

Perencanaan Sistem *Fire Alarm Semi-Addressable* dan *Sprinkler* pada Bangunan Gedung Fakultas Teknik 3 Universitas Tidar

Vincent Cleo D. A. P¹, Bagus Fatkhurrozi², Sapto Nisworo³

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tidar

E-mail: vincent.cleo.discy.arfirosna.patra@students.untidar.ac.id¹, bagusf@untidar.ac.id², sapto.nisworo@untidar.ac.id³

Article History:

Received: 12 Januari 2024

Revised: 19 Januari 2024

Accepted: 21 Januari 2024

Keywords: *Detector, GWT, NFPA standards, Pump, Semi-Addressable, Sprinkler*

Abstract: *The impact of fire, from property damage to life threats, is devastating. The fire department is generally notified immediately, but delays often occur due to distance. Engineering Faculty Building 3 is not yet equipped with an automatic extinguishing system. An automatic warning and shutdown system is required. Planning completes the FT3 fire protection system, analyzing building characteristics and identifying potential hazards. Analysis according to NFPA standards ensures reliability and safety. The results show FT3 has a Low Fire Hazard Potential, with the danger concentrated in areas of combustible materials that produce little heat, and the fire spreads slowly. System calculation: 67 smoke detectors, 222 sprinklers, water volume 416.35 m³, water tank 500 m³. Pump power includes HHP 35.2 kW, BHP 46.9 kW, P 60 kW, and PpD 27 HP. The budget for developing an automated system at FT3 is around IDR 1,232,640,194.*

PENDAHULUAN

Kebakaran merupakan kejadian atau peristiwa terbakarnya bahan-bahan yang mudah terbakar. Proses kebakaran terjadi karena reaksi kimia antara oksigen dengan materi yang dapat terbakar, disertai pelepasan panas, cahaya, karbon dioksida, dan karbon monoksida. Kebakaran dapat terjadi di berbagai lokasi seperti gedung perkantoran, tempat tinggal, atau fasilitas publik.

Pengelolaan sistem pengaman kebakaran merupakan upaya pencegahan terjadinya kebakaran atau penyebaran kebakaran ke seluruh bagian bangunan, termasuk ke bangunan lainnya, dengan mengeliminasi atau meminimalkan risiko bahaya kebakaran. Ini melibatkan pengaturan zona-zona yang berpotensi menimbulkan kebakaran, serta persiapan dan kesiagaan sistem proteksi aktif maupun pasif (Permen PU Nomor 26 Tahun 2008).

Silahuudin, I., dkk. (2019) melakukan perencanaan ulang sistem proteksi kebakaran pada gedung Serbaguna Tekmira. Perencanaan ini mencakup perencanaan sistem *Sprinkler*, hydrant gedung, detector kebakaran, serta penambahan tangga darurat sebagai jalur evakuasi saat terjadi kebakaran. Hasil dari perencanaan sistem proteksi kebakaran ini mencakup 294 titik *Sprinkler* dengan Wet Pipe System, 16 titik hydrant gedung, 49 titik detector kebakaran, serta pembuatan tangga melingkar berbahan baja sebagai jalur evakuasi. Perencanaan ini membutuhkan biaya sebesar Rp. 6.089.553.838,-.

Bangsa, I. A. (2023) melakukan analisis terhadap instalasi sistem proteksi kebakaran berupa

fire alarm pada basement apartemen. Metode survei digunakan dalam penelitian ini dan terdiri dari beberapa tahap yang disusun secara sistematis. Berdasarkan perhitungan, jumlah detektor di lantai basement 1 sebanyak 450, sedangkan di basement 2 juga sebanyak 450 karena keduanya mempunyai ukuran yang sama. Jika kedua basement tersebut digabungkan, maka jumlah detektor yang didapatkan dari perhitungan adalah sebanyak 900.

Al-Amin, M.S., & Emidiana, E. (2021) melakukan penelitian untuk menentukan jumlah detektor dan sprinkler yang diperlukan, volume air, daya pompa, dan tangki air tanah yang dibutuhkan. Peneliti mengukur ruangan satu per satu menggunakan meteran bangunan. Berdasarkan hasil perhitungan dari sampel yang diambil di lantai 1, diperoleh jumlah detektor asap sebanyak 10 dan detektor panas sebanyak 3. Jumlah sprinkler yang dibutuhkan adalah 47 buah, dan volume air yang dibutuhkan mencapai 846 m³. Daya pompa hidrolis (HHP) yang diperlukan sebesar 3,28621 kW, daya poros pompa (BHP) sebesar 4,38 kW, daya pompa listrik (P) sebesar 6 kW, pompa diesel (PpD) sebesar 4 HP, pompa joki (PJK) sebesar 0,6 kW, dan volume tangki air tanah (QGWT) adalah 44 m³.

Penelitian ini akan memberikan kontribusi penting dalam upaya menjaga keselamatan masyarakat dan melindungi aset properti dari bahaya kebakaran. Perencanaan sistem pemadam kebakaran otomatis dilakukan karena saat ini pengamanan kebakaran pada gedung Fakultas Teknik 3 hanya menggunakan APAR yang tidak dapat secara otomatis memadamkan api jika terjadi kebakaran, dan juga tidak ada petugas yang berjaga untuk memadamkan kebakaran jika terjadi pada malam hari.

LANDASAN TEORI

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 26 Tahun 2008 Pasal 1, sistem proteksi kebakaran pada gedung dan lingkungan adalah sistem yang terdiri dari peralatan, kelengkapan, dan sarana, baik yang terpasang maupun terbangun pada bangunan yang digunakan untuk sistem proteksi aktif, sistem proteksi pasif, dan cara-cara pengelolaan dalam rangka melindungi bangunan dan lingkungannya dari bahaya kebakaran.

Sistem Alarm

Berdasarkan SNI 03-3985-2000, Alarm kebakaran merupakan bagian dari sistem yang mengeluarkan sinyal atau tanda setelah mendeteksi adanya kebakaran. Sistem alarm kebakaran membantu memperingatkan penghuni suatu area atau bangunan ketika suhu di dalam ruangan mencapai tingkat berbahaya. Instalasi otomatis alarm kebakaran, sesuai dengan Permenaker No. 02/MEN/1983, merupakan sistem alarm kebakaran yang menggunakan detektor panas, detektor asap, detektor nyala api, titik panggilan manual, serta peralatan lainnya.

Sistem alarm kebakaran dilengkapi dengan suatu sinyal atau alarm yang dapat dilihat dan juga dapat didengar. Alarm kebakaran biasanya ditempatkan pada koridor, lorong, dan jalan-jalan dalam suatu gedung atau instalasi bangunan. Jenis-jenis alarm kebakaran, berdasarkan SNI 03-3985-2000, adalah sebagai berikut:

- a. Sistem Alarm Kebakaran Manual: Dengan tipe ini, penghuni dapat melaporkan kebakaran dengan menyentuh atau menekan tombol manual. Saat terjadi kebakaran, individu dapat secara langsung memicu alarm kebakaran untuk memberikan peringatan kepada orang lain.
- b. Sistem Alarm Kebakaran Otomatis: Jenis ini dirancang untuk secara otomatis mendeteksi kebakaran dan memberikan peringatan tanpa perlu dikendalikan oleh manusia. Sistem ini menggunakan detektor kebakaran seperti detektor panas, smoke detektor asap, dan detektor nyala api untuk mendeteksi keberadaan api dan mengaktifkan alarm secara otomatis.

Instalasi sistem alarm kebakaran otomatis dapat dikategorikan berdasarkan metode

pemasangannya. Beberapa jenis instalasi alarm kebakaran otomatis meliputi Sistem Konvensional, Sistem *Semi-Addressable*, dan Sistem *Full Addressable*. Dalam perencanaan ini, sistem yang akan digunakan adalah Sistem *Semi-Addressable*. Sistem fire alarm *semi-addressable* adalah jenis sistem deteksi kebakaran yang menghubungkan sejumlah detektor ke panel kontrol, namun setiap detektor tidak diberikan alamat unik.

Sistem Detektor

Detektor merupakan perangkat yang digunakan untuk melakukan deteksi awal terjadinya kebakaran dan mampu mengaktifkan alarm pada sistem. Detektor kebakaran, di sisi lain, merupakan perangkat yang dirancang untuk melacak kebakaran dan mengambil tindakan yang sesuai.

a. Menentukan jumlah detektor

Langkah pertama dalam menentukan berapa banyak detektor yang diperlukan adalah menentukan Panjang, lebar, dan tinggi setiap ruangan Dimana akan dilakukan pemasangan detektor. Dibawah ini dijelaskan cara menentukan kebutuhan detektor berdasarkan SNI 03-3985-2000.

$$\text{jumlah detektor} = \frac{\text{Panjang Ruang} \times \text{Lebar Ruang}}{\text{jarak antar detektor}^2} \dots \dots \dots (1)$$

R. efektif untuk detektor asap = 12

R. efektif untuk detektor panas = 7

Keterangan :

Jenis detektor : Detektor Asap

Pertumbuhan api : Lambat 250 Btu/detik

Sistem Sprinkler

Sistem *Sprinkler* merupakan sistem pemadam yang bekerja secara otomatis untuk memadamkan api dengan menyemprotkan air yang diberi tekanan ke segala arah. Tujuan dari sistem *Sprinkler* ini adalah untuk menghindari penyebaran kebakaran secara luas dan meminimalisir kerusakan yang ditimbulkan oleh api. Pemasangan *Sprinkler* dilakukan secara permanen di dalam bangunan.

Cara kerja sistem *Sprinkler* adalah, ketika kebakaran terjadi, suhu udara disekitar lokasi kebakaran akan meningkat. Ketika suhu telah mencapai 68°C maka *Glass Bulb* yang berisi air raksa akan pecah dan *Sprinkler* akan menyemprotkan air. Dengan keluarnya air dari kepala *Sprinkler* maka tekanan air pada pipa akan menurun drastic, dan kondisi ini menyebabkan katup pengatur air mengalirkan air secara cepat menuju *nozzle sprinkler* yang terbuka.

Karena tekanan air yang semakin berkurang, maka akan mengaktifkan pompa *diesel* untuk mengalirkan air dari tempat penampung air menuju *nozzle sprinkler* yang terbuka. Untuk menjaga tekanan air agar tetap konstan maka digunakan pompa *jockey* untuk menjaga tekanan, dan kondisi ini akan terus berlangsung hingga petugas mematikan atau mereset sistem yang sedang beroperasi. Keuntungan dari sistem *Sprinkler* adalah bahwa mereka dapat merespons secara cepat terhadap kebakaran dan dapat memadamkan api pada tahap awal sebelum api merambat dan mengakibatkan kerusakan yang lebih besar. Selain itu, sistem *Sprinkler* juga dapat memberikan perlindungan kepada penghuni bangunan atau karyawan dengan memberikan waktu yang lebih lama untuk evakuasi sebelum api meluas.

a. Menentukan jumlah *Sprinkler*

Setelah mengukur dimensi ruangan, Anda dapat memutuskan berapa banyak sprinkler yang akan dipasang di dalam ruangan. Banyaknya sprinkler yang dibutuhkan suatu bangunan dapat

dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$X = \text{Jarak maksimum titik sprinkler} - \left(\frac{1}{4} \times \text{jarak maksimum}\right) \dots \dots \dots (2)$$

$$L = (X)^2 \dots \dots \dots (3)$$

$$\text{Jumlah sprinkler} = \frac{pxl}{\pi r^2} \dots \dots \dots (4)$$

p = Panjang ruangan
l = lebar ruangan
r = 2,4 m

b. Menghitung pancaran air *sprinkler*

Untuk menentukan kapasitas pancaran air pada kepala *sprinkler*, maka digunakan persamaan berikut :

$$Q = k \cdot \sqrt{P} \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan :

Q = kapasitas pancaran tiap kepala *sprinkler*, dalam liter/menit
k = konstanta yang ditentukan oleh ukuran nominal lubang kepala *sprinkler*
p = tekanan air di kepala *sprinkler* dalam kg/cm²

Menurut SNI 03-3989-2000, ukuran nominal lubang kepala *sprinkler* yang diperbolehkan untuk setiap sistem bahaya kebakaran adalah:

Tabel 1. Ukuran Lubang Kepala Sprinkler

NO	Klasifikasi bahaya kebakaran	Ukuran nominal lubang kepala <i>sprinkler</i> (mm)
1	Sistem bahaya kebakaran ringan	10
2	Sistem bahaya kebakaran sedang	15
3	Sistem bahaya kebakaran berat	20

Sumber : SNI 03-3985-2000, Fire Alarm

Konstanta “k” untuk ketiga ukuran kepala *sprinkler* tersebut diatas adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Nilai Konstanta "k" Lubang Sprinkler

No.	Ukuran lubang kepala <i>Sprinkler</i> (mm)	Konstanta “k”
1	10	57 ± 5%
2	15	80 ± 5%
3	20	115 ± 5%

c. Menentukan kebutuhan air

Dalam proses pemadaman, air dipancarkan melalui *Sprinkler* untuk memadamkan api. Volume air yang dibutuhkan *Sprinkler* harus dipertimbangkan sehingga tidak menyebabkan kelebihan air di *Sprinkler*. Perhitungan volume kebutuhan air *Sprinkler* dapat menggunakan rumus:

$$V = Q \times T \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan:

V = Volume kebutuhan air (m^3)

Q = Kapasitas air *Sprinkler* 84,5 dm^3 /menit

T = Durasi pemadaman = 45 menit

d. Menentukan bak reservoir

Saat merancang reservoir (tangki air), sebaiknya tidak mengisinya sepenuhnya dengan air. Untuk itu perlu dilakukan penentuan volume air yang diperoleh agar memenuhi faktor keamanan. Desain tangki air dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (7).

$$\begin{aligned} V_{\text{bak air}} &= p \times l \times k \dots\dots\dots (7) \\ \Delta V &= V_{\text{bak air}} - V_{\text{kebutuhan air}} \end{aligned}$$

Keterangan:

p = Panjang (meter)

l = Lebar (meter)

k = Kedalaman (meter)

e. Menentukan daya pompa

Kinerja pompa sistem ini dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

Daya Hidrolik Pompa (HHP):

$$HHP = \left(Q \frac{m^3}{dt} \right) \times (H_d - H_s) m \times sg \frac{kg}{m^3} \times g \frac{m}{dt^2} \dots\dots\dots (8)$$

HHP = daya hidrolik pompa

$Q(m^3/dt)$ = air yang dibutuhkan (m^3/s)

$(H_d - H_s)m$ = Heat

$Sg(kg/m^3)$ = Berat jenis cairan (kg/m^3) = 998 kg/m^3 (untuk air)

$g(m/dt^2)$ = Gravitasi bumi (m/dt^2) = 9,8 m/dt^2

Daya Shaft Pompa (BHP):

$$BHP = \frac{HHP}{np} kW \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan:

BHP = daya shaft pompa

np = efisiensi standar pompa = 0,75

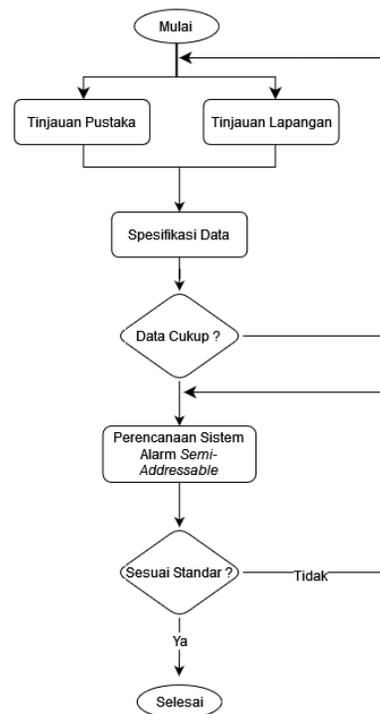
Daya Listrik Pompa:

$$P = \frac{(BHP) \cdot (1 + \alpha)}{nt} \dots\dots\dots (10)$$

Keterangan:

P = daya listrik pompa

- b. Tinjauan Lapangan: Selain melakukan studi literatur, peninjauan lapangan juga dilakukan melalui observasi langsung di gedung, melakukan wawancara dengan pihak yang terkait dengan sarana prasarana, serta mendokumentasikan temuan-temuan yang diperoleh.
- c. Spesifikasi Data: Data awal yang diperlukan untuk penelitian ini mencakup *As-Built Drawing* dari gedung Fakultas Teknik 3 guna memahami tata letak bangunan di luar ruangan. Selain itu, keadaan fisik gedung juga menjadi perhatian dalam penelitian ini.
- d. Perencanaan Sistem Alarm *Semi Addressable*: Merencanakan sistem alarm melibatkan beberapa tahapan sebagai berikut:
 - 1) Mengidentifikasi tingkat bahaya kebakaran
 - 2) Menentukan jenis detektor
 - 3) Menetapkan jarak maksimum antar detektor
 - 4) Identifikasi Zona dan Area Deteksi
 - 5) Pemilihan panel control
- e. Melakukan Verifikasi dan Konsultasi: Setelah melakukan perhitungan awal, dilakukan verifikasi ulang sesuai dengan standar kebakaran yang berlaku dan persyaratan lokal. Konsultasi dengan ahli kebakaran atau insinyur kebakaran dilakukan untuk memastikan bahwa perencanaan sistem alarm kebakaran sesuai dengan kebutuhan dan standar yang berlaku.



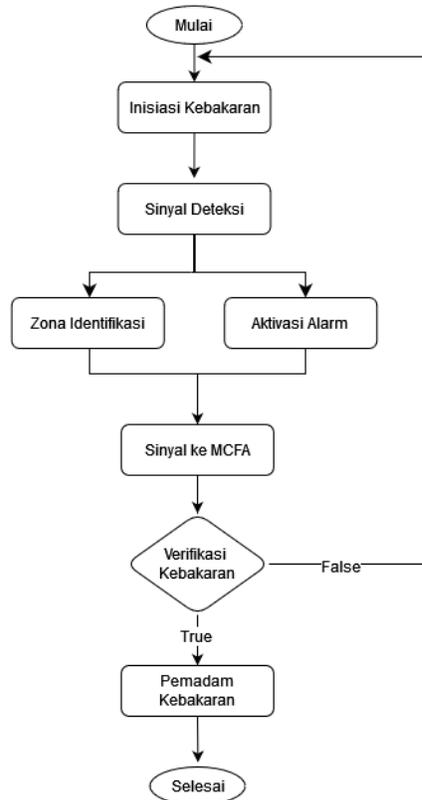
Gambar 1 Diagram Alir Perencanaan Sistem Alarm

Alur Sistem *Semi-Addressable*

- a. Inisiasi Kebakaran
Detektor asap mendeteksi adanya tanda-tanda kebakaran di suatu zona.
- b. Sinyal Deteksi
Detektor mengirimkan sinyal deteksi ke *Fire Zone Module*

- c. Zona Identifikasi
Sistem menentukan zona atau area yang terdampak kebakaran berdasarkan sinyal deteksi, dan seiring dengan itu, sistem secara otomatis mengaktifkan alarm.
- d. Sinyal ke MCFA
Sinyal kebakaran dan informasi zona dikirim ke kontrol pusat atau pusat pemantauan.
- e. Verifikasi Kebakaran
Verifikasi kebakaran mencakup langkah-langkah untuk memastikan apakah sinyal kebakaran yang diterima oleh sistem benar-benar menunjukkan adanya kebakaran atau hanya merupakan false alarm. Jika terjadi false alarm, langkah selanjutnya adalah melakukan reset pada sistem alarm.
- f. Pemadam Kebakaran
Pemberitahuan ke pusat pemadam kebakaran untuk tindakan lebih lanjut.

Sistem alarm kebakaran semi-addressable menggabungkan elemen-elemen dari sistem konvensional dan addressable, memberikan informasi zona yang lebih spesifik dibandingkan sistem konvensional, namun tidak sekompleks sistem addressable. Alur kerja sistem alarm tersebut dapat dilihat pada Diagram Alir dalam Gambar 2.



Gambar 2. Alur Kerja Sistem *Fire Alarm Semi-Addressable*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan sistem fire alarm adalah langkah kritis dalam memastikan keamanan dan deteksi dini terhadap bahaya kebakaran di suatu bangunan. Berikut adalah beberapa tahapan dalam

perencanaan fire alarm pada gedung FT3 Universitas Tidar.

Menentukan Jumlah *Sprinkler*

Menentukan jumlah *Sprinkler* dalam sistem pemadam kebakaran *Sprinkler* juga merupakan langkah krusial untuk memastikan bahwa seluruh area bangunan tercakupi dengan baik dan mendapatkan perlindungan yang menjangkau seluruh area gedung. Jumlah *Sprinkler* yang diperlukan akan tergantung pada ukuran dan tipe bangunan, jarak maksimum *Sprinkler*, serta persyaratan peraturan dan standar keamanan yang berlaku. Berikut adalah perhitungan jumlah detektor di gedung FT 3 Universitas Tidar.

Gedung FT3 termasuk ke dalam kategori bahaya kebakaran ringan berdasarkan SNI 03-3989-2000. Kebutuhan debit air untuk bahaya kebakaran ringan 225 liter/menit = 3,75 liter/detik (SNI 03-3989-2000). Berdasarkan tabel 2.2, lubang *Sprinkler* yang digunakan sebesar 10 mm. Menentukan jarak antara satu *Sprinkler* dengan *Sprinkler* yang lain harus dilakukan overlapping sebesar $\frac{1}{4}$ area jangkauan, sehingga pancaran air dapat menyebar secara merata. Jarak maksimum titik *Sprinkler* untuk bahaya kebakaran ringan yaitu 4,6m. Hasil perhitungan kebutuhan *Sprinkler* untuk masing-masing ruangan pada gedung FT3 sebagai berikut ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel. 4 Total Kebutuhan *Sprinkler*

NO	Lantai	Ruangan	p (m)	l (m)	Jumlah <i>Sprinkler</i>	Pembulatan
1	1	Loby 1	11	7.2	4.38	5
2	1	Pelayanan Mahasiswa	8	7.2	3.18	4
3	1	Ketua dan Sekretaris Jurusan	8	7.2	3.18	4
4	1	Lab Material	14.4	8	6.37	7
5	1	Ruang Tangga	10.8	8	4.78	5
6	1	Lab Struktur	18	8	7.96	8
7	1	Lab Transportasi	14.4	8	6.37	7
8	1	Koridor 1	46.8	3	7.76	8
9	2	Loby 2	11	7.2	4.38	5
10	2	Ruang dosen	14.4	8	6.37	7
11	2	Lab hidrolika	14.4	8	6.37	7
12	2	Pantry + Loby	10.8	8	4.78	5
13	2	Gudang	3.6	3	0.60	1
14	2	Lab teknik penyehatan	10.8	8	4.78	5
15	2	Lab geodesi	8	7.2	3.18	4
16	2	Lab mekanika tanah	14.4	8	6.37	7
17	2	Koridor 1	46.8	3	7.76	8

Tabel lanjutan dari Tabel. 4

18	3	Loby 3	11	7.2	4.38	5
----	---	--------	----	-----	------	---

19	3	Hall	25.2	8	11.15	12
20	3	Ruang sidang	10.8	8	4.78	5
21	3	Ruang rapat	8	7.2	3.18	4
22	3	Ruang kuliah 1	10.8	8	4.78	5
23	3	Pantry + Loby	10.8	8	4.78	5
24	3	Gudang	3.6	3	0.60	1
25	3	Ruang kuliah 2	10.8	8	4.78	5
26	3	Ruang kuliah 3	10.8	8	4.78	5
27	3	Ruang kuliah 4	10.8	8	4.78	5
28	3	Koridor 1	46.8	3	7.76	8
29	4	Loby 4	11	7.2	4.38	5
30	4	Pelayanan internet	25.2	8	11.15	12
31	4	Studio gambar	14.4	8	6.37	7
32	4	Pantry + Loby	10.8	8	4.78	5
33	4	Ruang Himpunan Mahasiswa	7.2	3	1.19	2
34	4	Perpustakaan	21.6	8	9.55	10
35	4	Ruang Kuliah 5	10.8	8	4.78	5
36	4	Koridor 1	46.8	3	7.76	8
37	BS	Lab struktur	18	8	7.96	8
Total						222

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

- Springkler dipasang diatas atap gedung dan pipa springkler dipasang diatas langit-langit 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
- Jarak *Head Springkler* ke dinding tidak boleh melebihi 2.3 meter

Menentukan Ukuran *Ground Water Tank*

Menentukan ukuran *Ground Water Tank* (GWT) adalah langkah penting dalam merencanakan sistem pemadam kebakaran yang efektif dengan *Sprinkler*. *Ground Water Tank* digunakan untuk menyimpan cadangan air yang diperlukan untuk menyuplai sistem *Sprinkler* saat terjadi kebakaran.

Dalam merancang *Ground Water Tank* atau bak air untuk sistem pemadam kebakaran, diperlukan faktor keamanan atau ruang cadangan agar bak tersebut tidak diisi penuh. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa bak air memiliki kapasitas yang cukup untuk menyimpan air yang diperlukan saat terjadi kebakaran, tanpa risiko kelebihan air yang dapat menyebabkan masalah seperti tumpah atau merusak bak itu sendiri. Faktor keamanan ini juga memperhitungkan kemungkinan kegagalan atau gangguan pada pasokan air utama, sehingga bak air dapat berfungsi sebagai cadangan untuk jangka waktu tertentu. Berdasarkan perhitungan volume air, biasanya bak air akan diisi hingga sekitar 70% hingga 90% dari kapasitas totalnya. Persentase ini akan memberikan ruang cadangan yang mencukupi untuk mengakomodasi kebutuhan sistem pemadam kebakaran dan memberikan fleksibilitas dalam mengatasi situasi darurat. Pembangunan bak air pada perencanaan ini dapat ditentukan, yaitu:

$$P = 12,5 \text{ m}$$

$$L = 5 \text{ m}$$

$$K = 4 \text{ m}$$

Volume total bak air yaitu:

$$V_{\text{bak air}} = (12,5 \times 5 \times 4) \times 2 = 500 \text{ m}^3$$

Selisih volume:

$$\Delta V = 500 \text{ m}^3 - 416,35 \text{ m}^3$$

$$\Delta V = 83,65 \text{ m}^3$$

Apabila di estimasikan hanya 50% dari area saat terjadi kebakaran, maka kebutuhan air untuk pompa pemadam kebakaran yaitu:

$$Q_r = V \times 50\%$$

$$Q = 832,7 \times 50\%$$

$$Q_r = 416,35$$

Pembahasan

Hasil perhitungan lengkap data spasial yang diukur di gedung Fakultas Teknik 3 Universitas Tidar berlantai empat disajikan pada Tabel 5.

Tabel. 5 Hasil Semua Perhitungan

Jumlah detektor	67 <i>Smoke Detector</i>
Jumlah <i>Sprinkler</i>	222 <i>Sprinkler</i>
Volume air	416,35 m^3
GWT	500 m^3
Daya pompa elektrik	60 <i>kW</i>
Daya pompa <i>Jockey</i>	6 <i>kW</i>
Pompa diesel	27 <i>HP</i>

Berdasarkan Tabel 5 sistem proteksi kebakaran yang diuraikan memiliki komponen-komponen kunci yang berperan penting dalam mengamankan area yang dilindungi yaitu gedung FT3 Universitas Tidar. Dalam sistem yang dirancang, terdapat detektor asap sebanyak 67 buah, yang berfungsi untuk mendeteksi perubahan suhu yang signifikan sebagai indikasi potensi kebakaran. Lebih lanjut, dilengkapi dengan total 222 *Sprinkler* yang akan secara otomatis melepaskan air atau bahan pemadam api ketika terdeteksi kebakaran. Sistem yang dirancang memiliki pasokan air dengan volume total 416,35 m^3 , dengan bak air berkapasitas 500 m^3 , sehingga mampu memastikan sumber air yang memadai untuk meredam dan memadamkan api. Pompa dengan daya 60 kW turut menjadi komponen vital dalam mengalirkan air secara efisien ke sistem proteksi. Tangki cadangan air di tanah (GWT) dengan kapasitas 500 m^3 , yang siap digunakan dalam keadaan darurat. Keseluruhan sistem ini, dengan elemen-elemen yang saling melengkapi, dirancang untuk memberikan perlindungan terhadap potensi bahaya kebakaran dan menjaga keamanan area gedung FT Universitas Tidar.

KESIMPULAN

Berdasarkan perencanaan yang dilakukan, maka sistem yang dirancang telah dihitung dan jumlah detektor yang dibutuhkan adalah 67 detektor asap, 222 sprinkler dan volume air yang

dibutuhkan adalah 416,35 m³. Kapasitas tangki 500 m³, daya pompa yang dibutuhkan dan tangki air bawah tanah yaitu daya pompa hidrolik (HHP) 35,2 kW, daya poros pompa (BHP) 46,9 kW, daya pompa listrik (P) 60 kW, pompa diesel (PpD) 27 HP, Pompa Jockey (Pjk) 6 kW, Kapasitas GWT (QGWT) 500 m³. Total anggaran untuk pembangunan sistem *Fire Alarm Semi-Addressable* dan *Sprinkler* di Gedung Fakultas Teknik 3 Universitas Tidar adalah sebesar Rp 1.232.640.194. Peningkatan sistem keamanan gedung Fakultas Teknik 3 dapat menciptakan persepsi positif di kalangan mahasiswa, dosen, dan masyarakat umum. Ini dapat meningkatkan kepercayaan terhadap institusi dan menciptakan lingkungan belajar dan kerja yang lebih aman. Penting untuk melibatkan semua pihak terkait, termasuk pihak pengelola gedung dan otoritas setempat, dalam implementasi dan pemeliharaan sistem ini untuk memastikan kinerja sistem yang optimal seiring berjalannya waktu.

Saran penelitian yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian lebih lanjut adalah menambahkan detektor panas model *Rate Of Rise* dan *Fixed Temperature* agar tidak terjadi *False Alarm* pada tempat-tempat yang memiliki suhu tinggi, dan menambahkan *Fire Suppression System* pada lab komputer agar pemadaman api tidak merusak komputer yang ada didalam ruangan tersebut.

DAFTAR REFERENSI

- Alam, K. W. (2020). Perencanaan Sistem Fire Alarm Dan Hidran Pemadaman Kebakaran Gedung Dprd Kabupaten Sukoharjo (Doctoral Dissertation, Universitas Widya Dharma).
- Al-Amin, M. S., & Emidiana, E. (2021). Perancangan Sistem Fire Alarm Kebakaran Pada Gedung Laboratorium XXX. *Jurnal Tekno*, 18(2), 51-61.
- Bangsa, I. A. (2023). Analisis Instalasi Fire Alarm Pada Basement Apartement Sebagai Sistem Proteksi Kebakaran. *Aisyah Journal Of Informatics And Electrical Engineering (Ajiee)*, 5(1), 58-66.
- Chowdhury, N., Mushfiq, D. R., & Chowdhury, A. E. (2019, May). Computer vision and smoke sensor based fire detection system. In 2019 1st International Conference on Advances in Science, Engineering and Robotics Technology (ICASERT) (pp. 1-5). IEEE.
- Dhani, R. M. (2019). Evaluasi Sistem Keselamatan Kebakaran Pada Gedung Pemerintahan Menggunakan Piranti Lunak Computerized Fire Safety Evaluation System. *Jurnal Kesehatan Dan Kebidanan (Journal Of Health And Midwifery)*, 8(2), 1-20.
- Dong, W. H., Wang, L., Yu, G. Z., & Mei, Z. B. (2016). Design of wireless automatic fire alarm system. *Procedia Engineering*, 135, 413-417.
- Lisamdite, V. P. (2022). Fire Risk Assessment Dan Evaluasi Active Fire Protection System Pada Gedung J Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (Doctoral Dissertation, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya).
- Ningrum, N. N. (2019). Perancangan Kebutuhan dan Tata Letak Detektor Sebagai Upaya Penanggulangan Kebakaran di Gedung Universitas X Tahun 2019 (Doctoral dissertation, Universitas Binawan).
- Silahuddin, I., dkk. (2019). Perencanaan Ulang Sistem Proteksi Kebakaran Pada Gedung Serbaguna Tekmira Jend. Sudirman No. 623 Bandung. *Potensi: Jurnal Sipil Politeknik*, 21(1), 19-26.
- Triwibowo, A., dkk. (2021). Perancangan Pemasangan Alarm Detector Dan *Sprinkler* Pada Gedung Sudirman Di Kemhan Ri. *Jurnal Teknik Industri*, 7(1).
- Zulfiar, M. H., & Gunawan, A. (2018). Evaluasi Sistem Proteksi Kebakaran pada Bangunan Hotel

- UNY 5 Lantai Di Yogyakarta. *Semesta Teknik*, 21(1), 65-71.
- Djafar, A., Gunawan, G., Suanggana, D., & Aprilia, H. (t.t.). *PERANCANGAN SISTEM SPRINKLER PADA GEDUNG PERKULIAHAN E,F,G*.
- Fajri, H., Alamsyah, W., Basrin, D., Pratama, M. R., & Yunita, I. (2023). Evaluation of Fire Protection System on Educational Laboratory Building of Universitas Samudra. *Jurnal Serambi Engineering*, 8(3). <https://doi.org/10.32672/jse.v8i3.6156>
- Fauzan, M. Z., & Pharmawati, K. (2023). *Perencanaan Sistem Sprinkler Untuk Pencegahan Kebakaran Pada Gedung Kantor Pemerintahan X*.
- Hasna Hayba Silmiy, Annastasya Aulia Putri, Muhammad Alfiyan Fikri, & Moch. Luqman Ashari. (2023). Perancangan Automatic Sprinkler System Pada Gudang Batu Bara Perusahaan Produksi Susu. *JURNAL ILMIAH TEKNIK INDUSTRI DAN INOVASI*, 1(3), 19–25. <https://doi.org/10.59024/jisi.v1i3.302>
- Marwan, M. A. S., & Lammada, I. (2023). PROSES PEMASANGAN INSTALASI FIRE ALARM PADA PROYEK APARTEMENT MENARA JAKARTA. *Aisyah Journal Of Informatics and Electrical Engineering (A.J.I.E.E)*, 5(2), 164–172. <https://doi.org/10.30604/jti.v5i2.144>
- Moinuddin, K. A. M., Innocent, J., & Keshavarz, K. (2019). Reliability of sprinkler system in Australian shopping centres –A fault tree analysis. *Fire Safety Journal*, 105, 204–215. <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2019.03.006>
- Pandiyana, R., & Shangumasundar, G. (2022). Design and Installation of Fire Sprinkler System in Manufacturing Industry. *Renewable and Nonrenewable Energy*, 1, 01–05. <https://doi.org/10.46632/rne/1/1/1>
- Putri, W. N. A., Maharani, F. T., & Karima, U. Q. (t.t.). *Analysis Of The Suitability Of Fire Handling With Active Fire Protection In Yaperjasa Senior High School In 2020*.
- Zakariya, M. Riza. 2023. "Perancangan Instalasi Pompa Hydrant Pada Gedung Laboratorium Perguruan Tinggi Di Surabaya."
- Abdullah, A., & Cris Kuntadi. (2023). The Influence of the Conformity Level of Fire Alarm Installations, Fire Detectors, and Portable Fire Extinguishers on the Fire Protection System. *Dinasti International Journal of Education Management And Social Science*, 4(4), 517-525. <https://doi.org/10.31933/dijemss.v4i4.1664>