

**PERANCANGAN SISTEM PROTEKSI AKTIF KEBAKARAN
di GEDUNG FAKULTAS ILMU SOSIAL UNIVERSITAS
NEGERI JAKARTA**



Di Susun oleh :

REZA AGIP PRATAMA

5315137160

SKRIPSI

**Ditulis untuk Memenuhi Sebagai Persyaratan dalam
Mendapatkan Gelar Sarjana Pendidikan**

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

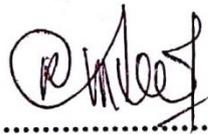
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2017

HALAMAN PENGESAHAN

NAMA DOSEN	TANDA TANGAN	TANGGAL
Dr. Catur Setiawan K, M.T (Dosen Pembimbing I)		2/8 2017
Ir. Nugroho Gama Yoga, M.T (Dosen Pembimbing II)		10/8 2017

PENGESAHAN PANITIA UJIAN SKRIPSI

Dra. Ratu Amilia Avianti, M.Pd. (Ketua Penguji)		2/8-2017
Siska Titik Dwiwati, S.Si., M.T. (Sekretaris)		10/8 2017
Dr. Riza Wirawan, M.T. (Dosen Ahli)		2/8 2017

Mengetahui,
Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Mesin
Universitas Negeri Jakarta



Abdul Kholil, S.T., M.T.
NIP. 197908312005011001

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Reza Agip Pratama
No. Registrasi : 5315137160
Tempat, tanggal lahir : Bandung, 06 November 1995
Alamat : Komplek Zeni AD No.69 Kec.Kramat Jati Kel.Tengah
RT.002/007 Jakarta Timur

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Skripsi yang berjudul **“Perancangan Sistem Proteksi Aktif Kebakaran di Gedung Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Jakarta.”**
2. Karya tulis ilmiah ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya dengan arahan dosen pembimbing.
3. Karya tulis ilmiah ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis tercantum sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku.

Jakarta, Juli 2017
Yang Membuat Pernyataan



Reza Agip Pratama
No. Registrasi 5315137160

ABSTRAK

Reza Agip Pratama : Perancangan Sistem Proteksi Aktif Kebakaran di Gedung Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Jakarta.

Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang sistem proteksi aktif kebakaran didalam gedung untuk menjamin keselamatan pengguna gedung serta melindungi aset-aset penting dari risiko bahaya kebakaran. Perancangan sistem proteksi kebakaran didasarkan pada NFPA (*National Fire Protection Association*). Kegiatan perancangan dan pengembangan meliputi ini meliputi sistem springkler, sistem perpipaan, pompa, reservoir , sistem deteksi, alarm dan otomasi. Dari hasil perancangan diperoleh jumlah total kepala springkler berjumlah 429, kelapa detektor asap berjumlah 103, dengan kapasitas pompa 320 GPM atau 1200 Liter/s dan ukuran reservoir 40 m³.

Kata Kunci : NFPA 13, Springkler, Active Fire, Sistem Alarm, Sistem Proteksi Kebakaran

ABSTRACT

Reza Agip Pratama : Design of Active Fire Protection System at Faculty of Social Building State University of Jakarta

The purpose of this research is to design an active fire protection system in the building to ensure the safety of the **occupant** of the building and to protect the important assets from the risk of fire hazard. Design of fire protection system is based on NFPA (National Fire Protection Association). Design and development activities include sprinkler systems, piping systems, pumps, reservoirs, detection systems, alarms and automation. From the design result, the total number of sprinkler heads is 429, smoke detector of 103, with fire pump capacity 320 GPM or 1200 L / min and reservoir size is 40 m³.

Keywords : NFPA 13, Sprinkler, Active Fire, Fire Alarm, Fire Protection System,

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji bagi Allah, kami memuji, meminta pertolongan dan ampunan hanya kepada-Nya. Kami berlindung kepada Allah dari kejahatan diri kami dan dari keburukan perbuatan-perbuatan kami. Barang siapa diberi petunjuk oleh Allah, maka tidak ada yang dapat menyesatkannya. Dan barang siapa yang disesatkan Nya, maka tidak ada pemberi petunjuk baginya. Aku bersaksi bahwa tiada sesembahan yang berhak disembah kecuali Allah semata, tiada sekutu bagi Nya. Dan aku bersaksi bahwa Muhammad *Shalallahu alaihi wa sallam* adalah hamba dan Rasul Nya.

Puji dan syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia dan hidayahnya, sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi dengan judul Perancangan Sistem Proteksi Aktif Kebakaran di Gedung Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Jakarta . Yang merupakan persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Strata Satu Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta.

Akhirnya, kami dengan segala kerendahan hati dan rasa hormat yang mendalam, penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak baik yang telah memberikan dorongan dan bimbingan secara langsung maupun tidak langsung, baik moril maupun materil sehingga skripsi saya ini dapat terselesaikan, khususnya kepada :

1. Kedua orang tua penulis yang telah memberikan dorongan semangat baik moral atau materil sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Ahmad Kholil, S.T., M.T. Selaku Ketua Program Studi S1 Pendidikan Teknik Mesin.
3. Dr. Catur Setiawan K, M.T. Selaku Dosen Pembimbing I
4. Ir. Nugroho Gama Yoga, M.T. Selaku Dosen Pembimbing II

5. Segenap dosen dan staff jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta yang telah mengajar dan membantu Penulis dan juga selama kuliah.
6. Teman-teman geng Kewel dan geng Power Ranger yang selalu memberi dukungannya kepada Penulis, semoga kerukunan persahabatan kita terpecah setelah kita lulus nanti.
7. Zaenal Arifin kawan seperjuangan yang selalu memberi dukungan.
8. Shifa Awaliyah seorang yang sangat spesial sekali untuk Penulis. I Love You

Akhir kata, Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penulisan ini. Oleh karena itu, saran serta kritik yang membangun sangat kami harapkan demi tercapainya laporan yang lebih baik pada masa yang akan datang. Akhir kata penulis berharap semoga Skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah kekayaan ilmu pengetahuan bidang teknik mesin yang membacanya. Amin.

Jakarta, Juni 2017

Penulis

DAFTAR ISI

PENGESAHAN	i
PERNYATAAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
 BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.3.1 Tujuan Umum	2
1.3.2 Tujuan Khusus	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.4.1 Manfaat Bagi Industri	3
1.4.2 Manfaat Bagi Akademis	3
1.5 Batasan Masalah	3
 BAB 2 LANDASAN TEORI	
2.1 Definisi Kebakaran	4
2.1.1 Penyebab Kebakaran	4
2.1.2 Teori Api	5
2.1.3 Klasifikasi Kebakaran Menurut NFPA 13	6
2.1.4 Klasifikasi Bangunan Menurut NFPA 13	7
2.2 Sistem Springkler	8
2.2.1 Klasifikasi Sistem Springkler Klasifikasi	9
2.2.2 Peletakan Sistem Springkler	9
2.2.3 Spesifikasi Kepala Sprinkler	11
2.3 Sistem Pipa Tegak	13

2.3.1 Ukuran Pipa Springkler	13
2.4 Sistem Persediaan Air Springkler	16
2.4.1 Persyaratan umum	16
2.4.2 Syarat penyambungan	17
2.4.3 Sumber Penyediaan Air	18
2.5 Pompa Pemadam Kebakaran	18
2.5.1 Jenis Pompa Pemadam Kebakaran	20
2.5.2 Spesifikasi Pompa	22
2.5.3 Daya Pompa	27
2.6 Sistem Deteksi, Alarm dan Automasi	28
2.6.1 Klasifikasi sistem alarm kebakaran meliputi	29
2.6.2 Fire Control Panel	29
2.6.3 Jenis Detektor	30

BAB 3 METODELOGI PENELITIAN

3.1 Prosedur Penelitian	32
3.2 Flowchart Penelitian	33
3.3 Flowchart Diameter Springkler	34
3.4 Flowchart Pemilihan Pompa	35
3.5 Flowchart Pemasangan Deteksi, Alarm dan Otomasi	36

BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Gedung	37
4.2 Data Perencanaan Gedung	38
4.3 Penempatan Springkler	38
4.4 Jumlah Springkler yang Dibutuhkan	40
4.5 Sistem Hidran	45
4.5.1 Perhitungan Diameter Pipa Hidran	47
4.5.2 Perhitungan Diameter Pipa Springkler	48
4.6 Perhitungan Head Kerugian	53
4.6.1 Perhitungan Head Kerugian Pompa Reservoar Bawah	54
4.6.2 Perhitungan Head Kerugian Pompa Reservoar Atas	60
4.7 Penentuan Sistem Pompa	69

4.8 Perhitungan Daya Pompa Reservoar Bawah	69
4.8.1 Perhitungan Head Isap Positif Netto (NPSH)	69
4.8.2 Efisiensi Pompa	71
4.8.3 Daya Motor (BHP)	72
4.8.4 Pompa Diesel	72
4.9 Perhitungan Daya Pompa Reservoar Atas	73
4.9.1 Perhitungan Head Isap Positif Netto (NPSH)	73
4.9.2 Efisiensi Pompa	74
4.9.3 Daya Motor (BHP)	75
4.10 Kapasitas Tangki Reservoar	75
4.11 Sistem Deteksi Alarm dan Automasi	76
4.11.1 Perhitungan Detektor	77
4.11.2 Peralatan Notifikasi	85
4.11.3 Fire Alarm Control Panel	86
4.11.4 Pasokan Tenaga Listrik Cadangan	88

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	91
5.2 Saran	92
Daftar Pustaka	93
Lampiran	94
Daftar Riwayat Hidup	111

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Segitiga Api	5
Gambar 2.2 Letak Kepala Springkler	10
Gambar 2.3 Jarak Peletakan Springkler	11
Gambar 2.4 Tangki Gravitasi	17
Gambar 2.5 Tangki Bertekanan	18
Gambar 2.6 Fire Control Panel	29
Gambar 4.1 Gedung Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Jakarta	37
Gambar 4.2 Tipe Springkler yang Digunakan	38
Gambar 4.3 Sistem Overlap	39
Gambar 4.4 Jarak springkler ke dinding	40
Gambar 4.5 Gambar Peletakan Kepala Springkler	44
Gambar 4.6 Jenis Hidran yang Digunakan	45
Gambar 4.7 Jenis Nozzle Hidran yang Digunakan	45
Gambar 4.8 Isometri Sistem	54
Gambar 4.9 Gambar Skematik Sistem	54
Gambar 4.10 Isometri Sistem	60
Gambar 4.11 Gambar Skematik Sistem	61
Gambar 4.12 Asumsi Kebakaran	62
Gambar 4.13 Skema pompa dan reservoir bawah	69
Gambar 4.14 Kurva NPSH	70
Gambar 4.15 Kurva Efisiensi	71
Gambar 4.16 Pompa Ebara <i>Centrifugal Pumps Model 3U/3UB</i>	72
Gambar 4.17 Skema pompa dan reservoir atas	73
Gambar 4.18 Kurva Efisiensi dan NPSH	74
Gambar 4.19 Jockey Pump HYDRO MPC EF 3CR15	75
Gambar 4.20 Dimensi Tangki Reservoir Atas dan Bawah.....	76
Gambar 4.21 Penempatan Tangki Reservoir.....	76
Gambar 4.22 Skema Pasokan Tenaga Listrik	77
Gambar 4.23 Jarak Pemasangan Detektor Asap	78
Gambar 4.24 Pemasangan Detektor Asap Pada Gudang	79
Gambar 4.25 Detektor Asap DO1101A Optical Smoke Detector	85

Gambar 4.26 Notifikasi Suara Wheelock Series MB Motor Bells	85
Gambar 4.27 Notifikasi Visual Wheelock Series RSSWP Strobes	86
Gambar 4.28 FPA-1000 Addressable Fire Panels	86
Gambar 4.29 Initiating Module, Dual Class B, 12/24V	87
Gambar 4.30 Simplex 2081-9296 Fire Alarm Control Panel Battery 55Ah	89
Gambar 4.31 Skema Deteksi, Alarm dan Otomasi	90

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Temperature rating, classification and color codings	9
Tabel 2.2 Peletakan kepala springkler untuk kebakaran ringan	9
Tabel 2.3 Peletakan kepala springkler untuk kebakaran sedang	10
Tabel 2.4 Peletakan kepala springkler untuk kebakaran berat	10
Tabel 2.5 Ukuran nominal lubang kepala springkler	12
Tabel 2.6 Kostanta lubang kepala springkler	12
Tabel 2.7 Pipa cabang untuk bahaya kebakaran ringan.	14
Tabel 2.8 Pipa cabang untuk sistem bahaya kebakaran sedang.	15
Tabel 2.9 Pipa pembagi untuk sistem bahaya kebakaran sedang.	15
Tabel 2.10 Pipa cabang untuk bahaya kebakaran berat.	16
Tabel 2.11 Pipa pembagi untuk bahaya kebakaran berat	16
Tabel 2.12 Sifat fisik air	23
Tabel 2.13 Tekanan air menurut ketinggian	27
Tabel 4.1 Data Kepala Springkler	41
Tabel 4.2 Jumlah Kepala Springkler	44
Tabel 4.3 Data Teknis IHB	45
Tabel 4.4 Data Teknis Noozle IHB	46
Tabel 4.5 Diameter Pipa Pemadam Kebakaran (Springkler)	53
Tabel 4.6 Friction Factor	55
Tabel 4.7 Kerugian Koefisien Dari Berbagai Katup	56
Tabel 4.8 Tabel Pemasangan Detektor	80
Tabel 4.9 Jumlah Detektor Asap	85
Tabel 4.10 Jumlah Pemasangan Sirine dan Strobo	87
Tabel 4.11 Perhitungan Baterai	88

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data-data Luas Lantai Gedung	94
Lampiran 2 Denah FIS Lt.1	98
Lampiran 3 Denah FIS Lt.2	99
Lampiran 4 Denah FIS Lt.3	100
Lampiran 5 Denah FIS Lt.4	101
Lampiran 6 Sistem Springkler Lt.1	102
Lampiran 7 Sistem Springkler Lt.2	103
Lampiran 8 Sistem Springkler Lt.3	104
Lampiran 9 Sistem Springkler Lt.4	105
Lampiran 10 Sistem Deteksi, Alarm dan Otomasi Lt.1	106
Lampiran 11 Sistem Deteksi, Alarm dan Otomasi Lt.2	107
Lampiran 12 Sistem Deteksi, Alarm dan Otomasi Lt.3	108
Lampiran 13 Sistem Deteksi, Alarm dan Otomasi Lt.4	109
Lampiran 14 Estimasi Biaya	110

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebakaran merupakan bencana yang disebabkan oleh api yang tidak dikehendaki yang dapat menimbulkan kerugian yang besar baik berupa harta benda maupun jiwa manusia. Saat ini kebakaran sudah menjadi masalah nasional, karena bukan saja merugikan pribadi secara individual, melainkan meliputi instalasi atau sarana vital yang menguasai hajat hidup orang banyak seperti perumahan, gedung tinggi, pabrik, pembangkit tenaga listrik, pelabuhan, dan instalasi-instalasi lain yang vital dan sangat mahal harganya. Faktor terbesar yang menyebabkan kebakaran adalah adanya nyala api dan listrik.

Sesuai dengan ketentuan pokok yang berkaitan dengan K3 penanggulangan kebakaran adalah sebagaimana yang ditetapkan oleh Undang- Undang 1 tahun 1970 yang tersirat pada konsideran UU 1/70 yaitu tentang tujuan umum K3 yang termasuk penanggulangan kebakaran yang bertujuan untuk melindungi tenaga kerja dan orang lain, aset perusahaan dan lingkungan masyarakat. Dan yang tertera pada ketentuan pasal 3 ayat (1) huruf b,d,q bahwa penanggulangan kebakaran meliputi pencegahan, pengurangan dan pemadaman kebakaran, memberikan kesempatan jalan untuk menyelamatkan diri pada waktu kebakaran serta pengendalian penyebaran panas, asap dan gas. ¹

Berdasarkan Peraturan Daerah Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta Nomor 8 tahun 2008 pasal 7 ayat (1),² disebutkan bahwa setiap pemilik, pengguna dan badan pengelola bangunan gedung dan lingkungan gedung yang mempunyai risiko bahaya kebakaran wajib berperan aktif dalam mencegah kabakaran. Berdasarkan Peraturan Daerah Provinsi Khusus Ibukota Jakarta Nomor 8 tahun 2008 pasal 7 ayat (2),² disebutkan bahwa untuk mencegah kebakaran, pemilik, pengguna dan badan pengelola bangunan gedung wajib menyediakan :

- Sarana penyelamatan jiwa
- Akses pemadam kebakaran

¹ Undang-undang No.1 Tahun 1970 Tentang Keselamatan Kerja

² Peraturan Daerah Provinsi DKI Jakarta Nomor 8 tahun 2008

- Proteksi kebakaran
- Manajemen keselamatan kebakaran gedung

Gedung Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Jakarta merupakan salah satu bagian bangunan di kawasan akademis di Universitas Negeri Jakarta , dimana gedung itu sendiri memiliki risiko kebakaran yang cukup bahaya dikarenakan gedung tersebut memiliki bahaya tingkat kebakaran ringan. Oleh karena itu perlu dilakukannya pencegahan kebakaran. Pencegahan Kebakaran adalah upaya yang dilakukan dalam rangka mencegah terjadinya kebakaran (Perda DKI Jakarta Nomor 8 tahun 2008).³

1.2 Perumusan Masalah

Gedung Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Jakarta merupakan salah satu aset penting bagi berjalannya pendidikan di akademisi, dimana bangunan ini memiliki 4 lantai yang mana di dalam gedung tersebut banyak benda yang dapat terbakar, Oleh karena itu penulis merasa terdorong untuk mendesain perancangan sistem proteksi aktif di gedung tersebut sebagai upaya untuk mencegah kebakaran dan melindungi manusia atau aset penting lainnya di kawasan tersebut.

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Merancang dan mengembangkan pencegahan kebakaran di Gedung Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Jakarta.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Bagaimana merancang sistem springkler di Gedung Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Jakarta
2. Bagaimana merancang perpipaan springkler di Gedung Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Jakarta
3. Bagaimana merancang pompa di Gedung Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Jakarta
4. Bagaimana merancang dimensi reservoir atau bak penampung di Gedung Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Jakarta

³Peraturan Daerah Provinsi DKI Jakarta Nomor 8 tahun 2008

5. Bagaimana merancang sistem detektor di Gedung Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Jakarta

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Bagi Industri

Penanggung jawab industri dapat mengembangkan sistem proteksi kebakaran pada produksi tersebut agar dapat tercapainya pencegahan kebakaran dan juga mengurangi risiko terjadinya bencana yang lebih buruk lagi, selain itu juga dapat menjamin kelangsungan produksi dan keselamatan pegawainya.

1.4.2 Manfaat Bagi Akademis

1. Dapat dijadikan sebagai referensi bahan ajar untuk peningkatan kualitas pembelajaran.
2. Dapat dijadikan referensi untuk penelitian selanjutnya, khususnya penelitian dalam bidang pencegahan kebakaran gedung.

1.5 Batasan Masalah

Pada penulisan ini perlu dilakukan pembatasan masalah yang bertujuan untuk memperjelas dan sesuai dengan tujuan penulisan ini. Adapun pembatasan masalah tersebut adalah sebagai berikut :

1. Perencanaan instalasi pipa pemadam kebakaran untuk springkler dan hidran, perhitungan diameter pipa, pemilihan jenis pompa, pemilihan material pipa rating dan spesifikasi pipa berdasarkan data-data yang tersedia.
2. Perancangan dan perhitungan instalasi pipa pemadam kebakaran untuk springkler dan hidran hanya dilakukan didalam gedung (indoor).
3. Pembahasan hanya dibatasi pada bidang teknik mesin saja dan tidak menyinggung masalah instrument dan mengabaikan bidang-bidang yang tidak begitu mempengaruhi perhitungan perencanaan instalasi pipa.
4. Pemilihan dan penentuan fitting katup penyangga, kapasitas yang telah disesuaikan dan ditentukan sesuai standar yang mengatur.
5. Tidak membahas sistem kelistrikan

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Definisi Kebakaran

Api merupakan sahabat manusia yang dapat meringankan beban kita, sering digunakan untuk memasak, memasak air, memasak , dan lain-lain. Dibalik itu semua api merupakan salah satu energi yang dapat membahayakan jika tidak dikontrol dan diawasi, dan jika api yang timbul atau terjadi sudah di luar rencana atau kehendak manusia maka dapat disebut sebagai suatu bencana kebakaran.

Kebakaran adalah suatu reaksi oksidasi eksotermis yang berlangsung dengan cepat dari suatu bahan bakar yang disertai dengan timbulnya api/penyalaan. Tiga unsur penting dalam kebakaran antara lain : Bahan bakar dalam jumlah yang cukup.⁴

2.1.1 Penyebab Kebakaran

Pada umumnya penyebab kebakaran dan peledakan bersumber pada 3 faktor:

1. Faktor manusia

- a. Kurangnya pengertian terhadap penanggulangan bahaya kebakaran.
- b. Kelalaian. Dalam hal ini yang sudah mengerti/memahami tentang cara penanggulangan bahaya kebakaran, hanya saja lalai dalam menjalankannya.
- c. Sabotase / Kesengajaan. Suatu kebakaran yang benar-benar sengaja dilakukan oleh seorang dengan tujuan tertentu, misalkan dilakukan oleh orang yang tidak bertanggung jawab.
- d. Minimnya pengawasan, rendahnya perhatian terhadap keselamatan kerja, dsb

1. Faktor Alam

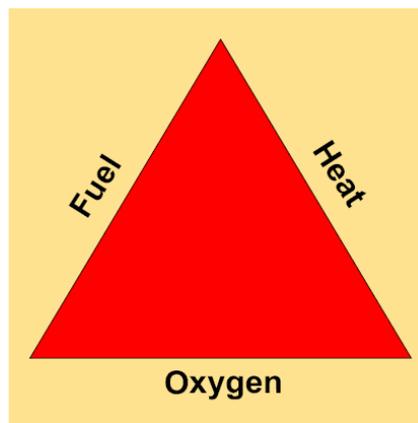
- a. Kilatan petir
- b. Sinar matahari
- c. Kebakaran hutan
- d. Gunung meletus
- e. Gempa bumi

⁴Charles A. Wentz, Safety, Health and Environmental Protecion, MGH 1998

- f. Gas panas, dll
- 2. Penyalaan sendiri (*Auto Ignition*)
 - a. Pada timbunan sampah
 - b. Pada timbunan batu bara
 - c. Penyimpanan tembakau
 - d. Penyimpanan gudang tertentu

2.1.2 Teori Api

Secara tradisional pada konsep Segitiga Api (*Fire Triangle*), yang secara visual mewakili Bahan bakar (*Fuel*), Panas (*Heat*) dan Oksigen, digunakan untuk melambangkan kondisi yang diperlukan untuk terciptanya api. Api tidak dapat tercipta jika ada bagian dari segitiga yang hilang.⁵



Gambar 2.1 Segitiga Api

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

2.1.3 Klasifikasi Kebakaran Menurut NFPA 13

Berdasarkan sumber penyebab api yang muncul dalam kejadian kebakaran. Tujuan dari penggolongan atau pengklasifikasian tersebut bertujuan untuk memudahkan upaya pencegahan dan upaya pemadaman saat terjadi kebakaran. NFPA (*National Fire Protection Association*) suatu lembaga internasional yang khusus berfokus dalam penanganan dibidang bahaya kebakaran. Menurut NFPA diklasifikasikan menjadi 6 kelas yaitu :

⁵Charles A. Wentz, Safety, Health and Environmental Protection, MGH 1998

1. Kebakaran Kelas A

Kebakaran yang menyangkut benda-benda padat kecuali logam. Contoh :

Kebakaran kayu, kertas, kain, plastik, dsb.

Alat/media pemadam yang tepat untuk memadamkan kebakaran kelas ini adalah dengan : pasir, tanah/lumpur, tepung pemadam, *foam* (busa) dan air .

2. Kebakaran Kelas B

Kebakaran bahan bakar cair atau gas yang mudah terbakar.

Contoh : Kerosine, solar, premium (bensin), LPG/LNG, minyak goreng.

Alat pemadam yang dapat dipergunakan pada kebakaran tersebut adalah Tepung pemadam (*dry powder*), busa (*foam*), air dalam bentuk spray/kabut yang halus.

3. Kebakaran Kelas C

Kebakaran instalasi listrik bertegangan. Seperti : Breaker listrik dan alat rumah tangga lainnya yang menggunakan listrik.

Alat Pemadam yang dipergunakan adalah : *Carbondioxyda* (CO₂), tepung kering (*dry chemical*). Dalam pemadaman ini dilarang menggunakan media air.

4. Kebakaran Kelas D

Kebakaran pada benda-benda logam padat seperti : magnesium, aluminium, natrium, kalium, dsb.

Alat pemadam yang dipergunakan adalah : pasir halus dan kering, tepung kering khusus.

5. Kebakaran Kelas K

Kebakaran yang disebabkan oleh bahan akibat konsentrasi lemak yang tinggi. Kebakaran jenis ini banyak terjadi di dapur. Api yang timbul di dapur dapat dikategorikan pada api Kelas B.

2.1.4 Klasifikasi Bangunan Menurut NFPA 13

1. Hunian bahaya kebakaran ringan (*Light Hazard Occupancies*)

Yaitu bagian dari gedung yang memiliki kualitas dan kebakaran isi gedung rendah dan kecepatan pelepasan panas dari api rendah. Contohnya adalah

rumah sakit, sekolah, rumah sakit, museum, perpustakaan, kantor, tempat tinggal, area tempat duduk restaurant, auditorium, dan lain-lain.

2. Hunian bahaya kebakaran sedang (*Ordinary/Moderate Hazard Occupancies*)

Jenis ini terdiri dari dua kategori, yaitu :

- Kelompok I adalah gedung atau bagian dari gedung yang memiliki kualitas dan keterbakaran isi gedung sedang, dan timbunan benda yang mudah terbakar tidak lebih dari 8 ft (2.4 m), kecepatan pelepasan panas dari api sedang. Contohnya pabrik roti, parkir mobil, pengalengan, pengolahan susu, tempat cuci pakaian, pabrik gelas, dan lain-lain.
- Kelompok II adalah gedung atau bagian dari gedung yang memiliki kualitas dan keterbakaran isi gedung sedang, dan timbunan benda yang mudah terbakar tidak lebih dari 12 ft (3.7 m), kecepatan pelepasan panas dari api sedang. Contohnya gudang cold storage, pabrik pakaian, tumpukan buku, percetakan dan pabrik tembakau.

3. Hunian bahaya kebakaran tinggi (*Extra/High Hazard Occupancies*)

Yaitu bagian dari gedung yang memiliki kualitas dan kebakaran isi gedung tinggi dan memiliki cairan, bubuk, kain atau benda lainnya yang mudah terbakar, sehingga kecepatan pelepasan panas dari api sangat tinggi. Jenis ini terdiri dari dua kelompok, yaitu :

- Kelompok I adalah hunian bahaya kebakaran tinggi yang tidak hanya sedikit mengandung cairan yang *flammable* atau *combustible*.
- Kelompok II adalah hunian bahaya kebakaran tinggi yang mengandung cairan yang *flammable* atau *combustible* dalam jumlah sedang.⁶

2.2 Sistem Springkler

Sistem springkler adalah suatu sistem yang bekerja secara otomatis dengan memancarkan air bertekanan ke segala arah untuk memadamkan kebakaran atau setidaknya mencegah meluasnya kebakaran. Instalasi springkler ini dipasang secara tetap/permanen di dalam bangunan yang dapat memadamkan kebakaran secara otomatis dengan menyemprotkan air di tempat mula terjadi kebakaran.

⁶ Jimmy Juwana, 2005, hal : 134-135

Menurut *National Fire Protection Association (NFPA)* 13 sistem springkler dibagi beberapa jenis yaitu :

a. *Dry pipe system*, menggunakan sistem springkler otomatis yang disambungkan dengan sistem perpipaannya mengandung udara atau nitrogen bertekanan yang bila terjadi kebakaran akan membuka *dry pipe valve*.

b. *Wet pipe system*, sistem springkler yang bekerja secara otomatis tergabung dengan sistem pipa yang berisi air dan terhubung dengan suplai air.

c. *Deluge system*, menggunakan kepala springkler terbuka disambungkan dengan sistem perpipaan yang dihubungkan ke suplai air melalui suatu valve. Ketika valve dibuka, air akan mengalir ke dalam sistem perpipaan dan dikeluarkan dari seluruh springkler yang ada.

d. *Preaction system*, sistem sprinkler yang bekerja secara otomatis yang disambungkan dengan sistem pipa udara yang bertekanan atau tidak. Penggerak sistem deteksi membuka katup yang membuat air dapat mengalir ke sistem pipa springkler.

e. *Combined dry pipe-preaction*, sistem springkler yang bekerja secara otomatis dan terhubung dengan sistem yang mengandung air di bawah tekanan yang dilengkapi dengan sistem deteksi yang terhubung ada satu area dengan springkler.⁷

2.2.1 Klasifikasi Sistem Sprinkler Klasifikasi

Sprinkler dibagi menjadi dua macam berdasarkan Standar Kontruksi Bangunan Indonesia (SKBI 3.4.53.1987), yaitu:

1. Berdasarkan arah pancaran :

- Pancaran ke atas
- Pancaran ke bawah
- Pancaran ke dinding

2. berdasarkan kepekaan terhadap suhu :

⁷ NFPA 13 : *Standard for the Installation of Sprinkler Systems*

Tabel 2.1 *Temperature rating, classification and color codings*

Maximum Ceiling Temperature		Temperature Rating		Temperature Classification	Color Code	Glass Bulb Colors
°F	°C	°F	°C			
100	38	135–170	57–77	Ordinary	Uncolored or black	Orange or red
150	66	175–225	79–107	Intermediate	White	Yellow or green
225	107	250–300	121–149	High	Blue	Blue
300	149	325–375	163–191	Extra high	Red	Purple
375	191	400–475	204–246	Very extra high	Green	Black
475	246	500–575	260–302	Ultra high	Orange	Black
625	329	650	343	Ultra high	Orange	Black

Sumber NFPA 13

2.2.2 Peletakan Sistem Springkler

Letak Kepala Springkler

Penempatan kepala springkler didasarkan luas lingkup maksimum tiap kepala springkler di dalam satu deret dan jarak maksimum deretan yang berdekatan.

Bahaya kebakaran ringan.

Tabel 2.2 Peletakan kepala springkler untuk kebakaran ringan

Construction Type	System Type	Maximum Protection Area		Maximum Spacing	
		ft ²	m ²	ft	m
Noncombustible unobstructed	Hydraulically Calculated	225	20.9	15	4.6
Noncombustible unobstructed	Pipe schedule	200	18.6	15	4.6
Noncombustible obstructed	Hydraulically calculated	225	20.9	15	4.6
Noncombustible obstructed	Pipe schedule	200	18.6	15	4.6
Combustible unobstructed with no exposed members	Hydraulically Calculated	225	20.9	15	4.6
Combustible unobstructed with no exposed members	Pipe Schedule	200	18.6	15	4.6
Combustible unobstructed with exposed members 3 ft (0.91)	Hydraulically calculated	225	20.9	15	4.6

Sumber : NFPA 13

Bahaya kebakaran sedang.

Tabel 2.3 Peletakan kepala springkler untuk kebakaran sedang

Construction Type	System Type	Protection Area		Maximum Spacing	
		ft ²	m ²	ft	m
All	All	130	12.1	15	4.6

Sumber : NFPA 13

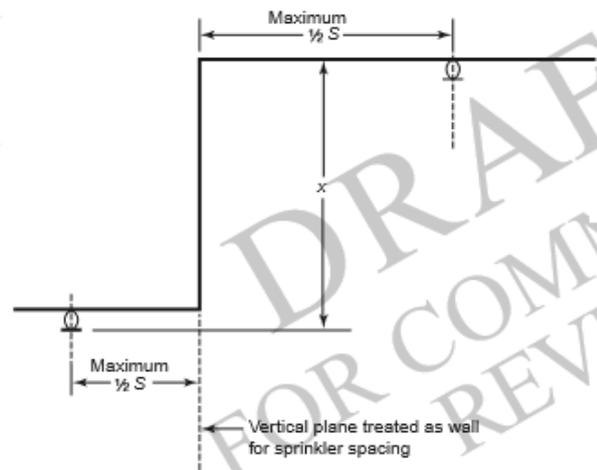
Bahaya kebakaran berat.

Tabel 2.4 Peletakan kepala springkler untuk kebakaran berat

Construction Type	System Type	Protection Area		Maximum Spacing	
		ft ²	m ²	ft	m
All	Pipe schedule	90	8.4	12*	3.7*
All	Hydraulically calculated with density ≥ 0.25	100	9.3	12*	3.7*
All	Hydraulically calculated with density < 0.25	130	12.1	15	4.6

*In buildings where solid structural members create bays up to 25 ft (7.6 m) wide, maximum spacing between sprinklers is permitted up to 12 ft 6 in. (3.8 m).

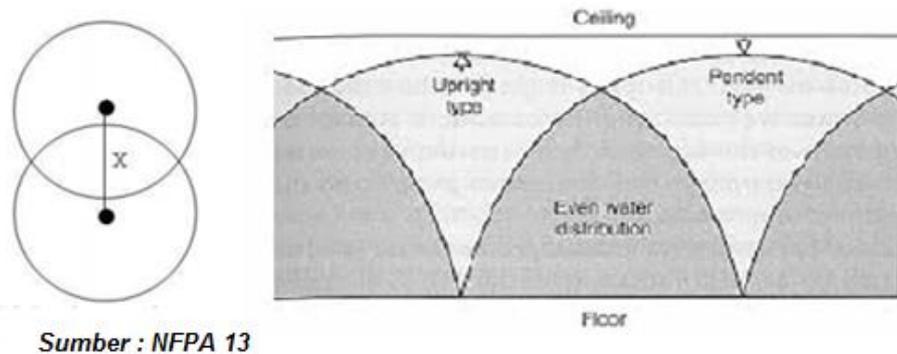
Sumber : NFPA 13



Sumber : NFPA 13

Gambar 2.2 Letak kepala springkler

Jarak pemasangan springkler harus dibuat saling mengisi atau persilangan seperti gambar dibawah ini



Gambar 2.3 Jarak peletakan springkler

2.2.3 Spesifikasi Kepala Springkler

Kepala springkler yang digunakan harus kepala springkler standar. Kepala springkler yang boleh digunakan hanya kepala springkler yang terdaftar. Perubahan apapun tidak dibolehkan pada kepala springkler setelah keluar dari pabrik. Sifat-sifat aliran kepala sprinkler harus dibedakan dalam tiga hal:

- Yang dibenarkan untuk penggunaan sebagai kepala springkler pancaran atas.
- Yang dibenarkan untuk penggunaan sebagai kepala springkler pancaran bawah.
- Yang dibenarkan untuk penggunaan sebagai kepala springkler dinding.⁸

Kepala springkler terbuka boleh digunakan untuk melindungi bahaya kebakaran khusus seperti tempat-tempat terbuka atau untuk tempat khusus lainnya. Kepala springkler dengan ukuran lubang yang lebih kecil boleh digunakan untuk daerah atau keadaan yang tidak membutuhkan air sebanyak yang dipancarkan oleh sebuah kepala springkler dengan ukuran lubang nominal 10 mm. Kepala springkler dengan ukuran lubang nominal lebih besar dari 10 mm boleh digunakan untuk daerah atau keadaan yang membutuhkan air lebih banyak dari jumlah yang dipancarkan oleh sebuah kepala springkler dengan ukuran lubang nominal 10 mm. Kepala springkler dengan ukuran lubang nominal lebih besar dari

⁸ SNI 03-3989- 2000 Butir 7.15.1

10 mm yang mempunyai ulir pipa besi 10 mm tidak boleh dipasang pada sistem springkler terbaru.

1. Ukuran lubang kepala springkler ukuran nominal lubang kepala sprinkler yang dibenarkan untuk masing-masing sistem bahaya kebakaran adalah sebagai berikut:

Tabel 2.5 Ukuran nominal lubang kepala springkler

Nominal K-Factor		Nominal Orifice Size	
U.S. [gpm/ (psi) ^{1/2}]	Metric [L/min/ (bar) ^{1/2}]	in.	mm
1.4	20	¼	6.4
1.9	27	⅜	8.0
2.8	40	½	9.5
4.2	57	⅞	11.0
5.6	80	1	12.7
8.0	115	1 ⅜	13.5
11.2	160	1 ½	15.9
14.0	200	1 ¾	19.0
16.8	240	—	—
19.6	280	—	—
22.4	320	—	—
25.2	360	—	—
28.0	400	—	—

Sumber : NFPA 13

2. Konstanta "k" Konstanta "k" untuk ketiga ukuran lubang kepala springkler tersebut di atas adalah sebagai berikut:

Tabel 2.6 Kostanta lubang kepala springkler

Nominal K-Factor [gpm/(psi) ^{1/2}]	Nominal K-Factor [L/min/(bar) ^{1/2}]	K-Factor Range [gpm/(psi) ^{1/2}]	K-Factor Range [L/min/(bar) ^{1/2}]	Percent of Nominal K-5.6 Discharge	Thread Type
1.4	20	1.3–1.5	19–22	25	½ in. NPT
1.9	27	1.8–2.0	26–29	33.3	½ in. NPT
2.8	40	2.6–2.9	38–42	50	½ in. NPT
4.2	60	4.0–4.4	57–63	75	½ in. NPT
5.6	80	5.3–5.8	76–84	100	½ in. NPT
8.0	115	7.4–8.2	107–118	140	¾ in. NPT
					or
11.2	160	10.7–11.7	159–166	200	½ in. NPT
					or
					¾ in. NPT
14.0	200	13.5–14.5	195–209	250	¾ in. NPT
16.8	240	16.0–17.6	231–254	300	¾ in. NPT
19.6	280	18.6–20.6	272–301	350	1 in. NPT
22.4	320	21.3–23.5	311–343	400	1 in. NPT
25.2	360	23.9–26.5	349–387	450	1 in. NPT
28.0	400	26.6–29.4	389–430	500	1 in. NPT

Sumber : NFPA 13

2.3 Sistem Pipa Tegak

Berdasarkan NFPA 14 - 2000 tentang “*Standart for the installation of standpipe, private hydrant and hose system*” menjelaskan mengenai kelas sistem pipa tegak diantaranya:

Sistem kelas I

Sistem harus menyediakan sambungan slang ukuran 63,5 m (2½ inci) untuk pasokan air yang digunakan oleh petugas pemadam kebakaran dan mereka yang terlatih.

Sistem kelas II

Sistem harus menyediakan kotak slang ukuran 38,1 mm (1½ inci) untuk memasok air yang digunakan terutama oleh penghuni bangunan atau oleh petugas pemadam kebakaran selama tindakan awal.

Pengecualian Selang dengan ukuran minimum 25.4 mm (1 inci) diizinkan digunakan untuk kotak slang pada tingkat kebakaran ringan dengan persetujuan dari instansi yang berwenang.

Sistem kelas III. Sistem harus menyediakan kotak slang ukuran 38,1 mm (1½ inci) untuk memasok air yang digunakan oleh penghuni bangunan dan sambungan slang ukuran 63,5 mm (2½ inci) untuk memasok air dengan volume lebih besar untuk digunakan oleh petugas pemadam kebakaran atau mereka yang terlatih.

Ukuran pipa tegak untuk sistem kelas I dan kelas III harus berukuran sekurang-kurangnya 100 mm (4 inci). Pipa tegak yang merupakan bagian dari sistem kombinasi harus berukuran sekurang-kurangnya 150 mm (6 inci). Pengecualian. Untuk bangunan yang seluruhnya dilengkapi dengan springkler, dan mempunyai kombinasi sistem pipa tegak yang dihitung secara hidraulik, ukuran minimum pipa tegaknya adalah 100 mm (4 inci). Ukuran pipa dengan laju aliran yang disyaratkan pada tekanan sisa 6,9 bar (100 psi) pada ujung slang terjauh dengan ukuran 65 mm (2½ inci) dan tekanan 4,5 bar (65 psi) pada ujung slang terjauh dengan ukuran 40 mm (1½ inci).

2.3.1 Ukuran Pipa Springkler

Sistem bahaya kebakaran ringan.

Sistem dengan pengadaan air sesuai dengan debit 225 liter/menit dan tekanan 2,2 kg/cm² ditambah tekanan statik dari kepala springkler tertinggi terhadap katup kendali.⁹

⁹ SNI 03-3989- 2000 Butir 7.3.1

Tabel 2.7 Pipa cabang untuk bahaya kebakaran ringan.

Ukuran pipa (mm)	Jumlah maksimum kepala springkler	Keterangan
25	3	Masih dimungkinkan pemakaian pipa berukuran 25 mm di antara "2-3 titik kelompok springkler" dan katup kendali apabila perhitungan hidrolik mengizinkan. Apabila "titik kelompok springkler 2" sebagai titik desain, pipa berukuran 25 mm tidak boleh dipakai diantara kepala springkler ke 3 dan ke 4.

Sumber : SNI 03-3989 - 2000

Sistem bahaya kebakaran sedang.

Bahaya kebakaran sedang kelompok I.

Penyediaan air harus mengalirkan air dengan kapasitas 375 liter/menit dan bertekanan 1,0 kg/cm² atau kapasitas 540 liter/menit dan bertekanan 0,7 kg/cm² ditambah tekanan air yang ekuivalen dengan perbedaan tinggi antara katup kendali dengan springkler tertinggi. Tekanan diukur pada katup kendali.

Bahaya kebakaran sedang kelompok II.

Penyediaan air harus mampu mengalirkan air dengan kapasitas 725 liter/menit dan bertekanan 1,4 kg/cm² atau kapasitas 1000 liter/menit dan bertekanan 1,0 kg/cm² ditambah tekanan yang ekuivalen dengan perbedaan tinggi antara katup kendali dengan springkler tertinggi. Tekanan diukur pada katup kendali.

Bahaya kebakaran sedang kelompok III.

Penyediaan air harus mampu mengalirkan air dengan kapasitas 1100 liter/menit dan bertekanan 1,7 kg/cm² dan kapasitas 1350 liter/menit dan bertekanan 1,4 kg/cm² ditambah tekanan yang ekuivalen dengan perbedaan tinggi antara katup kendali dengan springkler tertinggi. Tekanan diukur pada katup kendali.¹⁰

¹⁰ SNI 03-3989- 2000 Butir 7.4

Tabel 2.8 Pipa cabang untuk sistem bahaya kebakaran sedang.

No.	Pipa cabang	Ukuran pipa (mm)	Jumlah maksimum kepala springkler yang diijinkan pada pipa cabang.
A	Pipa cabang pada ujung pipa pembagi.		
1	Susunan cabang tunggal dengan 2 kepala springkler.	25	1
	Dua pipa cabang terakhir.	32	2
2	Susunan cabang tunggal dengan 3 kepala springkler.	25	2
	Tiga cabang terakhir.	32	3
3	Susunan lain.	25	2
	Cabang terakhir.	32	3
		40	4
		50	9
B	Pipa cabang lain :	25	3
		32	4
		40	6
		50	9

Sumber : SNI 03-3989 - 2000

Tabel 2.9 Pipa pembagi untuk sistem bahaya kebakaran sedang.

No.	Pipa cabang	Ukuran pipa (mm)	Jumlah maksimum kepala springkler yang diijinkan pada pipa cabang.
A	Pipa cabang pada ujung sistem.		
1	Susunan cabang tunggal dengan 2 kepala springkler.	32	2
		40	4
		50	8
		65*	16*
2	Susunan lain	32	3
		40	6
		50	9
		65*	18*
B	Pipa pembagi di antara ujung sistem dan katup kendali.		Perhitungan hidrolis dihitung tersendiri menurut butir 7.4.4. Sistem bahaya kebakaran sedang.

Sumber : SNI 03-3989 - 2000

Sistem bahaya kebakaran berat.

Penentuan ukuran pipa untuk hunian bahaya kebakaran berat berdasarkan pada :

- Kepadatan aliran yang diperlukan
- Jarak kepala springkler
- Ukuran kepala springkler, lubang standar 15 mm atau lubang besar 20 mm
- Karakteristik tekanan dan atau aliran dari penyediaan air.

Untuk sistem dengan kepadatan aliran yang direncanakan tidak melebihi 15 mm/men.

Tabel 2.10 Pipa cabang untuk bahaya kebakaran berat.

No.	Pipa cabang	Ukuran pipa nominal (mm)	Jumlah maksimum kepala springkler yang diijinkan pada pipa cabang.
A	Pipa cabang pada ujung pipa pembagi.		
1	Susunan cabang tunggal dengan 2 kepala springkler.	25	1
	Dua pipa cabang terakhir.	32	2
2	Susunan cabang tunggal dengan 3 kepala springkler.	25	2
	Tiga pipa cabang terakhir.	32	3
3	Susunan lain.	25	2
	Pipa cabang terakhir,	32	3
		40	4
B	Pipa cabang lain	25	3
		32	4

Sumber : SNI 03-3989 - 2000

Tabel 2.11 Pipa pembagi untuk bahaya kebakaran berat

No.	Pipa cabang	Ukuran pipa nominal (mm)	Jumlah maksimum kepala springkler yang diijinkan pada pipa cabang.
A	Pipa pada ujung sistem.	32	2
		40	4
		50	8
		65	12
		80	18
		100	48*
B	Pipa pembagi di antara ujung sistem dan katup kendali.		Perhitungan hidrolis dihitung tersendiri menurut butir 7.5.4.

Sumber : SNI 03-3989 - 2000

2.4 Sistem Persediaan Air Springkler

2.4.1 Persyaratan umum

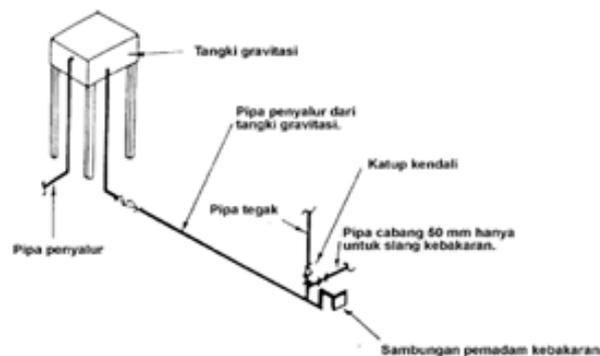
Setiap sistem springkler otomatis harus dilengkapi dengan sekurang-kurangnya satu jenis sistem penyediaan air yang bekerja secara otomatis, bertekanan dan berkapasitas cukup, serta dapat diandalkan setiap saat. Sistem penyediaan air harus dibawah penguasaan pemilik gedung. Apabila pemilik tidak dapat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

2.4.2 Syarat penyambungan

Pipa penyalur untuk sistem springkler tidak boleh dihubungkan pada sistem lain kecuali seperti yang diatur dalam bagian ini.

- Tangki gravitasi

Tangki yang diletakkan pada ketinggian tertentu dan direncanakan dengan baik dapat diterima sebagai sistem penyediaan air. Kapasitas dan letak ketinggian tangki harus memberikan aliran dan tekanan yang cukup.



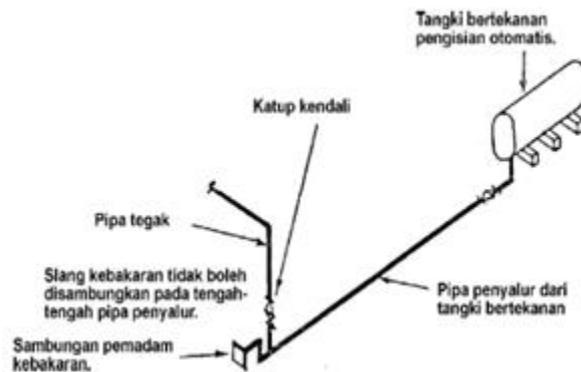
Gambar 2.4 Tangki gravitasi

(Sumber: SNI 03-3989- 2000)

- Tangki bertekanan

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

Tangki bertekanan hanya boleh digunakan untuk melayani sistem springkler dan sistem slang kebakaran yang dihubungkan pada pemipaan sprinkler. Tangki bertekanan harus selalu terisi air $\frac{2}{3}$ penuh, dan diberi tekanan udara ditambah dengan 3 X tekanan yang disebabkan oleh berat air pada perpipaan sistem sprinkler di atas tangki kecuali ditetapkan lain oleh pejabat yang berwenang.



Gambar 2.5 Tangki bertekanan

(Sumber: SNI 03-3989- 2000)

2.4.3 Sumber Penyediaan Air

- Sumber air untuk kebutuhan hidran dapat berasal dari PDAM, sumur artesis, sumur gali dengan sistem penampungan, tangki gravitasi, tangki bertekanan reservoir air dengan sistem pemompaan.
- Berdasarkan SNI 03-3989-2000 tentang “Tata cara perencanaan dan pemasangan sistem springkler otomatis untuk pencegahan bahaya kebakaran pada bangunan gedung”
- Berdasarkan NFPA 13-1999 tentang “*Standard for the Installation of Sprinkler Systems*”

2.5 Pompa Pemadam Kebakaran

Pompa adalah salah satu alat angkut yang berfungsi untuk memindahkan fluida melalui saluran tertutup dengan mengubah energi mekanis dari penggerak menjadi energi tekan (*pressure*) terhadap fluida sehingga akan terjadi perpindahan, contohnya seperti menggerakkan / mengalirkan cairan dari suatu tempat ke tempat lainnya baik melalui sarana pembantu seperti pipa, maupun secara langsung. Pompa digunakan untuk memindahkan cairan, seperti cairan, gas atau slurries.

Dalam instalasi fire hydrant system sangatlah kompleks terdiri komponen-komponen untuk menjalankannya. Salah satu komponen dalam *fire hydrant system* adalah pompa pemadam kebakaran (*fire pump*).

Kegunaan pompa pemadam kebakaran ini dimanfaatkan untuk memompa atau menghisap air dari tandon air untuk disalurkan ke pipa *hydrant* kemudian di distribusi ke *hydrant pillar* untuk *outdoor* dan *hydrant valve* untuk *indoor*. *Fire pump* ini dimanfaatkan oleh tim pemadam kebakaran (*fire brigade*) ketika terjadi kebakaran. Biasanya pompa pemadam kebakaran membutuhkan waktu minimal 30 menit untuk dapat mengalirkan air keseluruh pipa *hydrant* dan dapat digunakan untuk memadamkan kebakaran.

Pompa pemadam kebakaran ada beberapa macam antara lain yaitu *jockey pump*, *electric pump*, dan *diesel pump*. Pada dasarnya pompa-pompa ini digunakan untuk mensuplai kebutuhan air yang diperlukan. Penjelasan dari pompa-pompa pemadam kebakaran tersebut sebagai berikut.

- *Jockey pump* bentuknya biasanya vertikal. Pompa pemadam kebakaran ini digunakan untuk menjaga atau menstabilkan tekanan air di dalam pipa.
- *Electric pump* digunakan memompa air yang dihisap dari tandon air (*reservoir*) untuk disalurkan ke distribusi baik ke *hydrant valve* untuk *indoor*, *hose reel* dan *hydrant pillar* untuk *outdoor*. Inti dari kegunaan pompa pemadam kebakaran ini sebagai pompa pendorong yang digunakan pada saat terjadi kebakaran.
- *Diesel pump* sebagai *back up* dan membantu pompa pendorong ketika kebakaran pada umumnya power listrik yang men-*supply electric pump off* (mati). *Diesel pump* berfungsi dalam keadaan listrik mati, Pompa pemadam kebakaran ini membantu kerja *electric pump* guna memenuhi kebutuhan air yang di dibutuhkan jika tekanan dan volume air berkurang pada *pillar hydrant*.

2.5.1 Jenis Pompa Pemadam Kebakaran

1. *Jockey Pump*

Jockey pump merupakan pompa kecil dalam instalasi *fire hydrant* maupun *fire sprinkler* yang berkerja bersama pompa *hydrant* elektrik dan pompa *hydrant* diesel sebagai pengatur tekanan air dari tandon *reservoir* ke jaringan pipa. Fungsi *Jockey pump* adalah untuk menjaga tekanan air didalam instalasi sistem *fire hydrant* maupun sistem springkler tetap stabil, sehingga apabila terjadi sedikit kebocoran pada pompa, *valve* dan perlengkapan lainnya dalam instalasi, maka *jockey pump* akan mengembalikan pada tekanan yang telah di tetapkan / di tentukan. Dengan adanya *jockey pump* pada sistem *fire hydrant* untuk menghindari komponen instalasi tidak cepat rusak biasanya yang dapat merusak komponen rusak karena tekanan air yang tinggi, saat pompa utama mengalirkan air bertekanan tinggi. Untuk mengatur tekanan sehingga pompa utama tidak menyala sepanjang waktu.

Untuk spesifikasi *jockey pump* untuk *fire hydrant* agar berjalan dengan baik harus memenuhi pesyaratan yang telah di tetapkan. Tipe pompa yang digunakan untuk spesifikasi *jockey pump* untuk *fire hydrant* dengan menggunakan *centrifugal multi stafe pump* dengan memiliki kapasitas 56L/menit. *Head* pompa *jockey pump* rata-rata memiliki 85 m untuk *fire hydrant*. Spesifikasi *jockey pump* untuk *fire hydrant* harus memiliki putaran pompa 2900 rpm dan memiliki daya pompa sebesar 3,0 kW. Sedangkan untuk karakteristik listrik 380 V, 3 phase, 50 Hz, *variable speed drived*. Banyaknya *jockey pump* yang dibutuhkan untuk spesifikasi *jockey pump* untuk *fire hydrant* biasanya membutuhkan satu (1) unit untuk menstabilkan tekanan air. Tentunya lengkap dengan *panel control jockey pump*.

2. *Diesel Pump*

Diesel pump merupakan salah satu pompa yang digunakan dalam instalasi *fire hydrant*. Pompa yang digunakan untuk instalasi *fire hydrant* maupun instalasi sistem springkler yaitu *electric pump*, *diesel pump* dan *jockey pump*. Fungsi *diesel pump* sebagai *backup* atau menggantikan kinerja dari pompa utama / *electric*

pump saat terjadi pemadaman listrik dari PLN (Perusahaan Listrik Negara). Cara kerja *diesel pump* untuk memompa air dari reservoir menuju jaringan pipa sehingga air yang bertekanan tinggi dapat digunakan untuk memadamkan kebakaran. Untuk itu spesifikasi *diesel pump* untuk *fire hydrant* harus memenuhi syarat yang telah ditetapkan sehingga untuk memadamkan kebakaran dapat diaktisi dengan optimal.

Untuk spesifikasi *diesel pump* untuk *fire hydrant* supaya berjalan dengan baik harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan. Tipe pompa yang digunakan spesifikasi *diesel pump* untuk *fire hydrant* yaitu *centrifugal end suction* dan memiliki kapasitas yang mampu menghasilkan air 2850 L/menit. Untuk *Head* pompa ini memiliki 85 m untuk *fire hydrant*. Spesifikasi *diesel pump* untuk *fire hydrant* putaran pompa 2900 rpm dan memiliki daya lebih kurang 90 HP. Sistem *coupling* pada spesifikasi *diesel* untuk *fire hydrant* yaitu *direct connected* (disambung langsung) dan pastinya untuk *type engine* dengan diesel. Jumlah pompa ini yang dibutuhkan untuk spesifikasi *diesel pump* untuk *fire hydrant* cukup membutuhkan satu (1) unit beserta dengan control panelnya untuk sebagai *backup* pompa utama ketika tidak aktif. Power dari pompa yang dibutuhkan antara lain accu 24 volt, 80 amp, 2 buah *type maintenance free*.

3. Electrical Pump

Electrical pump ini merupakan pompa utama yang digunakan dalam instalasi *fire hydrant* maupun listrik pompa. Pompa yang digunakan untuk instalasi *fire hydrant* maupun sistem sprinkler yaitu *electrical pump*, *diesel pump* dan *jockey pump*. *Electrical pump* ini menggunakan tenaga listrik untuk menjalankannya. Namun ketika *electrical pump* ini mati maka otomatis di bantu dengan menggunakan *diesel pump*.

Fungsi *electrical pump* adalah untuk memompa air dari tangki / *water tank* / *reservoir* menuju jaringan pipa sehingga air yang bertekan tinggi dapat dimanfaatkan untuk memadamkan kebakaran. Oleh karena itu spesifikasi *electric pump* untuk *fire hydrant* harus memenuhi syarat yang telah ditetapkan sehingga untuk memadamkan kebakaran dapat digunakan dengan baik dan optimal.

Spesifikasi *electric pump* untuk *fire hydrant* putaran pompa 2900 rpm dan memiliki daya lebih kurang 70 HP. Karakteristik listrik yang dibutuhkan *fire hydrant* meliputi 380 V, 3 phase, 50 Hz

2.5.2 Spesifikasi Pompa

1. Head

Head di dalam perpompaan dapat didefinisikan secara sederhana sebagai energi tiap satuan berat. Head dari instalasi pompa dapat dibedakan menjadi *head* statis dan *head* dinamis. Ada tiga bagian dari *head* yaitu:

- *Head* total pompa

Head total pompa yang harus disediakan untuk mengalirkan jumlah air seperti yang direncanakan, dapat ditentukan dari kondisi instalasi yang akan dilayani oleh pompa. Head *total* pompa dapat ditulis sebagai berikut: ¹¹

$$H = h_a + \Delta h_p + h_l + \frac{Vd^2}{2 \times g}$$

Keterangan: H : *Head* total pompa (m) h_l : Berbagai kerugian head di pipa, katup, belokan, sambungan (m) Δh_p : Perbedaan tekanan yang bekerja pada kedua permukaan air (m).¹¹

$$\Delta h_p = \frac{P_2 - P_1}{\rho \times g}$$

h_a : *Head* statis total (m) Head ini adalah perbedaan tinggi antara muka air di sisi keluar dan sisi isap.; tanda positif dipakai apabila muka air di sisi keluar lebih tinggi dari pada sisi isap. Head pada pompa biasanya disebabkan oleh kerugian gesek didalam pipa, belokan – belokan, reduser, katup – katup, dan sebagainya. Di bawah ini akan diberikan cara perhitungannya satu persatu.

- Head kerugian

¹¹ Sularso (1996). Pompa dan Kompresor Pemilihan, Pemakaian, Pemeliharaan Hal.26

Head kerugian yang terjadi pada instalasi disebabkan oleh gesekan didalam pipa. Pengaruh kecepatan terhadap rugi-rugi pada instalasi dinyatakan dalam bilangan reynold yang didefinisikan sebagai berikut: ¹²

$$R_e = \frac{V \times D}{\mu}$$

Keterangan:

Re : Bilangan reynolds (tak berdimensi)

D : Diameter dalam saluran (m)

V : Kecepatan aliran cairan (m/s)

μ : Kekentalan mutlak cairan (absolute viscosity, kg.s/m³)

Tabel 2.12 Sifat fisik air.

Tekanan Uap Air					
Temperatur		Specific Gravity	Kepadatan	Tekanan	Tekanan Uap Air
°F	°C			Uap Air (Psi)	(Feet Abs.)
32	0	1.002	62.42	0.0885	0.204
40	4.4	1.001	62.42	0.1217	0.281
45	7.2	1.001	62.40	0.1475	0.340
50	10.0	1.001	62.38	0.1781	0.411
55	12.8	1.000	62.36	0.2141	0.494
60	15.6	1.000	62.34	0.2563	0.591
65	18.3	0.999	62.31	0.3056	0.706
70	21.1	0.999	62.27	0.6331	0.839
75	23.9	0.998	62.24	0.4298	0.994
80	26.7	0.998	62.19	0.5069	1.172
85	29.4	0.997	62.16	0.5959	1.379
90	32.2	0.996	62.11	0.6982	1.617
95	35.0	0.995	62.06	0.8153	1.890
100	37.8	0.994	62.00	0.9492	2.203

Sumber : Mekanika Fluida Jidil 1 Edisi 4, Erlangga

- Kerugian gesekan dalam pipa

Kerugian gesekan didalam pipa tergantung pada panjang pipa. Untuk menghitung besarnya kerugian akibat gesekan didalam pipa digunakan persamaan: ¹²

$$h_f = f \times \frac{L \times V^2}{2 \times D \times g}$$

¹² Sularso (1996). Pompa dan Kompresor Pemilihan, Pemakaian, Pemeliharaan Hal.36

Keterangan:

h_f : *Head* karena kerugian gesekan/ *friction* (m)

f : Koefisien kerugian gesekan (bilangan *reynold*, Re)

L : Panjang saluran (m)

D : Diameter dalam saluran (m)

V : Kecepatan rata-rata aliran (m/s)

g : Kecepatan gravitasi (m/s^2)

- Kerugian *head* di katup

Kerugian head pada katup dapat ditulis sebagai berikut: ¹³

$$h_f = f_v \times \frac{V^2}{2 \times g}$$

Keterangan:

h_f : *Head* karena kerugian gesekan *friction* (m)

f_v : Koefisien kerugian gesekan.

V : Kecepatan rerata aliran (m/s)

g : Kecepatan gravitasi (m/s^2)

- Kerugian head pada fitting

Dalam aliran melalui jalur pipa, kerugian juga akan terjadi apabila ukuran pipa, bentuk penampang, atau arah aliran berubah. Kerugian head di tempat-tempat transisi yang demikian itu dinyatakan dalam rumus: ¹³

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

Nilai f di dapatkan dengan menggunakan persamaan dibawah ini

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

Keterangan:

D : Diameter dalam saluran (m)

¹³ Sularso (1996). Pompa dan Kompresor Pemilihan, Pemakaian, Pemeliharaan Hal.36

R : Jari-jari lengkung sumbu belokan (m)

θ : Sudut belokan (derajat)

f : Koefisien kerugian gesekan

V : Kecepatan rerata aliran (m/s)

g : Kecepatan gravitasi (m/s^2)

- Head yang tersedia

Dalam mencegah terjadinya kavitasi maka diusahakan agar tidak satu bagianpun aliran didalam pompa yang mempunyai tekanan uap jenuhnya. Sehubungan dengan hal tersebut maka didefinisikan suatu besaran yang berguna untuk memperkirakan keamanan pompa terhadap terjadinya kavitasi yaitu tekanan hisap positif netto (Net Positive Suction Head/NPSH). Ada dua jenis NPSH yang harus dipertimbangkan, yaitu NPSH yang dibutuhkan dan NPSH yang tersedia.

NPSH yang tersedia adalah head yang dimiliki oleh zat cair pada sisi isap pompa (ekuivalen dengan tekanan mutlak pada sisi isap pompa, dikurangi dengan tekanan uap jenuh zat di tempat tersebut. NPSH yang tersedia dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut: $H_{sv} = (P_a / \gamma) - (P_v / \gamma) - H_s - H_{LS}$ ¹⁴

Hsv : NPSH yang tersedia (m)

Pa : Tekanan Atmosfir (kgf/m²)

Pv : Tekanan uap jenuh (kgf/m²)

γ : Berat zat cair persatuan volume (kgf/l)

Hs : Head isap statis (m) bertanda positif

(+) jika pompa terletak di atas permukaan zat cair yang diisap, dan bertanda negatif

(-) jika di bawah.

¹⁴ Sularso (1996). Pompa dan Kompresor Pemilihan, Pemakaian, Pemeliharaan Hal.48

HLS : *Head* di dalam pipa isap (m)

Agar pompa dapat bekerja dengan baik, NPSH yang tersedia harus lebih besar daripada NPSH yang dibutuhkan. Untuk menentukan besarnya NPSH yang dibutuhkan secara teliti harus dilakukan pengujian terhadap pompa. Data NPSH yang dibutuhkan ini biasanya dapat diperoleh dari pabrik yang memproduksi pompa tersebut. Tetapi dalam perancangan, NPSH yang diperlukan biasanya diperkirakan dengan menggunakan persamaan berikut: ¹⁵

$$P_w = 0,163 \times \gamma \times Q \times H$$

Keterangan:

HsvN : NPSH yang diperlukan (m)

σ : koefisien kavitasi thoma H

N : Head total pompa (m)

n : Banyaknya putaran (rpm)

1. Daya Poros Dan Efisiensi Pompa

- Daya air

Energi yang secara efektif diterima oleh air dari pompa persatuan waktu daya air, yang dapat ditulis sebagai berikut: ¹⁵

$$P_w = 0,163 \times \gamma \times Q \times H$$

P_w : Daya air (kW)

γ : Berat air per satuan *volume* (kgf/l)

g : Percepatan gaya gravitasi (m/s²)

Q : Kapasitas air (m³ /s)

H : Head total (m)

- Daya poros

Daya poros yang diperlukan untuk menggerakkan sebuah pompa adalah sama dengan daya air ditambah kerugian daya didalam pompa.

Daya ini dapat dinyatakan sebagai berikut: ¹⁵

$$P = P_w / \eta_p$$

¹² Sularso (1996). Pompa dan Kompresor Pemilihan, Pemakaian, Pemeliharaan Hal.53-55

P : Daya poros sebuah pompa (kW)

η_p : Efisiensi pompa (pecahan)

Tabel 2.13 Tekanan air menurut ketinggian

Tekanan Atmosferik Dan Barometrik Air Menurut Ketinggian						
Ketinggian		Tekanan		Tekanan		Titik
		Barometrik		Atmosferik		Didih
Kaki (Feet)	Meter	Inch Hg	mm Hg	Psia	Feet Water	Air
-1000	-304.8	31	788	15.2	35.2	213.8
-500	-152.4	30.5	775	15	34.6	212.9
0	0	29.9	760	14.7	33.9	212
500	152.4	29.4	747	14.4	33.3	211.1
1000	304.8	28.9	734	14.2	32.8	210.2
1500	457.2	28.3	719	13.9	32.1	209.3
2000	609.6	27.8	706	13.7	31.5	208.4
2500	762	27.3	694	13.4	31	207.4
3000	914.4	26.8	681	13.2	30.4	206.5
3500	1066.8	26.3	668	12.9	29.8	205.6
4000	1219.2	25.8	655	12.7	29.2	204.7

Sumber : Mekanika Fluida Jidil 1 Edisi 4, Erlangga

2.5.3 Daya Pompa

Dalam hal ini daya pompa dikategorikan menjadi dua bagian, yaitu daya masuk dan daya keluar pompa. Besarnya daya masuk pompa dipengaruhi oleh besarnya tegangan listrik dan kuat arus yang terjadi, sehingga daya pompa dapat ditentukan dengan persamaan, sedangkan daya keluar pompa dipengaruhi oleh tinggi head dan tekanan massa dalam hal ini adalah fluida air. Sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$P_{in} = V \cdot I$$

$$P_{out} = V_f \cdot \Delta P \cdot mc$$

Keterangan:

P_{in} = Daya masuk pompa (Watt)

P_{out} = Daya keluar pompa (Watt)

V = Tegangan (Volt)

vf = Volume Spesifik (m³ /kg)

I = Kuat Arus (Ampere)

mc = Kapasitas pendingin (kg/s)

2.6 Sistem Deteksi, Alarm dan Otomasi

Sistem alarm kebakaran adalah suatu sistem untuk memberitahukan kebakaran tingkat awal yang mencakup alarm kebakaran manual dan/atau alarm kebakaran otomatis. Sistem ini terdiri dari komponen dan sirkuit yang dirangkai untuk memonitor dan memberitahukan status dari alarm kebakaran atau mengawasi peralatan pencetus sinyal dan mencetuskan respon yang sesuai dengan sinyal terkait.

Sistem alarm kebakaran dapat menunjukkan 3 tipe/ jenis sinyal/ tanda atau peringatan: *alarm*, *supervisory* dan *trouble*.

- Sinyal alarm: peringatan tentang adanya bahaya kebakaran yang perlu segera ditangani.
- Sinyal supervisory: menunjukkan bahwa upaya yang diperlukan yang terkait dengan operasi sistem lainnya sedang dimonitor oleh sistem alarm kebakaran. Sistem lain misalnya springkler otomatis, pemadam CO₂, busa pemadam, tepung kimia kering, gas pemadam. Dalam sinyal ini termasuk juga sinyal *off-normal*, kondisi yang memerlukan perhatian pengawas dan *restoration-to normal*, kondisi *off-normal* telah diperbaiki.
- Sinyal *trouble*: mengindikasikan terjadinya kegagalan pada sirkuit atau komponen sistem alarm kebakaran atau terjadinya gangguan pada sumber daya listrik utama atau cadangan.

Komponen dasar sistem alarm kebakaran:

- Unit pengendali sistem.
- Pasokan tenaga listrik utama.
- Pasokan tenaga listrik cadangan.
- Sirkuit peralatan detektor kebakaran.
- Sirkuit peralatan pemberitahuan alarm.

- Peralatan pemberitahuan sinyal alarm.

2.6.1 Klasifikasi sistem alarm kebakaran meliputi

- Manual
- Otomatik (*semi addressable* atau *fully addressable*) Pada sistem ini hanya sebagian yang bekerja secara otomatis, sedangkan peralatan yang lain masih diperlukan tenaga manusia untuk memadamkan api.
- *Otomatic integrated system* (deteksi, alarm dan pemadaman) Pada sistem ini alat deteksi bahaya api selain mengaktifkan alarm bahaya juga langsung mengaktifkan alat-alat pemadam kebakaran.

2.6.2 Fire Control Panel

Fire Control Panel bertanggung jawab untuk memantau "input" Alarm dari pendeteksi manual maupun otomatis. Ada dua macam *Fire Control Panel*, yaitu sistem *konvensional* dan *Addressable*.



Gambar 2.6 *Fire Control Panel*

(Sumber: https://en.wikipedia.org/wiki/Fire_alarm_control_panel)

Pada *Fire Control Panel* sistem konvensional terdapat 1 atau lebih rangkaian detektor (*network*) di dalam bangunan atau ruang yang dipantau, dimana masing-masing *network* ditempatkan satu atau lebih alat deteksi. Keuntungan dari sistem konvensional adalah bahwa sistem ini relatif sederhana untuk bangunan ukuran kecil, serta perawatannya tidak memerlukan pelatihan

khusus. Kerugiannya adalah bahwa untuk bangunan besar, sistem konvensional mahal untuk dipasang karena banyak kabel yang dibutuhkan untuk memonitor dengan akurat. Jika suatu kesalahan terjadi (*trouble*) hanya menyatakan bahwa network telah gagal beroperasi, tetapi tidak secara rinci menyatakan di mana masalah sedang terjadi.

Sedangkan pada *Fire Control Panel* sistem alamat (*addressable*), alat pemicu Alarm seperti detektor atau *Manual Call Point* diberi suatu identifikasi khusus atau "alamat". Alamat ini selalu diprogram berhubungan dengan memori pada *Fire Control Panel* dengan informasi antara lain: jenis alat, penempatannya, dan Alarm diharapkan aktif. Berkenaan dengan perawatan, sistem ini mempunyai keuntungan yaitu dapat memonitor status dari tiap detektor. Ketika detektor menjadi kotor, maka mikroprosesor mengenali suatu pengurangan kemampuan, dan memberi suatu peringatan untuk dilakukan perawatan. Kerugian utama dari Sistem Alamat adalah bahwa masing-masing sistem mempunyai karakteristik operasi unik tersendiri. Oleh karena itu, teknisi perawatan harus terlatih untuk masing-masing sistem.

2.6.3 Jenis Detektor

- **Detektor Panas (*Heat Detector*)**

Detektor panas merupakan jenis alat pendeteksian api otomatis yang paling lama, paling murah dan mempunyai tingkat tanda bahaya "palsu" yang paling rendah dari semua pendeteksi otomatis, tetapi juga yang paling lambat di dalam merespon adanya kebakaran. Detektor panas dirancang untuk merasakan suatu perubahan suhu yang ditentukan oleh suatu material ketika timbul panas. Detektor panas tidak akan memulai suatu alarm sampai suhu udara melebihi suhu operasi yang dirancang.

- **Detektor Asap (*Smoke Detector*)**

Suatu detektor asap akan mendeteksi kebakaran jauh lebih cepat dibanding detektor panas. Detektor asap dikenali dari prinsip operasinya, yakni: sensor ionisasi dan fotoelektrik. Detektor asap sensor ionisasi berisi sejumlah kecil bahan radioaktif amerisium yang dilekatkan pada suatu lembaran matriks emas di dalam suatu kamar ionisasi. amerisium pada detektor asap akan mengionisasikan udara

di dalam kamar (*chamber*) pengindera, memberikan daya konduksi dan suatu aliran arus melalui udara antara dua muatan elektroda. Hal ini memberi kamar pengindera suatu efek aliran listrik. Apabila partikel asap masuk daerah ionisasi, maka asap tersebut akan mengurangi aliran listrik udara dengan menempelkan diri pada ion, yang menyebabkan pengurangan gerak ion. Ketika arus listrik kurang dari tingkat yang ditetapkan, maka detektor akan merespon.

Di dalam detektor asap sensor fotoelektrik, suatu sumber cahaya dan sensor cahaya diatur sedemikian sehingga sinar dari sumber cahaya tidak menumbuk sensor cahaya. Ketika partikel asap masuk alur cahaya, sebagian dari cahaya menyebar dan mengarah ke sensor, menyebabkan detektor untuk mengaktifkan suatu bunyi Alarm.

- **Detektor Nyala (*Flame Detector*)**

Suatu detektor nyala merespon energi tampak mata (4000 - 7700 *Angstrom*) atau energi di luar cakupan penglihatan manusia. Detektor ini sensitif terhadap bara api hangat, batubara, atau nyala api nyata yang menyebar energi dari intensitas dan kualitas spektral cukup untuk memulai respon detektor itu. Detektor nyala merupakan alat jenis line-of-sight yang spesifik dari cahaya (inframerah, tampak, dan *ultra violet*) yang dipancarkan oleh nyala api selama pembakaran. Ketika detektor mengenali cahaya ini dari suatu api, kemudian detektor tersebut akan mengirimkan suatu sinyal untuk mengaktifkan alarm.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian untuk pemilihan pompa *fire fighting* berdasarkan kriteria pemilihan pompa *fire fighting* pada bangunan kemudian diuraikan dengan suatu langkah-langkah yang diambil selama proses penelitian berikut :

1. Tahap awal pada penelitian ini adalah dengan menganalisa lokasi dan gambar bangunan.
2. Dari gambar gedung tersebut kita dapat menentukan data-data yang akan berguna untuk proses pemilihan pompa. Kemudian data gedung ini dipergunakan sebagai dasar dalam menentukan perancangan sistem proteksi aktif kebakaran.
3. Kemudian dalam pemilihan pompa hal yang kita lakukan selanjutnya adalah dengan menggambar skematik sistem springkler untuk bagian yang kritis yaitu titik pemadaman terjauh dan tertinggi dari sistem tersebut untuk menentukan *Head*.
4. Kemudian setelah kita membuat gambar rancangan kita harus memilih pompa yang dapat menyalurkan air sampai pada bagian kritis dengan tekanan yang telah dipersyaratkan pada sistem springkler. Dalam pemilihannya kita harus menentukan :
 - a) Diameter-diameter pipa springkler yang diperoleh dari pipa *schedule*.
 - b) Jumlah *elbow* dan *valve* yang dipergunakan.
 - c) Tekanan minimum untuk springkler.

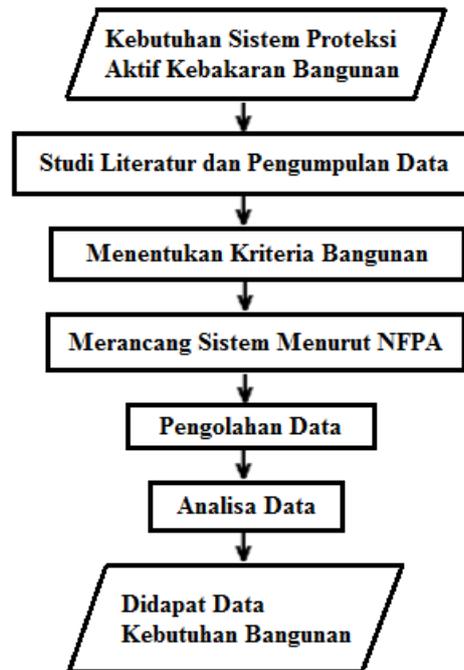
Setelah itu langkah-langkah yang digunakan antara lain :

- a) Menghitung *Head* rugi gesek.
- b) Menentukan *Head* statik pompa.
- c) Menentukan *Head* tekanan untuk springkler berdasarkan persyaratan minimum.
- d) Menentukan *Head* total yang merupakan penjumlahan dari *Head-Head*, rugi-rugi gesek, statik pompa, dan tekanan.
- e) Dari *Head* pompa kita dapat menentukan dua hal yaitu :

1. Kapasitas reservoir sistem
2. Pemilihan pompa berdasarkan Head pompa dan *flow rate* sistem.

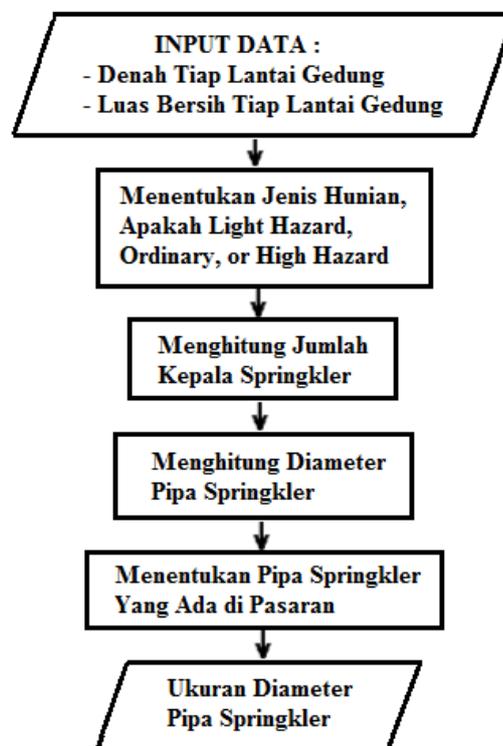
3.2 Flowchart Penelitian

Pada awal penelitian penulis terlebih dahulu menghimpun data-data maupun teori yang berhubungan dengan topik yang diangkat dalam penelitian ini. Untuk membantu dalam perancangan, penulis membutuhkan data gambar bangunan tersebut dimana pada data bangunan tersebut penulis dapat menentukan kriteria bangunan menurut risiko bahaya kebakarannya, Selanjutnya penulis merancang sistem proteksi aktif kebakaran dengan aturan yang terkait dengan penelitian tersebut. Setelah dilakukan pengolahan dan analisa dari data penelitian tersebut penulis dapat membuat kesimpulan dari akhir penelitian tersebut. Sehingga dapat dibuat flowchart sebagai berikut :



3.3 Flowchart Perhitungan Diameter Pipa Springkler

Pada perhitungan diameter pipa sprignkler penulis terlebih dahulu harus mengetahui terlebih dahulu data gambar pada bangunan yang akan diteliti, selanjutnya penulis dapat menentukan klasifikasi risiko dari hunian tersebut dan selanjutnya akan dibuatkan isometri peletakan kepala springkler sesuai aturan yang terkait. Dalam perhitungan diameter pipa ini disesuaikan dengan diameter yang berada di pasaran yang tersedia.

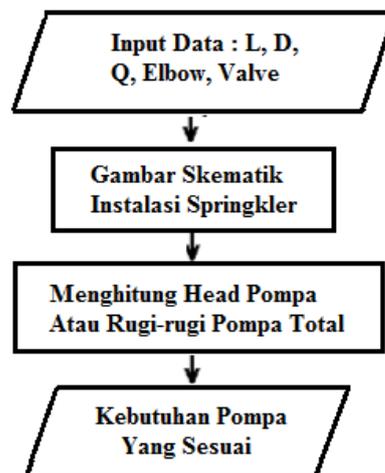


3.4 Flowchart Pemilihan Pompa

Setelah penulis membuat gambar rancangan penulis dapat memilih pompa yang dapat menyalurkan air sampai pada bagian kritis dengan tekanan yang telah dipersyaratkan pada sistem springkler. Dalam pemilihannya kita harus menentukan :

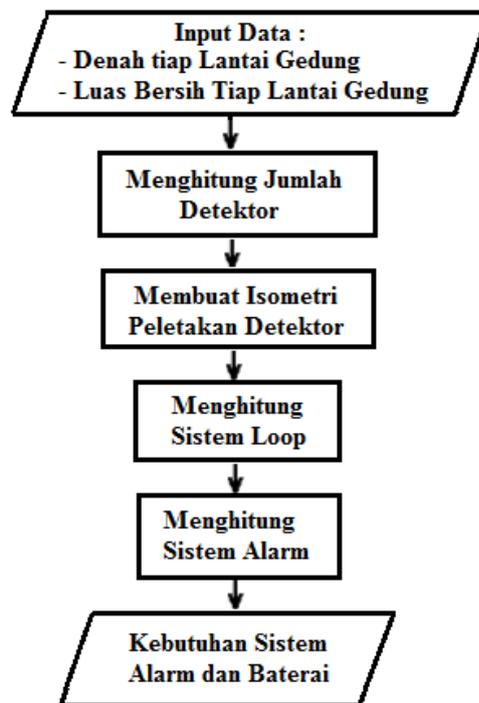
- d) Diameter-diameter pipa springkler yang diperoleh dari pipa *schedule*.
- e) Jumlah *elbow* dan *valve* yang dipergunakan.
- f) Tekanan minimum untuk springkler.

Sehingga pada penelitian ini penulis didapat memilih spesifikasi pompa yang sesuai dengan kebutuhan gedung tersebut.



3.5 Flowchart Pemasangan Deteksi, Alarm dan Otomasi

Pada pemasangan deteksi, alarm dan otomasi ini tahap-tahap yang dilakukan dalam pengolahan data dimulai dari jenis hunian dan tingkat pertumbuhan api. Sehingga penulis dapat menentukan jenis detektor mana yang sesuai dengan perancangan tersebut, sehingga dengan spesifikasi yang telah ditentukan penulis dapat membuat isometri peletakan detektor dan juga dapat menghitung kapasitas baterai yang diperlukan.



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Gedung

- a. Nama bangunan : Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Jakarta Gd. K
- b. Alamat : Kampus A UNJ, Jl. Rawamangun Muka Jakarta Timur
- c. Pengelola gedung : Universitas Negeri Jakarta
- d. Klasifikasi bangunan : Bangunan tinggi (4 lapis)
- e. Penggunaan bangunan : Gedung Kuliah



Gambar 4.1 Gedung Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Jakarta

4.2 Data Perencanaan Gedung

1. Semua lantai gedung termasuk klasifikasi bahaya hunian tingkat ringan (*Light Hazard*).
2. Arah pancaran ke bawah karena kepala springkler diletakan pada atap ruangan.
3. Jenis pipa yang digunakan adalah pipa *black steel schedule 40* dengan nilai C (keofisien laju aliran untuk jenis pipa tersebut adalah 100).
4. Sistem springkler yang digunakan harus memenuhi NFPA 13. Jenis springkler yang digunakan dalam perancangan gedung ini adalah tipe pendent berwarna merah dengan kepekaan suhu 68°C. Jenis pipa yang digunakan adalah pipa *black steel schedule 40* dengan nilai C (*formula Hazen-Williams*) adalah 100.



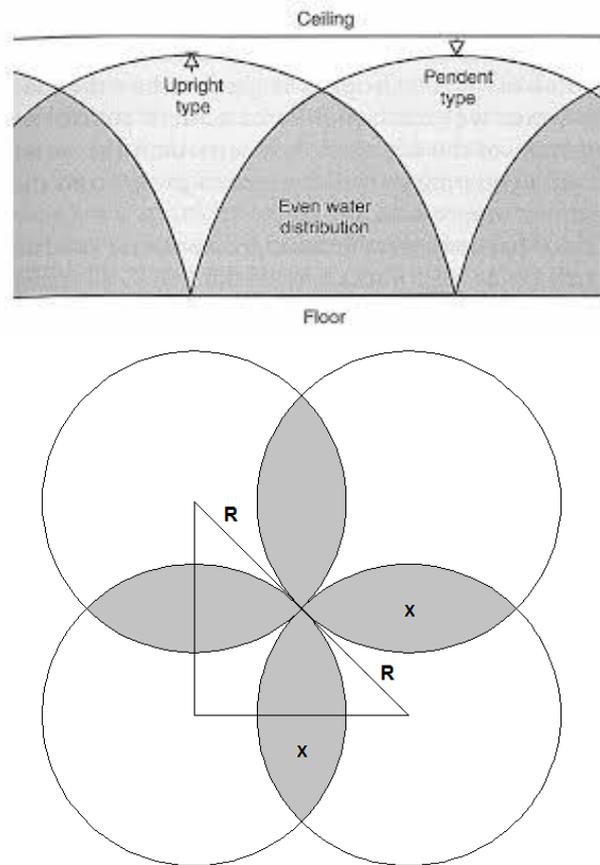
Gambar 4.2 Tipe Springkler yang Digunakan
(Sumber: *Catalogue The Viking Corporation*)

5. Jarak maksimum antar kepala springkler adalah 4.6 meter.
6. Jari-jari (R) siraman tiap springkler 2.3 meter.

4.3 Penempatan Springkler

Untuk merancang sistem springkler pada gedung bertingkat, perlu memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- Springkler dipasang diatas atap gedung dan pipa springkler dipasang diatas plafon dengan springkler terpasang dibawah plafon.
- Jari-jari pancaran springkler 2.3 meter (jarak antar springkler tidak boleh melebihi 4.6 meter)
- Jarak antar kepala springkler dengan sistem *overlap*



Gambar 4.3 Sistem *Overlap*

x : overlap pancaran springkler

R : Jari-jari pancaran springkler 2.3 meter

$$x^2 + x^2 = (2R)^2$$

$$2x^2 = 4R^2$$

$$2x^2 = 4.(2.3 \text{ m})^2$$

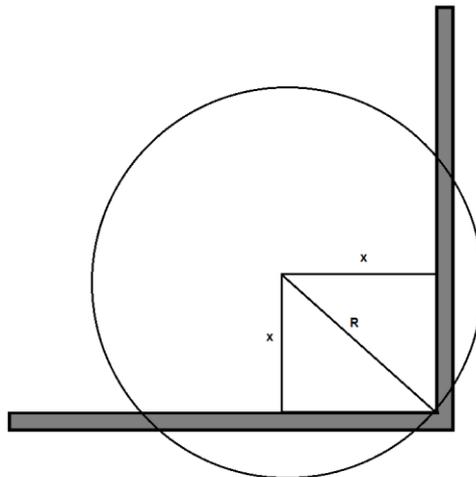
$$x^2 = 10.58 \text{ m}^2$$

$$x = \sqrt{10.58} \text{ m}^2$$

$$x = 3.25 \text{ m}$$

Dari perhitungan diperoleh bahwa jarak masih dibawah standar. Oleh karena itu jarak ini masih bisa diperbesar lagi sesuai peraturan letak springkler sehingga semua luasan tertutupi oleh pancaran springkler.

- Jarak kepala springkler ke dinding tidak boleh melebihi 2.3 meter, kemudian dilakukan perhitungan jarak kepala springkler ke dinding sebagai perbandingan.



Gambar 4.4 Jarak springkler ke dinding

x : overlap pancaran springkler

R : Jari-jari pancaran springkler 2.3 meter

$$x^2 + x^2 = (R)^2$$

$$2x^2 = R^2$$

$$2x^2 = (2.3 \text{ m})^2$$

$$x^2 = 2.645 \text{ m}^2$$

$$x = \sqrt{2.645 \text{ m}^2}$$

$$x = 1.63 \text{ m}$$

4.4 Jumlah Springkler yang Dibutuhkan

Satu kepala springkler mampu mencakup area sebesar 4.6 m x 4.6 m yang direncanakan dengan *overlapping* sebesar 1/4 area jangkauan sehingga tidak ada titik yang ada tidak terkena pancaran air springkler. Maka area jangkauan dapat dihitung dari :

$$\begin{aligned} X &= 4.6 \text{ m} - (1/4 \times 4.6 \text{ m}) \\ &= 4.6 \text{ m} - 1.15 \text{ m} \\ &= 3.45 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka, } L &= 3.45 \text{ m} \times 3.45 \text{ m} \\ &= 11.9 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Sehingga berdasarkan perhitungan jumlah kepala springkler yang dibutuhkan untuk per lantai ditunjukkan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Kepala Springkler

Lantai 1

No	Peruntukan Ruang	Luas (m ²)	Coverage Area Springkler (Luas / 11.9 m ²)	Jumlah Head Springkler
1	Gudang	35.971	3.02	3
2	R. Alumni	17.655	1.48	2
3	R. Aula	151.706	12.7	14
7	Pusat Informasi	21.761	1.82	2
8	R. Kuliah	33.298	2.79	4
9	R. Kuliah	59.408	4.99	6
10	R. Perpustakaan	100.732	8.46	9
11	R. Kuliah	45.892	3.85	4
12	R. USP	19.319	1.62	2
15	Gudang	7.693	0.64	1
17	R. BEM FIS	32.365	2.71	4
18	R. BEM FIS	32.707	2.74	4
19	R. Kuliah	40.545	3.4	4
20	Gudang	21.466	1.8	2
21	R. Kuliah	67.489	5.67	6
22	R. Kuliah	76.947	6.4	8
23	Koridor & Hall	376.35	31.62	32
Total				107

Lantai 2

No	Peruntukan Ruang	Luas (m ²)	Coverage Area Springkler (Luas / 11.9 m ²)	Jumlah Head Springkler
1	R. PKPIS	21.761	1.8	2
2	R. Penjaminan Mutu	13.376	1.12	2
3	R. Sekret Dekan	22.400	1.88	2
4	R. Dekan	23.386	1.9	2
5	R. Sidang	35.469	2.98	4
6	R. Guru Besar	32.477	2.72	4
7	R. Pembantu Dekan I,	68.436	5.7	6

	II & III			
8	R. Prodi PIPS	32.959	2.76	4
9	R. Jurusan IAI	66.326	5.5	6
10	R. Jur. ISP : PPKN	68.474	5.7	6
11	Gudang	7.693	0.6	1
12	R. Sidang	65.211	5.47	6
13	R. Prodi Komunikasi	37.660	3.16	4
14	R. Keu Kepeg TU	29.641	2.5	4
15	R. Tata usaha	53.890	4.52	6
16	R. Akademik	42.504	3.57	4
17	R. Jurusan Sosiologi	65.065	5.46	6
18	R. Jur Sejarah	76.136	6.4	8
19	R. Dosen Jurusan Geografi	68.299	5.73	6
20	R. Jurusan Geografi	19.796	1.66	2
21	R. Sidang	42.216	3.54	4
22	Koridor	245.32	20.6	21
Total				110

Lantai 3

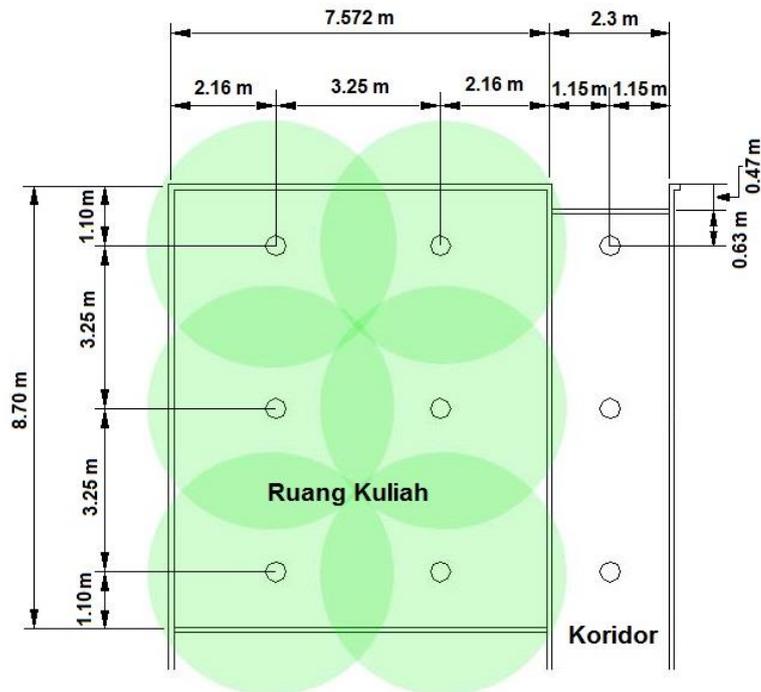
No	Peruntukan Ruang	Luas (m ²)	Coverage Area Springkler (Luas / 11.9 m ²)	Jumlah Head Springkler
1	R. Kuliah	43.248	3.63	4
2	R. Kuliah	48.146	4.04	4
3	R. Prodi Pariwisata	24.353	2.04	2
4	R. Kuliah	48.599	4.08	4
5	R. Kuliah	54.530	4.58	6
6	R. Kuliah	48.825	4.10	6
7	R. Kuliah	50.008	4.2	6
8	R. Kuliah	54.033	4.54	6
9	R. Kuliah	34.127	2.86	4
10	R. Kuliah	32.175	2.7	4
11	Gudang	7.693	0.64	1
12	R. Kuliah	54.356	4.56	6

13	R. Kuliah	55.264	4.64	6
14	R. Kuliah	60.201	5.05	6
15	R. Kuliah	78.369	6.58	8
16	Lab. IAI	29.636	2.5	4
17	Lab. Sistem Geografi	33.570	2.82	4
18	Lab. SIG	29.663	2.5	4
19	R. Kuliah	32.349	2.71	4
20	Koridor	243.1	20.4	21
Total				110

Lantai 4

No	Peruntukan Ruang	Luas (m ²)	Coverage Area Springkler (Luas / 11.9 m ²)	Jumlah Head Springkler
1	Lab. Audio Visual	19.304	1.62	2
2	R. Kuliah	44.094	3.7	4
3	R. Baca Jur. Sosiologi	28.264	2.3	4
4	R. Kuliah	43.873	3.6	4
5	R. Ilmu Komunikasi	58.985	4.9	6
6	Lab. Workshop Sejarah	45.101	3.79	4
7	Lab. Sospol	73.885	6.2	8
8	R. Kuliah	35.605	2.9	4
9	R. Kuliah	48.531	4.07	4
10	Gudang	7.693	0.64	1
11	R. Kuliah	37.666	3.16	4
12	R. Kuliah	32.238	2.7	4
13	Lab. IPS Terpadu	56.861	4.77	6
14	Lab. Mirco Teaching	53.766	4.51	6
15	Lab. Komputer FIS	58.858	4.9	6
16	Koridor	161.55	13.5	14
Total				81

Untuk memenuhi persyaratan dengan ketentuan NFPA, pada peletakan kepala springkler untuk tiap lantainya, jumlah kepala springkler yang dibutuhkan jumlahnya lebih banyak dari pada jumlah kepala springkler yang diperoleh dari hasil perhitungan. Hal ini disebabkan oleh besar luas tiap ruangan yang berbeda yang dikondisikan agar terjadi *overlapping* sehingga luasan terproteksi oleh pancaran kepala springkler. Untuk peletakan springkler bisa dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Gambar Peletakan Kepala Springkler

Untuk melihat data lengkap gambar hasil penempatan sistem springkler bisa dilihat pada **Lampiran 6 sampai 9**.

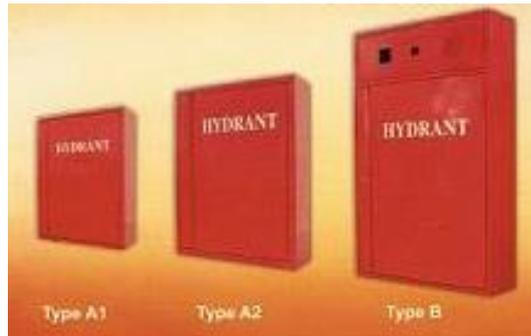
Tabel 4.2 Jumlah Kepala Springkler

Lantai	Jumlah Kepala Springkler Berdasarkan Perhitungan	Jumlah Kepala Springkler Berdasarkan Peletakan
1	107	113
2	110	112
3	110	107
4	81	81
Total	408	429

4.5 Sistem Hidran

Hydrant system yang digunakan harus memenuhi NFPA 14, Panduan pemasangan hidran untuk mencegah bahaya kebakaran pada bangunan, DPU, 1987, Perda DKI No 3, 1992 tentang pencegahan dan penanggulangan kebakaran dalam wilayah Daerah Khusus Ibukota Jakarta.

Jenis Indoor Hydrant Box yang Digunakan :



Gambar 4.6 Jenis Hidran yang Digunakan

(Sumber : Brosur Hooseki)

Tabel 4.3 Data Teknis IHB

INDOOR HIDRAN BOX			
Type	A1	A2	B
Size	66 x 52 x 15 cm	100 x 80 x 18 cm	125 x 75 x 18 cm
Plate	1,2 mm MILD STEEL		
Production	DUST REMOVER, PHOSPATING		
Process	ZINCCHORAMATE PRIMER		
Finishing	TOP COAT OWDER COATING RED SIGNAL		

Ket. Indoor Hydrant Box yang dipilih



Gambar 4.7 Jenis Nozzle Hidran yang Digunakan

(Sumber : Brosur Hooseki)

Tabel 4.4 Data Teknis Noozle IHB

Size	Working Pressure	Brusting Pressure	Weight Per 100"	Cooling Diameter	Coupling Model
1.5"	185 psi	570 psi	13.2	14.8	Machino&NHT
2"	185 psi	570 psi	17.6	16	Machino&NHT
2.5"	185 psi	570 psi	23.6	17.6	Machino&NHT

Ket.  Nozzle Indoor Hydrant Box yang dipilih

Jumlah Indoor Hydrant Box yang Dibutuhkan :

- Lantai 1

Total luas area lantai 1 = 1240.2 m²

Coverage Area Hydrant = 800 m²

Maka jumlah hidran untuk total per lantai = $\frac{1240.2 \text{ m}^2}{800 \text{ m}^2} = 1.55$ sehingga **2**

buah

- Lantai 2

Total luas area lantai 2 = 1240.2 m²

Coverage Area Hydrant = 800 m²

Maka jumlah hidran untuk total per lantai = $\frac{1240.2 \text{ m}^2}{800 \text{ m}^2} = 1.55$ sehingga **2**

buah

- Lantai 3

Total luas area lantai 3 = 1240.2 m²

Coverage Area Hydrant = 800 m²

Maka jumlah hidran untuk total per lantai = $\frac{1240.2 \text{ m}^2}{800 \text{ m}^2} = 1.55$ sehingga **2**

buah

- Lantai 4

Total luas area lantai 4 = 916.08 m²

Coverage Area Hydrant = 800 m²

Maka jumlah hidran untuk total per lantai = $\frac{916.08 \text{ m}^2}{800 \text{ m}^2} = 1.1$ sehingga **1 buah**

Jadi, Total keseluruhan *indoor hydrant box* adalah = **7 buah**

Untuk melihat data gambar hasil penempatan *Indoor Hydrant Box* bisa dilihat pada **Lampiran 6 sampai 9**.

4.5.1 Perhitungan diameter pipa hidran

Pada lantai 1, 2 dan 3 hidrant box yang dibutuhkan 2 buah. Ketentuan NFPA untuk satu hidrant box membutuhkan laju aliran 0.019 m³/s. Sehingga diameter yang diperlukan dapat dilihat dibawah ini.

Untuk 2 IHB untuk lantai 1, 2 dan 3

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

$$Q = 0.019/\text{IHB}$$

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

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

$$D = \sqrt{\frac{0.038}{0.25 \times 3.14 \times 3}}$$

$$D = 0.089 \text{ m atau } 89 \text{ mm}$$

Diambil D:100 mm, maka dihitung kembali untuk mendapatkan “v” yang baru dengan rumus didapat kecepatan aliran 2.7 m/s. Karena “v” yang didapat 2.7 m/s berarti tidak memenuhi syarat laju aliran minimum yaitu 3 m/s. Maka untuk mendapatkan kecepatan tersebut dipilih kembali diameter sebesar **80 mm** dan setelah dihitung kembali didapat dengan kecepatan 3.8 m/s yang berarti sesuai dengan syarat minimum NFPA 13.

Untuk 1 IHB untuk lantai 4

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

$$Q = 0.019 \text{ m}^3/\text{s IHB}$$

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

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

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

$$D = 0.089 \text{ m atau } 89 \text{ mm}$$

Diambil D:100 mm, maka dihitung kembali untuk mendapatkan “v” yang baru dengan rumus didapat kecepatan aliran 2.7 m/s. Karena “v” yang didapat 2.7 m/s berarti tidak memenuhi syarat laju aliran minimum yaitu 3 m/s. Maka untuk mendapatkan kecepatan tersebut dipilih kembali diameter sebesar **80 mm** dan setelah dihitung kembali didapat dengan kecepatan 3.8 m/s yang berarti sesuai dengan syarat minimum NFPA 13.

4.5.2 Perhitungan diameter pipa sprinkler

Jumlah kepala sprinkler yang dibutuhkan adalah 113 buah. Ketentuan dari NFPA, laju aliran minimum sprinkler per 1 sprinkler adalah 0.001 m³/s. Sehingga diperoleh diameter-diameter pipa sprinkler yang berbeda-beda untuk mempertahankan kecepatan aliran minimal sebesar 3 m/s. Diameter pipa sprinkler yang berbeda-beda.

- Untuk 1 kepala sprinkler

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

$$Q = 0.001 \text{ m}^3/\text{Sprinkler}$$

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

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

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

$$D = 0.0206 \text{ m atau } 20.66 \text{ mm}$$

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

- Untuk 2 kepala sprinkler

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

$$Q = 0.002 \text{ m}^3/\text{Sprinkler}$$

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

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

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

$$D = 0.029 \text{ m atau } 29 \text{ mm}$$

Diambil D : 32 mm, maka dihitung kembali untuk mendapatkan “v” yang baru dengan rumus didapat kecepatan aliran 2.5 m/s. Karena “v” yang didapat 2.5 m/s berarti tidak memenuhi syarat laju aliran minimum yaitu 3 m/s. Maka untuk mendapatkan kecepatan tersebut dipilih kembali diameter sebesar **25 mm** dan setelah dihitung kembali didapat dengan kecepatan 4.07 m/s yang berarti sesuai dengan syarat minimum NFPA 13.

- Untuk 3 kepala springkler

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

$$Q = 0.003 \text{ m}^3/\text{Springkler}$$

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

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

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

$$D = 0.035 \text{ m atau } 35 \text{ mm}$$

Diambil **D: 32 mm**, maka dihitung kembali untuk mendapatkan “v” yang baru dengan rumus, maka didapat nilai 3.73 m/s. Karena “v” yang didapat 3.73 m/s maka “v” yang didapat sesuai dengan ketentuan NFPA 13.

- Untuk 4 kepala springkler

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

$$Q = 0.004 \text{ m}^3/\text{Springkler}$$

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

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

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

$$D = 0.041 \text{ m atau } 41 \text{ mm}$$

Diambil **D: 40 mm**, maka dihitung kembali untuk mendapatkan “v” yang baru dengan rumus, maka didapat nilai 3.73 m/s. Karena “v” yang didapat 3.73 m/s maka “v” yang didapat sesuai dengan ketentuan NFPA 13.

- Untuk 5 kepala springkler

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

$$Q = 0.005 \text{ m}^3/\text{Springkler}$$

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

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

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

$$D = 0.046 \text{ m atau } 46 \text{ mm}$$

Diambil D: 50 mm, maka dihitung kembali untuk mendapatkan “v” yang baru dengan rumus didapat kecepatan aliran 2.5 m/s. Karena “v” yang didapat 2.5 m/s berarti tidak memenuhi syarat laju aliran minimum yaitu 3 m/s. Maka untuk mendapatkan kecepatan tersebut dipilih kembali diameter sebesar **40 mm** dan setelah dihitung kembali didapat dengan kecepatan 3.9 m/s yang berarti sesuai dengan syarat minimum NFPA 13.

- Untuk 6 kepala springkler

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

$$Q = 0.006 \text{ m}^3/\text{Springkler}$$

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

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

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

$$D = 0.050 \text{ m atau } 50 \text{ mm}$$

Diambil **D: 50 mm**, maka dihitung kembali untuk mendapatkan “v” yang baru dengan rumus, maka didapat nilai 3.05 m/s. Karena “v” yang didapat 3.05 m/s maka “v” yang didapat sesuai dengan ketentuan NFPA 13.

- Untuk 12 kepala springkler

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

$$Q = 0.012 \text{ m}^3/\text{Springkler}$$

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

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

$$D = \sqrt{\frac{0.012}{0.25 \times 3.14 \times 3}}$$

$$D = 0.071 \text{ m atau } 71 \text{ mm}$$

Diambil D : 80 mm, maka dihitung kembali untuk mendapatkan “v” yang baru dengan rumus didapat kecepatan aliran 2.5 m/s. Karena “v” yang didapat 2.5 m/s berarti tidak memenuhi syarat laju aliran minimum yaitu 3 m/s. Maka untuk mendapatkan kecepatan tersebut dipilih kembali diameter sebesar **65 mm** dan setelah dihitung kembali didapat dengan kecepatan 3.6 m/s yang berarti sesuai dengan syarat minimum NFPA 13.

- Untuk 24 kepala springkler

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

$$Q = 0.024 \text{ m}^3/\text{Springkler}$$

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

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

$$D = \sqrt{\frac{0.024}{0.25 \times 3.14 \times 3}}$$

$$D = 0.1 \text{ m atau } 100 \text{ mm}$$

Diambil **D: 100 mm**, maka dihitung kembali untuk mendapatkan “v” yang baru dengan rumus, maka didapat nilai 3.07 m/s. Karena “v” yang didapat 3.07 m/s maka “v” yang didapat sesuai dengan ketentuan NFPA 13.

- Untuk 24 kepala springkler

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

$$Q = 0.024 \text{ m}^3/\text{Springkler}$$

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

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

$$D = \sqrt{\frac{0.024}{0.25 \times 3.14 \times 3}}$$

$$D = 0.1 \text{ m atau } 100 \text{ mm}$$

Diambil **D: 100 mm**, maka dihitung kembali untuk mendapatkan “v” yang baru dengan rumus, maka didapat nilai 3.07 m/s. Karena “v” yang didapat 3.07 m/s maka “v” yang didapat sesuai dengan ketentuan NFPA 13.

- Untuk 33 kepala springkler

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

$$Q = 0.033 \text{ m}^3/\text{Springkler}$$

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

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

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

$$D = 0.118 \text{ m atau } 118 \text{ mm}$$

Diambil **D: 100 mm**, maka dihitung kembali untuk mendapatkan “v” yang baru dengan rumus, maka didapat nilai 4.2 m/s. Karena “v” yang didapat 4.2 m/s maka “v” yang didapat sesuai dengan ketentuan NFPA 13.

- Untuk 44 kepala springkler

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

$$Q = 0.044 \text{ m}^3/\text{Springkler}$$

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

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

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

$$D = 0.136 \text{ m atau } 136 \text{ mm}$$

Diambil D: 150 mm, maka dihitung kembali untuk mendapatkan “v” yang baru dengan rumus didapat kecepatan aliran 2.5 m/s. Karena “v” yang didapat 2.5 m/s berarti tidak memenuhi syarat laju aliran minimum yaitu 3 m/s. Maka untuk mendapatkan kecepatan tersebut dipilih kembali diameter sebesar **130 mm** dan setelah dihitung kembali didapat dengan kecepatan 3.4 m/s yang berarti sesuai dengan syarat minimum NFPA 13.

- Untuk 55 kepala springkler

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

$$Q = 0.055 \text{ m}^3/\text{Springkler}$$

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

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

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

$$D = 0.152 \text{ m atau } 152 \text{ mm}$$

Diambil **D: 150 mm**, maka dihitung kembali untuk mendapatkan “v” yang baru dengan rumus, maka didapat nilai 3.1 m/s. Karena “v” yang didapat 3.1 m/s maka “v” yang didapat sesuai dengan ketentuan NFPA 13.

Tabel 4.5 Diameter Pipa Pemadam Kebakaran (Springkler)

Jumlah Kepala Springkler	Diameter (mm)	Diameter (Inch)
1	20	3/4
2	25	1
3	32	1 – 1/4
4	40	1 – 1/2
5	40	1 – 1/2
6	50	2
7	50	2
8	50	2
11	65	2 -1/2
22	75	3
33	100	4
44	130	5
55	150	6

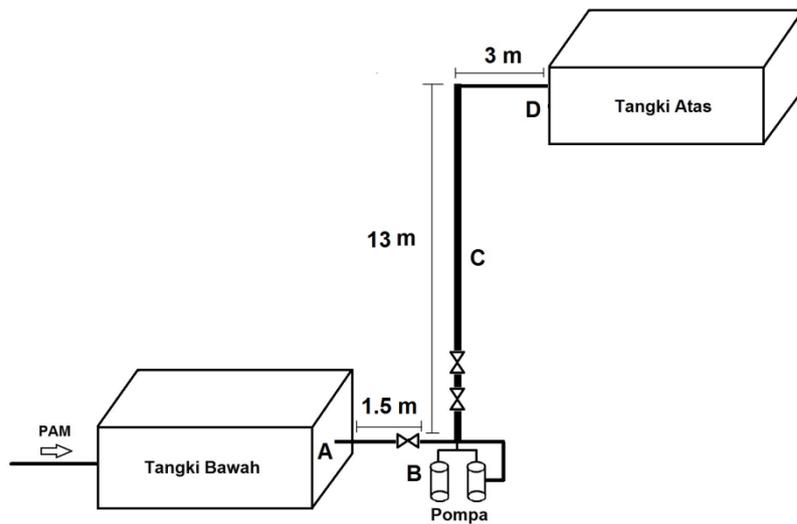
Untuk melihat data lengkap gambar hasil perhitungan diameter pipa springkler bisa dilihat pada **Lampiran 6 sampai 9**.

4.6 Perhitungan Head Kerugian

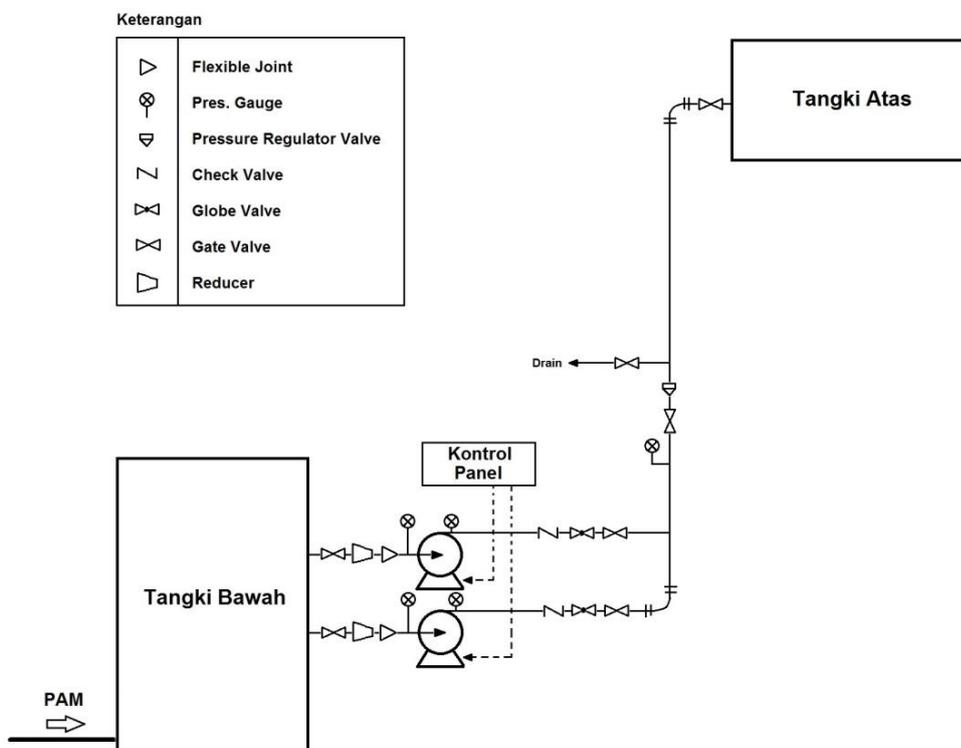
Untuk memilih jenis pompa kebakaran yang sesuai untuk sistem perlu dilakukan perhitungan head kerugian baik itu untuk sistem springkler maupun untuk sistem hidran. Sehingga untuk melakukan perhitungan head kerugian, langkah pertama adalah menggambar skematik perancangan sistem hidran dan springkler untuk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

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

4.6.1 Perhitungan Head Kerugian Pompa Reservoir Bawah



Gambar 4.8 Isometri Sistem



Gambar 4.9 Gambar Skematik Sistem

Nilai Head total didapat dengan menjumlahkan semua head pada sistem, yaitu *Head* statik, *Head* friksi, *Head* akibat perbedaan tekanan, dan *Head* kecepatan. Dalam formula dapat ditunjukkan sebagai berikut.

$$H = h_s + h_f + \Delta h_p + h_v$$

Dimana

H : Head total (m)

h_s : Head statik (m)

h_f : Head friksi (m)

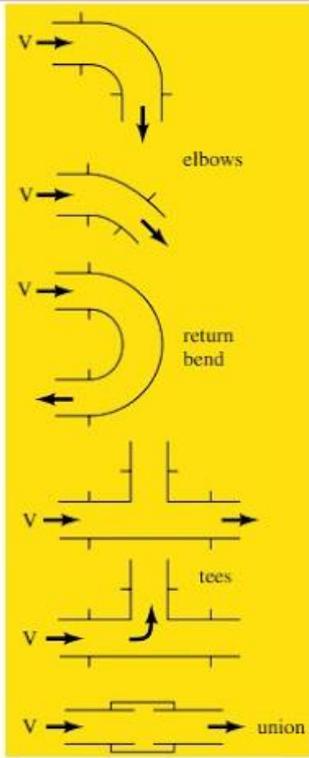
Δh_p : Head perbedaan tekanan (m)

h_v : Head kecepatan (m)

(Sumber : Pompa dan Kompresor Sularso)

Tabel 4.6 Friction Factor

Component	K_L
a. Elbows	
Regular 90°, flanged	0.3
Regular 90°, threaded	1.5
Long radius 90°, flanged	0.2
Long radius 90°, threaded	0.7
Long radius 45°, flanged	0.2
Regular 45°, threaded	0.4
b. 180° return bends	
180° return bend, flanged	0.2
180° return bend, threaded	1.5
c. Tees	
Line flow, flanged	0.2
Line flow, threaded	0.9
Branch flow, flanged	1.0
Branch flow, threaded	2.0
d. Union, threaded	0.08
e. Valves	
Globe, fully open	10
Angle, fully open	2
Gate, fully open	0.15
Ball valve, fully open	0.05



(Sumber : *Hydraulic losses in pipes*)

Tabel 4.7 Kerugian Koefisien Dari Berbagai Katup

Jenis katup \ Diameter (mm)	100	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1.000	1.200	1.350	1.500	1.650	1.800	2.000	
Katup sorong	0,14	0,12	0,10	0,09	0,07	= 0													
Katup kupu-kupu	0,6-0,16 (bervariasi menurut konstruksi dan diameternya)																		
Katup putar	0,09-0,026 (bervariasi menurut diameternya)																		
Katup cegah jenis ayun			1,2	1,15	1,1	1,0	0,98	0,96	0,94	0,92	0,9	0,88							
Katup cegah tutup-cepat jenis tekanan			1,2	1,15	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4							
Katup cegah jenis angkat bebas	1,44	1,39	1,34	1,3	1,2														
Katup cegah tutup-cepat jenis pegas	7,3	6,6	5,9	5,3	4,6														
Katup kepak	-	-	-	-	-	-	-	-	-		0,9-0,5 (bervariasi menurut diameternya)								
Katup isap (dengan saringan)	1,97	1,91	1,84	1,78	1,72														

(Sumber : Pompa dan Kompresor Sularso)

1. Head Statik

Head statik merupakan perbedaan ketinggian dari pipa hisap pompa dengan ketinggian reservoir atap gedung, yaitu sebesar **13 m**

2. Head Akibat Rugi Gesek

Dalam perhitungan Head akibat rugi gesek pada pipa, valve dan fitting yang digunakan, maka untuk mempermudah penulis membagi ke dalam beberapa segmen sistem untuk mempermudah perhitungan.

Segmen A – B	Tangki – Inlet Pompa
Segmen B – C	Discharge Pompa – Pipa Tegak
Segmen C - D	Pipa Tegak - Reservoir

- Segmen A – B (Tangki – Inlet Pompa)

Pada segmen dari tangki menuju inlet pompa digunakan pipa dengan material *black cast iron schedule 40* dengan ukuran 4 inci, Pipa ini mempunyai panjang 1.5 meter. Sehingga dapat diketahui beberapa parameter untuk menghitung rugi gesek.

- Diameter inlet : 0.100 m

- Debit : 0.02 m³/s
- Nilai C : 130 (pipa cor baru)
- Kecepatan aliran

$$Q = V \times A$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.02 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{1}{4}\pi d^2} = \frac{0.02 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{1}{4}(3.14)(0.100^2)\text{m}^2} = 2.5 \text{ m/s}$$

a) Kerugian gesek aliran pada pipa

Nilai f didapat dari persamaan Hazen-Williams

$$h_f = \frac{10.666 Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.85}} L = \frac{10.666 (0.02)^{1.85}}{130^{1.85} 0.100^{4.85}} 1.5 = 0.21 \text{ m}$$

(Sumber : Pompa dan Kompresor Sularso)

b) Kerugian gesek pada valve

Komponen	Koefisien Kerugian	Jumlah komponen
Gate Valve	0.15	1

(Sumber : Pompa dan Kompresor Sularso)

- Kerugian gesekan pada gate valve

Nilai f didapat dari tabel 4.7

$$h_f = f \frac{v^2}{2g} = 0.15 \frac{2.5^2}{2(9.8)} = 0.047 \text{ m}$$

c) Friksi pada penampang hisap

Nilai f didapat dari tabel 4.7

$$h_f = \frac{f v^2}{2g} = \frac{1.97 (2.5 \text{ m/s})^2}{2(9.8) \text{ m/s}^2} = 0.58 \text{ m}$$

Nilai rugi gesek keseluruhan pada segmen ini adalah

$$h_f = 0.21 + 0.047 \text{ m} + 0.58 = \mathbf{0.837 \text{ m}}$$

- Segmen B – C (Discharge Pompa – Pipa Tegak)

Pada segmen dari pompa menuju pipa tegak digunakan pipa dengan material *black cast iron schedule 40* dengan ukuran 4 inci, Pipa ini mempunyai panjang 14 meter. Sehingga dapat di ketahui beberapa parameter untuk menghitung rugi gesek.

- Diameter inlet : 0.100 m
- Debit : 0.02 m³/s
- Nilai C : 130 (pipa cor baru)
- Kecepatan aliran

$$Q = V \times A$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.02 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{1}{4}\pi d^2} = \frac{0.02 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{1}{4}(3.14)(0.100^2)\text{m}^2} = 2.5 \text{ m/s}$$

a) Kerugian gesek aliran pada pipa

Nilai f didapat dari persamaan Hazen-Williams

$$h_f = \frac{10.666 Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.85}} L = \frac{10.666 (0.02)^{1.85}}{130^{1.85} 0.100^{4.85}} 14 = 0.97 \text{ m}$$

(Sumber : Pompa dan Kompresor Sularso)

b) Kerugian gesek pada valve dan fitting

Komponen	Koefisien Kerugian	Jumlah komponen
Elbow standar 90	0.3	1
Gate valve	0.15	2
Check valve	1.15	1
Tee / cross	0.2	4

(Sumber : Pompa dan Kompresor Sularso)

- Kerugian gesekan pada elbow standar 90°

$$h_f = f \frac{v^2}{2g} = 0.3 \frac{2.5^2}{2(9.8)} = 0.095 \text{ m}$$

- Kerugian gesekan pada gate valve

$$h_f = f \frac{v^2}{2g} = 0.15 \frac{2.5^2}{2(9.8)} = 0.048 \text{ m} \times 2 \text{ buah} = 0.095 \text{ m}$$

- Kerugian gesekan pada check valve

$$h_f = f \frac{v^2}{2g} = 1.15 \frac{2.5^2}{2(9.8)} = 0.336 \text{ m}$$

- Kerugian gesekan pada Tee/cross

$$h_f = f \frac{v^2}{2g} = 0.2 \frac{2.5^2}{2(9.8)} = 0.064 \text{ m} \times 4 \text{ buah} = 0.255 \text{ m}$$

Kerugian gesek keseluruhan pada segmen ini adalah :

$$h_f = 0.97 \text{ m} + 0.095 \text{ m} + 0.095 \text{ m} + 0.336 \text{ m} + 0.255 \text{ m} = \mathbf{1.75 \text{ m}}$$

- Segmen C – D (Pipa Tegak - Reservoir)

Pada segmen dari pipa tegak menuju reservoir digunakan pipa dengan material *black cast iron schedule 40* dengan ukuran 4 inci, Pipa ini mempunyai panjang 3 meter. Sehingga dapat di ketahui beberapa parameter untuk menghitung rugi gesek.

- Diameter inlet : 0.100 m
- Debit : 0.02 m³/s
- Nilai C : 130 (pipa cor baru)
- Kecepatan aliran

$$Q = V \times A$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.02 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{1}{4}\pi d^2} = \frac{0.02 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{1}{4}(3.14)(0.100^2)\text{m}^2} = 2.5 \text{ m/s}$$

a) Kerugian gesek aliran pada pipa

Nilai f didapat dari persamaan Hazen-Williams

$$h_f = \frac{10.666 Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.85}} L = \frac{10.666 (0.02)^{1.85}}{130^{1.85} 0.100^{4.85}} 3 = 0.21 \text{ m}$$

(Sumber : Pompa dan Kompresor Sularso)

b) Kerugian gesek pada valve dan fitting

Komponen	Koefisien Kerugian	Jumlah komponen
Elbow standar 90	0.3	1
Gate valve	0.15	1

(Sumber : Pompa dan Kompresor Sularso)

- Kerugian gesekan pada elbow standar 90°

$$h_f = f \frac{v^2}{2g} = 0.3 \frac{2.5^2}{2(9.8)} = 0.095 \text{ m}$$

- Kerugian gesekan pada gate valve

$$h_f = f \frac{v^2}{2g} = 0.15 \frac{2.5^2}{2(9.8)} = 0.048 \text{ m}$$

Kerugian gesek keseluruhan pada segmen ini adalah :

$$h_f = 0.21 + 0.095 + 0.048 = \mathbf{0.353 \text{ m}}$$

c) Head kecepatan keluar

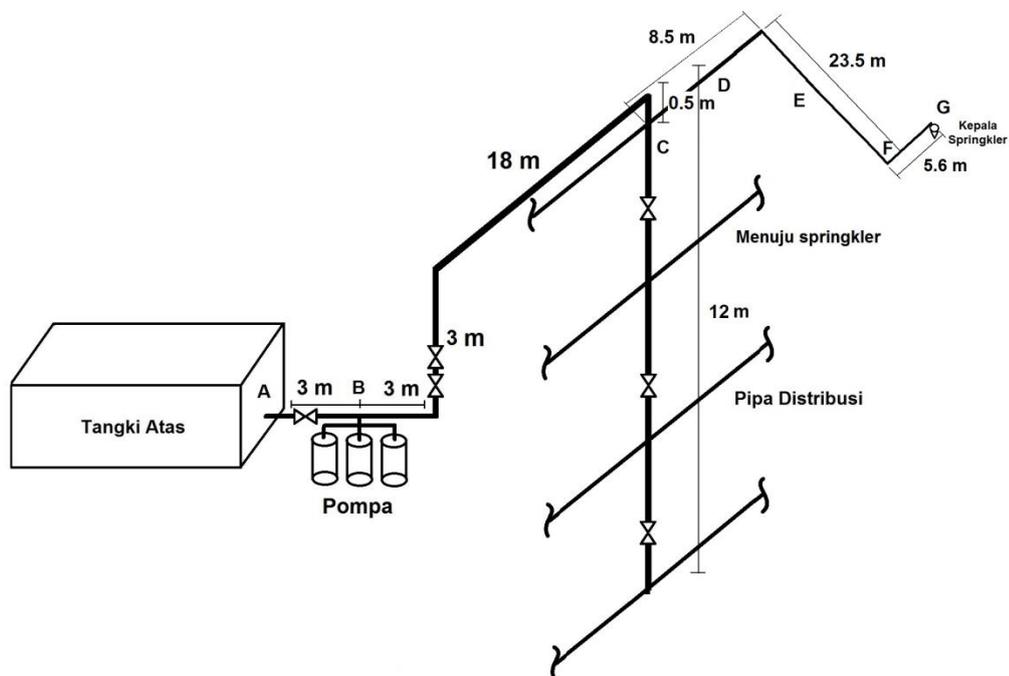
$$h_v = \frac{v^2}{2g} = \frac{2.5^2}{2(9.8)} = 0.31 \text{ m}$$

Nilai head total semua segmen A - D adalah : $0.837 + 1.75 + 0.353 = \mathbf{2.94 \text{ m}}$

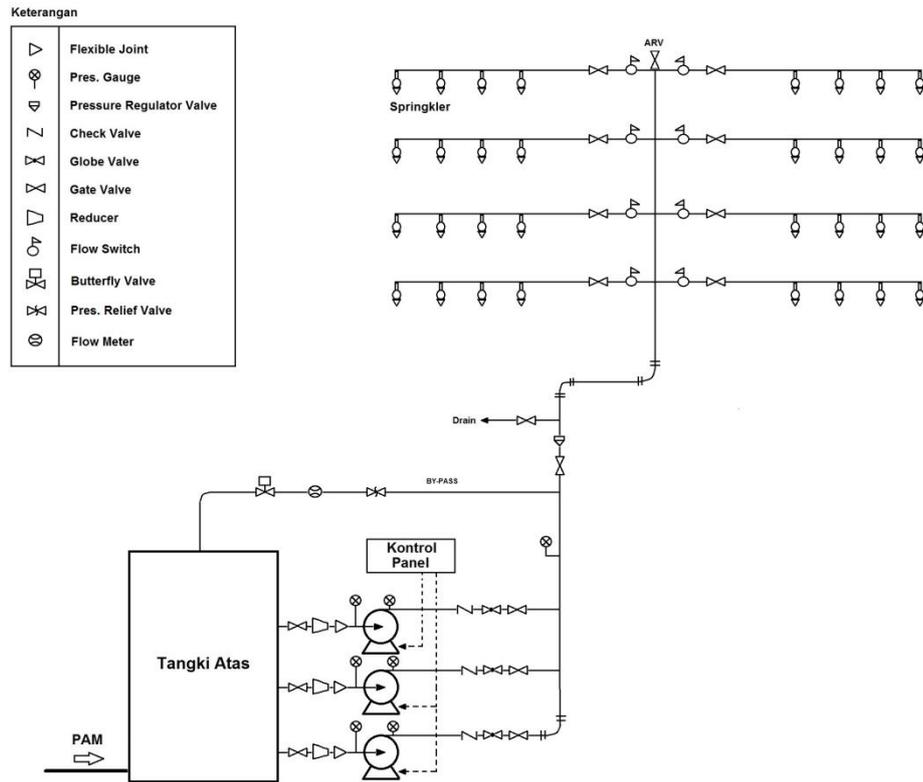
Sehingga head total pompa untuk menaikkan air dari tangki bawah menuju ke tangki atas adalah :

$$\begin{aligned} H &= h_s + h_f + \Delta h_p + h_v \\ &= 13 + 2.94 + 0 + 0.31 \\ &= \mathbf{16.25 \text{ meter}} \end{aligned}$$

4.6.2 Perhitungan Head Kerugian Pompa Reservoir Atas



Gambar 4.10 Isometri Sistem



Gambar 4.11 Gambar Skematik Sistem

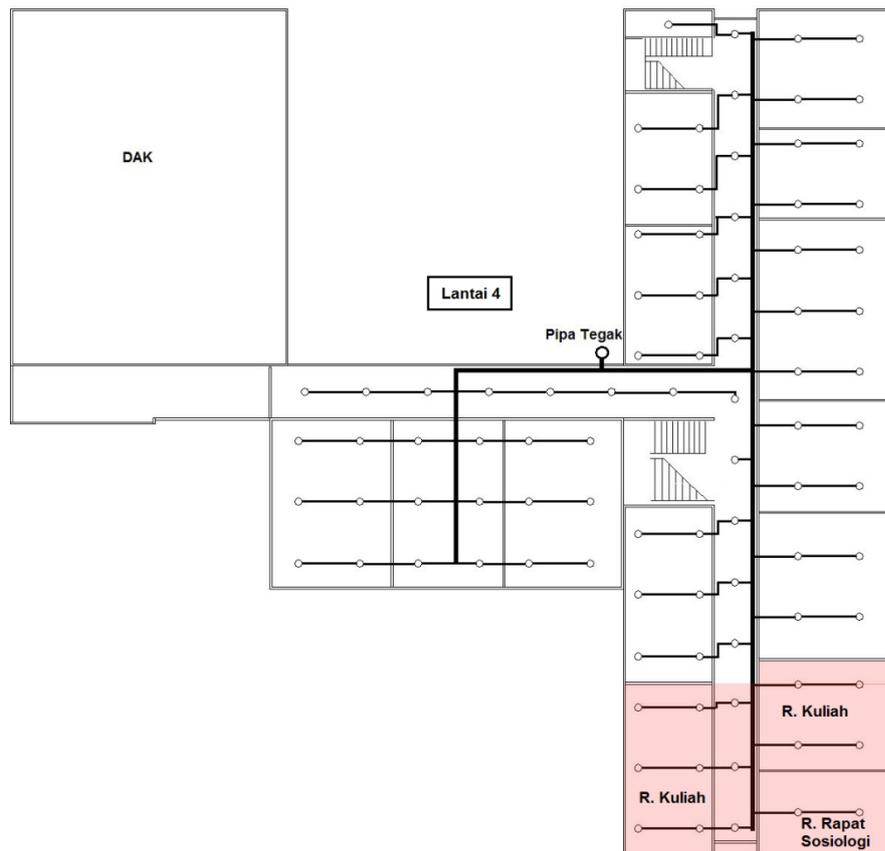
Segmen A - B	Tangki – Inlet Pompa
Segmen B - C	Discharge Pompa – Pipa Tegak
Segmen C - D	Pipa Tegak – Pipa Pembagi Utama
Segmen D - E	Pipa Pembagi Utama – Pipa Pembagi
Segmen E - F	Pipa Pembagi – Pipa Cabang
Segmen F - G	Pipa Cabang - Spingkler

Asumsi Kebakaran

Seandainya jika terjadi kebakaran pada lantai 1 gedung FIS maka :

Jenis dan jumlah *Fire Hydrant* yang aktif saat terjadi kebakaran

Jenis	Jumlah	Debit (m ³ /s)
Springkler	15 Buah	0.02



Gambar 4.12 Asumsi Kebakaran

- Segmen A – B (Tangki – Inlet Pompa)

Pada segmen dari tangki menuju inlet pompa digunakan pipa dengan material *black cast iron schedule 40* dengan ukuran 5 inci, Pipa ini mempunyai panjang 3 meter. Sehingga dapat diketahui beberapa parameter untuk menghitung rugi gesek.

- Diameter inlet : 0.130 m
- Debit : 0.02 m³/s
- Nilai C : 130 (pipa cor baru)
- Kecepatan aliran

$$Q = V \times A$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.02 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{1}{4}\pi d^2} = \frac{0.02 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{1}{4}(3.14)(0.130^2)\text{m}^2} = 1.5 \text{ m/s}$$

a) Kerugian gesek aliran pada pipa

Nilai f didapat dari persamaan Hazen-Williams

$$h_f = \frac{10.666 Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.85}} L = \frac{10.666 (0.02)^{1.85}}{130^{1.85} 0.13^{4.85}} 3 = 0.06 \text{ m}$$

(Sumber : Pompa dan Kompresor Sularso)

b) Kerugian gesek pada Valve

Komponen	Koefisien Kerugian	Jumlah komponen
Gate Valve	0.15	1

(Sumber : Pompa dan Kompresor Sularso)

- Kerugian gesekan pada gate valve

Nilai f didapat dari tabel 4.7

$$h_f = f \frac{v^2}{2g} = 0.15 \frac{1.5^2}{2(9.8)} = 0.017 \text{ m}$$

c) Friksi pada penampang hisap

Nilai f didapat dari tabel 4.7

$$h_f = \frac{fv^2}{2g} = \frac{1.97 (1.5 \text{ m/s})^2}{2(9.8) \text{ m/s}^2} = 0.22 \text{ m}$$

Nilai rugi gesek keseluruhan pada segmen ini adalah

$$h_f = 0.06 + 0.017 + 0.22 = \mathbf{0.3 \text{ m}}$$

- Segmen B – C (Discharge Pompa – Pipa Tegak)

Pada segmen dari pompa menuju pipa tegak digunakan pipa dengan material *black cast iron schedule 40* dengan ukuran 5 inci, Pipa ini mempunyai panjang 24 meter. Sehingga dapat di ketahui beberapa parameter untuk menghitung rugi gesek.

- Diameter inlet : 0.130 m
- Debit : 0.02 m³/s
- Nilai C : 130 (pipa cor baru)
- Kecepatan aliran

$$Q = V \times A$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.02 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{1}{4}\pi d^2} = \frac{0.02 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{1}{4}(3.14)(0.130^2) \text{ m}^2} = 1.5 \text{ m/s}$$

a) Kerugian gesek aliran pada pipa

Nilai f didapat dari persamaan Hazen-Williams

$$h_f = \frac{10.666 Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.85}} L = \frac{10.666 (0.02)^{1.85}}{130^{1.85} 0.13^{4.85}} 24 = 0.46 \text{ m}$$

(Sumber : Pompa dan Kompresor Sularso)

b) Kerugian gesek pada valve dan fitting

Komponen	Koefisien Kerugian	Jumlah komponen
Elbow standar 90	0.3	3
Gate valve	0.15	2
Check valve	1.15	1
Tee / cross	0.2	5

(Sumber : Pompa dan Kompresor Sularso)

- Kerugian gesekan pada elbow standar 90°

$$h_f = f \frac{v^2}{2g} = 0.3 \frac{1.5^2}{2(9.8)} = 0.034 \text{ m} \times 3 \text{ buah} = 0.10 \text{ m}$$

- Kerugian gesekan pada gate valve

$$h_f = f \frac{v^2}{2g} = 0.15 \frac{1.5^2}{2(9.8)} = 0.017 \text{ m} \times 2 \text{ buah} = 0.034 \text{ m}$$

- Kerugian gesekan pada check valve

$$h_f = f \frac{v^2}{2g} = 1.15 \frac{1.5^2}{2(9.8)} = 0.132 \text{ m}$$

- Kerugian gesekan pada Tee/cross

$$h_f = f \frac{v^2}{2g} = 0.2 \frac{1.5^2}{2(9.8)} = 0.022 \text{ m} \times 5 \text{ buah} = 0.114 \text{ m}$$

Kerugian gesek keseluruhan pada segmen ini adalah :

$$h_f = 0.46 \text{ m} + 0.10 \text{ m} + 0.034 \text{ m} + 0.132 \text{ m} + 0.114 \text{ m} = \mathbf{0.84 \text{ m}}$$

- Segmen C – D (Pipa Tegak – Pembagi Utama)

Pada segmen dari pipa tegak menuju pipa pembagi digunakan pipa dengan material *black cast iron schedule 40* dengan ukuran 5 inci, Pipa ini mempunyai panjang 0.5 meter. Sehingga dapat di ketahui beberapa parameter untuk menghitung rugi gesek.

- Diameter inlet : 0.130 m
- Debit : 0.02 m³/s
- Nilai C : 130 (pipa cor baru)
- Kecepatan aliran

$$Q = V \times A$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.02 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{1}{4}\pi d^2} = \frac{0.02 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{1}{4}(3.14)(0.130^2)\text{m}^2} = 1.5 \text{ m/s}$$

a) Kerugian gesek aliran pada pipa

Nilai f didapat dari persamaan Hazen-Williams

$$h_f = \frac{10.666 Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.85}} L = \frac{10.666 (0.02)^{1.85}}{130^{1.85} 0.13^{4.85}} 0.5 = 0.01 \text{ m}$$

(Sumber : Pompa dan Kompresor Sularso)

b) Kerugian gesek pada valve dan fitting

Komponen	Koefisien Kerugian	Jumlah komponen
Gate valve	0.15	3
Tee / cross	0.2	4

(Sumber : Pompa dan Kompresor Sularso)

- Kerugian gesekan pada Gate valve

$$h_f = f \frac{v^2}{2g} = 0.15 \frac{1.5^2}{2(9.8)} = 0.0172 \text{ m} \times 3 \text{ buah} = 0.051 \text{ m}$$

- Kerugian gesekan pada Tee/cross

$$h_f = f \frac{v^2}{2g} = 0.2 \frac{1.5^2}{2(9.8)} = 0.022 \text{ m}$$

Kerugian gesek keseluruhan pada segmen ini adalah :

$$h_f = 0.01 + 0.051 + 0.022 = \mathbf{0.083 \text{ m}}$$

- Segmen D – E (Pembagi Utama – Pipa Pembagi)

Pada segmen dari pipa pembagi utama menuju pipa pembagi digunakan pipa dengan material *black cast iron schedule 40* dengan ukuran 5 inci, Pipa ini mempunyai panjang 8.5 meter. Sehingga dapat di ketahui beberapa parameter untuk menghitung rugi gesek.

- Diameter inlet : 0.130 m
- Debit : 0.02 m³/s
- Nilai C : 130 (pipa cor baru)
- Kecepatan aliran

$$Q = V \times A$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.02 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{1}{4}\pi d^2} = \frac{0.02 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{1}{4}(3.14)(0.130^2)\text{m}^2} = 1.5 \text{ m/s}$$

a) Kerugian gesek aliran pada pipa

Nilai f didapat dari persamaan Hazen-Williams

$$h_f = \frac{10.666 Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.85}} L = \frac{10.666 (0.02)^{1.85}}{130^{1.85} 0.130^{4.85}} 8.5 = 0.16 \text{ m}$$

(Sumber : Pompa dan Kompresor Sularso)

b) Kerugian gesek pada valve dan fitting

Komponen	Koefisien Kerugian	Jumlah komponen
Gate valve	0.15	2
Tee / cross	0.2	4

(Sumber : Pompa dan Kompresor Sularso)

- Kerugian gesekan pada Gate valve

$$h_f = f \frac{v^2}{2g} = 0.15 \frac{1.5^2}{2(9.8)} = 0.017 \text{ m} \times 2 \text{ buah} = 0.034 \text{ m}$$

- Kerugian gesekan pada Tee/cross

$$h_f = f \frac{v^2}{2g} = 0.2 \frac{1.5^2}{2(9.8)} = 0.022 \text{ m} \times 4 \text{ buah} = 0.091 \text{ m}$$

Kerugian gesek keseluruhan pada segmen ini adalah :

$$h_f = 0.16 + 0.034 + 0.091 = \mathbf{0.285 \text{ m}}$$

- Segmen E – F (Pipa Pembagi – Pipa Cabang)

Pada segmen dari pipa pembagi menuju cabang digunakan pipa dengan material *black cast iron schedule 40* dengan ukuran 4 inci, Pipa ini mempunyai panjang 23.5 meter. Sehingga dapat di ketahui beberapa parameter untuk menghitung rugi gesek.

- Diameter inlet : 0.100 m
- Debit : 1 cabang 0.003 m³/s (Pipa Cabang)
: Total 6 cabang = 0.02 m³/s (Pipa Pembagi)
- Nilai C : 130 (pipa cor baru)
- Kecepatan aliran

$$Q = V \times A$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.03 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{1}{4}\pi d^2} = \frac{0.02 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{1}{4}(3.14)(0.100^2)\text{m}^2} = 2.5 \text{ m/s}$$

a) Kerugian gesek aliran pada pipa

Nilai f didapat dari persamaan Hazen-Williams

$$h_f = \frac{10.666 Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.85}} L = \frac{10.666 (0.02)^{1.85}}{130^{1.85} 0.100^{4.85}} 23.5 = 1.63 \text{ m}$$

(Sumber : Pompa dan Kompresor Sularso)

b) Kerugian gesek pada fitting

Komponen	Koefisien Kerugian	Jumlah komponen
Tee / cross	0.2	7

(Sumber : Pompa dan Kompresor Sularso)

- Kerugian gesekan pada Tee/cross

$$h_f = f \frac{v^2}{2g} = 0.2 \frac{2.5^2}{2(9.8)} = 0.063 \text{ m} \times 7 \text{ buah} = 0.44 \text{ m}$$

Kerugian gesek keseluruhan pada segmen ini adalah :

$$h_f = 1.63 + 0.44 = \mathbf{3.73 \text{ m}}$$

- Segmen F – G (Pipa Cabang – Springkler)

Pada segmen dari pipa tegak menuju reservoir digunakan pipa dengan material *black cast iron schedule 40* dengan ukuran 1 inci, Pipa ini mempunyai panjang 5.6 meter. Sehingga dapat di ketahui beberapa parameter untuk menghitung rugi gesek.

- Diameter inlet : 0.032 m
- Debit : 1 cabang 0.003 m³/s (Pipa Cabang)
- Nilai C : 130 (pipa cor baru)

- Kecepatan aliran

$$Q = V \times A$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.003 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{1}{4}\pi d^2} = \frac{0.003 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{1}{4}(3.14)(0.032^2)\text{m}^2} = 3.75 \text{ m/s}$$

- a) Kerugian gesek aliran pada pipa

Nilai f didapat dari persamaan Hazen-Williams

$$h_f = \frac{10.666 Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.85}} L = \frac{10.666 (0.002)^{1.85}}{130^{1.85} 0.032^{4.85}} 5.6 = 2.99 \text{ m}$$

(Sumber : Pompa dan Kompresor Sularso)

$$h_f = \mathbf{2.99 \text{ m}}$$

Jadi nilai rugi gesek total dari keseleruhan segmen kebakaran ini adalah :

$$H_{f(\text{total})} = 0.3 \text{ m} + 0.84 \text{ m} + 0.83 \text{ m} + 0.28 \text{ m} + 2.07 \text{ m} + 2.99 \text{ m} = \mathbf{7.31 \text{ m}}$$

3. Head Akibat Perbedaan Tekanan

Karena tekanan pada bagian tangki dan sisi keluaran masih dalam keadaan tekanan atmosfer sehingga nilai *Head* akibat perbedaan tekanan ini dapat diabaikan, sehingga nilainya nol.

4. Head Akibat Perbedaan Kecepatan

Dari perhitungan sebelumnya telah diketahui bahwa pada sisi isap (Suction) pompa kecepatan alirannya adalah 1.5 m/s dan kecepatan aliran pada sisi keluar (Discharge) adalah 3.75 m/s.

$$h_v = \frac{V_{\text{suction}}^2 - V_{\text{discharge}}^2}{2g} = \frac{1.5^2 - 3.75^2}{2(9.8)\text{m/s}^2} = \frac{2.25 - 14.06}{19.6} = \mathbf{0.83 \text{ m}}$$

Jadi total Head keseluruhan dari sistem springkler adalah :

No	Keterangan	Head (m)
1	Head Statik, h_s	2.5
2	Head Friksi, h_f	7.31
3	Head perbedaan tekanan	0
4	Head perbedaan kecepatan h_v	0.83
5	Head springkler 1 bar	10.19
Total		20.83

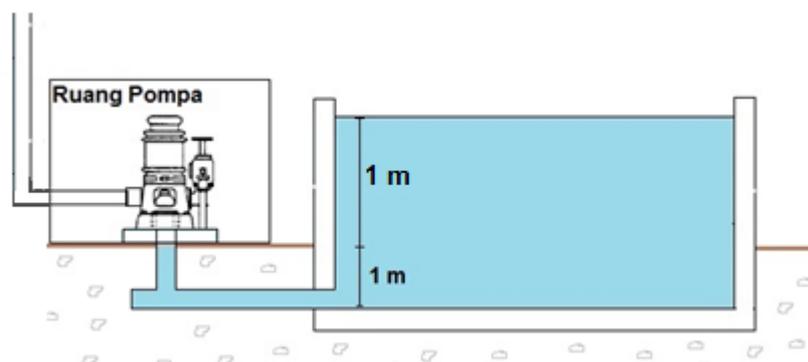
4.7 Penentuan Sistem Pompa

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

- Pompa pacu listrik dipakai sebagai pompa utama untuk melayani kebutuhan sistem sprinkler.
- Pompa diesel digunakan sebagai pompa cadangan ketika sumber daya listrik mati, sehingga secara otomatis pompa diesel siap beroperasi menggantikan peran pompa listrik. Ini dapat terjadi karena sistem pompa di *interlock* dalam panel pompa kebakaran.
- Pompa listrik dan pompa diesel mempunyai kapasitas yang sama sehingga dapat bekerja secara bergantian dan tidak dipengaruhi sistem. Sedangkan pompa pacu mempunyai kapasitas 5 – 10 persen dari pompa listrik.
- Pompa pacu digunakan untuk menjaga agar tekanan dalam sistem tetap konstan.
- Untuk mengendalikan tekanan pada sistem ini, dipakai *pressure switch* untuk mengendalikan masing-masing pompa tersebut. Jadi digunakan 3 *pressure switch* untuk sistem pompa
 - 1 buah *pressure switch* untuk pompa listrik
 - 1 buah *pressure switch* untuk pompa diesel
 - 1 buah *pressure switch* untuk pompa pacu

4.8 Perhitungan Daya Pompa Reservoir Bawah

4.8.1 Perhitungan Head Isap Positif Netto (NPSH)



Gambar 4.13 Skema pompa dan reservoir bawah

NPSH yang tersedia ialah *Head* yang dimiliki oleh zat cair pada sisi isap pompa (ekuivalen dengan tekanan mutlak pada sisi isap pompa) dikurangi dengan takanan uap jenuh zat cair di tempat tersebut.

Dalam hal pompa yang mengisap zat cair dari tempat terbuka (dengan tekanan atmosfer pada permukaan zat cair seperti diperlihatkan dalam maka besarnya NPSH dapat ditulis sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{NPSH}_a &= H_a + H_{s1} - H_{vp} - H_f - H_i \\ &= 10.3 - (1) - 0.420 - 0.038 - 0.157 = 8.6 \text{ m (28.2 ft)} \end{aligned}$$

H_a = Tekanan Atmosfer Tabel 2.14 (33.9 ft) atau 10.3 m

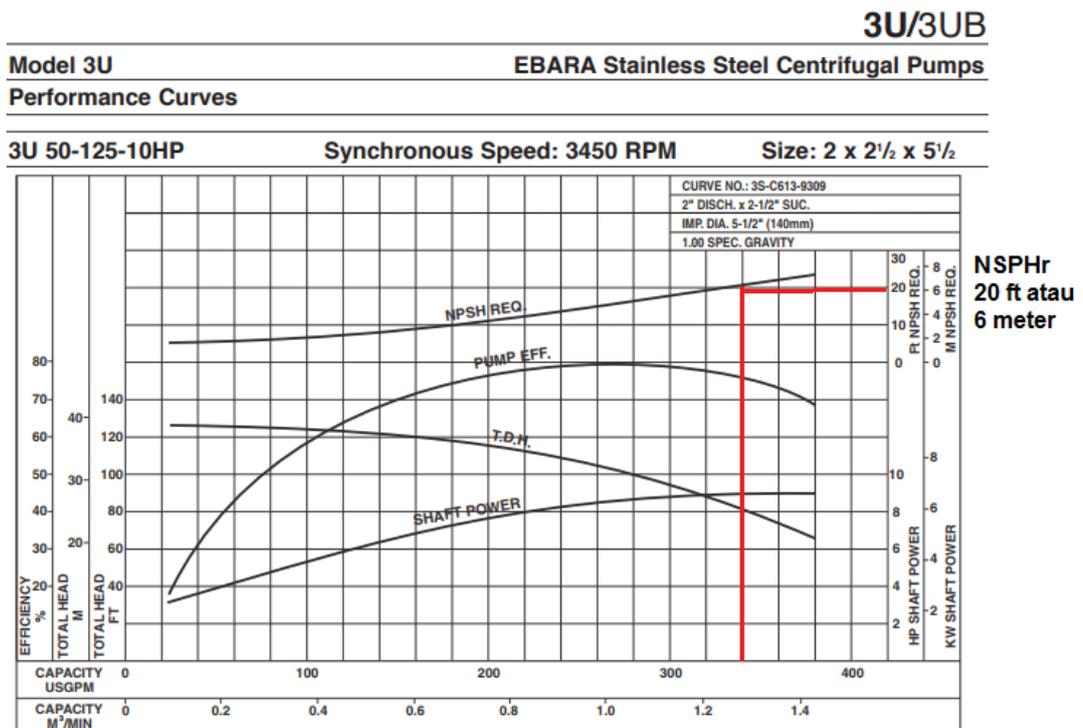
H_{s1} = Head Statistik (3.2 ft) atau 1 m

H_{vp} = Head Vapor Tabel 2.13 (1.379 ft) suhu 29° atau 0.420 m

H_f = Rugi Gesek = (0.038 m)

H_i = Head Inlet Pompa (0.157 m)

(Sumber : Pompa dan Kompresor Sularso)



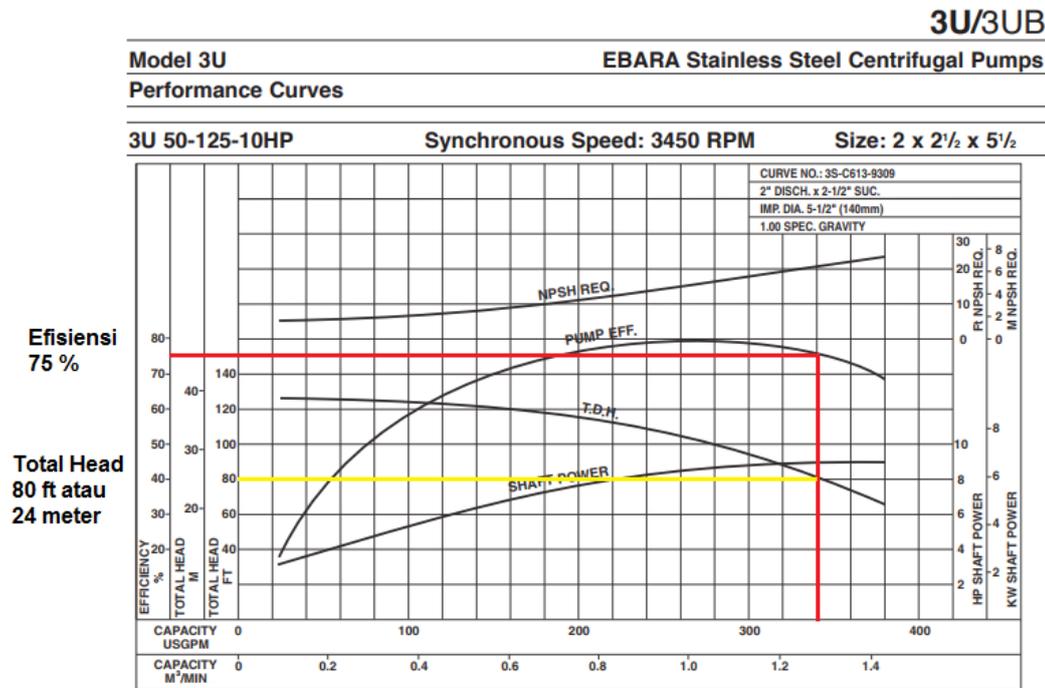
Gambar 4.14 Kurva NPSH

(Sumber : Ebara *Centrifugal Pumps Model 3U/3UB*)

Dari grafik dapat dilihat bahwa dengan menggunakan pompa Ebara *Centrifugal Pumps Model 3U/3UB*, telah menyediakan nilai NPSHa sebesar 28.2 ft (8.6 m). Jika kita bandingkan dengan NPSHr yang dibutuhkan yaitu sebesar 20 ft (6 m). Maka dapat disimpulkan bahwa NPSHa lebih besar dibandingkan dengan NPSHr, sehingga kavitasi pada pompa tidak terjadi.

4.8.2 Efisiensi Pompa

Efisiensi pompa merupakan perbandingan antara daya hidrolik yang dihasilkan oleh pompa (WHP) dengan daya poros motor (BHP) yang dapat diketahui dari hasil plot Head dan laju aliran sistem pada kurva performa pompa yang telah disediakan oleh pihak manufakturnya.



Gambar 4.15 Kurva Efisiensi

(Sumber : Ebara *Centrifugal Pumps Model 3U/3UB*)

Dari hasil plot pada grafik diatas dapat diketahui bahwa efisiensi pompa dari sistem yang telah di rancang mempunyai efisiensi tertinggi dari pompa (best operation point) yaitu sebesar 75 %

4.8.3 Daya Motor (BHP)

Nilai BHP (Brake Horse Power) didapat dari formula

$$\eta = \frac{WHP}{BHP}$$

$$WHP = 9797 \cdot Q \cdot H \cdot s \cdot g$$

$$WHP = 9797 \cdot 0.02 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 16.25 \text{ m} \cdot 1 = 3184 \text{ Watt} = 3.18 \text{ kW}$$

$$BHP = \frac{WHP}{\eta} = \frac{3.18}{0.75} = 4.2 \text{ kW atau } 5.6 \text{ HP}$$

Sehingga diketahui bahwa daya dari pompa yang dibutuhkan adalah **5.6 kW**.

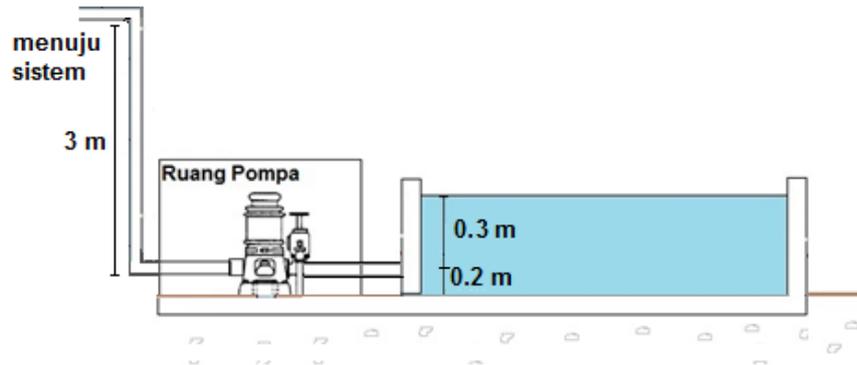


Gambar 4.16 Pompa Ebara *Centrifugal Pumps Model 3U/3UB*
(Sumber : Ebara *Centrifugal Pumps Model 3U/3UB*)

4.8.4 Pompa Diesel

Pompa diesel merupakan fungsi substitusi dari pompa elektrik, jika terjadi kegagalan pada pompa elektrik. Perbedaannya hanya pada motor penggerak pada pompa diesel menggunakan motor diesel, sehingga spesifikasi yang dibutuhkan harus mempunyai nilai yang sama dengan spesifikasi pompa elektrik, yaitu mempunyai debit aliran sebesar 320 GPM dan *Head* minimum sebesar 16.25 m

4.9 Perhitungan Daya Pompa Reservoir Atas



Gambar 4.17 Skema pompa dan reservoir atas

4.9.1 Perhitungan Head Isap Positif Netto (NPSH)

NPSH yang tersedia ialah *Head* yang dimiliki oleh zat cair pada sisi isap pompa (ekuivalen dengan tekanan mutlak pada sisi isap pompa) dikurangi dengan takanan uap jenuh zat cair di tempat tersebut.

Dalam hal pompa yang mengisap zat cair dari tempat terbuka (dengan tekanan atmosfer pada permukaan zat cair seperti diperlihatkan dalam maka besarnya NPSH dapat ditulis sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{NPSH} &= H_a + H_{s1} - H_{vp} - H_f - H_i \\ &= 10.3 - (0.3) - 0.420 - 0.038 - 0.157 = 9.45 \text{ m (31 ft)} \end{aligned}$$

H_a = Tekanan Atmosfer Tabel 2.14 (33.9 ft) atau 10.3 m

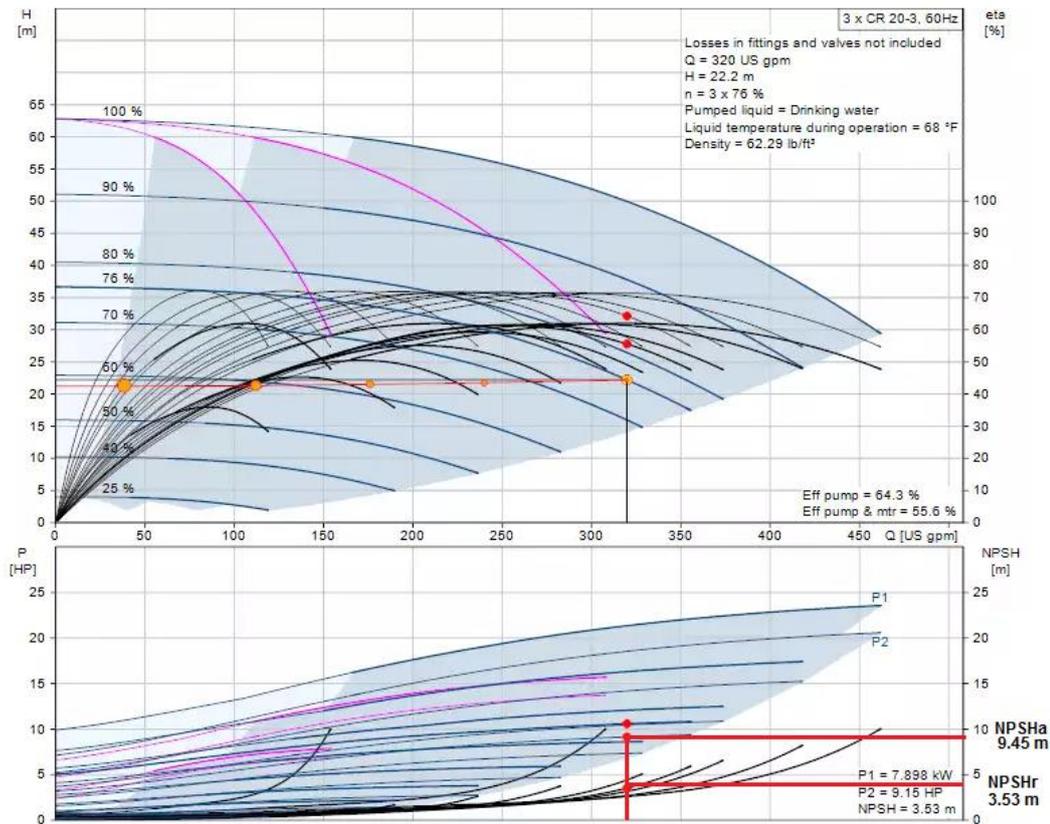
H_{s1} = Head Statistik (2.6 ft) atau 0.8 m

H_{vp} = Head Vapor Tabel 2.13 (1.379 ft) suhu 29° atau 0.420 m

H_f = Rugi Gesek = (0.038 m)

H_i = Head Inlet Pompa (0.157 m)

(Sumber : Pompa dan Kompresor Sularso)



Gambar 4.18 Kurva Efisiensi dan NPSH

(Sumber : *Catalogue GRUNDFOS HYDRO MPC EF 3CR15*)

Dari grafik dapat dilihat bahwa dengan menggunakan pompa Grundfos Hydro MPC EF 3CR15, telah menyediakan nilai NPSHa sebesar 31.3 ft (9.45 m). Jika kita bandingkan dengan NPSHr yang dibutuhkan yaitu sebesar 11.5 ft (3.53 m). Maka dapat disimpulkan bahwa NPSHa lebih besar dibandingkan dengan NPSHr, sehingga kavitasasi pada pompa tidak terjadi.

4.9.2 Efisiensi Pompa

Efisiensi pompa merupakan perbandingan antara daya hidrolis yang dihasilkan oleh pompa (WHP) dengan daya poros motor (BHP) yang dapat diketahui dari hasil plot Head dan laju aliran sistem pada kurva performa pompa yang telah disediakan oleh pihak manufakturnya.

Dari hasil plot pada grafik diatas dapat diketahui bahwa efisiensi pompa dari sistem yang telah di rancang mempunyai efisiensi tertinggi dari pompa (best operation point) yaitu sebesar 64 %

4.9.3 Daya Motor (BHP)

Nilai BHP (Brake Horse Power) didapat dari formula

$$\eta = \frac{WHP}{BHP}$$

$$WHP = 9797 \cdot Q \cdot H \cdot s \cdot g$$

$$WHP = 9797 \cdot 0.02 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 20,83 \text{ m} \cdot 1 = 4081.4 \text{ Watt} = 4.08 \text{ kW}$$

$$BHP = \frac{WHP}{\eta} = \frac{4.08}{0.64} = 6.3 \text{ kW atau } 8.4 \text{ HP}$$

Sehingga diketahui bahwa daya dari pompa yang dibutuhkan adalah **6.3 kW**.



Gambar 4.19 Jockey Pump HYDRO MPC EF 3CR15
(Sumber : *Catalogue GRUNDFOS HYDRO MPC EF 3CR15*)

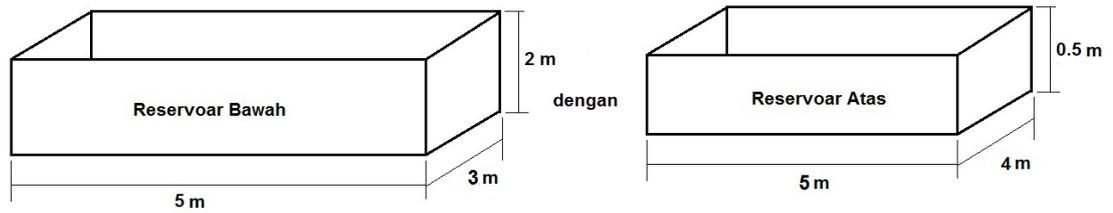
4.10 Kapasitas Tangki Reservoar

Untuk menyediakan debit minimum yang dibutuhkan untuk sistem dapat bekerja dalam waktu minimum 30 menit (maksimal 60 menit menurut NFPA 13) , sesuai waktu minimum yang dibutuhkan agar sistem dalam keadaan siap dioperasikan, maka kapasitas tangki reservoar dapat ditentukan sebagai berikut,

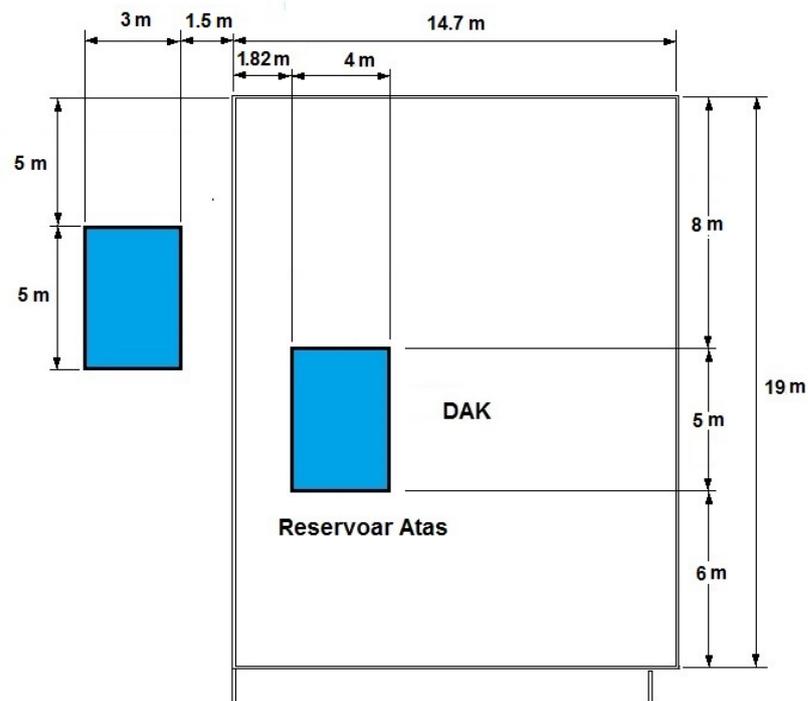
$$\text{Kapasitas tangki reservoar} = (Q \text{ (l/min)} \times 30 \text{ menit}) / 1000$$

$$\text{Kapasitas tangki reservoar} = \frac{1200 \times 30}{1000} = 36 \text{ (} 40 \text{ m}^3 \text{ Dimensi)}$$

Sehingga tangki reservoar atas **10 m³** dan tangki reservoar bawah **30 m³**



Gambar 4.20 Dimensi Tangki Reservoir Atas dan Bawah



Gambar 4.21 Penempatan Tangki Reservoir

4.11 Sistem Deteksi Alarm dan Automasi

Pada sistem alarm yang digunakan di Gedung Fakultas Ilmu Sosial adalah sistem *adressable* dimana sistem ini ini biasanya lebih canggih dari sistem konvensional dengan adanya kapasitas informasi yang lebih besar dan kontrol yang lebih fleksibel. Panel kendali alarm kebakaran *adressable* menggunakan 1 atau lebih sirkuit jalur sinyal atau Signal Line Circuit (SLC) disebut loops atau SLC loops, berjumlah antara 1 sampai 30 loops. Setiap SLC mampu memonitor dan mengontrol sampai ratusan alat (*devices*). Setiap SLC mempunyai alamat sendiri, sehingga panel mengetahui status dari setiap alat/ device yang dihubungkan ke panel.

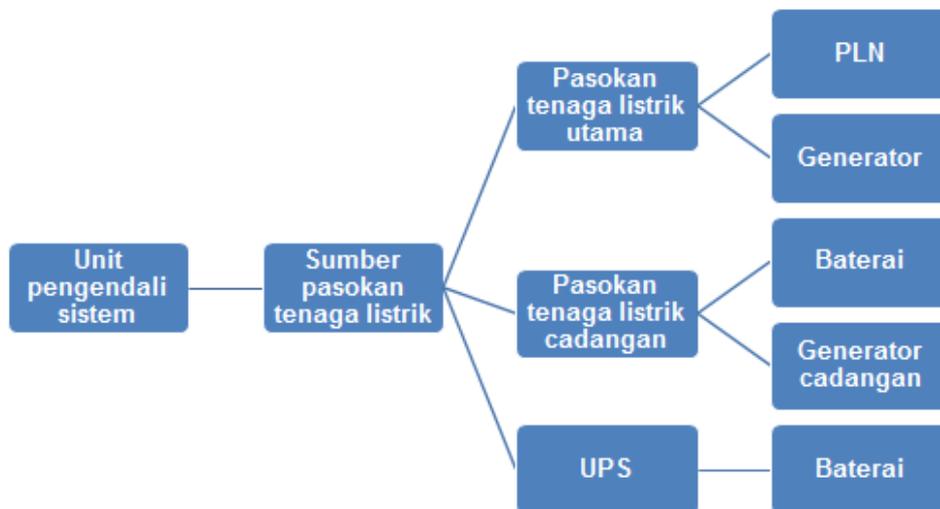
Peralatan inisiasi dapat terdiri dari:

- Detektor asap.
- Titik panggil manual atau manual pull station.
- Peralatan notifikasi.
- Responder.
- Input sistem springkler.

Pasokan tenaga listrik utama.

- Pasokan tenaga listrik utama didapat dari PLN atau generator untuk daerah yang belum terjangkau aliran listrik melalui sirkuit khusus untuk keperluan ini.
- Selain dari PLN dan generator, penggunaan UPS (Uninterruptible Power Supply) dapat dianggap sebagai pasokan utama.

Skema pasokan tenaga listrik sebagai berikut



Gambar 4.22 Skema Pasokan Tenaga Listrik

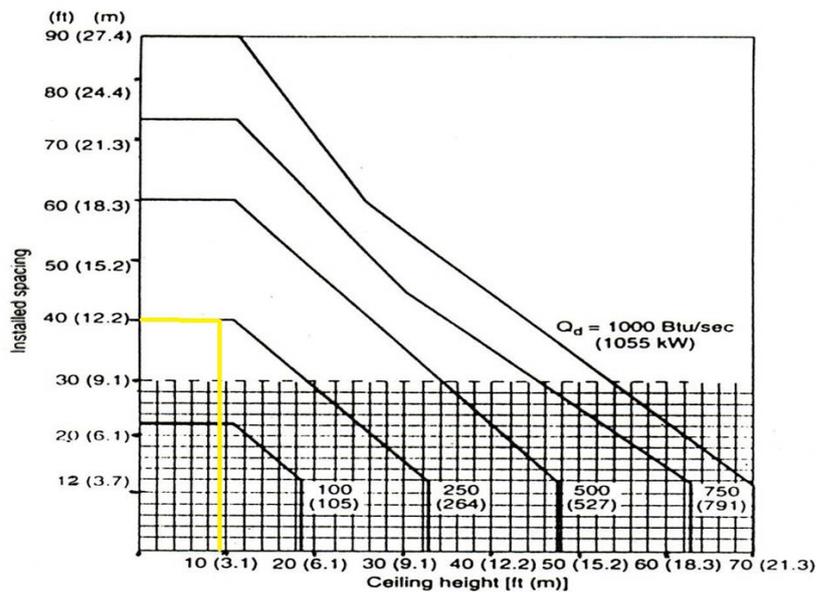
4.11.1 Perhitungan Detektor

Sebelum memberikan detektor pada ruangan-ruangan dalam gedung ini, langkah yang paling utama adalah menghitung kebutuhan detektornya terlebih dahulu sehingga dapat diketahui standart jumlah detektor beserta jenis detektor yang diberikan sampai berapa buah. Berikut adalah contoh cara bagaimana menghitung kebutuhan detektor berdasarkan NFPA 72.

❖ Pada Gudang Lantai 1

- Panjang = 9.796 m
- Lebar = 3.672 m
- Tinggi langit-langit = 3 m
- Jenis Detektor = Asap (Ruang Efektif)
- Pertumbuhan Api = Lambat 250 Btu/s

Maka jarak pemasangan dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4.23 Jarak Pemasangan Detektor Asap

(Sumber : NFPA 72E *Standard on Automatic Fire Detectors*, 1990 Edition)

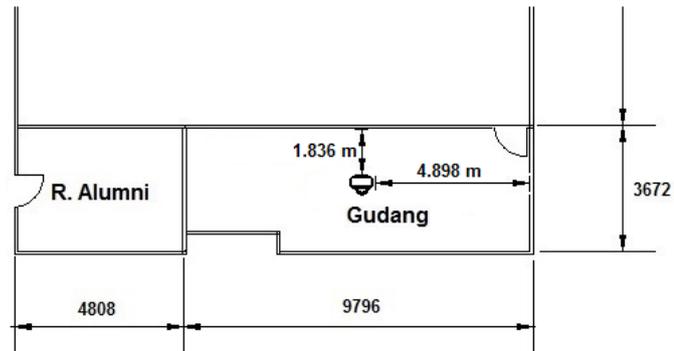
Sehingga didapat jarak pemasangan

$$\text{Jml Detektor} = \frac{9.796 \text{ m} \times 3.672 \text{ m}}{12.2 \text{ m} \times 12.2 \text{ m/Detektor}} = 0.24 \text{ Dibulatkan menjadi 1 Detektor}$$

Sehingga didapat jarak pemasangan

Panjang $9.796 \text{ m} / 2 = 4.898 \text{ m}$

Lebar $3.672 \text{ m} / 2 = 1.836 \text{ m}$



Gambar 4.24 Pemasangan Detektor Asap Pada Gudang

Untuk pemasangan lebih detail lagi, maka dibuatlah tabel pemasangan detektor dibawah ini, agar mempermudah pemasangan detektor asap. Dan untuk Pemasangan lengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran 10 sampai Lampiran 13**

Tabel 4.8 Pemasangan Detektor

Lantai 1								
Ruangan	Luas (m ²)	Tinggi (m)	Jenis Pertumbuhan api	Jarak Pemasangan (m)	Jumlah Detektor	Pembulatan Detektor	Jarak dari dinding (Lebar) m	Jarak dari dinding (Panjang) m
Gudang	35.971	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.24	1	1.836	4.898
R. Alumni	17.655	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.11	1	1.836	2.404
R. Aula	151.706	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	1.01	1	5.194	7.302
Pusat Informasi	21.761	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.14	1	2.263	2.404
R. Kuliah	33.298	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.22	1	2.263	3.6785
R. Kuliah	59.408	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.4	1	4.0375	3.6785
R. Perpustakaan	100.732	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.67	1	6.846	3.6785
R. Kuliah	45.892	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.3	1	4.7725	2.404
R. USP	19.319	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.12	1	2.009	2.404
Gudang	7.693	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.05	1	0.8	2.404
R. BEM FIS	32.365	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.2	1	2.269	3.566
R. BEM FIS	32.707	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.2	1	2.269	3.566
R. Kuliah	40.545	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.27	1	4.2715	2.373
Gudang	21.466	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.12	1	2.2615	2.373
R. Kuliah	67.489	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.45	1	4.4565	3.786
R. Kuliah	76.947	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.51	1	5.081	3.786
Koridor & Hall	376.35	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	2.5	3	Variasi	
Jumlah						20		

Lantai 2								
Ruangan	Luas (m ²)	Tinggi (m)	Jenis Pertumbuhan api	Jarak Pemasangan (m)	Jumlah Detektor	Pembulatan Detektor	Jarak dari dinding (Lebar) m	Jarak dari dinding (Panjang) m
R. PKPIS	21.761	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.14	1	2.263	2.404
R. Penjaminan Mutu	13.376	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.08	1	2.2935	1.458
R. Sekret Dekan	22.400	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.15	1	2.3295	2.404
R. Dekan	23.386	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.15	1	2.432	2.404
R. Sidang	35.469	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.23	1	2.353	3.7685
R. Guru Besar	32.477	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.21	1	2.1545	3.7685
R. Pembantu Dekan I, II & III	68.436	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.45	1	4.54	3.7685
R. Prodi PIPS	32.959	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.22	1	2.1865	3.7685
R. Jurusan IAI	66.326	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.44	1	4.4	3.7685
R. Jur. ISP : PPKN	68.474	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.46	1	4.5425	3.7685
Gudang	7.693	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.051	1	0.8	2.404
R. Sidang	65.211	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.43	1	6.7815	2.404
R. Prodi Komunikasi	37.660	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.24	1	4.5615	2.064
R. Keu Kepeg TU	29.641	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.19	1	4.5615	1.6245
R. Tata usaha	53.890	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.35	1	4.5615	2.9535

R. Akademik	42.504	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.28	1	4.5615	2.3295
R. Jurusan Sosiologi	65.065	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.43	1	4.5615	3.566
R. Jur Sejarah	76.136	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.51	1	5.0275	3.786
R. Dosen Jurusan Geografi	68.299	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.45	1	4.51	3.786
R. Jurusan Geografi	19.796	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.12	1	2.0855	2.373
R. Sidang	42.216	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.28	1	8.895	2.373
Koridor	245.32	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	1.64	2	Variasi	
Jumlah						23		

Lantai 3								
Ruangan	Luas (m²)	Tinggi (m)	Jenis Pertumbuhan api	Jarak Pemasangan (m)	Jumlah Detektor	Pembulatan Detektor	Jarak dari dinding (Lebar) m	Jarak dari dinding (Panjang) m
R. Kuliah	43.248	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.29	1	4.4975	2.404
R. Kuliah	48.146	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.32	1	3.194	3.7685
R. Prodi Pariwisata	24.353	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.15	1	2.5325	2.404
R. Kuliah	48.599	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.32	1	3.2241	3.7685
R. Kuliah	54.530	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.36	1	3.6175	3.7685
R. Kuliah	48.825	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.32	1	3.239	3.7685

R. Kuliah	50.008	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.33	1	3.3175	3.7685
R. Kuliah	54.033	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.36	1	3.5845	3.7685
R. Kuliah	34.127	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.22	1	3.549	2.404
R. Kuliah	32.175	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.21	1	3.346	2.404
Gudang	7.693	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.05	1	0.8	2.404
R. Kuliah	54.356	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.36	1	4.538	2.9945
R. Kuliah	55.264	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.36	1	4.538	3.0445
R. Kuliah	60.201	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.4	1	4.538	3.3165
R. Kuliah	78.369	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.52	1	5.2795	3.711
Lab. IAI	29.636	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.19	1	1.9965	3.711
Lab. Sistem Geografi	33.570	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.22	1	2.2615	3.711
Lab. SIG	29.663	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.19	1	3.125	2.373
R. Kuliah	32.349	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.21	1	3.408	2.373
Koridor	243.1	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	1.63	2	Variasi	
Jumlah						21		

Lantai 4								
Ruangan	Luas (m ²)	Tinggi (m)	Jenis Pertumbuhan api	Jarak Pemasangan (m)	Jumlah Detektor	Pembulatan Detektor	Jarak dari dinding (Lebar) m	Jarak dari dinding (Panjang) m
Lab. Audio Visual	19.304	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.12	1	2.0075	2.404
R. Kuliah	44.094	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.29	1	4.5855	2.404

R. Baca Jur. Sosiologi	28.264	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.18	1	1.875	3.7685
R. Kuliah	43.873	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.28	1	2.9105	3.7685
R. Ilmu Komunikasi	58.985	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.38	1	3.913	3.7685
Lab. Workshop Sejarah	45.101	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.3	1	2.992	3.7685
Lab. Sospol	73.885	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.49	1	4.9015	3.7685
R. Kuliah	35.605	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.23	1	2.362	3.7685
R. Kuliah	48.531	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.32	1	3.2195	3.7685
Gudang	7.693	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.04	1	0.8	2.404
R. Kuliah	37.666	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.24	1	3.917	2.404
R. Kuliah	32.238	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.21	1	3.3525	2.404
Lab. IPS Terpadu	56.861	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.37	1	4.538	3.1325
Lab. Mirco Teaching	53.766	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.35	1	4.538	2.962
Lab. Komputer FIS	58.858	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	0.38	1	4.538	3.2425
Koridor	161.55	3	Lambat Q = 250 Btu/s	12.2	1.08	1	Variasi	
Jumlah						16		



Gambar 4.25 Detektor Asap DO1101A Optical Smoke Detector
(Sumber : Katalog *Bosch Security*)

Keterangan :

Tegangan Operasi : 16 V DC sampai 28 V DC
 Arus Standby : 0.2 mA
 Arus Alarm : 0.2 mA
 Kabel : 0.2 mm² sampai 2.5 mm²

Tabel 4.9 Jumlah Detektor Asap

Lantai	Jumlah Detektor Asap Berdasarkan Perhitungan	Jumlah Detektor Asap Berdasarkan Peletakan
1	20	22
2	23	33
3	21	28
4	16	20
Total	80	103

4.11.2 Peralatan Notifikasi

- Notifikasi Audio



Gambar 4.26 Notifikasi Suara Wheelock Series MB Motor Bells
(Sumber : Katalog *Kidde Fire Systems*)

Keterangan :

Tegangan Operasi : 24 V DC
Arus Standby : < 1 mA
Arus Alarm : 40 mA
Kabel : 12 to 18 AWG wire
Volume : 92 dB

- Notifikasi Visual



Gambar 4.27 Notifikasi Visual Wheelock Series RSSWP Strobes
(Sumber : Katalog *Kidde Fire Systems*)

Keterangan :

Tegangan Operasi : 24 V DC
Arus Standby : < 1 mA
Arus Alarm : 138 mA
Kabel : 12 to 18 AWG wire
Intensitas Cahaya : 180 cd

4.11.3 Fire Alarm Control Panel



Gambar 4.28 FPA-1000 Addressable Fire Panels
(Sumber : Katalog *Bosch Security*)

Keterangan :

Tegangan Operasi : (Primary) 120 VAC & (Secondary) 24 V DC
 Arus Standby : 1 A
 Arus Alarm : 2 A
 Baterai : 40 Ah 2x12 V DC
 Intensitas Cahaya : 10 cd
 Kabel : 12 AWG (2.05 mm) to 26 AWG 0.41 mm)



Gambar 4.29 Initiating Module, Dual Class B, 12/24V
 (Sumber : Katalog *Bosch Security*)

Initiating Module adalah suatu perangkat yang berfungsi untuk membaca sebuah *input* dan *output* dari sensor yang di desain untuk membantu atau mendukung sistem pemadam kebakaran *fire alarm* yang biasanya diaplikasikan pada sistem *semi addressable* atau *full addressable*.

Keterangan :

Tegangan Operasi : 12 V DC to 24 V DC
 Arus Standby : 0.024 A
 Arus Alarm : 0.145 A

Tabel 4.10 Jumlah Pemasangan Sirine dan Strobo

Lantai	Jumlah Sirine	Jumlah Strobo
1	7	5
2	5	6
3	5	6
4	4	4
Total	21	21

4.11.4 Pasokan Tenaga Listrik Cadangan

Baterai adalah termasuk salah satu komponen utama dari sistem alarm kebakaran, merupakan tenaga listrik cadangan (*secondary power*) yang dapat disambung dan dilepas dengan sistem. Baterai dihubungkan dengan sistem sedemikian hingga unit kendali pasokan tenaga dapat memindahkan dengan mudah pasokan tenaga listrik utama ke tenaga listrik cadangan bila pada suatu saat terjadi kegagalan pada pasokan tenaga listrik utama secara sengaja atau tidak. Baterai yang digunakan untuk sistem alarm kebakaran tidak boleh digunakan untuk keperluan lain apapun.

- ❖ Peralatan Panel (FACP) berisi :
 - Modul A, 4 buah, masing-masing dengan arus standby 0,024 Amp, arus alarm 0,145 Amp.
 - Panel Utama 1 buah, dengan arus standby 1 Amp, arus alarm 2 Amp.
 - Pasokan tenaga 2 buah, masing-masing dengan arus standby 0,1 Amp, arus alarm 0,1 Amp.
- ❖ Peralatan Inisiasi, terdiri dari:
 - Detektor asap 103 buah, masing-masing dengan arus standby 0,0002 Amp dan arus alarm 0,0002 Amp.
- ❖ Peralatan Notifikasi, terdiri dari:
 - Sirine/Bell (92 dB), 21 buah, masing-masing dengan arus standby 0 Amp, arus alarm 0.04 Amp.
 - Lampu strobo (180 cd), 21 buah, masing-masing dengan arus standby 0 Amp, arus alarm 0.138 Amp.
- ❖ Peralatan lain-lain, terdiri dari:
 - Relay 8 buah, masing-masing dengan arus standby 0,0003 Amp dan arus alarm 0 Amp.

Tabel 4.11 Perhitungan Baterai

		Jumlah	Arus Standby (Amp)		Arus Alarm (Amp)	
			Unit	Subtotal	Unit	Subtotal
I	Peralatan Panel					
	Modul A	4	0,024	0.096	0,145	0.58
	Panel Utama	1	1	1	2	2
	Pasokan Tenaga	2	0.1	0.2	0.1	0.2
II	Peralatan Inisiasi					
	Detektor Asap	103	0.0002	0.0206	0.0002	0.0206

III	Peralatan Notifikasi					
	Sirine/Bell (92dB)	21	0	0	0.04	0.84
	Lampu Strobo (180 cd)	21	0	0	0.138	2.898
IV	Peralatan Lain					
	Relay	8	0,0003	0.0024	0	0
V	Beban Standby			1.31		
VI	Beban Alarm					6.54
VI I	Durasi Standby	24	Jam			
VI II	Durasi Alarm	5	Min		0.0830	Jam
IX	Standby Total				31.44	Ah
X	Alarm Total				0.54	Ah
XI	Kapasitas Baterai Total				31.98	Ah
XII	Faktor Keamanan 20%				6.396	Ah
XIII	Kapasitas Baterai				38.37	Ah
XIV	Kapasitas Baterai Yang Ada				55	Ah

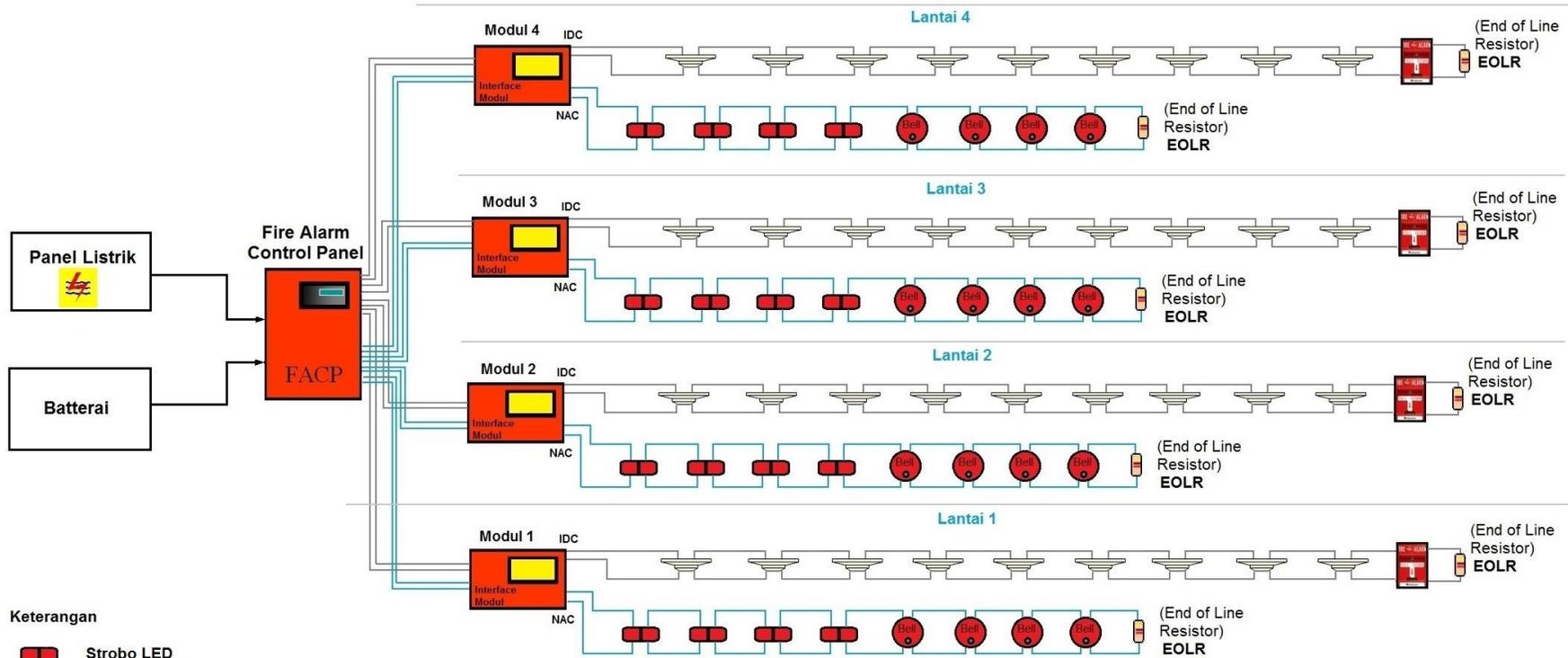


Gambar 4.30 Simplex 2081-9296 Fire Alarm Control Panel Battery 55Ah
(Sumber : Katalog *Simplex Batteries*)

Keterangan :

Kegunaan : Fire Alarm Control Panel
Pembuat : Simplex
Nomor Model : 2081-9296
Tegangan Operasi : 12 V
Kapasitas : 55 Ah

Gambar 4.31 Skema Deteksi, Alarm dan Otomasi



Keterangan

-  Strobo LED
-  Detektor Asap
-  Sirine/Bell
-  Manual Pull Station

Pemasangan : IDC Kelas B Style B
NAC Kelas B Style Y

Skema Sistem Deteksi, Alarm dan Otomasi

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan dan analisa terhadap sistem proteksi aktif pada Gedung Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Jakarta maka dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Hasil perhitungan luasan lantai dibagi dengan luas area proteksi springkler menjadi pembanding dengan jumlah kepala springkler berdasarkan peletakan kepala springkler. Sehingga jumlah total kepala springkler yang dibutuhkan oleh gedung berdasarkan perhitungan adalah 408 buah kepala springkler, sedangkan berdasarkan peletakan kepala springkler adalah 429 buah kepala springkler.
2. Sistem perpipaan springkler yang digunakan pada sistem gedung ini mengacu pada peraturan NFPA 13 dan pemilihan diameter untuk sistem perpipaan disesuaikan dengan diameter pipa dipasaran.
3. Pompa yang digunakan untuk menaikkan air dari reservoir bawah ke reservoir atas adalah Pompa Ebara *Centrifugal Pumps Model 3U/3UB* dengan kapasitas 320 GPM (1200 Liter/min) dan Pompa yang digunakan untuk menaikkan tekanan untuk distribusi air pada sistem springkler adalah Jockey Pump HYDRO MPC EF 3CR15 dengan kapasitas 320 GPM (1200 Liter/min).
4. Ukuran tangki reservoir atas 10 m³ dan reservoir bawah adalah 30 m³.
5. Sistem deteksi, alarm dan otomasi yang digunakan merupakan sistem *addressable* dengan jumlah detektor asap 103 buah.

5.2 Saran

Setelah melakukan penulisan skripsi ini, penulis dapat memberikan saran sebagai berikut:

Mengingat pentingnya sistem proteksi kebakaran di Gedung Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Jakarta, maka sistem proteksi kebakaran harus dirancang sesuai dengan standar yang berlaku baik itu NFPA ataupun SNI. Hasil perhitungan penulis diharapkan dapat menjadi salah satu referensi untuk perancang sistem pemadaman kebakaran gedung tersebut sehingga terciptalah sistem yang akan meminimalkan kemungkinan terjadinya bahaya kebakaran.

DAFTAR PUSTAKA

- NFPA 13. (2013) : *Installation Of Sprinkler System*, 2013 Edition, National Fire Protection Association
- NFPA 20. (2013) : *Centrifugal Fire Pumps*, 2013 Edition, National Fire Protection Association
- NFPA 14. (2010) : *Standar for the Installation of Standpipe and Hose systems*, 2010 Edition, National Fire Protection Association
- NFPA 72. (2010): *National Fire Alarm and Signaling Code*, 2010 Edition, National Fire Protection Association
- NFPA 72E. (1993): *Standard for Automatic Fire Detectors*, 1993 Edition, National Fire Protection Association
- Noerbambang, Soryan M dan Takeo Morinwa (1986). *Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plambing*. Jakarta:Erlangga
- Munson, Bruce R dkk (2003). *Mekanika Fluida Jilid 1*. Jakarta:Erlangga
- Sularso (1996). *Pompa dan Kompresor Pemilihan, Pemakaian, Pemeliharaan*. Jakarta:Pradnya Paramita
- http://www.firesure.ie/fire_safety_guidance/theory_of_fire.html
- <http://www.osha.gov>
- http://www.hooseki.com/brosur_hydrant_and_sprinkler
- <http://www.vikingcorporation.com/brosure>
- <https://www.bromindo.com>
- <id.boschsecurity.com/in/produk/firealarmsystem>
- <http://www.ebaraindonesia.com/>
- http://www.vikingcorporation.com/brosur_Springker

Lampiran 1

Data-data luas lantai gedung

Tabel Data Gedung

No	Nomor Lantai	Jarak Lantai	Peruntukan Ruang	Ukuran dan Luas Ruang (m ²)			
				Ukuran			Luas
1	01	3 m	Gudang	3.672	x	9.796	35.971
2	01	3 m	R. Alumni	3.672	x	4.808	17.655
3	01	3 m	R. Aula	10.388	x	14.604	151.706
4	01	3 m	Coridor 1	20.287	x	2.259	68.418
5	01	3 m	Coridor 2	3.849	x	4.808	18.506
6	01	3 m	Coridor 3	1.205	x	3.944	4.753
7	01	3 m	Pusat Informasi	4.526	x	4.808	21.761
8	01	3 m	Tangga 1 & Hall	3.023	x	7.313	22.107
9	01	3 m	Tangga 2	4.300	x	4.808	20.674
10	01	3 m	Tangga 3	2.949	x	17.188	50.687
11	01	3 m	R. Kuliah	4.526	x	7.357	33.298
12	01	3 m	R. Kuliah	8.075	x	7.357	59.408
13	01	3 m	Perpustakaan	13.692	x	7.357	100.732
14	01	3 m	R. Kuliah	9.545	x	4.808	45.892
15	01	3 m	R. USP	4.018	x	4.808	19.319
16	01	3 m	KM. Wanita	3.289	x	3.944	12.972
17	01	3 m	KM. Pria	4.494	x	3.593	16.147
18	01	3 m	Gudang	1.600	x	4.808	7.693
19	01	3 m	Lobby	11.596	x	17.943	208.067
20	01	3 m	R. BEM FIS	4.538	x	7.132	32.365
21	01	3 m	R. BEM FIS	4.586	x	7.132	32.707
22	01	3 m	R. Kuliah	8.543	x	4.746	40.545
23	01	3 m	Gudang	4.523	x	4.746	21.466
24	01	3 m	R. Kuliah	8.913	x	7.572	67.489
25	01	3 m	R. Kuliah	10.162	x	7.572	76.947
26	01	3 m	WC. Wanita	3.063	x	4.746	14.537
27	01	3 m	WC. Pria	2.946	x	7.572	22.307
28	01	3 m	Mushola	8.806	x	12.018	105.831
29	01	3 m	Coridor 4	2.473	x	7.132	17.637
30	01	3 m	Coridor 5	18.575	x	2.301	42.741
Jumlah							1,390.339

No	Nomor Lantai	Jarak Lantai	Peruntukan Ruang	Ukuran dan Luas Ruang (m ²)			
				Ukuran			Luas
1	02	3 m	R. PKPIS	4.526	x	4.808	21.761
2	02	3 m	R. Penjaminan Mutu	4.587	x	2.916	13.376
3	02	3 m	R. Sekret Dekan	4.659	x	4.808	22.400
4	02	3 m	R. Dekan	4.864	x	4.808	23.386
5	02	3 m	Km. Dekan	3.150	x	1.105	3.481
6	02	3 m	Km. Ruang Sidang	3.150	x	1.154	3.635
7	02	3 m	Coridor 1	41.232	x	2.259	93.143
8	02	3 m	Coridor 2	3.849	x	4.808	18.506
9	02	3 m	Coridor 3	1.205	x	3.944	4.753
10	02	3 m	Tangga 1 & Hall	3.023	x	7.313	22.107
11	02	3 m	Tangga 2	4.300	x	4.808	20.674
12	02	3 m	Tangga 3	2.949	x	17.188	50.687
13	02	3 m	R. Sidang	4.706	x	7.537	35.469
14	02	3 m	R. Guru Besar	4.309	x	7.537	32.477
15	02	3 m	R. Pembantu Dekan I, II & III	9.080	x	7.537	68.436
16	02	3 m	R. Prodi PIPS	4.373	x	7.537	32.959
17	02	3 m	R. Jurusan IAI	8.800	x	7.537	66.326
18	02	3 m	R. Jur. ISP : PPKN	9.085	x	7.537	68.474
19	02	3 m	Km. Wanita	3.289	x	3.944	12.972
20	02	3 m	Km. Pria	4.494	x	3.593	16.147
21	02	3 m	Gudang	1.600	x	4.808	7.693
22	02	3 m	R. Sidang	13.563	x	4.808	65.211
23	02	3 m	Coridor	2.473	x	24.816	61.370
24	02	3 m	R. Prodi Komunikasi	9.123	x	4.128	37.660
25	02	3 m	R. Keu Kepeg TU	9.123	x	3.249	29.641
26	02	3 m	R. Tata usaha	9.123	x	5.907	53.890
27	02	3 m	R. Akademik	9.123	x	4.659	42.504
28	02	3 m	R. Jurusan Sosiologi	9.123	x	7.132	65.065
29	02	3 m	R. Jur Sejarah	10.055	x	7.572	76.136
30	02	3 m	R. Dosen Jurusan Geografi	9.020	x	7.572	68.299

31	02	3 m	R. Jurusan Geografi	4.171	x	4.746	19.796
32	02	3 m	R. Sidang	8.895	x	4.746	42.216
33	02	3 m	WC Wanita	3.063	x	4.746	14.537
34	02	3 m	WC Pria	2.946	x	4.746	13.982
35	02	3 m	Coridor	18.575	x	2.301	42.741
Jumlah							1,271.909

No	Nomor Lantai	Jarak Lantai	Peruntukan Ruang	Ukuran dan Luas Ruang (m ²)			
				Ukuran			Luas
1	03	3 m	R. Kuliah	8.995	x	4.808	43.248
2	03	3 m	R. Kuliah	6.388	x	7.537	48.146
3	03	3 m	R. Prodi Pariwisata	5.065	x	4.808	24.353
4	03	3 m	R. Kuliah	6.448	x	7.537	48.599
5	03	3 m	Tangga 1 & Hall	3.023	x	7.313	22.107
6	03	3 m	Tangga 2	4.300	x	4.808	20.674
7	03	3 m	Tangga 3	2.949	x	4.808	14.179
8	03	3 m	R. Kuliah	7.235	x	7.537	54.530
9	03	3 m	R. Kuliah	6.478	x	7.537	48.825
10	03	3 m	R. Kuliah	6.635	x	7.537	50.008
11	03	3 m	R. Kuliah	7.169	x	7.537	54.033
12	03	3 m	R. Kuliah	7.098	x	4.808	34.127
13	03	3 m	R. Kuliah	6.692	x	4.808	32.175
14	03	3 m	Gudang	1.600	x	4.808	7.693
15	03	3 m	Km. Wanita	3.289	x	3.944	12.972
16	03	3 m	Km. Pria	4.494	x	3.593	16.147
17	03	3 m	Coridor	43.847	x	2.259	99.050
18	03	3 m	Coridor	3.849	x	4.808	18.506
19	03	3 m	Coridor	1.205	x	3.944	4.753
20	03	3 m	R. Kuliah	9.076	x	5.989	54.356
21	03	3 m	R. Kuliah	9.076	x	6.089	55.264
22	03	3 m	R. Kuliah	9.076	x	6.633	60.201
23	03	3 m	Coridor	2.520	x	24.816	62.536
24	03	3 m	R. Kuliah	10.559	x	7.422	78.369
25	03	3 m	Lab. IAI	3.993	x	7.422	29.636
26	03	3 m	Lab. Sistem Geografi	4.523	x	7.422	33.570

27	03	3 m	Lab. SIG	6.250	x	4.746	29.663
28	03	3 m	R. Kuliah	6.816	x	4.746	32.349
29	03	3 m	WC Wanita	3.063	x	4.746	14.537
30	03	3 m	WC Pria	2.946	x	7.422	21.865
31	03	3 m	Coridor	18.575	x	2.376	44.134
Jumlah							1,192.365

No	Nomor Lantai	Jarak Lantai	Peruntukan Ruang	Ukuran dan Luas Ruang (m ²)			
				Ukuran			Luas
1	04	3 m	Lab. Audio Visual	4.015	x	4.808	19.304
2	04	3 m	R. Kuliah	9.171	x	4.808	44.094
3	04	3 m	Coridor	41.232	x	2.259	93.143
4	04	3 m	Coridor	3.849	x	4.808	18.506
5	04	3 m	R. Baca Jur. Sosiologi	3.750	x	7.537	28.264
6	04	3 m	R. Kuliah	5.821	x	7.537	43.873
7	04	3 m	R. Ilmu Komunikasi	7.826	x	7.537	58.985
8	04	3 m	Lab. Workshop Sejarah	5.984	x	7.537	45.101
9	04	3 m	Lab. Sospol	9.803	x	7.537	73.885
10	04	3 m	R. Kuliah	4.724	x	7.537	35.605
11	04	3 m	R. Kuliah	6.439	x	7.537	48.531
12	04	3 m	Gudang	1.600	x	4.808	7.693
13	04	3 m	Tangga & Hall	4.300	x	4.808	20.674
14	04	3 m	Tangga	2.949	x	4.808	14.179
15	04	3 m	R. Kuliah	7.834	x	4.808	37.666
16	04	3 m	R. Kuliah	6.705	x	4.808	32.238
17	04	3 m	Lab. IPS Terpadu	9.076	x	6.265	56.861
18	04	3 m	Lab. Mirco Teaching	9.076	x	5.924	53.766
19	04	3 m	Lab. Komputer FIS	9.076	x	6.485	58.858
20	04	3 m	Coridor	2.520	x	22.577	56.894
21	04	3 m	Lain-Lain	21.595	x	14.619	315.697
Jumlah							1,163.817

LAMPIRAN 2 Denah Gedung FIS



CATATAN

No	REVISI	TANGGAL

JUDUL GAMBAR

DENAH

NAMA GAMBAR

**GEDUNG K, FIS - LANTAI 1
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

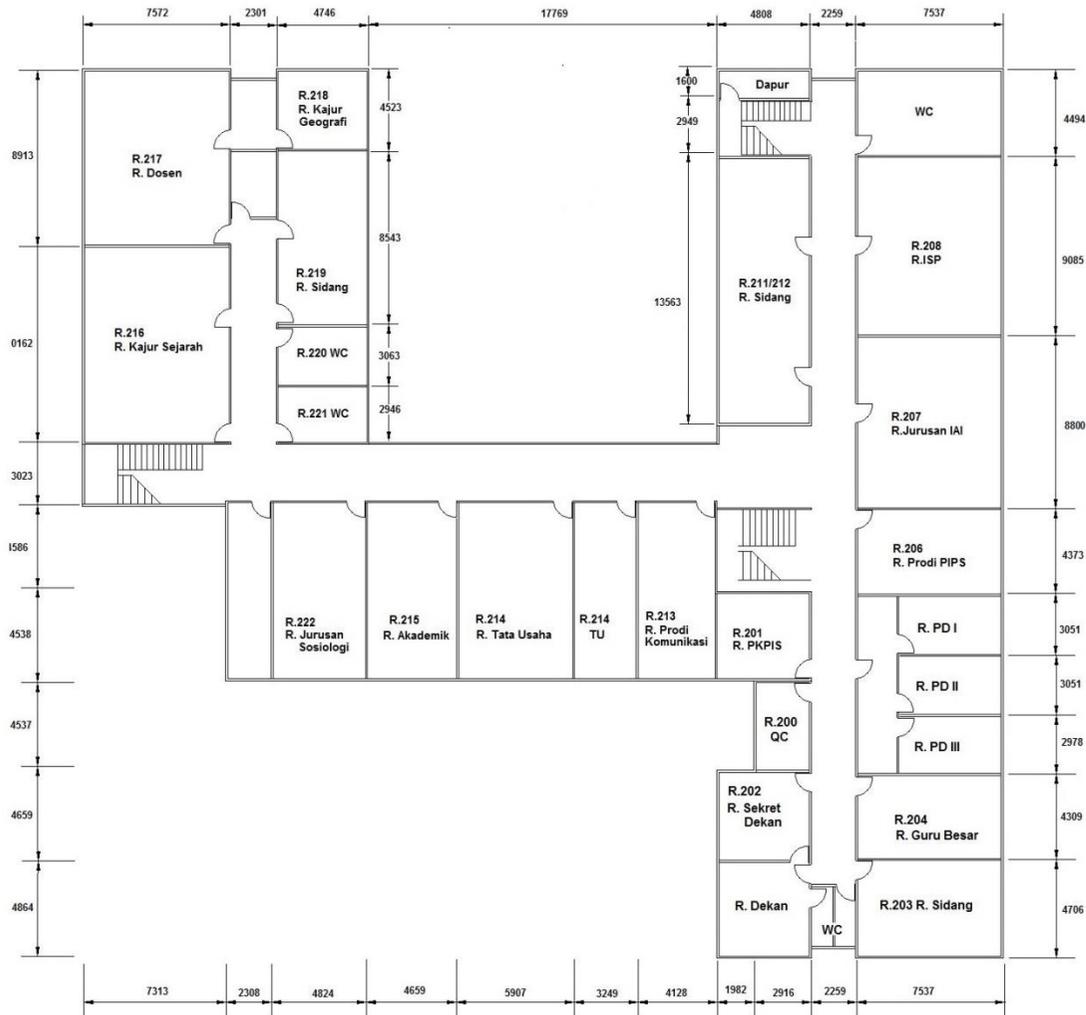
Desain Oleh M. SUNANDAR

Tanggal 10 - 08 - 2011

Skala 1 : 300

A4

LAMPIRAN 3 DENAH GEDUNG FIS



CATATAN

No	REVISI	TANGGAL

JUDUL GAMBAR

DENAH

NAMA GAMBAR

**GEDUNG K, FIS - LANTAI 2
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

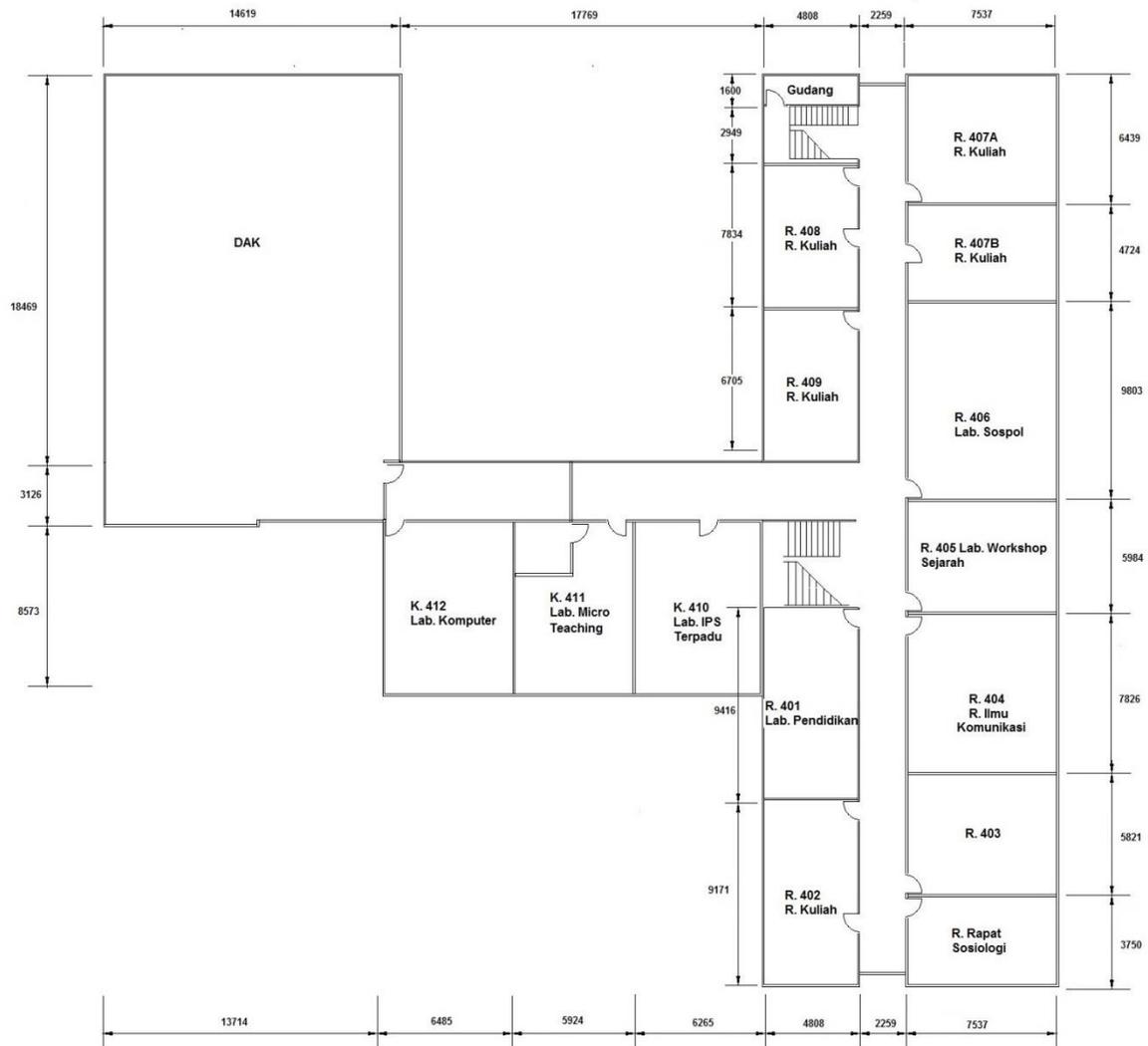
Desain Oleh M. SUNANDAR

Tanggal 10 - 08 - 2011

Skala 1 : 300

A4

LAMPIRAN 5 DENAH GEDUNG FIS



CATATAN

No	REVISI	TANGGAL

JUDUL GAMBAR

DENAH

NAMA GAMBAR

**GEDUNG K, FIS - LANTAI 4
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

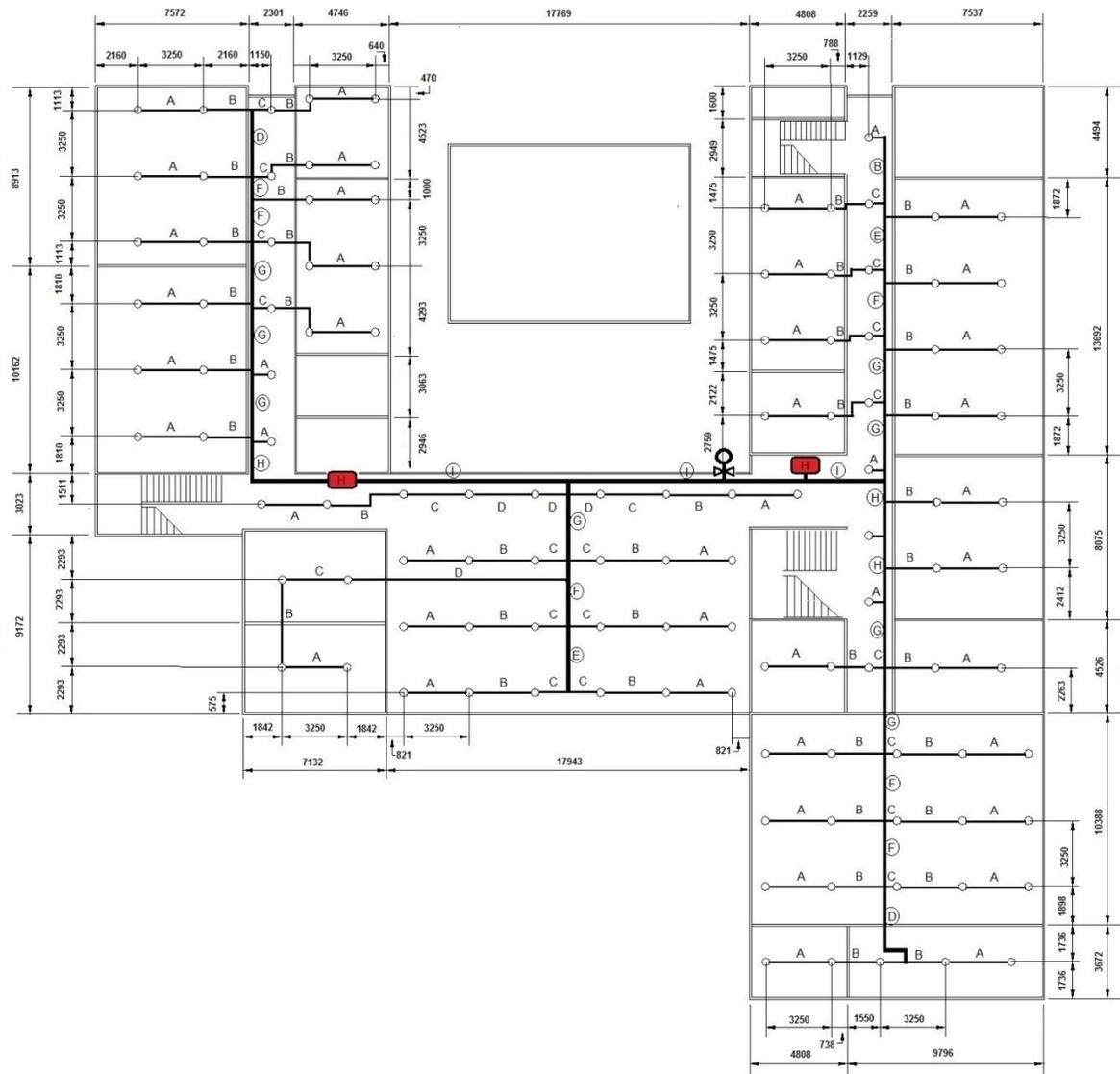
Desain Oleh M. SUNANDAR

Tanggal 10 - 08 - 2011

Skala 1 : 300

A4

LAMPIRAN 6 SISTEM SPRINKLER



CATATAN

- Keterangan Diamter Pipa**
 A = 20 mm
 B = 25 mm
 C = 32 mm
 D = 40 mm
 E = 50 mm
 F = 65 mm
 G = 75 mm
 H = 100 mm
 I = 130 mm
 J = 150 mm

(D)(E)(F)(G)(H)(I) = Pipa Distribusi

Keterangan Gambar

- Springkler
- Pipa Tegak
- Hydrant Box
- X Gate Valve

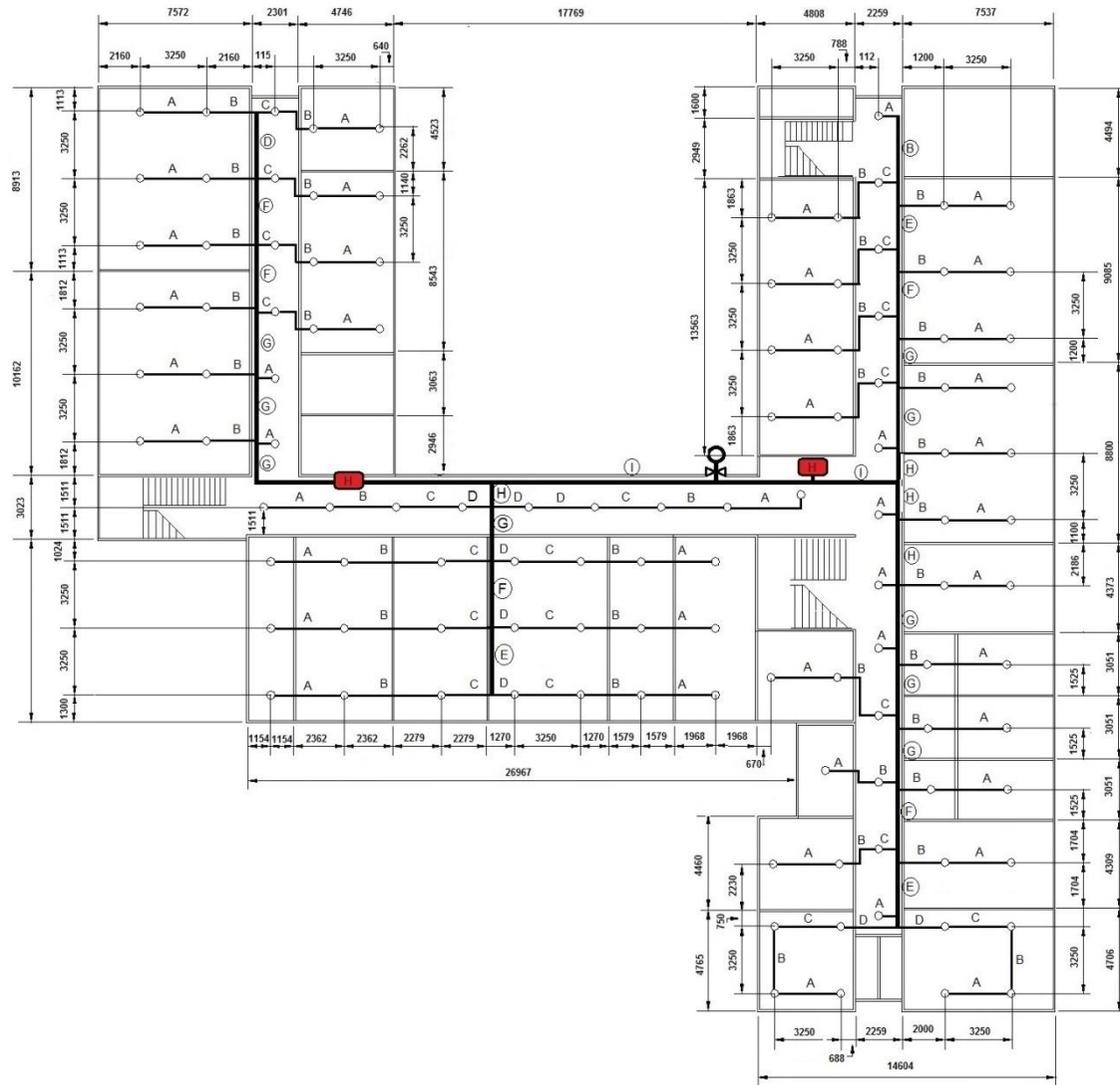
No	REVISI	TANGGAL

JUDUL GAMBAR
SISTEM SPRINKLER
 NAMA GAMBAR
GEDUNG K, FIS - LANTAI 1
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

Desain Oleh: REZA AGIP
 Tanggal: 16 - JULI - 2017
 Skala: 1 : 300

A4

LAMPIRAN 7 SISTEM SPRINKLER



CATATAN

Keterangan Diamter Pipa

- A = 20 mm
- B = 25 mm
- C = 32 mm
- D = 40 mm
- E = 50 mm
- F = 65 mm
- G = 75 mm
- H = 100 mm
- I = 130 mm
- J = 150 mm

(D)(E)(F)(G)(H)(I) = Pipa Distribusi

Keterangan Gambar

- Sprinkler
- Pipa Tegak
- Hydrant Box
- △ Gate Valve

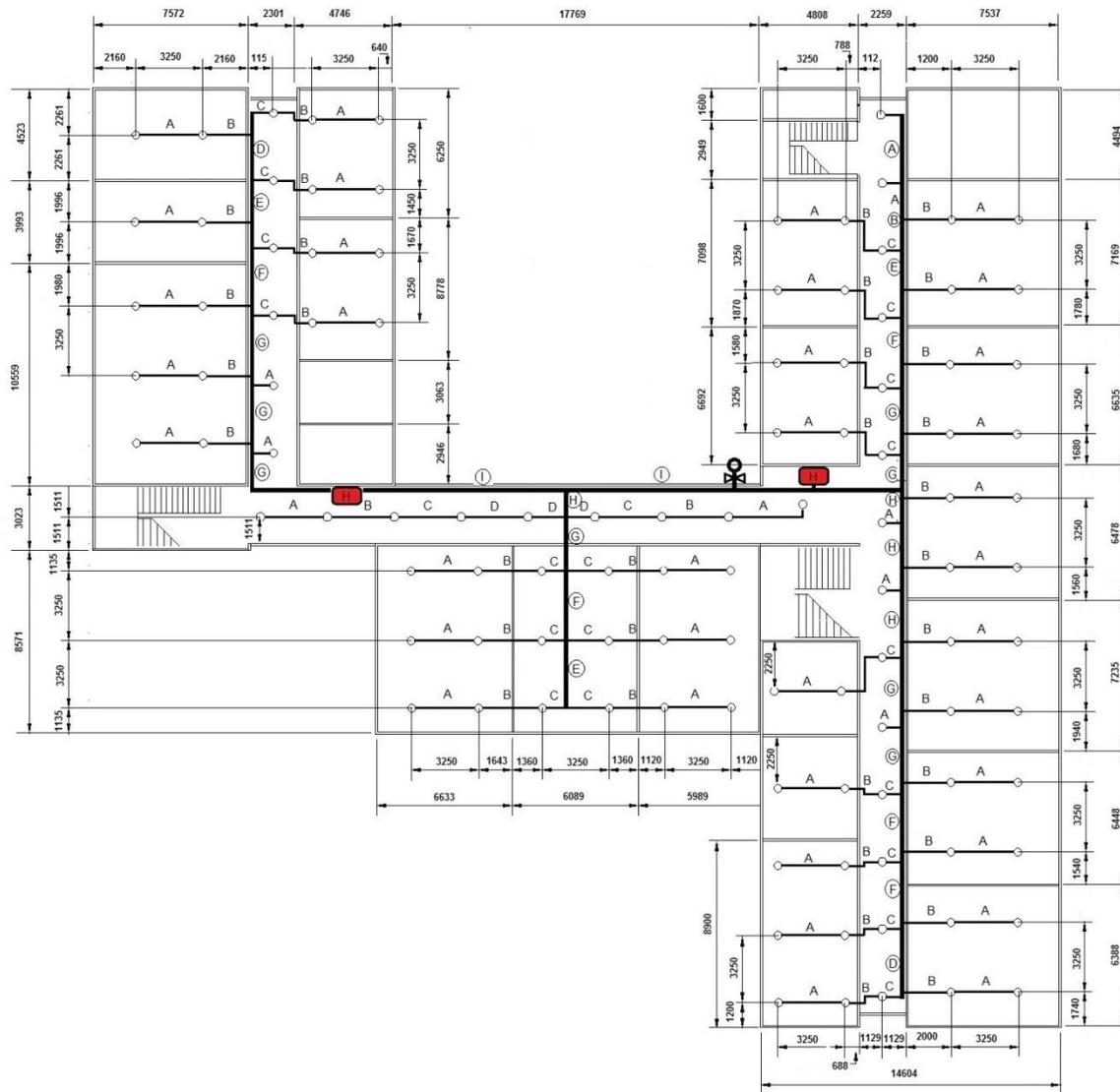
No	REVISI	TANGGAL

JUDUL GAMBAR
SISTEM SPRINKLER

NAMA GAMBAR
**GEDUNG K, FIS - LANTAI 2
 UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

Desain Oleh	REZA AGIP	A4
Tanggal	16 - JULI - 2017	
Skala	1 : 300	

LAMPIRAN 8 SISTEM SPRINKLER



CATATAN

Keterangan Diamter Pipa

- A = 20 mm
- B = 25 mm
- C = 32 mm
- D = 40 mm
- E = 50 mm
- F = 65 mm
- G = 75 mm
- H = 100 mm
- I = 130 mm
- J = 150 mm

(D)(E)(F)(G)(H)(I) = Pipa Distribusi

Keterangan Gambar

- Springkler
- Pipa Tegak
- Hydrant Box
- ⊗ Gate Valve

No	REVISI	TANGGAL

JUDUL GAMBAR

SISTEM SPRINKLER

NAMA GAMBAR

**GEDUNG K, FIS - LANTAI 3
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

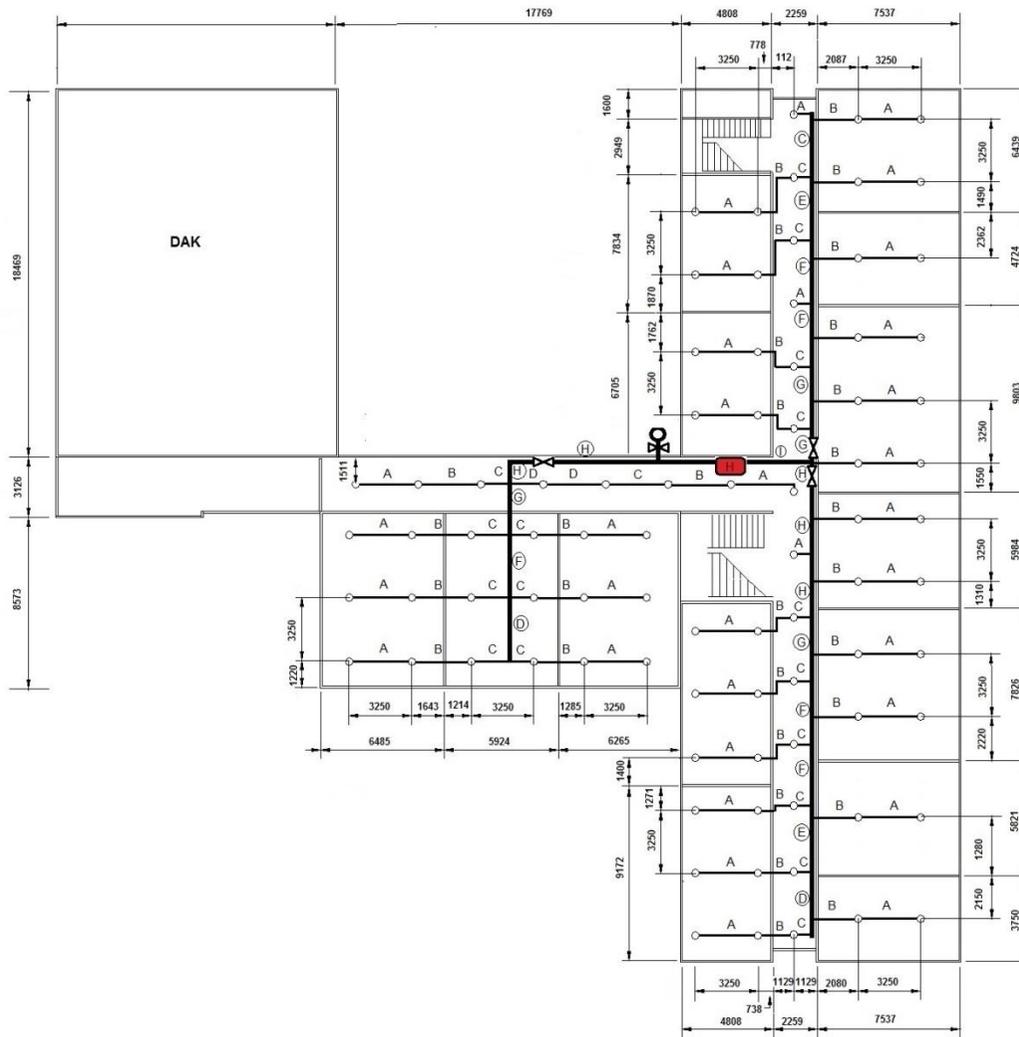
Desain Oleh **REZA AGIP**

Tanggal **16 - JULI - 2017**

Skala **1 : 300**

A4

LAMPIRAN 9 SISTEM SPRINKLER



CATATAN

Keterangan Diamter Pipa

- A = 20 mm
- B = 25 mm
- C = 32 mm
- D = 40 mm
- E = 50 mm
- F = 65 mm
- G = 75 mm
- H = 100 mm
- I = 130 mm
- J = 150 mm

(D)(E)(F)(G)(H)(I) = Pipa Distribusi

Keterangan Gambar

- Sprinkler
- Pipa Tegak
- Hydrant Box
- X Gate Valve

No	REVISI	TANGGAL

JUDUL GAMBAR

SISTEM SPRINKLER

NAMA GAMBAR

**GEDUNG K, FIS - LANTAI 4
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

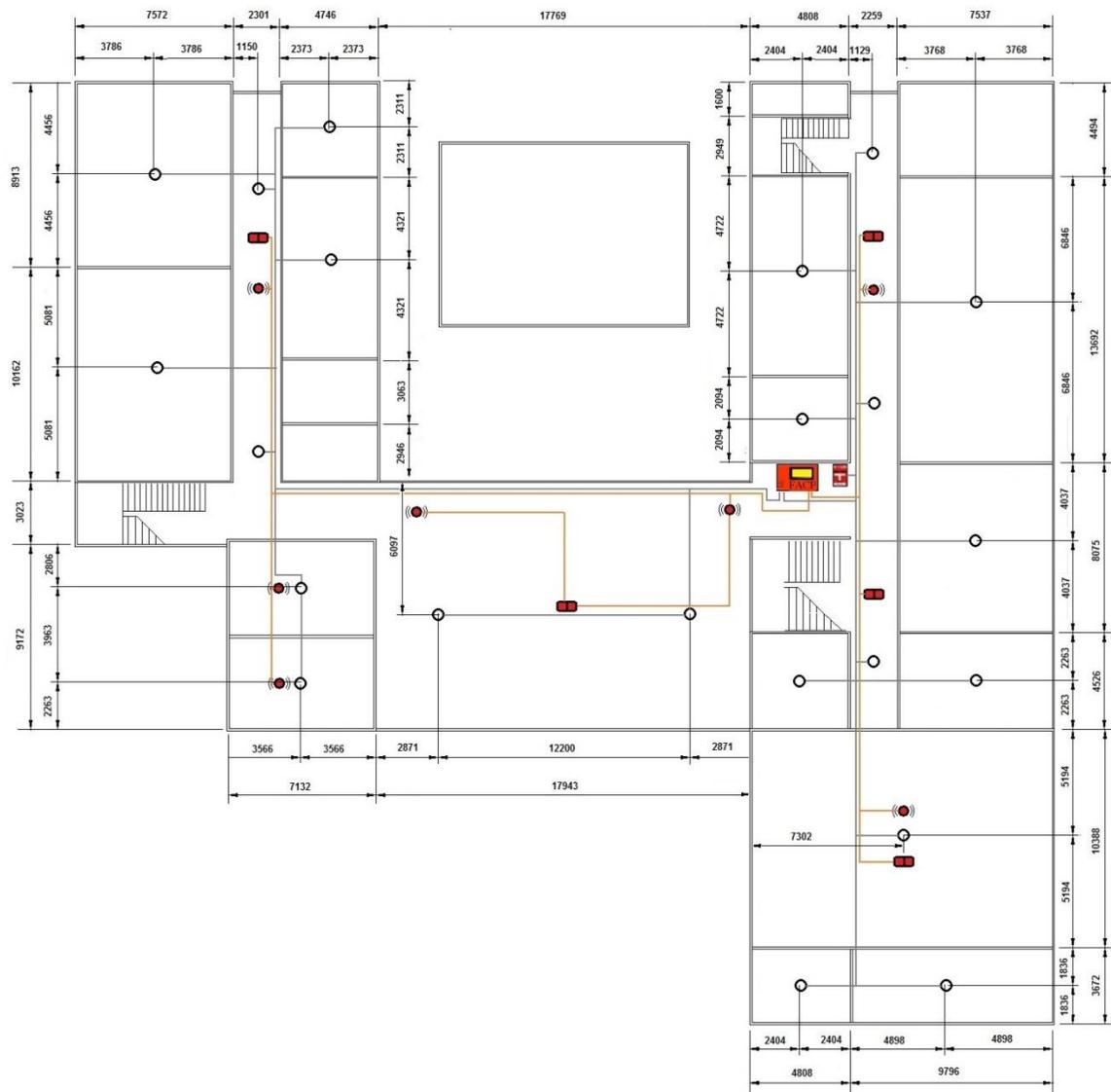
Desain Oleh **REZA AGIP**

Tanggal **16 - JULI - 2017**

Skala **1 : 300**

A4

LAMPIRAN 10 DETEKSI, ALARM dan OTOMASI



CATATAN

Keterangan

- Detektor Asap
- Sirine / Bell
- Strobo LED
- Manual Pull Station

Listed Spaced Detector 12.2 meter

No	REVISI	TANGGAL

JUDUL GAMBAR

SISTEM DETEKSI,
ALARM DAN OTOMASI

NAMA GAMBAR

GEDUNG K, FIS - LANTAI 1
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

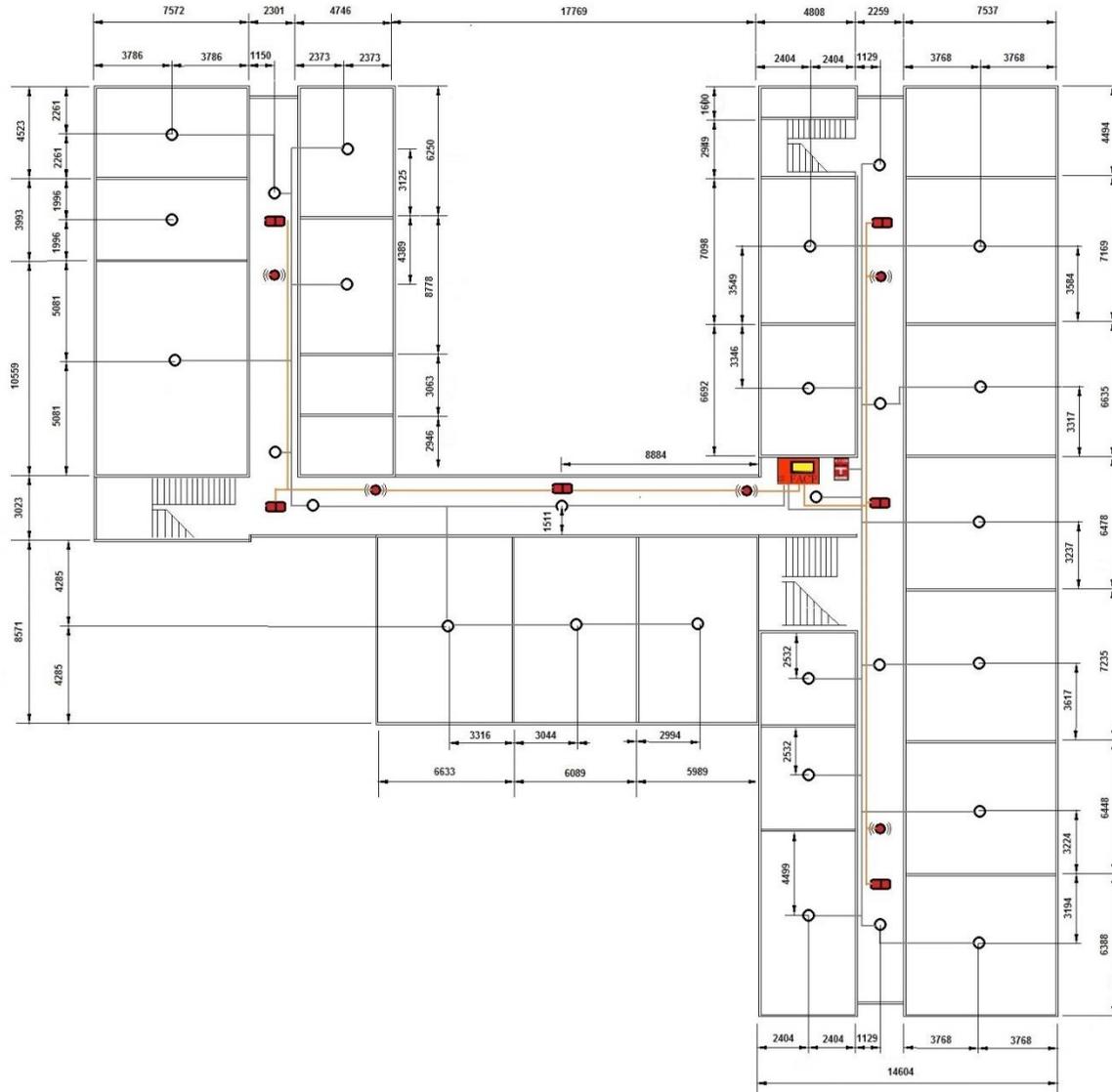
Desain Oleh REZA AGIP

Tanggal 16 - JULI - 2017

Skala 1 : 300

A4

LAMPIRAN 12 DETEKSI, ALARM dan OTOMASI



CATATAN

Keterangan

-  Detektor Asap
-  Sirine / Bell
-  Strobe LED
-  Manual Pull Station

Listed Spaced Detector 12.2 meter

No	REVISI	TANGGAL

JUDUL GAMBAR

**SISTEM DETEKSI,
ALARM DAN OTOMASI**

NAMA GAMBAR

**GEDUNG K, FIS - LANTAI 3
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

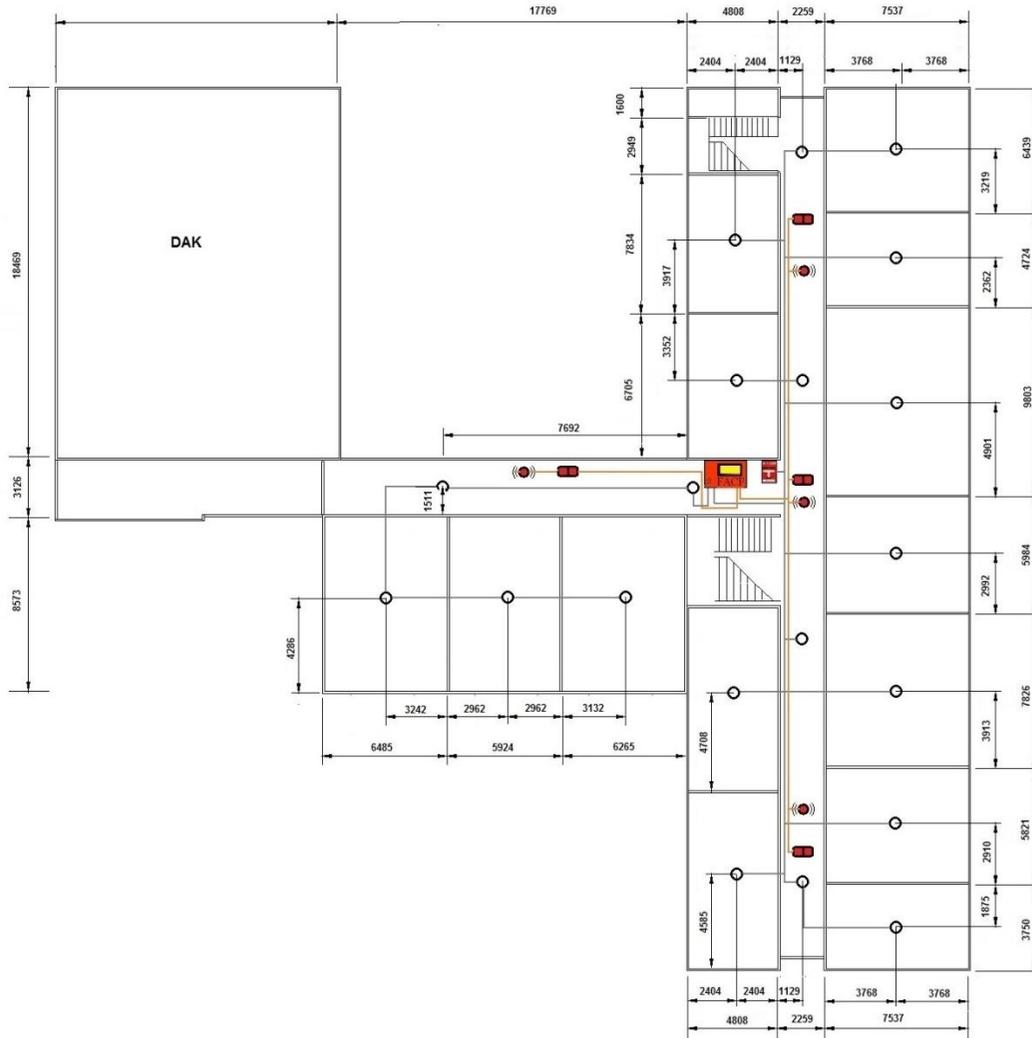
Desain Oleh REZA AGIP

Tanggal 16 - JULI - 2017

Skala 1 : 300

A4

LAMPIRAN 13 DETEKSI, ALARM dan OTOMASI



CATATAN

Keterangan

-  Detektor Asap
-  Sirine / Bell
-  Strobe LED
-  Manual Pull Station

Listed Spaced Detector 12.2 meter

No	REVISI	TANGGAL

JUDUL GAMBAR

**SISTEM DETEKSI,
ALARM DAN OTOMASI**

NAMA GAMBAR

**GEDUNG K, FIS - LANTAI 4
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

Desain Oleh **REZA AGIP**

Tanggal **16 - JULI - 2017**

Skala **1 : 300**

A4

Lampiran 14 Estimasi Biaya

No	Material	Kebutuhan	Harga per satuan (Rp)	Total biaya (Rp)
1	Detektor Asap	103 Buah	125.000	12.875.000
2	Springkler	429 Buah	50.000	21.450.000
3	Push Button	4 Buah	45.000	180.000
4	Audible Alarm	21 Buah	140.000	2.940.000
5	Alarm Visual	21 Buah	252.000	5.292.000
6	Kontrol Panel	1 Buah	1.200.000	1.200.000
7	Kabel Resistance	10 Buah	842.000	8.420.000
8	Pompa Bawah	1 Buah	6.200.000	6.200.000
9	Pompa Pacu	3 Buah	3.500.000	10.500.000
10	Pmpa Diesel	1 Buah	5.500.000	5.500.000
11	Pipa Galvanized ¾ “ (6 meter)	14 Batang	320.000	4.480.000
12	Pipa Galvanized 1 “ (6 meter)	14 Batang	343.000	4.802.000
13	Pipa Galvanized 1 ¼ “ (6 meter)	7 Batang	355.000	2.485.000
14	Pipa Galvanized 1 ½ “ (6 meter)	3 Batang	360.000	1.080.000
15	Pipa Galvanized 2 “ (6 meter)	2 Batang	410.000	820.000
16	Pipa Galvanized 2 ½ “ (6 meter)	3 Batang	415.000	1.245.000
17	Pipa Galvanized 3 “ (6 meter)	3 Batang	455.000	1.365.000
18	Pipa Galvanized 4 “ (6 meter)	11 Batang	475.000	5.225.000
19	Pipa Galvanized 5 “ (6 meter)	10 Batang	567.000	5.670.000
20	Fitting Tee	52 Buah	60.000	3.120.000
21	Elbow	35 Buah	67.000	2.345.000
22	Fitting	92 Buah	62.000	5.704.000
	Jumlah			112.898.000

RIWAYAT HIDUP



Reza Agip Pratama dilahirkan pada 06 November 1995 di Bandung. Anak pertama dari pasangan Bapak Budi dengan Ibu Eny. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SDN 07 Pagi Lenteng Agung pada tahun 2002 dan tamat pada tahun 2007. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SMPN 242 Jakarta dan tamat pada tahun 2010. Penulis melanjutkan pendidikan di SMA Budhi Warman 1 Jurusan IPA dan tamat pada tahun 2013. Kemudian melanjutkan pendidikannya di Universitas Negeri Jakarta pada tahun 2013. Semasa kuliah penulis melakukan PKL (Praktek Kerja Lapangan) di PT. Pertamina LPG Cylinder Manufacturing pada Juni 2016 dan melakukan PKM (Praktek Kegiatan Mengajar) di SMK Kemala Bhayangkari 1 Jakarta pada Agustus 2016.