5$ N/m²

4. Hydrant Pilar

Jumlah	: 28 buah
Lokasi	: di areal halaman gedung
Tipe	: <i>Short Type Two Way (Main valve and Branch valve)</i>
Dimensi	: 100 x 65 x 65
Debit air yang dibutuhkan	: 0,038 m ³ /s
Tekanan min. <i>Hidrant Pilar</i>	: $5,9 \times 10^5$ N/m ²
Tekanan maks. <i>Hidrant Pilar</i>	: $8,1 \times 10^5$ N/m ²

5. Siamese Connection

Jumlah	: 4 buah
Lokasi	: di areal halaman gedung

6. Reservoir

Tipe	: <i>Ground Water Tank</i>
Lokasi	: <i>Basement Gedung</i>
Volume	: 282 m ³

7. Pipa & Fitting

Tipe	: <i>Black Steel Pipa Schedule – 40 atau ASTM A. 120 grade B</i>
	Dengan tegangan tarik 40 kg/cm ²

9. Pompa

» *Electric Fire Pump* (1unit)

Tipe	: <i>Horizontal Split Case Pump</i>
Kapasitas	: 1250 gpm
Head	: 170 M
Daya / Volt	: 6 kW
Putaran	: 2950 rpm
Sistem Operasi	: Star Otomatis, Stop Manual (1 x 100 %)

» *Diesel Fire Pump* (1unit)

Tipe	: <i>Horizontal Split Case Pump</i>
Kapasitas	: 1250 gpm
Head	: 170 M
Daya / Volt	: 6 kW
Putaran	: 2950 rpm
Sistem Operasi	: Star Otomatis, Stop Manual (1 x 100 %)

» *Jockey Pump* (1 unit)

Tipe	: <i>Vertical in Line Pump</i>
Kapasitas	: 250 gpm
Head	: 180 M
Daya / Volt	: 6 kW
Putaran	: 2950 rpm
Sistem Operasi	: Star Otomatis, Stop Manual

3.3 Rumus - rumus

- Debit air (kapasitas aliran fluida), Q

$$Q = A \cdot V \dots\dots\dots^1)$$

Dimana : Q = Kapasitas aliran fluida (m^3/s)

V = Kecepatan aliran (m/s)

A = Luas penampang pipa (m^2)

- Tekanan , P

$$P = \rho \cdot g \cdot h_d \dots\dots\dots^2)$$

Dimana : P = Tekanan (N/m^2)

ρ = rapat massa (kg/m^3)

g = Percepatan gravitasi (m/s^2)

h_d = Tinggi kolom zat cair (m)

- Tinggi angkat total pompa , H_a

$$H_a = H_s + H_d \dots\dots\dots^3)$$

Dimana : H_a = Tinggi angkat total pompa (m)

H_s = Tinggi hisap (m)

H_d = Tinggi tekan (m)

¹⁾ Mekanika Fluida Hal. 94 (Victor L Streerer)

²⁾ Fisika Dasar I hal 94 (Dra. Inany Furoidah)

³⁾ Pompa dan Kompresor Hal. 27 (Sularso & Haruo Tahara)

■ Volume , v

$$v = \frac{m}{\rho} \dots\dots\dots^4)$$

Dimana : v = volume (m³)

m = massa (kg)

ρ = rapat massa (Kg/m³)

■ Head tekan , h

$$h = \frac{P}{\rho \cdot g} \dots\dots\dots^5)$$

Dimana : h = head tekan (m)

P = tekanan (N/m²)

ρ = rapat massa (kg/m³)

g = Percepatan gravitasi (m/s²)

■ Head zat cair

$$H = \frac{P}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} + Z \dots\dots\dots^6)$$

Dimana : H = Head total (m)

P = tekanan (N/m²)

γ = berat jenis (N/m³)

V = Kecepatan aliran (m/s)

g = Percepatan gravitasi (m/s²)

⁴⁾ Fisika dasar I hal 192 (Dra. Inany Furoidah)

⁵⁾ Pompa dan Kompresor Hal. 28 (Sularso & Haruo Tahara)

⁶⁾ Pompa dan Kompresor Hal. 3 (Sularso & Haruo Tahara)

Z = Head potensial (N/m³)

■ Kapasitas Aliran

$$Q = A \cdot V$$

Dimana : Q = Kapasitas aliran fluida (m³/s)

$$V = \text{Kecepatan aliran (m/s)} \pi \cdot r^2 \rightarrow \pi \left(\frac{1}{2} D \right)^2 = \frac{\pi D^2}{4} [\text{m}^2]$$

$$A = \text{Luas penampang pipa (m}^2\text{)}$$

$$D = \text{Diameter pipa (m)}$$

Maka didapat D dari persamaan Kontinuitas

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}} \quad \dots\dots\dots \text{7)}$$

Dimana : D = Diameter pipa (m)

Q = Kapasitas aliran fluida (m³/s)

V = Kecepatan aliran (m/s)

■ Tebal pipa

$$t = \frac{p \cdot D}{2 \cdot \sigma} + c \quad \dots\dots\dots \text{8)}$$

Dimana : t = tebal pipa (m)

P = tekanan pipa (N/m²)

D = Diameter pipa (m)

σ = tegangan tarik yang diijinkan bahan (N/m²)

c = safety pipa (0,003 m)

⁷⁾ Mekanika Fluida Jilid 1 Hal. 94 (Victor L Streerer)

⁸⁾ Sistem Perpipaan Hal 200 (Raswari)

- Kerugian head reducer (H_c)

$$H_c = \left(\frac{1}{Cc} - 1 \right)^2 \cdot \frac{V^2}{2g} \quad \dots\dots\dots \text{9)}$$

Dimana : H_c = Kerugian reducer (m)

Cc = Koefisien penyempit pada air

V = Kecepatan pada aliran (m/s)

g = Percepatan gravitasi (m/s²)

- Kerugian pada belokan, katup, sambungan/percabangan (H_e)

$$H_e = \frac{K \cdot V^2}{2g} \quad \dots\dots\dots \text{10)}$$

Dimana : H_e = Kerugian katup, belokan, fitting / percabangan (m)

K = Faktor jumlah kerugian untuk katup, sambungan belokan,
fitting dan percabangan yang terjadi pada pipa.

V = Kecepatan pada aliran (m/s)

g = Percepatan gravitasi (m/s²)

- Bilangan Reynolds Number

$$Re = \frac{V \cdot D}{\mu} \quad \dots\dots\dots \text{11)}$$

Dimana : Re = Bilangan Reynolds

V = Kecepatan pada aliran (m/s)

D = Diameter pipa (m)

^{9, 10, 11)} Pompa dan Kompresor Hal. 31, 30, 28 (Sularso & Haruo Tahara)

μ = Viskositas kinematik air (m²/s)

■ Kerugian gesekan (H_f)

$$H_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} \quad \dots\dots\dots^{12)}$$

Dimana : H_f = Kerugian gesek dalam pipa (m)

f = Koefisien gesekan dari pipa distribusi

L = Panjang pipa (m)

D = Diameter dalam pipa (m)

V = Kecepatan air (m/s)

■ Head pompa

$$H_{pompa} = h_a + \Delta h_p + h_l + \frac{V^2}{2g} \quad \dots\dots\dots^{13)}$$

Dimana : h_a = head statis (m)

Δh_p = head tekanan

h_l = head losses (m)

V = kecepatan air (m/s)

g = Percepatan gravitasi (m/s²)

■ Daya pompa

$$P_w = \rho \cdot g \cdot H \cdot Q_{pompa} \rightarrow P_w = \frac{Ph}{\eta p} \rightarrow \eta_p = \frac{p_h}{p_w} \quad \dots\dots\dots^{14)}$$

Dimana : P_w = Daya pompa (Watt)

¹²⁾ Pompa dan Kompresor Hal. 28 (Sularso & Haruo Tahara)

¹³⁾ Pompa dan Kompresor Hal. 26 (Sularso & Haruo Tahara)

¹⁴⁾ Pompa dan Kompresor Hal. 53 (Sularso & Haruo Tahara)

BAB III Metodologi Perencanaan

P_h = Daya hidrolik (Watt)

ρ = rapat massa (kg/m³)

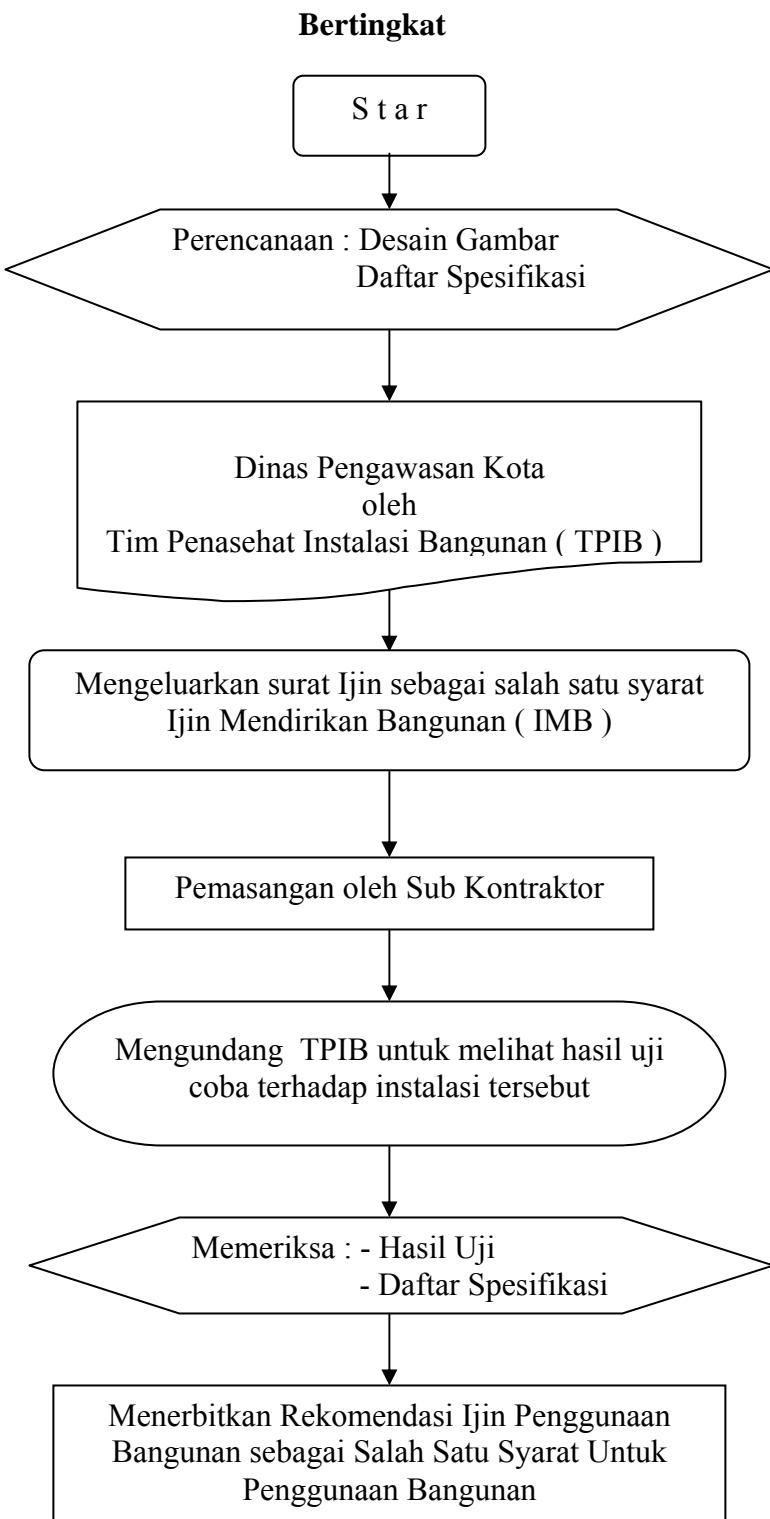
g = percepatan gravitasi (m/s²)

H = head pompa (m)

Q_{pompa} = kapasitas total pompa (m³/s)

η_p = efisiensi pompa

Diagram Alir Pemasangan Instalasi Pipa Pemadam Kebakaran pada Gedung



BAB IV

ANALISA PERENCANAAN DAN PERHITUNGAN

4.1 Perhitungan Diameter Pipa *Sprinkler*

Diameter pipa *sprinkler* yang digunakan pada pendistribusian, dihitung mulai dari titik yang terjauh dari pipa utama dan pipa cabang. Kemudian dilanjutkan dengan penghitungan diameter, berikutnya setelah itu disesuaikan dengan melihat tabel, yaitu ukuran pipa *sprinkler* untuk kebakaran ringan.

Ukuran pipa *sprinkler* dan *hydrant*, keduanya mengikuti peraturan yang ditetapkan oleh Dinas Pemadam Kebakaran DKI Jakarta, serta peraturan NFPA (*National Fire Protection Association*).

BAB IV Perencanaan dan Perhitungan Data di Lapangan

Tabel 4. 1. 1 Ukuran pipa *Sprinkler* untuk Kebakaran Ringan

Jumlah <i>Sprinkler</i>	Inch	mm
2	1	25
3	1 $\frac{1}{4}$	32
4 – 5	1 $\frac{1}{2}$	40
6 – 10	2	50
11 – 30	2 $\frac{1}{2}$	65
31 – 60	3	75
61 –	4	100

Ref : " *Panduan Pemasangan Sistem Sprinkler untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Rumah dan Gedung* ", 1987, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.



Gambar 4. 1. 1 Isometri Instalasi Pipa *Sprinkler System*
Berdasarkan penomeran Pipa

- Untuk 1 Sprinkler head, pipa no. 1, 2, 4, 6, 8, 9, 1, 13, 14, 17, 19, 22, 23, 25, 27, 29, 31, 33, 34, 35, 39, 40, 42, 44, 46, 48, 49, 51, 53, 56, 57, 59, 61, 63, 65, 66, 68, 73, 74, 76, 78, 80, 82, 84, 85, 87, 90, 91, 92, 94, 97, 99, 102, 103, 105, 107, (lihat gambar 4. 1. 1 isometri).

$Q = 0,001 \text{ m}^3/\text{s}$ (per sprinkler head, sesuai ketentuan Pemda).

V diambil = 3 m/s (kecepatan minimum, sesuai NFPA 13).

Dengan $Q = A \times V$, maka :

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \rightarrow D^2 = \frac{4Q}{\pi V}$$

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,001}{3,14 \times 3}} = 0,021 \text{ m}$$

Diambil $D = 0,020 \text{ m} = 20 \text{ mm}$

Dihitung ulang untuk pengecekan V yang diasumsikan :

$$V = \frac{4.Q}{\pi.D^2} = \frac{4 \times 0,001}{3,14 \times (0,02)^2} = 3,18 \text{ m/s}$$

$V = 3,18 \text{ m/s} > V_{\min} = 3 \text{ m/s}$ (memenuhi syarat)

- Untuk 2 Sprinkler head, pipa no. 3, 10, 15, 24, 36, 41, 58, 75, 86, 93, 95, 104 (lihat gambar 4. 1. 1 isometri).

$Q = 0,002 \text{ m}^3/\text{s}$

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

maka :

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,002}{3,14 \times 3}} = 0,0291 \text{ m}$$

Diambil $D = 0,025 \text{ m} = 25 \text{ mm}$

Dihitung ulang untuk pengecekan V yang diasumsikan :

$$V = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,002}{3,14 \times (0,025)^2}} = 4,08 \text{ m/s}$$

$V = 4,08 \text{ m/s} > V_{\min} = 3 \text{ m/s}$ (memenuhi syarat)

- Untuk **3 Sprinkler head**, pipa no. 5, 12, 26, 43, 60, 77, 95, 106
(lihat gambar 4. 1. 1 isometri).

$$Q = 0,003 \text{ m}^3/\text{s}$$

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

maka :

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,003}{3,14 \times 3}} = 0,0357 \text{ m}$$

Diambil $D = 0,032 \text{ m} = 32 \text{ mm}$

Dihitung ulang untuk pengecekan V yang diasumsikan :

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{4 \times 0,003}{3,14 \times (0,032)^2} = 3,73 \text{ m/s}$$

$V = 3,73 \text{ m/s} > V_{\min} = 3 \text{ m/s}$ (memenuhi syarat)

- Untuk **4 Sprinkler head**, pipa no. 7, 28, 45, 62, 79, 96, 108
(lihat gambar 4. 1. 1 isometri).

$$Q = 0,004 \text{ m}^3/\text{s}$$

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

maka :

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,004}{3,14 \times 3}} = 0,041 \text{ m}$$

Diambil $D = 0,040 \text{ m} = 40 \text{ mm}$

Dihitung ulang untuk pengecekan V yang diasumsikan :

$$V = \frac{4.Q}{\pi.D^2} = \frac{4x0,004}{3,14x(0,040)^2} = 3,73 \text{ m/s}$$

$V = 3,18 \text{ m/s} > V_{\min} = 3 \text{ m/s}$ (memenuhi syarat)

- Untuk 5 Sprinkler head, pipa no. 16, 30, 47, 64, 81, 98
(lihat gambar 4. 1. 1 isometri).

$$Q = 0,005 \text{ m}^3/\text{s}$$

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

maka :

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}} = \rightarrow \sqrt{\frac{4x0,005}{3,14x3}} = 0,046 \text{ m}$$

Diambil D = 0,040 m = 40 mm

Dihitung ulang untuk pengecekan V yang diasumsikan :

$$V = \frac{4.Q}{\pi.D^2} = \frac{4x0,005}{3,14x(0,040)^2} = 3,98 \text{ m/s}$$

$V = 3,98 \text{ m/s} > V_{\min} = 3 \text{ m/s}$ (memenuhi syarat)

- Untuk 6 Sprinkler head, pipa no. 18, 32, 67, 83, 100
(lihat gambar 4. 1. 1 isometri).

$$Q = 0,006 \text{ m}^3/\text{s}$$

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

maka :

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}} = \rightarrow \sqrt{\frac{4x0,006}{3,14x3}} = 0,050 \text{ m}$$

Diambil D = 0,050 m = 50 mm

Dihitung ulang untuk pengecekan V yang diasumsikan :

$$V = \frac{4Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \times 0,006}{3,14 \times (0,050)^2} = 3,06 \text{ m/s}$$

$V = 3,06 \text{ m/s} > V_{\min} = 3 \text{ m/s}$ (memenuhi syarat)

- Untuk **7 Sprinkler head**, pipa no. 20, 50, 69 (lihat gambar 4. 1. 1 isometri).

$$Q = 0,007 \text{ m}^3/\text{s}$$

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

maka :

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,007}{3,14 \times 3}} = 0,054 \text{ m}$$

Diambil $D = 0,050 \text{ m} = 50 \text{ mm}$

Dihitung ulang untuk pengecekan V yang diasumsikan :

$$V = \frac{4Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \times 0,007}{3,14 \times (0,050)^2} = 3,06 \text{ m/s}$$

$V = 3,57 \text{ m/s} > V_{\min} = 3 \text{ m/s}$ (memenuhi syarat)

- Untuk **8 Sprinkler head**, pipa no. 52, 71 (lihat gambar 4. 1. 1 isometri).

$$Q = 0,008 \text{ m}^3/\text{s}$$

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

maka :

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,008}{3,14 \times 3}} = 0,058 \text{ m}$$

Diambil $D = 0,050 \text{ m} = 50 \text{ mm}$

Dihitung ulang untuk pengecekan V yang diasumsikan :

$$V = \frac{4.Q}{\pi.D^2} = \frac{4x0,008}{3,14x(0,050)^2} = 3,06 \text{ m/s}$$

$V = 4,08 \text{ m/s} > V_{\min} = 3 \text{ m/s}$ (memenuhi syarat)

- Untuk **9 Sprinkler head**, pipa no. 37, 54, 88 (lihat gambar 4. 1. 1 isometri).

$$Q = 0,009 \text{ m}^3/\text{s}$$

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

maka :

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}} = \sqrt{\frac{4x0,009}{3,14x3}} = 0,062 \text{ m}$$

Diambil $D = 0,050 \text{ m} = 50 \text{ mm}$

Dihitung ulang untuk pengecekan V yang diasumsikan :

$$V = \frac{4.Q}{\pi.D^2} = \frac{4x0,009}{3,14x(0,050)^2} = 3,06 \text{ m/s}$$

$V = 4,58 \text{ m/s} > V_{\min} = 3 \text{ m/s}$ (memenuhi syarat)

- Untuk **11 Sprinkler head**, pipa no. 21 (lihat gambar 4. 1. 1 isometri).

$$Q = 0,011 \text{ m}^3/\text{s}$$

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

maka :

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}} = \sqrt{\frac{4x0,011}{3,14x3}} = 0,068 \text{ m}$$

Diambil $D = 0,065 \text{ m} = 65 \text{ mm}$

Dihitung ulang untuk pengecekan V yang diasumsikan :

$$V = \frac{4.Q}{\pi.D^2} = \frac{4x0,011}{3,14x(0,065)^2} = 3,33 \text{ m/s}$$

$V = 3,33 \text{ m/s} > V_{\min} = 3 \text{ m/s}$ (memenuhi syarat)

- Untuk 20 Sprinkler head, pipa no.38 (lihat gambar 4. 1. 1 isometri).

$$Q = 0,020 \text{ m}^3/\text{s}$$

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

maka :

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}} = \rightarrow \sqrt{\frac{4 \times 0,020}{3,14 \times 3}} = 0,092 \text{ m}$$

Diambil $D = 0,075 \text{ m} = 75 \text{ mm}$

Dihitung ulang untuk pengecekan V yang diasumsikan :

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{4 \times 0,020}{3,14 \times (0,075)^2} = 4,44 \text{ m/s}$$

$V = 4,44 \text{ m/s} > V_{\min} = 3 \text{ m/s}$ (memenuhi syarat)

- Untuk 29 Sprinkler head, pipa no. 55 (lihat gambar 4. 1. 1 isometri).

$$Q = 0,029 \text{ m}^3/\text{s}$$

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

maka :

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}} = \rightarrow \sqrt{\frac{4 \times 0,029}{3,14 \times 3}} = 0,11 \text{ m}$$

Diambil $D = 0,075 \text{ m} = 75 \text{ mm}$

Dihitung ulang untuk pengecekan V yang diasumsikan :

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{4 \times 0,029}{3,14 \times (0,075)^2} = 6,44 \text{ m/s}$$

$V = 6,44 \text{ m/s} > V_{\min} = 3 \text{ m/s}$ (memenuhi syarat)

- Untuk **38 Sprinkler head**, pipa no. 72 (lihat gambar 4. 1. 1 isometri).

$$Q = 0,038 \text{ m}^3/\text{s}$$

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

maka :

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,038}{3,14 \times 3}} = 0,13 \text{ m}$$

Diambil D = 0,075 m = 75 mm

Dihitung ulang untuk pengecekan V yang diasumsikan :

$$V = \frac{4.Q}{\pi.D^2} = \frac{4 \times 0,038}{3,14 \times (0,075)^2} = 8,44 \text{ m/s}$$

V = 8,44 m/s > V_{min} = 3 m/s (memenuhi syarat)

- Untuk **47 Sprinkler head**, pipa no. 89 (lihat gambar 4. 1. 1 isometri).

$$Q = 0,047 \text{ m}^3/\text{s}$$

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

maka :

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,047}{3,14 \times 3}} = 0,14 \text{ m}$$

Diambil D = 0,075 m = 75 mm

Dihitung ulang untuk pengecekan V yang diasumsikan :

$$V = \frac{4.Q}{\pi.D^2} = \frac{4 \times 0,047}{3,14 \times (0,075)^2} = 10,44 \text{ m/s}$$

V = 10,44 m/s > V_{min} = 3 m/s (memenuhi syarat)

- Untuk **53 Sprinkler head**, pipa no. 101 (lihat gambar 4. 1. 1 isometri).

$$Q = 0,053 \text{ m}^3/\text{s}$$

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

maka :

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,053}{3,14 \times 3}} = 0,15 \text{ m}$$

Diambil D = 0,100 m = 1 mm

Dihitung ulang untuk pengecekan V yang diasumsikan :

$$V = \frac{4.Q}{\pi.D^2} = \frac{4 \times 0,053}{3,14 \times (0,1)^2} = 6,75 \text{ m/s}$$

V = 6,75 m/s > V_{min} = 3 m/s (memenuhi syarat)

- Untuk **57 Sprinkler head**, pipa no. 109 (lihat gambar 4. 1. 1 isometri).

$$Q = 0,057 \text{ m}^3/\text{s}$$

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

maka :

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,057}{3,14 \times 3}} = 0,15 \text{ m}$$

Diambil D = 0,100 m = 1 mm

Dihitung ulang untuk pengecekan V yang diasumsikan :

$$V = \frac{4.Q}{\pi.D^2} = \frac{4 \times 0,057}{3,14 \times (0,1)^2} = 7,26 \text{ m/s}$$

V = 7,26 m/s > V_{min} = 3 m/s (memenuhi syarat)

BAB IV Perencanaan dan Perhitungan Data di Lapangan

Tabel 4. 1. 2 Hasil Perhitungan Diameter pipa pada *Sprinkler System*

Pipa No	Jumlah Sprinkler	Q (m^3/s)	D didapat (mm)	D diambil menurut Light Hazard Pipe Schedule (mm)
1	1	0,001	20,61	20
2	1	0,001	20,61	20
3	2	0,002	29,14	25
4	1	0,001	20,61	20
5	3	0,003	35,69	32
6	1	0,001	20,61	20
7	4	0,004	41,21	40
8	1	0,001	20,61	20
9	1	0,001	20,61	20
10	2	0,002	29,14	25
11	1	0,001	20,61	20
12	3	0,003	35,69	32
13	1	0,001	20,61	20
14	1	0,001	20,61	20
15	2	0,002	29,14	25
16	5	0,005	46,07	40
17	1	0,001	20,61	20
18	6	0,006	50,47	50
19	1	0,001	20,61	20
20	7	0,007	54,52	50
21	11	0,011	68,34	65
22	1	0,001	20,61	20
23	1	0,001	20,61	20
24	2	0,002	29,14	25
25	1	0,001	20,61	20
26	3	0,003	35,69	32
27	1	0,001	20,61	20
28	4	0,004	41,21	40
29	1	0,001	20,61	20
30	5	0,005	46,07	40
31	1	0,001	20,61	20
32	6	0,006	50,47	50
33	1	0,001	20,61	20
34	1	0,001	20,61	20
35	1	0,001	20,61	20

Lanjutan Tabel 4. 1. 2 ke hal. berikutnya,

BAB IV Perencanaan dan Perhitungan Data di Lapangan

Tabel Lanjutan 4. 1. 2 Hasil Perhitungan Diameter pipa pada *Sprinkler System*

Pipa No	Jumlah Sprinkler	Q (m^3/s)	D didapat (mm)	D diambil menurut Light Hazard Pipe Schedule (mm)
36	2	0,002	29,14	25
37	9	0,009	61,82	50
38	20	0,020	92,15	65
39	1	0,001	20,61	20
40	1	0,001	20,61	20
41	2	0,002	29,14	25
42	1	0,001	20,61	20
43	3	0,003	35,69	32
44	1	0,001	20,61	20
45	4	0,004	41,21	40
46	1	0,001	20,61	20
47	5	0,005	46,07	40
48	1	0,001	20,61	20
49	1	0,001	20,61	20
50	7	0,007	54,52	50
51	1	0,001	20,61	20
52	8	0,008	58,28	50
53	1	0,001	20,61	20
54	9	0,009	61,82	50
55	29	0,029	110,97	65
56	1	0,001	20,61	20
57	1	0,001	20,61	20
58	2	0,002	29,14	25
59	2	0,002	29,14	25
60	3	0,003	35,69	32
61	1	0,001	20,61	20
62	4	0,004	41,21	40
63	1	0,001	20,61	20
64	5	0,005	46,07	40
65	1	0,001	20,61	20
66	1	0,001	20,61	20
67	6	0,006	50,47	50
68	1	0,001	20,61	20
69	7	0,007	54,52	50
70	1	0,001	20,61	20

Lanjutan Tabel 4. 1. 2 ke hal. berikutnya,

BAB IV Perencanaan dan Perhitungan Data di Lapangan

Tabel Lanjutan 4. 1. 2 Hasil Perhitungan Diameter pipa pada *Sprinkler System*

Pipa No	Jumlah Sprinkler	Q (m^3/s)	D didapat (mm)	D diambil menurut Light Hazard Pipe Schedule (mm)
71	8	0,008	58,28	50
72	38	0,038	127,03	75
73	1	0,001	20,61	20
74	1	0,001	20,61	20
75	2	0,002	29,14	25
76	1	0,001	20,61	20
77	3	0,003	35,69	32
78	1	0,001	20,61	20
79	4	0,004	41,21	40
80	1	0,001	20,61	20
81	5	0,005	46,07	40
82	1	0,001	20,61	20
83	6	0,006	50,47	50
84	1	0,001	20,61	20
85	1	0,001	20,61	20
86	2	0,002	29,14	25
87	1	0,001	20,61	20
88	9	0,009	61,82	50
89	47	0,047	141,27	75
90	1	0,001	20,61	20
91	1	0,001	20,61	20
92	1	0,001	20,61	20
93	2	0,002	29,14	25
94	1	0,001	20,61	20
95	3	0,003	35,69	32
96	4	0,004	41,21	40
97	1	0,001	20,61	20
98	5	0,005	46,07	40
99	1	0,001	20,61	20
100	6	0,006	50,47	50
101	53	0,053	150,02	75
102	1	0,001	20,61	20
103	1	0,001	20,61	20
104	2	0,002	29,14	25
105	1	0,001	20,61	20

Lanjutan Tabel 4. 1. 2 ke hal. berikutnya,

Tabel Lanjutan 4. 1. 2 Hasil Perhitungan Diameter pipa pada *Sprinkler System*

Pipa No	Jumlah Sprinkler	Q (m^3/s)	D didapat (mm)	D diambil menurut Light Hazard Pipe Schedule (mm)
106	3	0,003	35,69	32
107	1	0,001	20,61	20
108	4	0,004	41,21	40
109	57	0,057	155,57	75

4. 2 Pehitungan Diameter Pipa *Hydrant Gedung*

$$Q = 0,006 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (lihat tabel)}$$

$$V \text{ diambil} = 3 \text{ m/s}$$

Dengan $Q = A \times V$, maka :

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \rightarrow D = \frac{4Q}{\pi V}$$

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,006}{3,14 \times 3}} = 0,0504 \text{ m}$$

Diambil $D = 0,065 \text{ m} = 65 \text{ mm (} 2 \frac{1}{2} \text{ ")}$, sesuai dengan keputusan Gubernur DKI Jakarta No. 877 tahun 1981 tentang persyaratan dan standar *hydrant*.

Tabel 4. 2. 1 Pemilihan Diameter Pipa

Pipa hisap utama (mm)	Pipa tekan utama (mm)	Pipa cabang utama (mm)	Pipa cabang <i>sprinkler</i> (mm)	Pipa drain (mm)	Pipa <i>hydrant</i> (mm)
150	100	100	20 – 75	25	65

Ref : *Deputi Urusan Tata Bangunan dan Lingkungan Departement Permukiman dan Prasarana Wilayah.*

4.3 Perhitungan Tebal Pipa

Perhitungan tebal pipa dalam perancangan ini menggunakan rumus :

$$t = \frac{P \cdot D}{2 \cdot \sigma} + c$$

dimana : t = tebal pipa (m)

P = tekanan pipa (N/m²)

D = diameter pipa (m)

σ = tegangn tarik yang diizinkan bahan (N/m²)

c = safety pipa (0,003 m)

$$Sch = \frac{P}{\sigma} \times 100$$

dimana : Sch = Schedule 40

P = tekanan pipa (N/m²)

σ = tegangn tarik yang diizinkan bahan (N/m²)

Contoh perhitungan :

$$\sigma = 70 \text{ N/m}^2$$

Sch No. 40

$$40 = \frac{Px100}{70} = \longleftrightarrow P = 2,8 \text{ N/m}^2$$

- Untuk diameter 150 mm = 0,15 m

Maka didapat tebal pipa untuk diameter 150 mm :

$$t = \frac{2,8 \times 0,15}{2 \times 70} + 0,003$$

$$t = 0,006 \text{ m} = 6 \text{ mm}$$

- Untuk diameter 100 mm = 0,1 m

Maka didapat tebal pipa untuk diameter 100 mm :

$$t = \frac{2,8x0,1}{2x70} + 0,003$$

$$t = 0,005 \text{ m} = 5 \text{ mm}$$

- Untuk diameter 80 mm = 0,08 m

Maka didapat tebal pipa untuk diameter 80 mm :

$$t = \frac{2,8x0,08}{2x70} + 0,003$$

$$t = 0,0046 \text{ m} = 4,6 \text{ mm}$$

- Untuk diameter 65 mm = 0,065 m

Maka didapat tebal pipa untuk diameter 65 mm :

$$t = \frac{2,8x0,065}{2x70} + 0,003$$

$$t = 0,0043 \text{ m} = 4,3 \text{ mm}$$

- Untuk diameter 50 mm = 0,05 m

Maka didapat tebal pipa untuk diameter 0,05 mm :

$$t = \frac{2,8x0,05}{2x70} + 0,003$$

$$t = 0,004 \text{ m} = 4 \text{ mm}$$

- Untuk diameter 40 mm = 0,04 m

Maka didapat tebal pipa untuk diameter 0,04 mm :

$$t = \frac{2,8x0,04}{2x70} + 0,003$$

$$t = 0,0038 \text{ m} = 3,8 \text{ mm}$$

- Untuk diameter 32 mm = 0,032 m

Maka didapat tebal pipa untuk diameter 32 mm :

$$t = \frac{2,8 \times 0,032}{2 \times 70} + 0,003$$

$$t = 0,0036 \text{ m} = 3,6 \text{ mm}$$

- Untuk diameter 25 mm = 0,025 m

Maka didapat tebal pipa untuk diameter 25 mm :

$$t = \frac{2,8 \times 0,025}{2 \times 70} + 0,003$$

$$t = 0,0035 \text{ m} = 3,5 \text{ mm}$$

Tabel 4. 3. 1 Hasil Perhitungan Tebal Pipa Menurut Schedule 40

Diameter (mm)	Tebal Pipa Berdasarkan Perhitungan (mm)	Tebal Pipa Berdasarkan Tabel Schedule 40 (mm)
25	3,5	3,4
32	3,6	3,6
40	3,8	3,7
50	4	3,9
65	4,3	5,2
80	4,6	5,6
100	5	6,0
150	6	7,1

Ref : Deputi Urusan Tata Bangunan dan Lingkungan Departement Permukiman dan Prasarana Wilayah.

4. 4 Kerugian **Head Reducer (H_c)**

Head kerugian *reducer* (adalah penyempitan aliran) pada pipa dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

BAB IV Perencanaan dan Perhitungan Data di Lapangan

$$H_c = \left(\frac{1}{Cc} - 1 \right)^2 \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Dimana :

Cc = Koefisien penyempitan air

Didapat dari tabel 4. 4. 1 berdasarkan penyempitan air Cc

$$Cc \text{ ditentukan dari } \frac{A_2}{A_1} = \frac{\pi/4(D_2)^2}{\pi/4(D_1)^2}$$

$$\frac{A_2}{A_1} \quad \text{dimana } D_2 < D_1$$

H_c = Kerugian *reducer* (m)

V = Kecepatan aliran (m/s)

g = Percepatan gravitasi (m/s²) = 9,81 m/s²

Tabel 4. 4. 1 Standar Penyempitan Cc Untuk Air (*Weisbach*)

A2/A1	Cc
0,1	0,624
0,2	0,632
0,3	0,643
0,4	0,659
0,5	0,681
0,6	0,712
0,7	0,755
0,8	0,813
0,9	0,892
1	1,00

Ref : Deputi Urusan Tata Bangunan dan Lingkungan Departement Permukiman dan Prasarana Wilayah.

4. 5 Kerugian *head* belokan, katup, sambungan / percabangan (H_e)

Kerugian *head* belokan, katup, sambungan / percabangan (H_e) dapat dihitung dengan menggunakan rumus seperti di bawah ini :

$$H_e = \frac{K \cdot v^2}{2g}$$

dimana : H_e = Kerugian belokan, katup, *fitting* / percabangan

V = Kecepatan aliran (m/s)

g = Percepatan gravitasi (m/s²) = 9,81 m/s²

K = Faktor jumlah kerugian untuk belokan, katup,

sambungan belokan, *fitting*, percabangan yang terjadi pada pipa.

Tabel 4. 5. 1 Standar Koefisien Kerugian Tinggi Tekan (K) untuk Peralatan Bantu

Peralatan Bantu	Kerugian Tinggi Tekan (K)
Angle Valve	5,0
Gate Valve	0,19
Check Valve	2,5
Strainer	0,19
Flexibel Joint	10
Tee Standart	1,8
Elbow Standart	0,9
Siku Lekuk Panjang	0,60
Siku Lekuk Menegah	0,75

Ref : *Deputi Urusan Tata Bangunan dan Lingkungan Departement Permukiman dan Prasarana Wilayah.*

4. 6 Kerugian *Head gesekan* dalam pipa (H_f)

$$Re = \frac{v.d}{\mu}$$

dimana : Re = Bilangan Reynolds

v = Kecepatan air (m/s)

μ = Viskositas kinematik air (m^2/s)

Syarat aliran bersifat laminar atau turbulen :

- Pada $Re < 2300$, aliran bersifat laminar.
- Pada $Re > 4000$, aliran bersifat turbulen.
- Pada $Re = 2300 \sim 4000$, terdapat daerah transisi dimana aliran dapat bersifat laminar atau turbulen tergantung kondisi pipa aliran.

Dari data diketahui :

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

$$\mu = 1,007 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} (\text{ pada suhu } 20^\circ)$$

Contoh Perhitungan, Maka :

- Untuk $d = 25 \text{ mm} = 0,025 \text{ m}$ (diameter terkecil)

$$Re = \frac{3 \times 0,02}{1,007 \times 10^{-6}} = 74478,649$$

- Untuk $d = 150 \text{ mm} = 0,15 \text{ m}$ (diameter terbesar)

$$Re = \frac{3 \times 0,150}{1,007 \times 10^{-6}} = 44687,89$$

Karena $Re > 4000$ maka aliran bersifat turbulen. Sehingga untuk menghitung kerugian

gesek dalam pipa menggunakan rumus :

$$H_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Untuk F didapat dari rumus :

$$f = 0,020 + \frac{0,0005}{D} \text{ (Formula Darcy)}$$

dimana : H_f = Kerugian gesek dalam pipa (m)

f = Koefisien gesekan dari pipa distribusi

L = Panjang pipa (m)

D = Diameter dalam pipa (m)

g = Percepatan gravitasi (m/s²) = 9,81 m/s²

4.7 Perhitungan Kerugian Head pada Fire Sprinkler dan Hydrant

4.7.1 Perhitungan Kerugian Head pada Pipa Tekan

4.7.1.1 Perhitungan Kerugian Head Geseukan Dalam Pipa (H_f)

pada Pipa Sprinkler System

- Untuk diameter 150 mm (L = 3,25 m)

Dimana : $f = 0,020 + \frac{0,0005}{D}$ (Formula Darcy)

$$f = 0,020 + \frac{0,0005}{0,15} = 0,023$$

$$H_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$$H_f = 0,023 \cdot \frac{3,25}{0,15} \cdot \frac{3^2}{2,981} = 0,229 \text{ m}$$

BAB IV Perencanaan dan Perhitungan Data di Lapangan

- Untuk diameter 100 mm (L = 13 m)

Dimana : $f = 0,020 + \frac{0,0005}{D}$ (Formula Darcy)

$$f = 0,020 + \frac{0,0005}{0,1} = 0,025$$

$$H_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$$H_f = 0,025 \cdot \frac{13}{0,1} \cdot \frac{3^2}{2,981} = 1,495 \text{ m}$$

- Untuk diameter 80 mm (L = 45,5 m)

Dimana : $f = 0,020 + \frac{0,0005}{D}$ (Formula Darcy)

$$f = 0,020 + \frac{0,0005}{0,08} = 0,021$$

$$H_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$$H_f = 0,021 \cdot \frac{45,5}{0,08} \cdot \frac{3^2}{2,981} = 5,494 \text{ m}$$

- Untuk diameter 65 mm (L = 16 m)

Dimana : $f = 0,020 + \frac{0,0005}{D}$ (Formula Darcy)

$$f = 0,020 + \frac{0,0005}{0,065} = 0,028$$

$$H_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$$H_f = 0,028 \cdot \frac{16}{0,065} \cdot \frac{3^2}{2,981} = 3,170 \text{ m}$$

- Untuk diameter 50 mm (L = 39 m)

Dimana : $f = 0,020 + \frac{0,0005}{D}$ (Formula Darcy)

$$f = 0,020 + \frac{0,0005}{0,05} = 0,03$$

$$H_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$$H_f = 0,03 \cdot \frac{39}{0,05} \cdot \frac{3^2}{2,981} = 10,764 \text{ m}$$

- Untuk diameter 40 mm (L = 67 m)

Dimana : $f = 0,020 + \frac{0,0005}{D}$ (Formula Darcy)

$$f = 0,020 + \frac{0,0005}{0,04} = 0,0325$$

$$H_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$$H_f = 0,0325 \cdot \frac{67}{0,04} \cdot \frac{3^2}{2,981} = 25,04 \text{ m}$$

- Untuk diameter 32 mm (L = 36 m)

Dimana : $f = 0,020 + \frac{0,0005}{D}$ (Formula Darcy)

$$f = 0,020 + \frac{0,0005}{0,032} = 0,0216$$

BAB IV Perencanaan dan Perhitungan Data di Lapangan

$$H_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

BAB IV Perencanaan dan Perhitungan Data di Lapangan

$$H_f = 0,0216 \cdot \frac{36}{0,032} \cdot \frac{3^2}{2,981} = 11,178 \text{ m}$$

- Untuk diameter 25 mm (L = 90,56 m)

Dimana : $f = 0,020 + \frac{0,0005}{D}$ (Formula Darcy)

$$f = 0,020 + \frac{0,0005}{0,025} = 0,02$$

$$H_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$$H_f = 0,025 \cdot \frac{90,56}{0,025} \cdot \frac{3^2}{2,981} = 41,66 \text{ m}$$

Hasil perhitungan seluruhnya untuk kerugian gesek dalam pipa *Sprinkler* sampai dengan diameter yang terkecil dapat dilihat pada tabel.

Tabel 4. 7. 1 Hasil Perhitungan Kerugian *Head* Gesekan Dalam Pipa (H_f)
pada Pipa *Sprinkler*.

Diameter		L (m)	f	H _f (m)
(mm)	(m)			
150	0,15	3,25	0,023	0,229
100	0,1	13	0,025	1,495
80	0,08	45,5	0,021	5,494
65	0,065	16	0,028	3,170
50	0,05	39	0,03	10,764
40	0,04	67	0,0325	25,04
32	0,032	36	0,0216	11,178
25	0,025	90,56	0,02	41,66
Jumlah seluruh kerugian <i>Head</i> Gesekan dalam pipa (H _f)				99,03

4. 7. 1. 2 Perhitungan Kerugian Head Gesekan Dalam Pipa (H_f)

pada Pipa Fire Hydrant

- Untuk diameter 150 mm (L = 2,82 m)

$$\text{Dimana : } f = 0,020 + \frac{0,0005}{D} \text{ (Formula Darcy)}$$

$$f = 0,020 + \frac{0,0005}{0,15} = 0,023$$

$$H_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$$H_f = 0,023 \cdot \frac{2,82}{0,15} \cdot \frac{3^2}{2,981} = 0,199 \text{ m}$$

- Untuk diameter 80 mm (L = 4,54 m)

$$\text{Dimana : } f = 0,020 + \frac{0,0005}{D} \text{ (Formula Darcy)}$$

$$f = 0,020 + \frac{0,0005}{0,08} = 0,026$$

$$H_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$$H_f = 0,026 \cdot \frac{4,54}{0,08} \cdot \frac{3^2}{2,981} = 0,68 \text{ m}$$

- Untuk diameter 65 mm (L = 15,45 m)

$$\text{Dimana : } f = 0,020 + \frac{0,0005}{D} \text{ (Formula Darcy)}$$

$$f = 0,020 + \frac{0,0005}{0,065} = 0,028$$

$$H_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$$H_f = 0,028 \cdot \frac{15,45}{0,065} \cdot \frac{3^2}{2,981} = 3,06 \text{ m}$$

Tabel 4. 7. 2 Hasil Perhitungan Kerugian *Head* Gesekan Dalam Pipa (H_f) pada Pipa *Hydrant*.

Diameter		L (m)	f	H_f (m)
(mm)	(m)			
150	0,15	2,82	0,023	0,199
80	0,08	4,54	0,026	0,68
65	0,065	15,45	0,028	3,06
Jumlah seluruh kerugian <i>Head</i> Gesekan dalam pipa (H_f)				3,939

4. 7. 1. 3 Perhitungan Kerugian *Head Reducer* (H_c) / Penyempitan pada Pipa Sprinkler System

- Pada pipa *Fire Sprinkler* untuk diameter 150 mm ke 100 mm

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{\frac{\pi}{4}(D_2)^2}{\frac{\pi}{4}(D_1)} = \frac{\frac{3,14}{4}(0,1)^2}{\frac{3,14}{4}(0,15)^2} = \frac{0,0079}{0,0177} = 0,45 \approx 0,5 \dots\dots\dots^1)$$

Maka C_c didapat : 0,681 (lihat tabel 4. 4 1)

$$H_c = \left(\frac{1}{C_c} - 1 \right)^2 \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$H_c = \left(\frac{1}{0,681} - 1 \right)^2 \cdot \frac{3^2}{2,981} = 0,10 \text{ m}$$

¹⁾ Sistem Perpipaan Hal 179 (Raswari)

BAB IV Perencanaan dan Perhitungan Data di Lapangan

- Untuk diameter 100 mm ke 80 mm

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{\frac{\pi}{4}(D_2)^2}{\frac{\pi}{4}(D_1)^2} = \frac{\frac{3,14}{4}(0,08)^2}{\frac{3,14}{4}(0,1)^2} = \frac{0,0050}{0,0079} = 0,63 \approx 0,6$$

Maka Cc didapat : 0,712 (lihat tabel 4. 4 1)

$$H_c = \left(\frac{1}{Cc} - 1 \right)^2 \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$H_c = \left(\frac{1}{0,712} - 1 \right)^2 \cdot \frac{3^2}{2.9,81} = 0,075 \text{ m}$$

- Untuk diameter 80 mm ke 65 mm

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{\frac{\pi}{4}(D_2)^2}{\frac{\pi}{4}(D_1)^2} = \frac{\frac{3,14}{4}(0,065)^2}{\frac{3,14}{4}(0,08)^2} = \frac{0,0033}{0,0050} = 0,66 \approx 0,7$$

Maka Cc didapat : 0,755 (lihat tabel 4. 4 1)

$$H_c = \left(\frac{1}{Cc} - 1 \right)^2 \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$H_c = \left(\frac{1}{0,755} - 1 \right)^2 \cdot \frac{3^2}{2.9,81} = 0,049 \text{ m}$$

- Untuk diameter 65 mm ke 50 mm

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{\frac{\pi}{4}(D_2)^2}{\frac{\pi}{4}(D_1)^2} = \frac{\frac{3,14}{4}(0,05)^2}{\frac{3,14}{4}(0,065)^2} = \frac{0,0020}{0,0033} = 0,61 \approx 0,6$$

Maka Cc didapat : 0,712 (lihat tabel 4. 4 1)

$$H_c = \left(\frac{1}{Cc} - 1 \right)^2 \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$H_c = \left(\frac{1}{0,712} - 1 \right)^2 \cdot \frac{3^2}{2,981} = 0,075 \text{ m}$$

- Untuk diameter 50 mm ke 40 mm

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{\frac{\pi}{4}(D_2)^2}{\frac{\pi}{4}(D_1)^2} = \frac{\frac{3,14}{4}(0,04)^2}{\frac{3,14}{4}(0,05)^2} = \frac{0,0012}{0,0020} = 0,6 \approx 0,6$$

Maka Cc didapat : 0,712 (lihat tabel 4. 4 1)

$$H_c = \left(\frac{1}{Cc} - 1 \right)^2 \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$H_c = \left(\frac{1}{0,712} - 1 \right)^2 \cdot \frac{3^2}{2,981} = 0,075 \text{ m}$$

- Untuk diameter 40 mm ke 32 mm

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{\frac{\pi}{4}(D_2)^2}{\frac{\pi}{4}(D_1)^2} = \frac{\frac{3,14}{4}(0,032)^2}{\frac{3,14}{4}(0,04)^2} = \frac{0,00080}{0,0012} = 0,67 \approx 0,7$$

Maka Cc didapat : 0,755 (lihat tabel 4. 4 1)

$$H_c = \left(\frac{1}{Cc} - 1 \right)^2 \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$H_c = \left(\frac{1}{0,755} - 1 \right)^2 \cdot \frac{3^2}{2,981} = 0,049 \text{ m}$$

BAB IV Perencanaan dan Perhitungan Data di Lapangan

- Untuk diameter 32 mm ke 25 mm

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{\frac{\pi}{4}(D_2)^2}{\frac{\pi}{4}(D_1)} = \frac{\frac{3,14}{4}(0,025)^2}{\frac{3,14}{4}(0,032)^2} = \frac{0,00050}{0,00080} = 0,62 \approx 0,6$$

Maka Cc didapat : 0,712 (lihat tabel 4. 4 1)

$$H_c = \left(\frac{1}{Cc} - 1 \right)^2 \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$H_c = \left(\frac{1}{0,712} - 1 \right)^2 \cdot \frac{3^2}{2 \cdot 9,81} = 0,075 \text{ m}$$

Hasil perhitungan kerugian *reducer* seluruhnya sampai pada diameter yang terkecil dapat dilihat pada tabel.

Tabel 4. 7. 3 Hasil Perhitungan Kerugian *Head Reducer* (H_c)
pada Pipa *Fire Sprinkler*

Diameter (mm)	A_2/A_1 (m)	Cc	H_c (m)	Jumlah Reducer	H_{ctotal} (m)
150 ke 100	$0,100^2/0,150^2$	0,681	0,10	1	0,10
100 ke 80	$0,075^2/0,100^2$	0,712	0,075	1	0,075
80 ke 65	$0,065^2/0,075^2$	0,755	0,049	1	0,049
65 ke 50	$0,050^2/0,075^2$	0,712	0,075	1	0,075
50 ke 40	$0,040^2/0,050^2$	0,712	0,075	11	8,25
40 ke 32	$0,032^2/0,040^2$	0,755	0,049	13	0,637
32 ke 25	$0,025^2/0,032^2$	0,712	0,075	14	1,05
Jumlah seluruh kerugian <i>Head Reducer</i> (H_c) pada <i>Sprinkler</i>					10,236

4. 7. 1. 4 Perhitungan Kerugian Head Reducer (H_c) / Penyempitan

pada Pipa Hydrant System

- Pada Pipa *Hydrant* Untuk diameter 150 mm ke 80 mm

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{\frac{\pi}{4}(D_2)^2}{\frac{\pi}{4}(D_1)} = \frac{\frac{3,14}{4}(0,08)^2}{\frac{3,14}{4}(0,15)^2} = \frac{0,0050}{0,0177} = 0,28 \approx 0,3$$

Maka Cc didapat : 0,643 (lihat tabel 4. 4 1)

$$H_c = \left(\frac{1}{Cc} - 1 \right)^2 \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$H_c = \left(\frac{1}{0,643} - 1 \right)^2 \cdot \frac{3^2}{2,981} = 0,14 \text{ m}$$

- Pada Pipa *Hydrant* Untuk diameter 80 mm ke 65 mm

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{\frac{\pi}{4}(D_2)^2}{\frac{\pi}{4}(D_1)} = \frac{\frac{3,14}{4}(0,065)^2}{\frac{3,14}{4}(0,08)^2} = \frac{0,0033}{0,0050} = 0,66 \approx 0,7$$

Maka Cc didapat : 0,755 (lihat tabel 4. 4 1)

$$H_c = \left(\frac{1}{Cc} - 1 \right)^2 \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$H_c = \left(\frac{1}{0,755} - 1 \right)^2 \cdot \frac{3^2}{2,981} = 0,048 \text{ m}$$

Tabel 4. 7. 4 Hasil Perhitungan Kerugian *Head Reducer* (H_c)
pada Pipa *Hydrant*

Diameter (mm)	A_2/A_1 (m)	C_c	H_c (m)	Jumlah Reducer	$H_{c\text{total}}$ (m)
150 ke 80	$0,08^2/0,15^2$	0,643	0,14	1	0,14
80 ke 65	$0,065^2/0,08^2$	0,755	0,049	1	0,049
Jumlah seluruh kerugian <i>Head Reducer</i> (H_c) pada <i>Hydrant</i>					0,189

4. 7. 1. 5 Perhitungan Kerugian *Head Belokan, Katup, Sambungan / Percabangan* (H_e) pada Pipa Sprinkler System

Kerugian – kerugian tersebut dihitung berdasarkan jumlah peralatan bantu yang digunakan. Koefisien kerugian tinggi – tekan K, dapat dilihat pada tabel 4. 5. 1.

- Flexible Joint $K = 1 \times 10 = 10$
 - Gate Valve $K = 4 \times 0,19 = 0,76$
 - Check Valve $K = 1 \times 2,5 = 2,5$
 - Tee $K = 23 \times 1,8 = 41,4$
 - Elbow $K = 24 \times 0,9 = 21,6$
- $K_{\text{total}} = 76,26$

Maka :

$$H_e = \frac{K \cdot v^2}{2g} = \frac{76,26 \times 3^2}{2 \cdot 9,81} = 34,98 \text{ m}$$

Jumlah seluruh kerugian *head belokan, katup, sambungan/ percabangan* pada pipa *fire sprinkler* (H_e) = **34,98 m.**

4. 7. 1. 6 Perhitungan Kerugian Head Belokan, Katup,

Sambungan / Percabangan (H_e) pada Pipa Hydrant

- Flexible Joint $K = 1 \times 10 = 10$
 - Gate Valve $K = 2 \times 0,19 = 0,38$
 - Check Valve $K = 1 \times 2,5 = 2,5$
 - Tee $K = 2 \times 1,8 = 3,6$
 - Elbow $K = 2 \times 0,9 = 1,8$
-
- $$K_{\text{total}} = 18,28$$

Maka :

$$H_e = \frac{K \cdot v^2}{2g} = \frac{18,28 \times 3^2}{2 \cdot 9,81} = 8,38 \text{ m}$$

Jumlah seluruh kerugian *head* belokan, katup, sambungan/ percabangan pada pipa *Hydrant* (H_e) = **8,38 m.**

Jumlah Seluruh Kerugian Head Fire Sprinkler dan Hydrant pada Pipa Tekan

Fire Sprinkler dan Pipa Hydrant

- *Fire Sprinkler*

$$H_{l1} = H_f + H_c + H_e = 99,03 + 10,236 + 34,98 = \mathbf{144,25 \text{ m}}$$

- *Pipa Hydrant*

$$H_{l1} = H_f + H_c + H_e = 3,939 + 0,189 + 8,38 = \mathbf{12,508 \text{ m}}$$

4.8 Perhitungan Kerugian *Head* pada Pipa Hisap (*Suction*)

4.8.1 Kerugian *Head* Belokan, Katup, Sambungan / Percabangan (H_e)

Kerugian – kerugian tersebut dihitung berdasarkan jumlah peralatan bantu yang digunakan koefisien kerugian tinggi – tekan K, dapat dilihat pada tabel 4. 5. 1.

- Flexible Joint $K = 1 \times 10 = 10$
 - Strainer $K = 1 \times 0,19 = 0,19$
 - Katup Hisap dengan Saringan $K = 1 \times 1,19 = 1,19$
-
- $$K_{\text{total}} = 11,38$$

Maka :

$$H_e = \frac{K \cdot v^2}{2 \cdot g} = \frac{11,38 \times 3^2}{2 \times 9,81} = 5,22 \text{ m}$$

Jumlah seluruh kerugian *head* belokan, katup, sambungan / percabangan pada pipa hisap (H_e) = 5,22 m

4.8.2 Kerugian *Head* Gesekan Dalam Pipa (H_f)

Untuk diameter 150 mm ($L = 2,3 \text{ m}$)

Dimana : $f = 0,020 + \frac{0,0005}{D}$ (Formula Darcy)²⁾

$$f = 0,020 + \frac{0,0005}{0,15} = 0,023$$

$$H_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$$H_f = 0,023 \cdot \frac{2,3}{0,15} \cdot \frac{3^2}{2 \cdot 9,81} = 0,162 \text{ m}$$

²⁾ Pompa dan Kompresor Hal. 29 (Sularso & Haruo Tahara)

BAB IV Perencanaan dan Perhitungan Data di Lapangan

Jumlah kerugian gesekan dalam pipa (H_f) pada pipa hisap adalah sebesar **0,162 m**.

Jumlah seluruh kerugian pada pipa hisap

$$H_{l2} = H_e + H_f = 5,22 + 0,162 = \mathbf{5,382 \text{ m}}$$

Setelah mendapatkan sebesar kerugian *head* diatas maka selanjutnya dipergunakan untuk perhitungan *head* total pompa.

4. 9 Perhitungan *Head Total* Pompa

Dalam menentukan *head* pompa kita mengasumsikan bahwa pompa harus mampu menyuplai air ketik ketik terjauh dengan tekanan yang memadai. Untuk mendapatkan *head* total digunakan persamaan Bernoulli dari permukaan air.

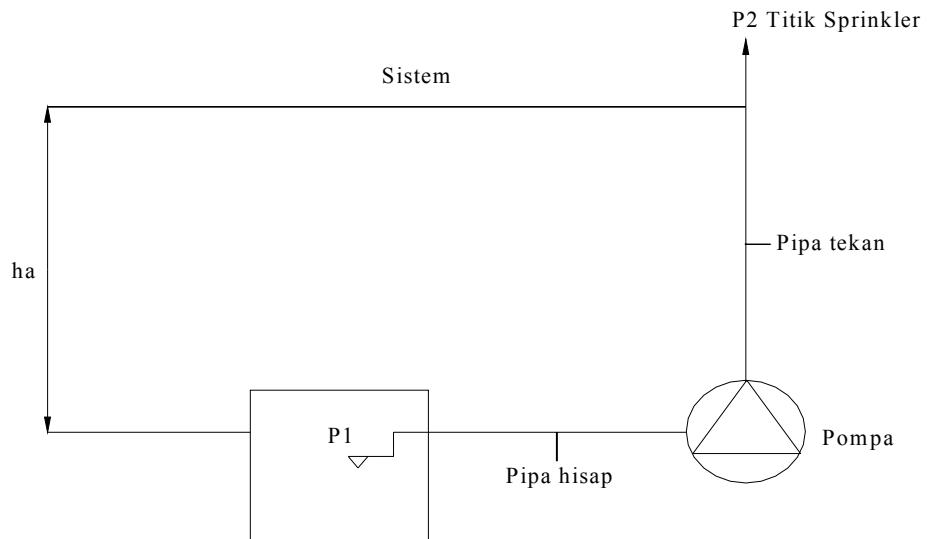
$$\frac{p_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 + H_{pompa} - H_1 = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 \quad \dots \dots \dots \quad 3)$$

$$H_{\text{pompa}} = \frac{P_2 - P_1}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + (Z_2 - Z_1) + (hl_2 - hl_1)$$

Maka didapat :

$$H_{\text{pompa}} = h_a + \Delta h_p + h_l + \frac{V_2^2}{2g}$$

³⁾ Mekanika Fluida Jilid 1 Hal. 68 (Victor L Streerer)



Gambar 4. 9. 1 Skema Sistem Pompa

4. 9. 1 Head Pompa Yang Dibutuhkan Sprinkler

$$\Delta h_p = \frac{P_2 - P_1}{\rho g} = \frac{(1,02 - 1) \times 10^5}{998,2 \times 9,81} = 0,204 \text{ m}$$

Dimana : » Δh_p = head tekanan

» P_2 = $1,02 \times 10^5$ (tek. umum pada *Sprinkler*)

» P_1 = 10^5 N/m^2 (tek. Atmosfir = 1 atm)

» ρ = $998,2 \text{ Kg/m}^3$ (pada suhu 20°)

- $V = 3 \text{ m/s}$ (NFPA)

- h_a = head statis (m)

$$h_a = Z_2 - Z_1 = 75,75 - 3,6 = 72,15 \text{ m}$$

- $head losses = h_l = (\text{ m })$

$$h_l = h_{l1} + h_{l2} = 144,25 + 5,382 = 149,63 \text{ (m)}$$

$$H_{\text{pompa}} = h_a - \Delta h_p + h_l + \frac{V_2^2}{2g}$$

$$H_{\text{pompa}} = 72,15 - 0,204 + 149,63 + 0,46 = 222,04 \text{ m}$$

Dipilih *Head pompa*, $H_{\text{pompa}} = 225 \text{ m}$.

4.9.2 Head Pompa Yang Dibutuhkan Hydrant

- » Δh_p = *head tekanan*
 - » $P_2 = 4,43 \times 10^5$ (tek. umum pada *Hydrant*)
 - » $P_1 = 10^5 \text{ N/m}^2$ (tek. Atmosfir = 1 atm)
 - » $\rho = 998,2 \text{ Kg/m}^3$ (pada suhu 20°)

$$\Delta h_p = \frac{P_2 - P_1}{\rho g} = \frac{(4,43 - 1) \times 10^5}{998,2 \times 9,81} = 35,03 \text{ m}$$

- $V = 3 \text{ m/s}$ (NFPA)
- $h_a = \text{head statis (m)}$

$$h_a = Z_2 - Z_1 = 72,5 - 3,6 = 68,9 \text{ m}$$

- $head losses = h_l = (\text{ m })$

$$h_l = h_{l1} + h_{l2} = 12,508 + 5,382 = 17,89 \text{ (m)}$$

$$H_{\text{pompa}} = h_a - \Delta h_p + h_l + \frac{V_2^2}{2g}$$

$$H_{\text{pompa}} = 68,9 - 35,03 + 17,89 + 0,46 = 52,22 \text{ m}$$

Dipilih *Head pompa*, $H_{\text{pompa}} = 55 \text{ m}$.

Karena dalam perencanaan instalasi pipa pencegahan dan penanggulangan kebakaran pompa *Sprinkler Head* dan *Hydrant* gedung digabung, dimana sistem

instalasi *fire sprinkler* dan pipa *hydrant* pengoperasiannya memiliki sistem yang sama maka dalam perancangan ini dipilih *head* pompa adalah 225 m. Hal tersebut tidak masalah karena kedua sistem *fire sprinkler* dan pipa *hydrant* dapat bekerja dengan baik, karena diambil *head* yang terbesar.

4. 9. 3 Perhitungan Tekanan

4. 9. 3. 1 Konsep Dasar Tekanan

Pada perhitungan tekanan ini akan diberikan contoh perhitungan tekanan yang terjadi pada tiap *sprinkler head* dan *hydrant box*, sehingga dapat diketahui berapa besar tekanan yang terjadi dan apakah masih memungkinkan untuk digunakan pada alat pemadam kebakaran atau harus menggunakan alat *PRV* (*Pressure Reducing Valve*).

Rumus yang digunakan adalah rumus Persamaan Bernoulli :

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 + H_{pompa} - (h_{losses}) = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2$$

$$\frac{P_2}{\rho g} + \frac{P_1}{\rho g} - \frac{V_2^2}{2g} + (Z_1 - Z_2) + H_{pompa} - (hl_1 + hl_2)$$

$$P_2 = \frac{P_1}{\rho g} - \frac{V_2^2}{2g} + (Z_1 - Z_2) + H_{pompa} - (hl_2 + hl_1)(\rho g)$$

4. 9. 3. 2 Tekanan Pada Sprinkler Terjauh :

- Pada Lantai 21 :

Diketahui : $H_{pompa} = 225 \text{ m}$; $V_1 = 0$ (dapat diabaikan)

$\rho = 998,2 \text{ kg/m}^3$; $V_2 = 3 \text{ m/s}$

$P_1 = 10^5 \text{ N/m}^2$; $Z_1 = 3,6 \text{ m}$

BAB IV Perencanaan dan Perhitungan Data di Lapangan

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2 ; Z_2 = 75,75 \text{ m}$$

$$H_{losses1} = 144,25 \text{ m} ; H_{losses2} = 5,382 \text{ m}$$

Dengan menggunakan persamaan Bernoulli

$$P_2 = \frac{P_1}{\rho g} - \frac{V_2^2}{2g} + (Z_1 - Z_2) + H_{pompa} - (hl_1 + hl_2)(\rho g)$$

$$\begin{aligned} P_2 &= (10,212 - 0,46 - 72,15 + 225 - 49,63) \times (998,2 \times 9,81) \\ &= 1106260,5 \text{ N/m}^2 \approx 11,062605 \times 10^5 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

- Pada Lantai 20 :

Diketahui : $H_{pompa} = 225 \text{ m}$; $V_1 = 0$ (dapat diabaikan)

$$\rho = 998,2 \text{ kg/m}^3 ; V_2 = 3 \text{ m/s}$$

$$P_1 = 10^5 \text{ N/m}^2 ; Z_1 = 3,6 \text{ m}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2 ; Z_2 = 72,5 \text{ m}$$

$$H_{losses1} = 144,25 \text{ m} ; H_{losses2} = 5,382 \text{ m}$$

Dengan menggunakan persamaan Bernoulli

$$P_2 = \frac{P_1}{\rho g} - \frac{V_2^2}{2g} + (Z_1 - Z_2) + H_{pompa} - (hl_1 + hl_2)(\rho g)$$

$$\begin{aligned} P_2 &= (10,212 - 0,46 - 68,9 + 225 - 49,63) \times (998,2 \times 9,81) \\ &= 1138085,6 \text{ N/m}^2 \approx 11,380856 \times 10^5 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

4.9.3.3 Tekanan Pada Hydrant Terjauh

- Pada Lantai 21 :

Diketahui : $H_{pompa} = 225 \text{ m}$; $V_1 = 0$ (dapat diabaikan)

$$\rho = 998,2 \text{ kg/m}^3 ; V_2 = 3 \text{ m/s}$$

$$P_1 = 10^5 \text{ N/m}^2 ; Z_1 = 3,6 \text{ m}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2 ; Z_2 = 72,5 \text{ m}$$

$$H_{losses1} = 12,508 \text{ m} ; H_{losses2} = 5,382 \text{ m}$$

Dengan menggunakan persamaan Bernoulli

$$P_2 = \frac{P_1}{\rho g} - \frac{V_2^2}{2g} + (Z_1 - Z_2) + H_{pompa} - (h l_1 + h l_2)(\rho g)$$

$$P_2 = (10,212 - 0,46 - 68,9 + 225 - 17,89) \times (998,2 \times 9,81)$$

$$= 1448894,5 \text{ N/m}^2 \approx 14,488945 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

- Pada Lantai 20 :

Diketahui : $H_{pompa} = 225 \text{ m}$; $V_1 = 0$ (dapat diabaikan)

$$\rho = 998,2 \text{ kg/m}^3 ; V_2 = 3 \text{ m/s}$$

$$P_1 = 10^5 \text{ N/m}^2 ; Z_1 = 3,6 \text{ m}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2 ; Z_2 = 69,25 \text{ m}$$

$$H_{losses1} = 12,508 \text{ m} ; H_{losses2} = 5,382 \text{ m}$$

Dengan menggunakan persamaan Bernoulli

$$P_2 = \frac{P_1}{\rho g} - \frac{V_2^2}{2g} + (Z_1 - Z_2) + H_{pompa} - (h l_1 + h l_2)(\rho g)$$

BAB IV Perencanaan dan Perhitungan Data di Lapangan

$$P_2 = (10,212 - 0,46 - 65,65 + 225 - 17,89) \times (998,2 \times 9,81)$$

$$= 1480719,6 \text{ N/m}^2 \approx 14,807196 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

Tabel 4. 9. 1 Hasil Perhitungan Tekanan *Sprinkler* Terjauh

Lantai	$Z = Z_2 - Z_1$ (m)	Tekanan (N/m ²)	h_l (m)	Keterangan
21	72,15	$11,062605 \times 10^5$	49,63	PRV
20	68,9	$11,380856 \times 10^5$	49,63	PRV
19	65,65	$12,699107 \times 10^5$	49,63	PRV
18	62,4	$12,017358 \times 10^5$	49,63	PRV
17	59,15	$12,335609 \times 10^5$	49,63	PRV
16	55,9	$12,65386 \times 10^5$	49,63	PRV
15	52,65	$12,972111 \times 10^5$	49,63	PRV
14	49,4	$13,290362 \times 10^5$	49,63	PRV
13	46,15	$13,608613 \times 10^5$	49,63	PRV
12	42,9	$13,926865 \times 10^5$	49,63	PRV
11	39,65	$14,245115 \times 10^5$	49,63	PRV
10	36,4	$14,563367 \times 10^5$	49,63	PRV
9	33,15	$14,881618 \times 10^5$	49,63	PRV
8	29,9	$15,199869 \times 10^5$	49,63	PRV
7	26,65	$15,557289 \times 10^5$	49,63	PRV
6	23,4	$15,836371 \times 10^5$	49,63	PRV
5	20,15	$16,154622 \times 10^5$	49,63	PRV
4	16,9	$16,472873 \times 10^5$	49,63	PRV
3	13,65	$16,791125 \times 10^5$	49,63	PRV
2	10,4	$17,109375 \times 10^5$	49,63	PRV
1	7,15	$17,427627 \times 10^5$	49,63	PRV
Basement	3,25	$17,809528 \times 10^5$	49,63	PRV

Tabel 4. 9. 2 Hasil Perhitungan Tekanan *Hydrant* Terjauh

Lantai	$Z = Z_2 - Z_1$ (m)	Tekanan (N/m ²)	h_l (m)	Keterangan
21	68,9	$14,488495 \times 10^5$	17,89	PRV
20	65,65	$14,807196 \times 10^5$	17,89	PRV
19	62,4	$15,125447 \times 10^5$	17,89	PRV
18	59,15	$15,443698 \times 10^5$	17,89	PRV
17	55,9	$15,761949 \times 10^5$	17,89	PRV
16	52,65	$16,08020 \times 10^5$	17,89	PRV
15	49,4	$16,398452 \times 10^5$	17,89	PRV
14	46,15	$16,716703 \times 10^5$	17,89	PRV
13	42,9	$17,034954 \times 10^5$	17,89	PRV
12	39,65	$17,353205 \times 10^5$	17,89	PRV
11	36,4	$17,671456 \times 10^5$	17,89	PRV
10	33,15	$17,989707 \times 10^5$	17,89	PRV
9	29,9	$18,307958 \times 10^5$	17,89	PRV
8	26,65	$18,626209 \times 10^5$	17,89	PRV
7	23,4	$18,944461 \times 10^5$	17,89	PRV
6	20,15	$19,262712 \times 10^5$	17,89	PRV
5	16,9	$19,580963 \times 10^5$	17,89	PRV
4	13,65	$19,899214 \times 10^5$	17,89	PRV
3	10,4	$20,217465 \times 10^5$	17,89	PRV
2	7,15	$20,535716 \times 10^5$	17,89	PRV
1	3,9	$20,853967 \times 10^5$	17,89	PRV
Basemant	0	$21,235869 \times 10^5$	17,89	PRV

Ket : ■ MS : Memenuhi Persyaratan Tekanan.

- PRV : Menggunakan *Pressure Reducing Valve* (karena melawati tekanan maksimum).

4. 10 Analisa Jumlah Sprinkler pada Gedung Bertingkat ditinjau dari Klasifikasi Sifat Hunian

4. 10. 1 Klasifikasi Sifat Hunian

4. 10. 2 Hunian Bahaya Kebakaran Ringan

Yang termasuk hunian bahaya kebakaran ringan adalah seperti hunian :

*. Tempat ibadat	*. Rumah sakit
*. Klub	*. Penjara
*. Pendidikan	*. Museum
*. Perawatan	*. Perkantoran
*. Lembaga	*. Perumahan
*. Perpustakaan	*. Restoran (ruang makan)
	*. Perhotelan

Ref : Deputi Urusan Tata Bangunan dan Lingkungan Departement Permukiman dan Prasarana Wilayah.

4. 10. 3 Hunian Bahaya Kebakaran Sedang

Hunian kebakaran sedang ini dibagi menjadi 3 kelompok :

4. 10. 3. 1 Hunian Bahaya Kebakaran Sedang Kelas I

Yang termasuk hunian bahaya kebakaran sedang Kelas I adalah seperti hunian :

*. Parkir mobil dan ruang pamer	*. Pabrik susu
*. Pabrik minuman tidak termasuk bagian pembotolan	*. Pabrik elektronika
*. Restoran (daerah dapur)	*. Pabrik barang gelas
*. Pengalengan	*. Pabrik permata

Ref : Deputi Urusan Tata Bangunan dan Lingkungan Departement Permukiman dan Prasarana Wilayah.

4. 10. 3. 2 Hunian Bahaya Kebakaran Sedang Kelas II

Yang termasuk hunian bahaya kebakaran sedang Kelas II adalah seperti hunian :

*. Penggilingan produk biji – bijian	*. Pabrik bahan makanan
*. Perdagangan dan Perkantoran	*. Pabrik tekstil
*. Gudang perpustakaan	*. Pengolahan logam
*. Pabrik mobil	*. Perakitan barang kayu
*. Pabrik barang kulit	*. Pabrik cerutu / rokok
*. Pabrik kertas	*. Pabrik mebel
*. Pabrik ban	*. Pabrik kembang gula
*. Pabrik permen	*. Pabrik barang keramik

Ref : Deputi Urusan Tata Bangunan dan Lingkungan Departement Permukiman dan Prasarana Wilayah.

4. 10. 3. 3 Hunian Bahaya Kebakaran Sedang Kelas III

Yang termasuk hunian bahaya kebakaran sedang Kelas III adalah seperti hunian :

*. Pabrik gula	*. Pabrik sabun
*. Pabrik pakaian	*. Pabrik karet
*. Pabrik tepung terigu	*. Pabrik elektronika
*. Pabrik sikat	*. Pabrik pesawat terbang
*. Pabrik lilin	*. Pabrik plastik

Ref : Deputi Urusan Tata Bangunan dan Lingkungan Departement Permukiman dan Prasarana Wilayah.

4. 10. 4 Hunian Bahaya Kebakaran Berat

Yang termasuk hunian bahaya kebakaran berat adalah seperti hunian :

*. Pabrik kembang api	*. Pabrik karet buatan
*. Pabrik bahan peledak	*. Pabrik karet busa
*. Pabrik cat	*. Hanggar pesawat terbang
*. Pabrik korek api	*. Studio film dan televisi
*. Pabrik kimia	*. Penyulingan minyak bumi

Ref : *Deputi Urusan Tata Bangunan dan Lingkungan Departement Permukiman dan Prasarana Wilayah.*

Berdasarkan pengklasifikasian di atas dapat ita tentukan bahwa gedung

Central Bisnis Distrik (Pluit) termasuk jenis **Kebakaran Sedang Kelas II (Ordinary Hazard Occupancies Group II).**

4. 11 Jumlah Maksimum Kepala Sprinkler

Setelah kita mengetahui jenis kebakaran apa yang seharusnya digunakan oleh Gedung CBD Pluit menurut pengklasifikasian, barulah kita bisa tentukan jumlah *sprinkler* yang harus digunakan pada Gedung tersebut menurut Tabel Jumlah Maksimum Kepala *Sprinkler* di bawah ini.

Tabel 4. 11. 1 Standar Jumlah Maksimum Kepala Sprinkler

Jenis Bahaya Kebakaran	Jumlah Kepala Sprinkler (buah)
Ringan	300
Sedang	1000
Berat	> 1000

Ref : *Keputusan Menteri Pekerjaan Umum No. 378/KPTS/1987*

4.12 Perhitungan Kapasitas Aliran & Reservoir

Pada perencanaan instalasi pipa pemadam kebakaran diproyek gedung Central Bisnis Distrik (CBD Pluit), menggunakan *GWR* (*Ground Water Reservoir*) yang terletak di lantai *Basement*. Sesuai dengan keputusan Gubernur DKI Jakarta No. 887 tahun 1981 dan dari Departemen P.U mengenai Pedoman Penanggulangan Bahaya Kebakaran Tahun 1980, untuk jenis kebakaran sedang diasumsikan kebakaran terjadi dalam waktu 30 menit dan diperkirakan hanya $\frac{1}{4}$ bagian saja yang terbakar.

Pada gedung CBD Pluit ini, jumlah *sprinkler head* yang digunakan pada setiap lantai adalah :

» Lantai Basement : 20 buah	» Lantai 11 : 7 buah
» Lantai 1 : 50 buah	» Lantai 12 : 7 buah
» Lantai 2 : 95 buah	» Lantai 13 : 7 buah
» Lantai 3 : 7 buah	» Lantai 14 : 7 buah
» Lantai 4 : 7 buah	» Lantai 15 : 7 buah
» Lantai 5 : 7 buah	» Lantai 16 : 7 buah
» Lantai 6 : 7 buah	» Lantai 17 : 7 buah
» Lantai 7 : 7 buah	» Lantai 18 : 7 buah
» Lantai 8 : 7 buah	» Lantai 19 : 7 buah
» Lantai 9 : 7 buah	» Lantai 20 : 7 buah
» Lantai 10 : 7 buah	» Lantai 21 : 115 buah

Total jumlah *sprinkler head* yang digunakan 406 buah. Apabila terjadi kebakaran pada salah satu lantai, maka diasumsikan alat – alat yang bekerja antara lain

:

- » 29 buah *sprinkler head* (*sprinkler* yang terdapat pada $\frac{1}{4}$ dari luas lantai / diambil yang terbanyak dari jumlah *sprinkler head*-nya).
- » 1 buah *hydrant indoor*.
- » 2 buah *hydrant outdoor*.

Sesuai dengan ketentuan / persyaratan *sprinkler head* dan *hydrant*, maka jumlah kapasitas aliran adalah :

- » $Q_{\text{sprinkler head}} = 0,001 \times 29 = 0,029 \text{ m}^3/\text{s}$
- » $Q_{\text{hydrant indoor}} = 0,006 \times 1 = 0,006 \text{ m}^3/\text{s}$
- » $Q_{\text{hydrant outdoor}} = 0,019 \times 2 = 0,038 \text{ m}^3/\text{s}$

Total seluruh *line* :

$$Q = 0,029 + 0,006 + 0,038 = 0,073 \text{ m}^3/\text{s},$$

jadi kapasitas air pada sistem adalah **0,073 m³/s**

Dari perhitungan di atas, kebutuhan air untuk seluruh sistem pemadam kebakaran (bila terjadi kebakaran) selama ± 30 menit,

sebesar : $30 \times 406 \times 0,073 = 889,14 \text{ m}^3$.

Untuk keperluan air bersih, diperkirakan sebesar 20 % dari keperluan pemadam kebakaran atau sebesar $= 889,14 \times 20 \% = 177,8 \text{ m}^3$. Maka total GWR adalah $= (889,14 + 177,8) \text{ m}^3 = 1066,9 \text{ m}^3 \approx \mathbf{1067 \text{ m}^3}$.

4.13 Pemilihan Jenis Pompa

4.13.1 Jenis – jenis Pompa

Pada instalasi pipa, jenis pompa yang banyak digunakan adalah pompa jenis putar dan kelebihan dari pompa jenis ini adalah :

- » Konstruksinya sederhana dan mudah dioperasikan.

- » Ukurannya tidak terlalu besar dan sedikit ringan.
- » Harga beli dan pemeliharaannya kecil.
- » Dapat memompa terus – menerus tanpa gejolak (stabil).
- » Aliran zatnya tidak terputus – putus dan getarannya kecil.

Untuk menjaga tekanan dalam pipa dan mengalirkan air pada saat terjadi kebakaran, digunakan pompa untuk *sprinkler* dan *hydrant* yang masing –masing terdiri dari 3 jenis pompa yang dipasang secara paralel, yaitu :

1. *Electric Pump*

Disebut juga sebagai pompa utama, yang berfungsi untuk memadamkan api bila terjadi kebakaran dan bekerja secara otomatis apabila *sprinkler* pecah atau *hydrant* digunakan.

2. *Diesel Pump*

Digunakan apabila pompa utama mati disebabkan karena listrik yang disuplai PLN padam atau karena berbagai hal maka pompa ini dapat digunakan.

3. *Jockey Pump*

Pompa ini mempunyai *head* tinggi dengan kapasitas yang kecil. Pengaturan tekanan dilakukan dengan manometer tekanan, yang dipasang pada tiap satu rangkaian pada masing – masing lantai. Pompa ini berfungsi untuk menjaga atau mempertahankan tekanan pada dalam pipa, agar tetap berada dalam batas yang direncanakan.

Penurunan tekanan bisa diakibatkan oleh kebocoran pada instalasi pipa, seperti pada sambungan pipa.

- » *Head* pompa yang akan digunakan dalam perencanaan instalasi sebesar 225 m.
- » Kapasitas pompa yang akan digunakan sebesar : 1250 gpm. Sesuai dengan standar (NFPA 20, 1999), atau sekitar :

$$Q = \frac{1250 \times 3,785}{1000 \times 60} = 0,079 \text{ m}^3/\text{s}$$

Jadi kapasitas pompa yang digunakan sebesar : 0,079 m³/s

- » Daya pompa, yang digunakan rumus :

$$P = \frac{\rho \times g \times H \times Q}{\eta \rho}$$

Dimana : P = daya pompa (watt)

ρ = 998,2 kg/m³

g = 9,81 m/s²

H = 225 m

Q = 0,079 m³/s

η_p = Efisiensi pompa

Untuk mendapatkan nilai efisiensi pompa, tentukan dahulu besaran

putaran spesifik pompa (n_s) dengan rumus : $\frac{n\sqrt{Q}}{H^{3/4}}$ ¹⁾

Dimana : n_s = Putaran spesifik pompa (rpm)

n = Putaran pompa (rpm)

Q = Kapasitas pompa

H = Head total pompa (m)

¹⁾ Diktat Pompa Sentrifugal 48 (Ir. Bustani Mustofa MSc)

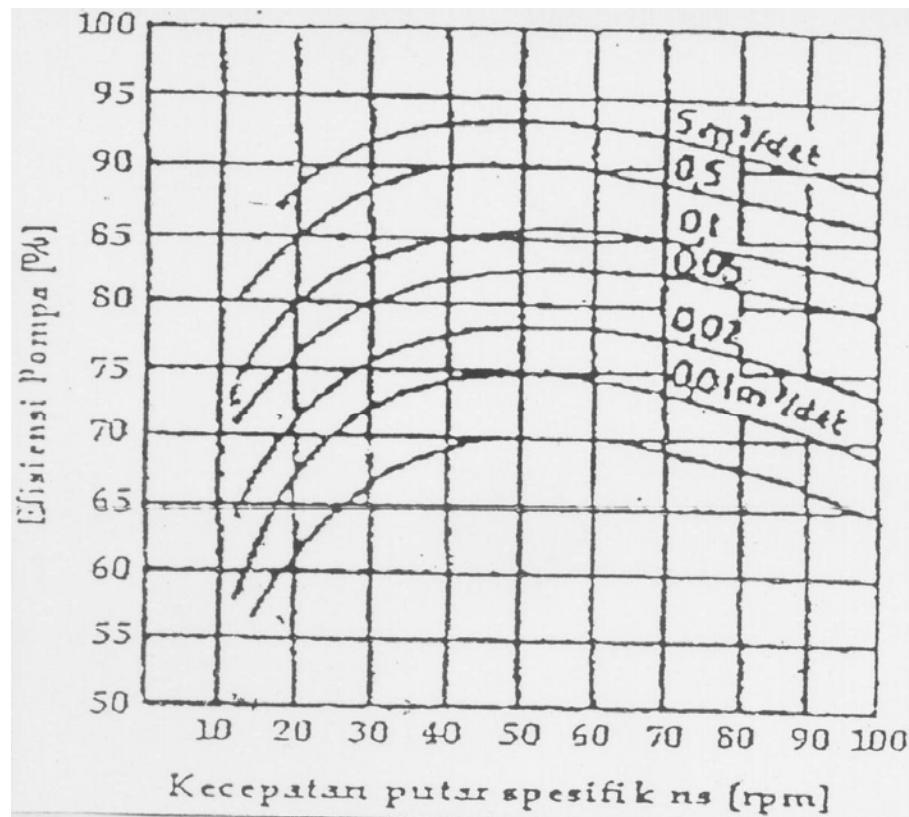
4. 13. 2 Perhitungan Daya Pompa Untuk Electrik / Diesel Pump

- $\rho = 998,2 \text{ kg/m}^3$
- $g = 9,81 \text{ m/s}^2$
- $H = 225 \text{ m}$
- $n = 2950 \text{ rpm}$
- $Q = 0,079 \text{ m}^3/\text{s}$

Maka :

$$n_s = \frac{n\sqrt{Q}}{H^{3/4}} \Rightarrow n_s = \frac{2950\sqrt{0,079}}{225^{3/4}} = 14,3 \text{ rpm}$$

Kemudian kita gunakan grafik efisiensi pompa di bawah ini :



Gambar 4. 13. 1 Grafik Efisiensi Pompa

Dari grafik, kita dapatkan efisiensi pompa sebesar $= 74 \% \approx 0,74$.

Maka besar daya pompa :

$$P = \frac{\rho g x H x Q}{\eta p} \Rightarrow \frac{998,2 \times 9,81 \times 225 \times 0,079}{0,74} \quad \text{.....}^2)$$
$$= 235214,7 \text{ Nm/s} \approx 235214,7 \text{ W} \approx 235,2147 \text{ kW.}$$

4. 13. 3 Perhitungan Daya Pompa Untuk Jockey Pump

- $\rho = 998,2 \text{ kg/m}^3$
- $g = 9,81 \text{ m/s}^2$
- $H = 55 \text{ m}$
- $n = 2950 \text{ rpm}$
- $Q = 0,016 \text{ m}^3/\text{s}$

Maka :

$$n_s = \frac{n \sqrt{Q}}{H^{3/4}} \Rightarrow n_s = \frac{2950 \sqrt{0,016}}{55^{3/4}} = 18,5 \text{ rpm}$$

Dari grafik, kita dapatkan efisiensi pompa sebesar = 86 % $\approx 0,86$.

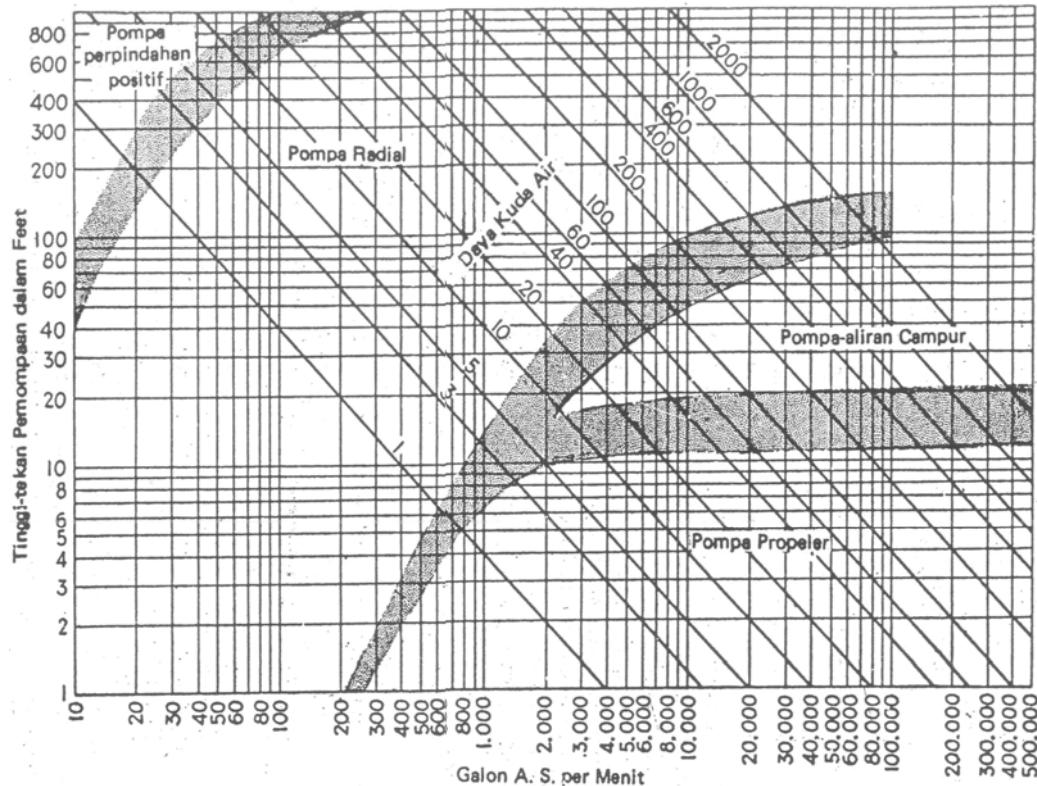
Maka besar daya pompa :

$$P = \frac{\rho g x H x Q}{\eta p} \Rightarrow \frac{998,2 \times 9,81 \times 55 \times 0,016}{0,86}$$
$$= 10020,1 \text{ Nm/s} \approx 10020,1 \text{ W} \approx 10,0201 \text{ kW.}$$

Hasil akhir dari semua ketentuan dan perhitungan mengenai data – data pompa yang ada, maka dapat ditentukan jenis pompa yang harus dipergunakan. *Head* pompa yang digunakan adalah **225 m** dan kapasitas pompa yang digunakan **1250 gpm**, dengan menggunakan diagram pemilihan jenis pompa di bawah ini dapat kita tentukan

²⁾ Diktat Pompa Sentrifugal 62 (Ir. Bustani Mustofa MSc)

bahwa pompa yang digunakan adalah pompa sentrifugal yaitu dengan menggunakan grafik pemilihan jenis pompa.



Gambar 4. 13. 2 Diagram Pemilihan Jenis Pompa

4. 14 Perencanaan Sistem

Setelah melalui langkah – langkah sistem perencanaan, yaitu penentuan jenis pompa, penentuan metode peletakan, dan lain – lain maka selanjutnya kita melalui merancang sistem tersebut ke dalam gambar denah peletakan yang seterusnya dapat dibuat gambar isometrinya.

Sesuai dengan penjelasan sebelumnya, bahwa walaupun sebelumnya dilakukan penggambaran peletakan dan ditetapkan metode yang akan dipakai, tetapi ada kalanya pada pelaksanaan di lapangan tidak dapat secara mutlak diterapkan karena

adanya desain dan struktur bangunan serta sisi plan lantai (ruangan) yang tidak simetris.

Berikut ini adalah hasil dari pengolahan data pada perencanaan sistem pemadam kebakaran pada gedung CBD Pluit – Jakarta Utara.

1. Metode Perencanaan

Tipe	: $\frac{1}{2}$ S dan $\frac{1}{4}$ D
Lokasi	: Semua lantai

2. Klasifikasi Kebakaran

Jenis	: Kebakaran Sedang (<i>Ordinary hazard</i>)
-------	---

3. Sprinkler Head

Tipe	: Ceiling dan Ufgride Type
Kepakaan Temperatur	: 57^0 C
Warna Fluida	: Orange
Debit air yang dibutuhkan	: $0,01 \text{ m}^3/\text{s}$ tiap lantai
Tekanan min. <i>Sprinkler Head</i>	: $1.37 \times 10^5 \text{ N/m}^2$
Tekanan maks. <i>Sprinkler Head</i>	: $3,4 \times 10^5 \text{ N/m}^2$

4. Indoor & Outdoor Hydrant Box

Jumlah Indoor <i>Hydrant Box</i>	: 44 buah
Jumlah Outdoor <i>Hydrant Box</i>	: 28 buah di areal halaman gedung
Debit air yang dibutuhkan	: $0,082 \text{ m}^3/\text{s}$
Tekanan min. <i>Indoor Hydrant Box</i>	: $4,43 \times 10^5 \text{ N/m}^2$
Tekanan maks. <i>Indoor Hydrant Box</i>	: $8,5 \times 10^5 \text{ N/m}^2$
Tekanan min. <i>Outdoor Hydrant Box</i>	: $5,9 \times 10^5 \text{ N/m}^2$
Tekanan maks. <i>Outdoor Hydrant Box</i>	: $8,1 \times 10^5 \text{ N/m}^2$

5. Hydrant Pilar

Jumlah	: 28 buah
Lokasi	: di areal halaman gedung
Tipe	: <i>Short Type Two Way (Main valve and Branch valve)</i>
Dimensi	: 100 x 65 x 65
Debit air yang dibutuhkan	: 0,038 m ³ /s
Tekanan min. <i>Hydrant Pilar</i>	: $5,9 \times 10^5$ N/m ²
Tekanan maks. <i>Hydrant Pilar</i>	: $8,1 \times 10^5$ N/m ²

6. Siamese Connection

Jumlah	: 4 buah
Lokasi	: di areal halaman gedung

7. Reservoir

Tipe	: <i>Ground Water Tank</i>
Lokasi	: <i>Basement Gedung</i>
Volume	: 282 m ³

8. Pipa & Fitting

Tipe	: <i>Black Steel Pipa Schedule – 40 atau ASTM A. 120 grade B</i>
	Dengan tegangan tarik 40 kg/cm ²

9. Pompa

» *Electric Fire Pump* (1unit)

Tipe	: <i>Horizontal Split Case Pump</i>
Kapasitas	: 1250 gpm (0,079 m ³ /s)
Head	: 225 m
Daya / Volt	: 266 kW
Putaran	: 2950 rpm
Sistem Operasi	: Star Otomatis, Stop Manual (1 x 100 %)

» *Diesel Fire Pump* (1unit)

Tipe	: <i>Horizontal Split Case Pump</i>
Kapasitas	: 1250 gpm (0,079 m ³ /s)
Head	: 225 m
Daya / Volt	: 266 kW
Putaran	: 2950 rpm
Sistem Operasi	: Star Otomatis, Stop Manual

» *Jockey Pump* (1 unit)

Tipe	: <i>Vertical in Line Pump</i>
Kapasitas	: 250 gpm (0,016 m ³ /s)
Head	: 55 m
Daya / Volt	: 6 kW
Putaran	: 2950 rpm
Sistem Operasi	: Star Otomatis, Stop Manual (1 x 100 %)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5. 1 KESIMPULAN

Sistem instalasi pipa pencegahan dan penanggulangan kebakaran dengan menggunakan *sprinkler* dan *hydrant* beserta perlengkapan penunjang lainnya harus dimiliki pada setiap gedung bertingkat minimal 4 lantai, sebagai upaya pencegahan dan penanggulangan pertama pada bahaya kebakaran. Oleh karena itu perencanaan instalasi pipa pencegahan dan penanggulangan bahaya kebakaran diperlukan perencanaan dan perhitungan yang tepat dan benar sehingga memenuhi syarat sesuai dengan ketentuan PEMDA dan NFPA.

Seringkali hasil perhitungan dan perencanaan berbeda dengan kenyataan yang ada di lapangan, dapat kita lihat dari perencanaan ulang instalasi pipa pencegahan dan penanggulangan bahaya kebakaran pada gedung CBD Pluit. Hasil perencanaan tugas akhir ini terdapat beberapa perbedaan dengan yang ada di lapangan, dikarenakan

BAB V Kesimpulan dan Saran

perencanaan dalam tugas akhir ini secara teoritis, sedangkan di lapangan selain teoritis juga didukung oleh faktor pengalaman.

Berikut ini adalah tabel perbedaan hasil perencanaan :

Besaran	Kapasitas terpasang di lapangan	Hasil perhitungan	Keterangan
Daya pompa	266 kW (Electric)	235,2 kW (Electric)	
	266 kW (Diesel)	235,2 kW (Diesel)	
	6 kW (Jockey)	10 kW (Jockey)	
Kapasitas	0,079 m ³ /s (Electric)	0,079 m ³ /s (Electric)	
	0,079 m ³ /s (Diesel)	0,079 m ³ /s (Diesel)	
	0,016 m ³ /s (Jockey)	0,016 m ³ /s (Jockey)	
Head	180 m	225 m	
Reservoir Capacity	282 m ³	1067 m ³	
Bahan Pipa	Black Steel	Black Steel Pipe	
	Pipe Sch – 40	Schedule – 40	
Sprinkler Head Jumlah / Lantai & Tipe	406 buah	406 buah	
	Ceiling dan Ufgride	Ceiling dan Ufgride	
	Type	Type	
Hydrant Indoor	2 buah tiap lantai	2 buah tiap lantai	
Hydrant Outdoor	44 buah di halaman	44 buah di halaman	

Dari hasil perhitungan dan perancangan diharapkan dapat memberikan penghematan dalam penggunaan alat dan bahan untuk menekan biaya dengan kualitas yang baik dari sistem instalasi pipa pencegahan dan penanggulangan bahaya kebakaran tersebut, sehingga meminimalisasikan kerugian materil maupun jiwa pemakai gedung itu sendiri.

5.2 Saran

Dalam perencanaan instalasi pipa pencegahan dan penanggulangan bahaya kebakaran, harus mengikuti peraturan – peraturan yang ditetapkan oleh Dinas Pemadam Kebakaran DKI Jakarta sehingga memudahkan dalam proses perencanaan, penanggulangan terhadap bahaya kebakaran menjadi optimal dan sesuai standar internasional. Dalam hal desain pihak kontraktor kurang memperhatikan standar yang lazim digunakan dalam sistem instalasi pipa pencegahan dan penanggulangan kebakaran. Selain itu yang perlu diperhatikan untuk pengelola gedung adalah perawatan / pengecekan sistem pada instalasi terpasang secara berkala dan terjadwal (minimal 1 kali dalam 3 bulan) agar kondisi dari sistem terpasang dan peralatannya terjaga dalam kondisi yang baik dan siap pakai.

DAFTAR PUSTAKA

1. Church. Austin H, Zulkifli. H, " Pompa dan Blower Sentrifugal ", 1993, Erlangga, Jakarta.
2. Dugdale R.H, " Mekanika Fluida ", 1986, Erlanga, Jakarta.
3. Furoidah Inany, " Fisika Dasar 1 ", 1993, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
4. Mustofa. Bustani, " Diktat Pompa Sentrifugal ", 2001, Jakarta.
5. NFPA, Fire protection Hand Book. 13th Ed, 1985, NFPA Boston.
6. " Panduan Pemasangan Sistem Hydrant untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Rumah dan Gedung ", 1987, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
7. " Panduan Pemasangan Sistem Sprinkler untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Rumah dan Gedung ", 1987, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
8. Raswari, " Perencanaan dan Penggambaran SISTEM PERPIPAAN ", 1987, Universitas Indonesia, Jakarta.
9. Streeter, Victor L., E. Benyamin Wylie, " Mekanika Fluida Jilid 1 ", 1990, Erlanga, Jakarta.
10. _____ Benyamin Wylie, " Mekanika Fluida Jilid 2 ", 1990, Erlanga, Jakarta.

11. Sularso, Haruo Tahara, “ POMPA DAN KOMPRESOR Pemilihan, Pemakaian dan Pemeliharaan ”, 1983, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
12. “ Tentang Pengamanan terhadap Bahaya Kebakaran Gedung dan Lingkungan ”, 2000 Keputusan Menteri Pekerjaan Umum No. 10/KPTS/2000. Jakarta.
13. “ Tentang Penanggulangan Bahaya Kebakaran dalam Wilayah Daerah Khusus Ibukota Jakarta ”, 1992, Peraturan Daerah Khusus Ibukota Jakarta No. 3, Jakarta.
- 14 “ Teori Dasar Penanggulangan Bahaya Kebakaran ”, Ed IV, 2002, Dinas Pemadam Kebakaran , Jakarta.