

Perencanaan *Fire Alarm* dan Pemadam Kebakaran pada Gedung Dekanat 7 Lantai Universitas Tidar Mertoyudan

Shely Kurmia*, Sapto Nisworo, Deria Pravitasari, Agung Trihasto
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tidar Magelang

Article Info

Article history:

Submitted February 24, 2024

Accepted March 22, 2024

Published August 1, 2024

Keywords:

Fire alarm,
pemadam kebakaran,
detektor

Fire alarm,
fire extinguisher,
detector

ABSTRACT

Perencanaan *fire alarm* dan pemadam kebakaran pada Gedung Dekanat 7 lantai Universitas Tidar Mertoyudan dilakukan karena terdapat risiko kebakaran yang upaya penanggulangannya sulit dilakukan. Dalam menyelesaikan perencanaan ini memerlukan beberapa tahapan yang mencakup studi literatur, pengumpulan data dan pengolahan data. Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa sesuai SNI 03-3985-2000 membutuhkan detektor asap 82 unit, sesuai SNI 03-3989-2000 membutuhkan *sprinkler* 129 unit, volume air yang dibutuhkan 232 m³, Ground Water Tank (GWT) berkapasitas 300 m³, daya pompa yang dibutuhkan yaitu daya pompa elektrik 36 kW, pompa *jockey* 3,6 kW, dan pompa diesel 140 HP. Perhitungan perencanaan *fire alarm* dan pemadam kebakaran ini telah sesuai dengan peraturan dan standar diharapkan dapat meningkatkan keselamatan penghuni serta melindungi aset-aset berharga.

Planning for fire alarms and fire extinguishers at the 7-story Dean's Building at Tidar Mertoyudan University was carried out because there was a risk of fire which was difficult to overcome. Completing this planning requires several stages which include literature study, data collection and data processing. Based on the results of the calculations that have been carried out, it can be concluded that according to SNI 03-3985-2000 requires 82 units of smoke detectors, according to SNI 03-3989-2000 requires 129 sprinklers, the volume of water required is 232 m³, the Ground Water Tank (GWT) has a capacity of 300 m³, the pump power required is 36 kW electric pump power, 3.6 kW jockey pump power, and 140 HP diesel pump power. The fire alarm and fire extinguisher planning calculations are in accordance with regulations and standards and are expected to increase occupant safety and protect valuable assets.



Corresponding Author:

Shely Kurmia

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tidar Magelang,

Jl. Kapten Suparman No. 39, Potrobangsari, Kota Magelang, Indonesia

Email: *shelykurmia00@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Memprediksi terjadinya kebakaran memang sulit dilakukan, penyebabnya tidak dapat diketahui luasan api yang melahap bangunan itu terjadi. Kebakaran merupakan ancaman bagi penghuni bangunan karena datangnya tidak diinginkan dan menimbulkan kerugian baik materiil, alam, bahkan korban jiwa. Kebakaran ialah jenis kecelakaan dengan kekuatan yang sangat besar yang tidak dapat dikendalikan lagi, sehingga memerlukan perhatian khusus untuk menanggulangi terjadinya kebakaran [1]. Potensi kebakaran dapat terjadi pada gedung bertingkat, upaya untuk menanggulangi insiden kebakaran tersebut sejak dini dengan memasang sistem proteksi kebakaran. Setiap penyelenggara gedung harus kompeten memasang sistem proteksi kebakaran. Hal ini sesuai dengan Keputusan Menteri Pekerjaan Umum No.26/PRT/M/2008 tentang Persyaratan Teknis Sistem Proteksi Kebakaran pada Bangunan Gedung dan Lingkungan, yang mewajibkan setiap gedung memiliki peralatan proteksi kebakaran sesuai dengan standar [2].

Sistem proteksi kebakaran merupakan peralatan yang terpasang pada bangunan yang digunakan untuk melindungi bangunan dan lingkungan terhadap bahaya kebakaran. Sistem proteksi kebakaran digunakan untuk mendeteksi dan memadamkan kebakaran sedini mungkin dengan menggunakan peralatan yang digerakkan secara manual dan otomatis [3]. Berdasarkan klasifikasi standar konstruksi bangunan Indonesia tahun 1987,

sprinkler wajib dipasang pada bangunan yang tingginya lebih dari 40 meter. Dikarenakan tim pemadam kebakaran tidak mampu menjangkau bangunan yang ketinggiannya mencapai 25 meter. Bangunan yang lebih dari 4 lantai wajib dipasang sistem detektor manual dan otomatis karena upaya penanggulangannya sulit dilakukan ketika bangunan terlalu tinggi [4]. Kasus kebakaran pada bangunan dapat disebabkan arus pendek dan sebagian besar dipengaruhi oleh faktor manusia. Gedung universitas merupakan tempat kegiatan 24 jam yang banyak mengonsumsi listrik, berperilaku buruk, ekstensi yang terlalu kuat, dan banyak benda yang mudah terbakar seperti kertas dan furnitur. Dalam perencanaan, kesesuaian dan pemetaan kebutuhan sistem proteksi kebakaran dengan peraturan perlu diperhatikan dengan upaya pemeliharannya [5].

Berdasarkan persyaratan keandalan bangunan gedung sebagaimana tertuang dalam Undang-undang No. 28 tahun 2002 tentang Bangunan Gedung atau lebih dikenal dengan UUBG 2002, khususnya pada paragraf 2 pasal 19 persyaratan yang harus dipenuhi adalah keselamatan terhadap bahaya kebakaran. Untuk memenuhi persyaratan tersebut, bangunan gedung harus menerapkan sistem proteksi total, yang mencakup proteksi pasif, proteksi aktif dan membentuk manajemen keselamatan terhadap bahaya kebakaran [6]. Perencanaan juga harus mengacu Standar Nasional Indonesia (SNI) dan PERMEN PU 26 Tahun 2008. Apabila terdapat gedung yang sistem proteksi kebakaran tidak sesuai dengan pedoman yang ada dan belum diterapkan, untuk menghindari bahaya kebakaran, sistem proteksi kebakaran harus diperbarui dan diperbaiki, dan manajemen kebakaran harus ditingkatkan untuk menanggulangi risiko kebakaran [7].

Hal yang perlu diperhatikan untuk merencanakan sistem proteksi pada gedung yang mematuhi standar terdiri dari lima bagian berikut: desain dan analisis jalan keluar, perlindungan kebakaran struktural, pencegah kebakaran berbasis air, deteksi kebakaran dan sistem alarm, dan sistem pengendalian asap. Semua elemen dan rakitan bangunan dengan peringkat ketahanan api yang terbaik adalah UL [8]. Kesesuaian instalasi peralatan proteksi kebakaran sangat penting untuk meningkatkan efektivitas sistem proteksi kebakaran. Sistem alarm kebakaran, deteksi, dan APAR yang sesuai, diperlukan untuk memberikan respons yang cepat dan tepat untuk menanggulangi kebakaran [9]. Sistem alarm kebakaran dan *sprinkler* dirancang dengan baik untuk beroperasi dalam kondisi darurat tanpa listrik bangunan. Sistem alarm kebakaran terdiri dari jenis alarm kebakaran, perangkat inisiasi, perangkat notifikasi, dan desain sistem alarm kebakaran. Sistem *sprinkler* terdiri dari tipe *sprinkler*, tipe *standpipe*, kriteria desain *sprinkler*, perhitungan hidrolis, dan komponen *sprinkler* [10]. Permasalahan yang sering terjadi sistem proteksi kebakaran pada gedung adalah detektor panas dipasang di dekat AC, sirkuit alarm yang rusak, *sprinkler* dipasang pada jarak yang melebihi peraturan yang berlaku, dan kurangnya *hydran*. Kondisi tersebut harus didasari oleh pengetahuan standar proteksi kebakaran pada gedung [11].

Berdasarkan penelitian terdahulu dengan judul “Perencanaan Ulang Sistem Proteksi Kebakaran pada Gedung Serba Guna Tekmira” ini melakukan perencanaan kembali sistem proteksi kebakaran pada gedung, hasil yang diperoleh data penelitian belum memenuhi peraturan dan standar. Penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian sebelumnya yaitu melakukan rekomendasi sistem proteksi kebakaran pada gedung yang sesuai peraturan, Standar Nasional Indonesia (SNI) dan standar *National Fire Protection Association* (NFPA) dengan mendesain hasil perencanaan menggunakan *software* Autocad 2021. Penelitian ini menggunakan sistem *full addressable* yang dapat dijadikan kebaruan pada penelitian ini. Gedung ini memiliki luasan bangunan yang berbeda pada penelitian sebelumnya, maka volume yang dihasilkan juga berbeda. Perencanaan *fire alarm* dan pemadam kebakaran pada gedung dekanat belum banyak dilakukan oleh peneliti-peneliti terdahulu sehingga dalam penelitian ini menggunakan referensi penelitian terdahulu yang mendekati dengan penelitian yang dilakukan.

2. METODE PENELITIAN

Pada gedung bertingkat terdapat risiko kebakaran yang dapat menyebabkan kerugian materiil, alam, bahkan korban jiwa. Perencanaan *fire alarm* dan pemadam kebakaran dilakukan untuk meningkatkan keselamatan penghuni gedung serta melindungi aset-aset berharga pada gedung. Perencanaan *fire alarm* dan pemadam kebakaran mengacu pada peraturan, SNI, dan standar NFPA. Dalam merencanakan *fire alarm* dan pemadam kebakaran dapat melalui beberapa langkah-langkah sebagai berikut [12].

2.1 Mengetahui Denah Ruang

Sebelum melakukan perencanaan *fire alarm* dan pemadam kebakaran perlu mengetahui denah gedung tersebut. Dalam perhitungan kebutuhan detektor dan *sprinkler* perlu mengetahui panjang, lebar, dan tinggi masing-masing ruang. Panjang, lebar, dan tinggi ruangan dapat diketahui dengan melihat denah gedung atau dengan cara pengukuran manual menggunakan alat ukur.

2.2 Menghitung Kebutuhan Detektor

Jenis dan jarak detektor ditentukan berdasarkan karakteristik ruangan dan standar yang berlaku. Dalam merencanakan detektor, faktor pengali adalah nilai atau besaran yang diperlukan sebagai *safety factor*. Berdasarkan SNI 03-3985-2000, faktor pengali perlu diketahui dalam perhitungan detektor. Faktor pengali pada

gedung dengan ketinggian langit-langit 3,0-3,6 meter adalah 84. Sesudah mengetahui faktor pengali, kemudian tentukan jarak antar detektor, jarak detektor asap maksimum 12 meter dan detektor panas maksimum 7 meter.

Detektor asap, $S = 12 \times$ faktor pengali (%)

Detektor panas, $S = 7 \times$ faktor pengali (%)

Selanjutnya, menentukan jumlah detektor dapat dihitung menggunakan Persamaan (1), (2) dan (3).

$$JDP = \frac{p}{s} \quad (1)$$

$$JDL = \frac{l}{s} \quad (2)$$

$$TJD = JDP \times JDL \quad (3)$$

dengan: JDP = jumlah detektor panjang (unit)

JDL = jumlah detektor lebar (unit)

p = panjang ruang (meter)

l = lebar ruang (meter)

s = jarak antar detektor (meter)

TJD = total jumlah detektor.

2.3 Menentukan Jumlah Sprinkler

Dalam menentukan jumlah *sprinkler* perlu mengetahui luas ruangan, jenis material yang ada di dalamnya dan klasifikasi kebakaran ruangan tersebut. Menentukan kebutuhan *sprinkler* dapat dihitung menggunakan Persamaan (4), (5) dan (6).

$$X = \text{Jarak maksimal titik } \textit{sprinkler} - \left(\frac{1}{4} \times \text{jarak maksimal}\right) \quad (4)$$

$$L = X^2 \quad (5)$$

$$\text{Jumlah } \textit{sprinkler} = \frac{pxl}{\pi r^2} \quad (6)$$

dengan: p = panjang ruang (meter)

l = lebar ruang (meter)

$r = 2,4$ meter.

2.4 Menghitung Volume Kebutuhan Air

Pada operasi *sprinkler*, air sangat dibutuhkan. Volume air yang dibutuhkan harus dipertimbangkan agar tidak mengakibatkan *sprinkler* mengeluarkan terlalu banyak air. Menentukan volume air dapat dihitung menggunakan Persamaan (7).

$$V = Q \times T \quad (7)$$

dengan: V = volume air yang dibutuhkan (m^3)

Q = kapasitas air *sprinkler* $8 \text{ dm}^3/\text{menit}$

T = waktu operasi sistem = 45 menit.

2.4 Merancang Ground Water Tank (GWT)

Perancangan Ground Water Tank (GWT) dilakukan dengan menentukan kapasitas dan dimensi yang akan digunakan oleh sistem *sprinkler*. Menentukan bak air dapat dihitung menggunakan persamaan (8) dan (9).

$$V_{\text{bak air}} = p \times l \times k \quad (8)$$

$$\Delta V = V_{\text{bak air}} - V_{\text{kebutuhan air}} \quad (9)$$

dengan: p = panjang (meter)

l = lebar (meter)

k = kedalaman (meter).

2.5 Menghitung Daya Pompa

Perhitungan daya pompa perlu dilakukan agar pompa dapat mengalirkan air dari GWT ke sumber kebakaran. Menentukan daya pompa dapat dihitung menggunakan Persamaan (10), (11), (12), (13), dan (14).

2.5.1 Daya Hidrolik Pompa

Daya hidrolik pompa (*HHP*) adalah daya yang dibutuhkan untuk mengalirkan sejumlah zat cair. Perhitungan daya hidrolik dapat dihitung menggunakan Persamaan (10).

$$HHP = \left(Q \frac{m^3}{dt} \right) \cdot (H_d - H_s) m \times Sg \frac{kg}{m^3} \times g \frac{m}{dt^2} \quad (10)$$

dengan: HHP = daya hidrolis pompa
 $Q(m^3/dt)$ = air yang dibutuhkan (m^3/s)
 $(H_d - H_s) m$ = *head*
 $Sg (kg/m^3)$ = 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 .

2.5.2 Daya Shaft Pompa

Daya Shaft Pompa (BHP) atau daya poros pompa dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$BHP = \frac{HHP}{np} kW \quad (11)$$

dengan: BHP = daya shaft pompa
 np = efisiensi standar pompa = 0,75.

2.5.3 Daya Listrik Pompa

Pompa listrik adalah pompa utama yang beroperasi secara otomatis bila *head sprinkler* atau hidran dipakai, dan pompa *jockey* akan otomatis berhenti beroperasi. Dalam menentukan daya listrik pompa dapat dihitung menggunakan rumus berikut.

$$P = \frac{(BHP) \cdot (1 + \alpha)}{nt} \quad (12)$$

dengan: P = daya listrik pompa
 α = faktor cadangan (pecahan) = 0,2
 nt = efisiensi transmisi (pecahan) = 0,95.

2.5.4 Daya Pompa Diesel

Pompa diesel merupakan pompa cadangan apabila pompa elektrik gagal. Jika terdapat kebakaran pada gedung, pompa ini dapat tetap beroperasi ketika aliran listrik terputus. Dalam menentukan daya pompa diesel dapat dihitung menggunakan rumus berikut.

$$P_{pD} = \left(\frac{QT}{pD} \right) \cdot (P) kW \quad (13)$$

dengan: P_{pD} = daya pompa diesel
 pD = efisiensi pompa diesel diasumsikan = 80%.

2.5.5 Pompa Jockey

Pompa *jockey* memiliki fungsi menjaga tekanan air dalam pipa yang bekerja secara otomatis ketika tekanan turun. Dalam menentukan daya pompa *jockey* dapat menggunakan rumus berikut.

$$P_{jk} = (0,1) \cdot (P) kW \quad (14)$$

2.6 Perhitungan Alat Pemadam Ringan (APAR)

Berdasarkan PERMENAKER No. 04/MEN/1980, perhitungan jumlah APAR dapat dihitung menggunakan persamaan (15).

$$APAR = \frac{Luas bangunan}{Luas bangunan yang dilindungi} \quad (15)$$

dengan: $Luas terlindungi = \frac{\pi}{4} D^2$
 D = luas jangkauan APAR = 15 meter.

2.7 Perhitungan Penghantar

Dalam menentukan penghantar dengan mengetahui arus karakteristik yang melalui penghantar menggunakan persamaan (16) dan (17).

Arus bolak balik satu fasa mengikuti persamaan (16).

$$I_n = \frac{P}{V \times \cos \phi} \quad (16)$$

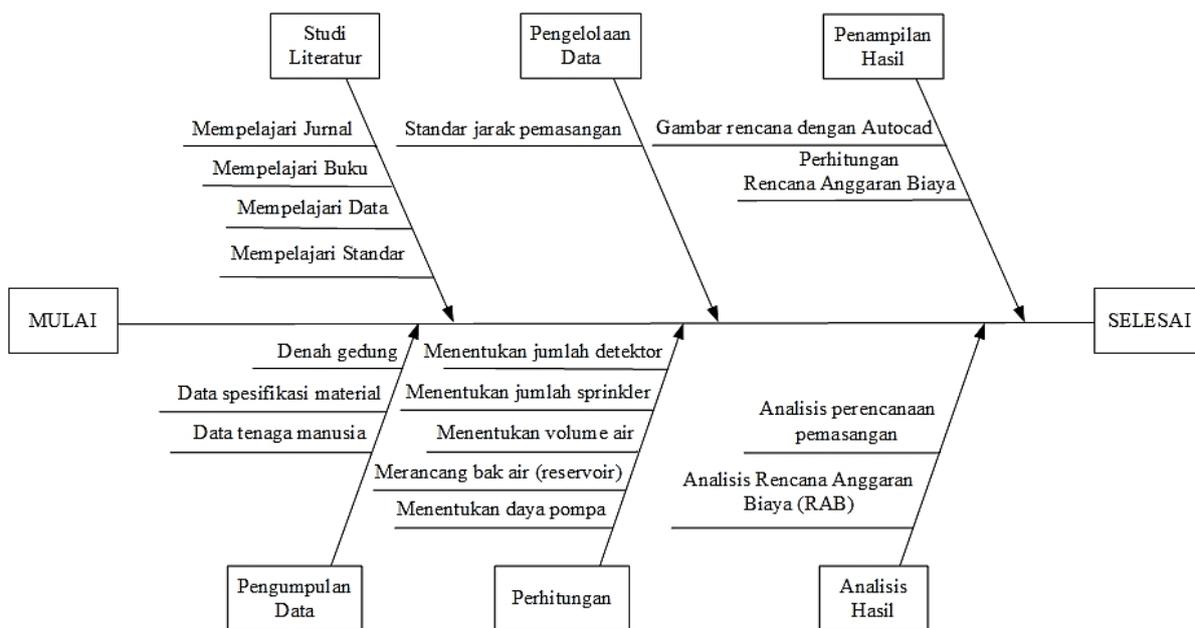
Arus bolak balik tiga fasa mengikuti persamaan (17).

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \phi} \tag{17}$$

dengan: I = arus nominal (A)
 P = daya aktif (W)
 V = tegangan (V)
 $\cos \phi$ = faktor daya.

Ketika menentukan jenis konduktor yang akan digunakan kapasitas KHA yang diterapkan adalah 1,25 kali arus nominal yang melalui penghantar. Apabila hasil perhitungan KHA yang melalui penghantar telah diketahui, selanjutnya melihat tabel untuk menentukan penampang penghantar yang diperlukan.

Proses dalam melakukan perencanaan *fire alarm* dan pemadam kebakaran dimulai dengan melakukan studi literatur, kemudian melakukan pengumpulan data berupa denah gedung, data spesifikasi material yang digunakan, dan data tenaga manusia. Data yang diperoleh kemudian diolah, yang akan digunakan untuk analisa data dengan melalui perhitungan dan penelaahan materi yang relevan dengan topik pembahasan dalam perencanaan ini. Analisis data yang digunakan yaitu pengumpulan data, mendesain perencanaan menggunakan *software* AutoCAD 2021, melakukan perhitungan volume air, bak air (*reservoir*), daya pompa, dan menentukan RAB (Rencana Anggaran Biaya) dalam pembangunan *fire alarm* dan pemadam kebakaran sesuai standar. Diagram *fishbone* perencanaan ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram *fishbone* perencanaan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian perencanaan *fire alarm* dan pemadam kebakaran pada Gedung Dekanat Universitas Tidar Mertoyudan dilakukan dengan penentuan dan perhitungan detektor, *sprinkler*, daya pompa, dan Ground Water Tank (GWT).

3.1 Perhitungan Detektor

Perencanaan ini menggunakan detektor asap. Jarak maksimum antar detektor asap 12 meter. Gedung Dekanat memiliki ketinggian langit-langit 3,1 meter, sehingga faktor pengalinya adalah 91%. Contoh perhitungan detektor asap untuk lobi pada lantai 1 dengan panjang 8 meter dan lebar 5 meter menggunakan persamaan (1), (2) dan (3) sebagai berikut.

$$S = \text{Jarak maksimum antar detektor asap} \times \text{faktor pengali (\%)}$$

$$S = 12 \times 91\%$$

$$S = 10,92 \approx 11$$

Sehingga perhitungan jumlah detektor panjang adalah:

$$JDP = \frac{p}{S}$$

$$JDP = 0,73 \approx 1$$

Sehingga perhitungan jumlah detektor lebar adalah:

$$JDL = \frac{l}{s}$$

$$JDL = \frac{5}{11}$$

$$JDL = 0,45 \approx 1$$

Sehingga perhitungan total jumlah detektor asap adalah:

$$TJD = JDP \times JDL$$

$$TJD = 1 \times 1$$

$$TJD = 1 \text{ unit}$$

Berdasarkan perhitungan yang dilaksanakan, jumlah detektor asap pada lobi lantai 1 adalah 1 unit. Perhitungan jumlah detektor asap dilakukan pada 73 ruangan dari lantai 1 hingga lantai 7, sehingga didapatkan total kebutuhan detektor asap adalah 82 unit.

3.2 Perhitungan *Sprinkler*

Berdasarkan SNI 03-3989-2000, Gedung Dekanat termasuk kategori bahaya kebakaran ringan dengan kebutuhan air 225 liter/menit = 3,75 liter/detik, lubang *sprinkler* sebesar 0,5 inchi. Supaya tidak ada titik yang tidak terkena pancaran air, direncanakan antar *sprinkler* terjadi *overlapping* sebesar $\frac{1}{4}$ area jangkauan. Jarak antar titik *sprinkler* tidak boleh melebihi 4,6 meter. Contoh perhitungan *sprinkler* untuk lobby pada lantai 1 dengan panjang 8 meter dan lebar 5 meter menggunakan persamaan (4), (5) dan (6) sebagai berikut.

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

$$X = 4,6 - \left(\frac{1}{4} \times 4,6 \right)$$

$$X = 3,45 \text{ m}$$

$$L = (X)^2$$

$$L = 3,45 \times 3,45$$

$$L = 11,9 \text{ m}^2$$

Sehingga perhitungan total jumlah *sprinkler* adalah:

$$\text{Jumlah } \textit{sprinkler} = \frac{pxl}{\pi r^2}$$

$$\text{Jumlah } \textit{sprinkler} = \frac{8 \times 5}{3,14 \times 2,4^2}$$

$$\text{Jumlah } \textit{sprinkler} = 2,21 \approx 3 \text{ unit}$$

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, jumlah *sprinkler* pada lobby lantai 1 adalah 3 unit. Head *sprinkler* yang digunakan berstandar ULFM merek VIKING tipe *pendent* dengan *glass-bulb fluid* berwarna merah dengan kepekaan suhu 68°C. Pipa *sprinkler* dipasang di atas plafon, sedangkan *sprinkler* terpasang di bawah plafon. Perhitungan jumlah *sprinkler* dilakukan pada 46 ruangan dari lantai 1 hingga lantai 7, sehingga didapatkan total kebutuhan *sprinkler* adalah 129 unit.

3.3 Perhitungan Volume Air

Dalam operasi *sprinkler*, air sangat diperlukan. Volume air yang dibutuhkan harus dipertimbangkan agar tidak mengakibatkan *sprinkler* mengeluarkan terlalu banyak air. Kapasitas air *sprinkler* 80 dm^3/menit x total *sprinkler* = 80 x 129 = 10.320 dm^3/menit dengan waktu operasi sistem 45 menit. Perhitungan volume kebutuhan air menggunakan persamaan (7) sebagai berikut.

$$V = Q \times T$$

$$V = 10.320 \times 45$$

$$V = 464.400 \text{ dm}^3$$

$$V = 464,4 \text{ m}^3$$

Selanjutnya kebutuhan air diestimasi terjadi kebakaran 50% dari gedung:

$$Q_T = 50\% \times V$$

$$Q_T = 50\% \times 464,4$$

$$Q_T = 232,2 \text{ m}^3$$

$$Q_T = 232 \text{ m}^3 \text{ (pembulatan)}$$

Berdasarkan perhitungan di atas digunakan untuk perhitungan selanjutnya yaitu merancang Ground Water Tank (GWT), yang diestimasikan saat terjadi kebakaran hanya 50% dari seluruh kebutuhan air didapatkan kebutuhan air sebesar 232 m³.

3.4 Merancang Ground Water Tank (GWT)

Perancangan *Ground Water Tank* (GWT) dengan menentukan kapasitas dan dimensi yang sesuai, seharusnya tidak terisi penuh untuk menjaga faktor keamanannya. Bak ini digunakan untuk menyimpan cadangan air untuk menyuplai sistem *sprinkler* ketika terjadi kebakaran. Perhitungan bak air menggunakan persamaan (8) dan (9) sebagai berikut:

$$\begin{aligned} p &= 10 \text{ m} \\ l &= 3 \text{ m} \\ k &= 10 \text{ m} \end{aligned}$$

Selanjutnya ketika sudah merancang GWT maka melakukan perhitungan volume total GWT:

$$\begin{aligned} V_{bak \text{ air}} &= p \times l \times k \\ V_{bak \text{ air}} &= 10 \times 10 \times 3 \\ V_{bak \text{ air}} &= 300 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Sehingga selisih volume yang didapatkan adalah:

$$\begin{aligned} \Delta V &= V_{bak \text{ air}} - V_{kebutuhan \text{ air}} \\ \Delta V &= 300 - 232 \\ \Delta V &= 68 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas diperoleh *Ground Water Tank* (GWT) dengan panjang 10 meter, lebar 3 meter dan kedalaman atau tinggi 10 meter. Selanjutnya perhitungan total keseluruhan GWT 300 m³ dengan selisih volume 68 m³.

3.5 Perhitungan Daya Pompa

Pompa harus mampu mengalirkan air dengan debit yang dibutuhkan dari *Ground Water Tank* (GWT) ke tempat yang terjadi kebakaran. Perhitungan daya pompa dan kapasitas GWT adalah sebagai berikut.

3.5.1 Pompa Elektrik

Kapasitas GWT yang diperlukan 232 m³ dikeluarkan untuk memenuhi kebutuhan *sprinkler* selama 45 menit. Perhitungan kapasitas pompa elektrik menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Q &= \frac{232}{45} \\ Q &= 5,15 \frac{\text{m}^3}{\text{menit}} \\ Q &= 0,09 \frac{\text{m}^3}{\text{detik}} \end{aligned}$$

3.5.2 Daya Hidrolik Pompa (HHP)

Daya hidrolik (daya pompa teoritis) adalah daya yang dibutuhkan untuk mengalirkan sejumlah zat cair. Perhitungan daya hidrolik dapat dihitung menggunakan persamaan (10) sebagai berikut.

$$\begin{aligned} HHP &= \left(Q \frac{\text{m}^3}{\text{dt}} \right) \cdot (H_d - H_s) \text{m} \times Sg \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times g \frac{\text{m}}{\text{dt}^2} \\ HHP &= \left(0,09 \frac{\text{m}^3}{\text{dt}} \right) \times (24 \text{ m}) \times \left(998 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \times \left(9,8 \frac{\text{m}}{\text{dtk}^2} \right) \\ HHP &= 21,12566 \text{ kW} \end{aligned}$$

3.5.3 Daya Shaft Pompa

Daya *Shaft* Pompa (BHP) atau daya poros pompa dapat dihitung menggunakan persamaan (11) sebagai berikut.

$$\begin{aligned} BHP &= \frac{HHP}{np} \text{ kW} \\ BHP &= \frac{10,79756}{0,75} \text{ kW} \\ BHP &= 28,2 \text{ kW} \end{aligned}$$

3.5.4 Daya Listrik Pompa

Pompa listrik/elektrik adalah pompa utama yang beroperasi secara otomatis bila *head sprinkler* atau *hydran* dipakai, dan pompa *jockey* akan otomatis berhenti beroperasi. Dalam menentukan daya listrik pompa dapat dihitung menggunakan persamaan (12) sebagai berikut.

$$P = \frac{(BHP).(1+\alpha)}{nt}$$

$$P = \frac{28,2 \times (1,2)}{0,95}$$

$$P = 35,62 \text{ kW} \approx 36 \text{ kW}$$

3.5.5 Pompa Diesel

Pompa diesel merupakan pompa cadangan apabila pompa elektrik gagal. Jika terdapat kebakaran pada gedung, pompa ini dapat tetap beroperasi ketika aliran listrik terputus. Dalam menentukan daya pompa diesel dapat dihitung menggunakan persamaan (13) sebagai berikut.

$$P_{pD} = \left(\frac{QT}{pD}\right) \cdot (P) \text{ kW}$$

$$P_{pD} = \frac{232}{80} \times 36 \text{ kW}$$

$$P_{pD} = 104,4 \text{ kW}$$

$$P_{pD} = 140,003 \text{ HP} \approx 140 \text{ HP}$$

3.5.6 Pompa Jockey

Pompa *jockey* memiliki fungsi menjaga tekanan air dalam pipa yang bekerja secara otomatis ketika tekanan turun. Dalam menentukan daya pompa *jockey* dapat menggunakan persamaan (14) sebagai berikut.

$$P_{jk} = (0,1).(P) \text{ kW}$$

$$P_{jk} = (0,1).(P) \text{ kW}$$

$$P_{jk} = (0,1). 36 \text{ kW}$$

$$P_{jk} = 3,6 \text{ kW}$$

Berdasarkan perhitungan dengan persamaan di atas diperoleh daya pompa elektrik 36 kW, pompa *jockey* 3,6 kW, dan pompa diesel 140 HP. Oleh karena itu, disarankan menggunakan pompa dengan daya pompa elektrik 45 kW, pompa *jockey* 15 kW, dan pompa diesel 110 kW.

3.6 Perhitungan APAR

Menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja No. 04/MEN/1980, Gedung Dekanat Universitas Tidar merupakan bangunan gedung 7 lantai dengan luas bangunan per lantai 512 m². Perhitungan APAR untuk per lantai dengan luas bangunan 512 m² dapat dihitung menggunakan persamaan (15) sebagai berikut.

$$APAR = \frac{\text{Luas bangunan}}{\text{Luas bangunan yang dilindungi}}$$

$$APAR = \frac{512}{\frac{3,14}{4} 15^2}$$

$$APAR = 3 \text{ unit}$$

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, jumlah APAR per lantai adalah 3 unit. Setiap lantai memiliki kebutuhan APAR yang sama pada lantai 1 hingga lantai 7. Beberapa ruangan gedung ini termasuk dalam klasifikasi kebakaran ringan kelas C penyebab karena listrik atau elektronik dengan menggunakan jenis APAR serbuk kimia kering.

3.7 Pemilihan Penghantar

Dalam pemilihan penghantar yang digunakan sebaiknya memperhatikan tanda pengenal pada kabelnya. Pada permukaan kabel terdapat tanda pengenal berupa standar yang digunakan, produsen, jumlah inti dan ukuran kabel. Menentukan penghantar dapat dihitung menggunakan persamaan (16) dan (17).

3.7.1 Penghantar Instalasi *Fire Alarm*

Dalam perencanaan ini untuk menghubungkan antar detektor ke detektor, titik panggil manual, *alarm bell*, dan lampu indikator dipilih jenis penghantar tahan api FRC (*Fire Resistance Cable*) isi 2 (2-Wire Type) dengan ukuran 2 x 1,5 mm². Sedangkan untuk menghubungkan *annunciator* MCFA dan TBFA menggunakan kabel AWG STP dengan ukuran 2 x 1,5 mm².

3.7.2 Menentukan Penghantar pada Pompa

Dalam menentukan ukuran dan jenis penghantar yang dipergunakan pada masing-masing pompa perlu menghitung arus nominal dan nilai Kuat Hantar Arus (KHA). Perhitungan penghantar pada masing-masing pompa elektrik, *jockey* dan diesel sebagai berikut:

Pompa elektrik memiliki beban sebesar 36.000 watt, perhitungan nilai arus nominal sebagai berikut:

$$In = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \phi}$$

$$In = \frac{36.000}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,9}$$

$$In = 60,77 \text{ A}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut didapatkan nilai arus nominal 60,77 A. Sesudah mengetahui arus nominal dapat menghitung nilai KHA pada pompa elektrik sebagai berikut:

$$KHA = 1,25 \times In$$

$$KHA = 1,25 \times 60,77 \text{ A}$$

$$KHA = 75,96 \text{ A}$$

Pompa *jockey* memiliki beban sebesar 3.600 watt, perhitungan nilai arus nominal sebagai berikut:

$$In = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \phi}$$

$$In = \frac{3.600}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,9}$$

$$In = 6,08 \text{ A}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut didapatkan nilai arus nominal 6,08 A. Sesudah mengetahui arus nominal dapat menghitung nilai KHA pada pompa *jockey* sebagai berikut:

$$KHA = 1,25 \times In$$

$$KHA = 1,25 \times 6,08 \text{ A}$$

$$KHA = 7,6 \text{ A}$$

Pompa diesel memiliki beban sebesar 104.400 watt, perhitungan nilai arus nominal sebagai berikut:

$$In = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \phi}$$

$$In = \frac{104.400}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,9}$$

$$In = 176,24 \text{ A}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut didapatkan nilai arus nominal 176,24 A. Sesudah mengetahui arus nominal dapat menghitung nilai KHA pada pompa diesel sebagai berikut:

$$KHA = 1,25 \times In$$

$$KHA = 1,25 \times 176,24 \text{ A}$$

$$KHA = 220,3 \text{ A}$$

Berdasarkan tabel KHA, penghantar pompa elektrik menggunakan kabel jenis FRC dengan ukuran $4 \times 35 \text{ mm}^2$. Penghantar pompa *jockey* menggunakan kabel jenis FRC dengan ukuran $3 \times 4 \text{ mm}^2$. Sedangkan penghantar pompa diesel menggunakan kabel jenis FRC $4 \times 120 \text{ mm}^2$.

4. KESIMPULAN

Perencanaan *fire alarm* dan pemadam kebakaran pada Gedung Dekanat Universitas Tidar Mertoyudan yang sesuai peraturan dan standar akan mengurangi risiko kebakaran, sehingga dapat meningkatkan keselamatan penghuni gedung serta melindungi aset-aset berharga pada gedung. Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa Gedung Dekanat Universitas Tidar Mertoyudan sesuai SNI 03-3985-2000 membutuhkan detektor asap 82 unit, sesuai SNI 03-3989-2000 membutuhkan *sprinkler* 129 unit, volume air yang dibutuhkan 232 m^3 , Ground Water Tank (GWT) berkapasitas 300 m^3 , daya pompa yang dibutuhkan yaitu daya pompa elektrik 36 kW, pompa *jockey* 3,6 kW, pompa diesel 140 HP. Berdasarkan perhitungan daya pompa, disarankan menggunakan pompa dengan daya pompa elektrik 45 kW, pompa *jockey* 15 kW, pompa diesel 110 kW. Biaya keseluruhan yang dibutuhkan dalam perencanaan ini sebesar Rp 998.049.000,00. Perhitungan dan perencanaan *fire alarm* dan pemadam kebakaran telah sesuai dengan peraturan dan standar diharapkan dapat meningkatkan keselamatan penghuni serta melindungi aset-aset berharga pada Gedung Dekanat Universitas Tidar Mertoyudan.

REFERENSI

- [1] Abdullah, A., Nugraha, W., Astutik, R., Mandala, Y., Pandjaitan, P., “Bimbingan Teknis Masyarakat Waspada dan Siap Sedia Mencegah Kebakaran,” *Jurnal Politeknik Penerbangan Palembang*, vol. 2, no. 1, hal. 22–30, hal. 39, 2021. <https://doi.org/10.52989/darmabakti.v2i1.39>
- [2] Abdullah, A., Nugraha, W., Sutiyo, S., Setiawan, R. F., Saputra, M. I. D., Putra, R. P., Prabawati, A. R. P., Sufianto, H., “Sistem Proteksi Kebakaran pada Gedung UKM Universitas Brawijaya Malang,” *Jurnal Mahasiswa Jurusan Arsitektur*, vol. 6, no. 1, hal. 1-11, 2018.
- [3] Zulfiar, M. H., & Gunawan, A., “Evaluasi Sistem Proteksi Kebakaran pada Bangunan Hotel UNY 5 Lantai di Yogyakarta,” *Semesta Teknika*, vol. 21, no. 1, hal. 65-71, 2018. <https://doi.org/10.18196/st.211212>
- [4] Adeswastoto, H., “Tinjauan Sistem Keselamatan Kebakaran Pada Gedung Pondok Pesantren Daarun Nahdhah Thawalib Kecamatan Bangkinang,” *Artikel Teknik Sipil*, vol. 4, no. 2, hal. 1-8, 2022.
- [5] Diannita, Rindang, “Mapping Analysis of Active Fire Protection System on Dormitory Building in X University,” *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, vol. 10, no. 2, 2021. <https://doi.org/10.20473/ijosh.v10i2.2021.240-246>
- [6] I. Silahuddin, T. Efendi, M. Sutrisno, RE. Ambat, “Perencanaan Ulang Sistem Proteksi Kebakaran Pada Gedung Serbaguna Tekmira Jend. Sudirman No. 623 Bandung,” *Potensi: Jurnal Sipil Politeknik*, vol. 21, no. 1, hal. 19-26, 2019. <https://doi.org/10.35313/potensi.v21i1.1312>
- [7] Prabawati, A. R. P., Sufianto, H., “Sistem Proteksi Kebakaran pada Gedung UKM Universitas Brawijaya Malang,” *Jurnal Mahasiswa Jurusan Arsitektur*, vol. 6, no. 1, hal. 1-11, 2018.
- [8] Wood, Donald, “Fire Protection and Life Safety Analysis - Building 192 – Engineering IV,” 2018.
- [9] Abdullah, A., Cris Kuntadi, “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*, vol. 4, no. 4, hal. 517-525, 2023. <https://doi.org/10.31933/dijemss.v4i4.1664>
- [10] Ko, Andrew, “Building V: Fire and Life Safety Analysis,” 2019.
- [11] Djunaidi, Z., Tuah, N. A. A., Rafifa, G., “Analysis of the Active and Passive Fire Protection Systems in the Government Building, Depok City, Indonesia,” *KnE Life Sciences*, vol. 4, no. 5, hal. 384–398, 2018. <https://doi.org/10.18502/cls.v4i5.2569>
- [12] Al-Amin, M. S., Emidiana, E., “Perancangan Sistem Fire Alarm Kebakaran Pada Gedung Laboratorium XXX,” *Jurnal Tekno*, vol. 18, no. 2, hal. 51-61, 2021. <https://doi.org/10.33557/jtekno.v18i2.1412>