

PERANCANGAN PROTEKSI KEBAKARAN SISTEM HYDRANT MENURUT STANDAR NFPA 14 DAN 20 PADA GEDUNG CAK DURASIM UPT. TAMAN BUDAYA JAWA TIMUR

DESIGN OF FIRE PROTECTION HYDRANT SYSTEM COMPATIBLE TO NFPA 14 AND 20 STANDARDS IN CAK DURASIM BUILDING UPT. TAMAN BUDAYA JAWA TIMUR

Afrigh Fajar Rosyidiin¹, Febrian Puji Lestari², Wulan Septia³, Mahya Indra Tama⁴
^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
afrighfajar@untag-sby.ac.id, 1412100016@surel.untag-sby.ac.id, 1412100056@surel.untag-sby.ac.id, mahyaindra@untag-sby.ac.id

ABSTRACT

The Cak Durasim building is the building at UPT. East Java Cultural Park which has facilities as an art performance. The building has 2 floors, the two floors are connected at the back of the stage. Therefore, it is necessary to have a fire extinguishing system on every floor in the Cak Durasim Building. This research begins with the collection and collection of data in the form of projections of the floor plan of the Cak Durasim Building and the conditions of the building and other technical data. The data processing refers to the NFPA 14 and NFPA 20 standards, which include point determination hydrant, designing the pump room, designing the reservoir, calculating head total, calculating hydrostatic pressure, and calculating frictional losses. Design hydrant it takes 2 points is hydrant pillar (outside the building) and hydrant box (inside the building), the required pump room area is 48 m², Long fire hose that is 30 m, the water requirement for fire fighting for 1.5 hours is 252 m³, hydrostatic pressure and water pressure at the pump of 2 bar, and friction losses due to the pump hydrant that is equal to 8.75 psi/f or 0.13 bar/minute (in SI units).

Keyword: System Hydrant, NFPA 14, NFPA 20, Reservoir and the Cak Durasim Building

ABSTRAK

Gedung Cak Durasim yaitu salah satu Gedung di lingkungan UPT. Taman Budaya Jawa Timur yang memiliki fasilitas sebagai ruang pertunjukan seni. Gedung Cak Durasim ini memiliki 2 lantai, pada lantai satu dan lantai dua menyambung pada bagian belakang panggung. Maka dari itu, perlu adanya sistem pemadam kebakaran di setiap lantai atau titik ruangan yang beresiko tinggi pada kebakaran di Gedung Cak Durasim. Penelitian ini diawali dengan pengambilan dan pengumpulan data berupa proyeksi denah Gedung Cak Durasim dan kondisi pada bangunan serta data-data teknis lain yang diperlukan. Pada pengolahan data tersebut mengacu pada standar NFPA 14 dan standar NFPA 20, yang meliputi penentuan titik hydrant, perancangan ruang pompa, perancangan reservoir, menghitung head total, menghitung tekanan hidrostatik, dan menghitung kerugian gesekan. Perancangan hydrant di Gedung Cak Durasim dibutuhkan 2 titik yaitu hydrant pillar (di luar Gedung) dan hydrant box (di dalam Gedung), luas ruang pompa yang dibutuhkan sebesar 48 m², Panjang fire hose yaitu 30 m, kebutuhan air untuk pemadam kebakaran selama 1,5 jam yaitu 252 m³, tekanan hidrostatik dan tekanan air pada pompa sebesar 2 bar, dan kerugian gesekan akibat pompa hydrant yaitu sebesar 8,75 psi/f atau 0,13 bar/menit (dalam satuan SI).

Kata kunci: Sistem Hydrant, NFPA 14, NFPA 20, Reservoir dan Gedung Cak Durasim

PENDAHULUAN

Sistem proteksi kebakaran atau fire fighting system harus disediakan di Gedung sebagai pencegahan (preventif) terjadinya kebakaran baik manual ataupun otomatis (Kowara, 2017). Sistem ini terdiri dari sistem pemadam kebakaran berbasis air seperti sprinkler, sistem hydrant dan sistem pemadam kebakaran berbasis bahan kimia

seperti alat pemadam api ringan (APAR) atau fire extinguisher sebagai upaya mencegah terjadinya kebakaran atau meluasnya kebakaran ke ruangan-ruangan ataupun lantai-lantai bangunan. Kebakaran sering terjadi tanpa diperkirakan dan dapat terjadi sewaktu-waktu yang menimbulkan banyak kerugian material, korban jiwa dan kerusakan lingkungan (Marfuah et al.,

2020). Oleh karena itu, diperlukan sarana pemadam kebakaran yang dapat menghambat dan memadamkan api agar tidak menyebar.

UPT. Taman Budaya Jawa Timur adalah salah satu instansi pemerintahan Provinsi Jawa Timur yang berfungsi untuk Pusat Pengkajian dan Pengembangan Kesenian di Jawa Timur pada umumnya. Taman Budaya Jawa Timur (TBJT) yang dikenal selama ini adalah sebagai ruang publik bagi berlangsungnya kegiatan seni dan budaya. UPT. Taman Budaya Jawa Timur berlokasi di Jl. Genteng Kali No.85, Genteng, Kecamatan Genteng, Kota Surabaya, Provinsi Jawa Timur (Resmawati & Alrianingrum, 2014). Gedung Cak Durasim yaitu salah satu Gedung di lingkungan UPT. Taman Budaya Jawa Timur yang memiliki fasilitas sebagai ruang pertunjukan seni. Gedung Cak Durasim diresmikan pada tanggal 20 Mei 1978 dan peresmian mengenai perluasan teater tertutup yaitu pada tanggal 2 Mei 1990. Gedung Cak Durasim ini memiliki 2 lantai, pada lantai satu dan lantai dua menyambung pada bagian belakang panggung. Lantai dua digunakan untuk penyusunan kursi bagian atas dan ruangan operator.

Pada lingkungan UPT. Taman Budaya Jawa Timur terdapat salah satu Gedung yang tidak lengkap untuk fasilitas proteksi kebakaran seperti sistem hydrant dan sprinkler yaitu Gedung Cak Durasim. Namun untuk sistem pemadam kebakaran berbasis bahan kimia seperti alat pemadam api ringan (APAR) atau fire extinguisher sudah lengkap di setiap sudut ruangan dan lantai pada Gedung Cak Durasim. Sistem Hydrant merupakan adalah suatu sistem pemadam api yang dioperasikan secara manual oleh operator atau manusia dengan menggunakan media pemadamnya air dan disepanjang instalasi perpipaannya terdapat air bertekanan didalamnya (Anwar et al., 2020). Adapun komponen sistem hydrant antara lain pipa, fitting (elbow, reducer, tee, flange, dll), pressure gauge, valve, pillar dan hose reel (Yuniarto & Bhiwara, 2017).

Maka dari itu, perlu adanya sistem pemadam kebakaran di setiap lantai atau titik ruangan yang beresiko tinggi pada kebakaran di Gedung Cak Durasim. Hal inilah yang melatarbelakangi penulis untuk melakukan penelitian yang berjudul “Perancangan Proteksi Kebakaran Sistem Hydrant Menurut Standar NFPA 14 Dan 20 Pada Gedung Cak Durasim UPT. Taman Budaya Jawa Timur”. Pada penelitian ini penulis akan membuat perencanaan dan perancangan sistem pemadam kebakaran berupa sistem hydrant di Gedung Cak Durasim, yaitu:

- Penggambaran proyeksi denah Gedung Cak Durasim beserta titik hydrant.
- Perancangan komponen sistem hydrant sesuai dengan standart NFPA 14 dan NFPA 20.
- Perencanaan anggaran biaya pada pemasangan sistem hydrant di Gedung Cak Durasim.

Definisi NFPA

Sesuai keputusan Menteri Tenaga Kerja No. KEP.186/MEN/1999 tentang unit penanggulangan kebakaran di tempat kerja, klasifikasi tingkat potensi bahaya kebakaran terbagi menjadi 5 yaitu:

- a. Klasifikasi tingkat resiko bahaya kebakaran sedang I.
Tempat kerja yang mempunyai jumlah dan kemudahan terbakar sedang, menimbun bahan dengan tinggi tidak lebih dari 2,5 meter dan apabila kebakaran melepaskan panas sedang.
- b. Klasifikasi tingkat resiko bahaya kebakaran sedang II.
Tempat kerja yang mempunyai jumlah dan kemudahan kebakaran sedang, menimbun bahan dengan tinggi lebih dari 4 meter dan apabila terjadi kebakaran melepaskan panas sedang sehingga menjalarnya api sedang.
- c. Bahaya kebakaran sedang III.
Tempat kerja yang mempunyai jumlah dan kemudahan kebakaran tinggi, dan apabila terjadi kebakaran melepaskan panas tinggi, sehingga menjalarnya api cepat.

d. Bahaya kebakaran berat.

Tempat kerja yang mempunyai jumlah dan kemudahan kebakaran tinggi, menyimpan bahan cair.

Membahas mengenai klasifikasi kebakaran maka tidak lepas dari National Fire Protection Association (NFPA). Pengertian dari NFPA yaitu organisasi teknik dan pendidikan internasional yang memajukan ilmu pengetahuan dan metoda pencegahan maupun proteksi kebakaran. Standar dari NFPA digunakan secara luas di dunia tidak hanya sebagai standar penanggulangan kebakaran namun juga dapat untuk penanggulangan kelistrikan, gas, dan peralatan penunjang bangunan (Maulana & Handayani, 2022).

NFPA 14 (Standar for the Installation of Standpipe and Hose Systems 2019)

Standar NFPA 14 dibuat dari tahun 1912, dan banyak mengalami banyak perubahan seiring dengan berjalannya zaman. Sampai pada NFPA 14 Edisi 2019 memasukkan persyaratan untuk hydrant, rumah selang, dan aliran utama yang sebelumnya terdapat dalam NFPA 24, Standar Pemasangan Pipa Layanan Pemadam Kebakaran Pribadi dan Perlengkapannya. Juga termasuk dalam revisi ini adalah prosedur pengujian untuk pengujian ulang dan penandaan hydrant yang sebelumnya terdapat dalam NFPA 291, Praktik yang Direkomendasikan untuk Pengujian Aliran Api dan Penandaan Hydrant (Stephen M. Leyton, 2019).

NFPA 20 (Standar for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection)

Standar Asosiasi Perlindungan Kebakaran Nasional pertama untuk penyiram otomatis diterbitkan pada tahun 1896 dan berisi paragraf tentang pompa uap dan putar. Pompa ulang awal hanyalah suplai sekunder untuk alat penyiram, pipa tegak, dan hydrant dan dimulai secara manual. Saat ini, pompa ulang telah meningkat pesat dalam jumlah dan aplikasinya, banyak di antaranya merupakan pasokan air utama atau satu-

satunya, dan hampir semuanya dimulai secara otomatis. Pompa awal biasanya menyedot dengan mengangkat dari pasokan air berdiri atau mengalir karena Pompa Kebakaran Uap Standar Nasional yang terkenal dan tipe putar cocok untuk layanan itu. Kekuasaan pompa sentrifugal menghasilkan suplai head positif ke pompa poros horizontal dari pasokan air publik dan tangki di atas tanah.

Kemudian, pompa jenis turbin poros vertikal diturunkan ke dalam sumur atau ke lubang basah yang disuplai dari kolam atau sumber air bawah tanah lainnya. Proteksi kebakaran sekarang membutuhkan pompa yang lebih besar, tekanan yang lebih tinggi, dan unit yang lebih bervariasi untuk berbagai sistem yang melindungi kehidupan dan properti. Alat penyiram yang dihitung dan dirancang secara hidraulik serta sistem perlindungan ulang khusus telah sepenuhnya mengubah konsep pasokan air. Setiap edisi NFPA 20 Edisi 2019 telah memasukkan sesuai ketentuan untuk menutupi perkembangan baru dan telah menghilangkan ketentuan using (Gayle Pennel, 2019).

Berikut adalah rumus persamaan matematika untuk menentukan tekanan pada pompa hydrant, antara lain:

$$Ph = \rho \cdot g \cdot h$$

Keterangan:

ρ = massa jenis air (kg/m³)

g = gravitasi (m/s²)

h = tinggi gedung (m)

$$\text{Total Head} = \frac{\text{Total Lantai Bangunan} \times \text{Tinggi Lantai}}{\text{Tinggi Per Lantai}}$$

Berikut adalah rumus persamaan matematika untuk menentukan kerugian gesekan pada pompa hydrant (Hazen-Williams), antara lain:

$$\text{Total Head} = \frac{4.52Q^{1.85}}{C^{1.85}d^{8.97}}$$

Dimana:

P = frictional resistance (psi/ft of pipe) Q = flow (gpm)

C = friction loss coefficient

d = actual internal diameter of pipe (in)

Untuk nilai C Hazen-Williams pada rumus, dapat dilihat nilainya pada tabel di bawah, sebagai berikut:

Tabel 1. Nilai C Hazen-Williams

No	Pipe or Tube	C Value
1	Uniled cast or ductile-iron	100
2	Black Steel (dry)	100
3	Black Steel (wet)	120
4	Galvanized (wet)	120
5	Galvanized (dry)	100
6	Plastic (listed all)	150
7	Cement-lined cast or ductile-iron	140
8	Copper tube or stainless steel	150

Sedangkan, pada rumus persamaan matematika untuk menentukan kerugian gesekan pada pompa hydrant dalam satuan SI, antara lain:

$$pm = 6.05 \left(\frac{Q_m^{1.85}}{C^{1.85} d_m^{4.87}} \right) 10^5$$

Dimana :

P_m = frictional resistance (bar/m

of pipe) Q = flow (L/min)

C = friction loss coefficient

d = actual internal diameter (mm)

METODE

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif yakni pengukuran yang memakai meteran dan perhitungannya yang memakai rumus sistematis, Latar belakang dilakukannya perancangan proteksi kebakaran ini berdasarkan standar NFPA (National Fire Protection Association) sesuai dengan jenis proteksi kebakaran yang dimaksud berupa Hydrant. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif, pendekatan kuantitatif merujuk kepada kata “kuantitas” itu sendiri. Kuantitas berarti jumlah atau banyaknya sesuatu hal. Pendekatan kuantitatif berarti pendekatan yang bersifat “menjumlahkan atau mengumpulkan”. Dalam penelitian sosial, metode statistik merupakan representasi metode kuantitatif yang paling jelas, karena di dalam metode ini ada proses “kuantifikasi”, yaitu proses memberi angka

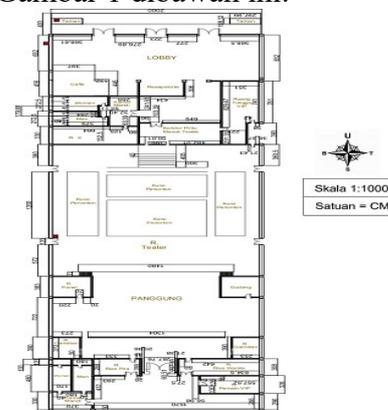
terhadap “kualitas” (Syahrums & Salim, 2012).

Untuk objek penelitian kuantitatif dilakukan dengan pengumpulan data di Gedung Cak Durasim Surabaya UPT. Taman Budaya Jawa Timur, Jalan Genteng Kali No. 85, Kota Surabaya, Provinsi Jawa timur, sebagai berikut:

- Melalui tahap observasi, kelompok dapat menggali data mengenai Gedung Cak Durasim yang akan digunakan dalam perhitungan yang memakai rumus sistematis.
- Melalui teknik dokumentasi, kelompok berupaya untuk mencari data dari hasil sumber tertulis, melalui dokumen atau apa saja yang memiliki relevansi sehingga dapat melengkapi data yang diperoleh di lapangan. Data yang dikumpulkan melalui tahap ini adalah meliputi:
 - Profil lengkap lokasi penelitian.
 - Dokumentasi pelaksanaan penelitian yang terkait dengan pengumpulan data tentang pengukuran luas tempat di Gedung Cak Durasim.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari konservasi Gedung Cak Durasim penulis dapat menggambarkan bangunan tersebut dengan layout bangunan yang telah dibuat. Gedung Cak Durasim ini memiliki 2 lantai, pada lantai satu dan lantai dua menyambung pada bagian belakang panggung. Pada bangunan ini terdapat ruang pertunjukan dengan panggung proscenium dan loby. Layout dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Layout Gedung Cak Durasim

Perhitungan Hydrant

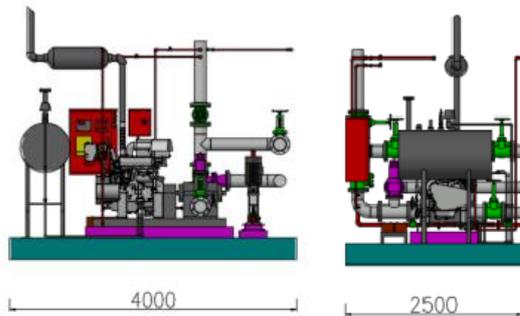
Gedung Cak Durasim merupakan tempat yang digunakan untuk pertunjukan pentas seni dengan luas bangunan 20 meter x 68 meter. Penentuan kebutuhan kapasitas hydrant di Gedung Cak Durasim dapat ditentukan dengan rumus matematis, sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Hydrant} &= \frac{\text{Luas Gedung}}{1000^2 m} \\ &= \frac{20m \times 68m}{1000^2 m} = 2 \end{aligned}$$

Dari penentuan kapasitas hydrant dengan rumus matematis di atas, maka dapat diperoleh bahwa Gedung Cak Durasim membutuhkan kapasitas hydrant sebanyak 2 unit

Perancangan Pompa Hydrant

Ruang pompa memiliki ukuran Panjang sebesar 4 meter dan lebar sebesar 2,5 meter yang berisi mesin utama instalasi hydrant yaitu pompa hydrant dan panel pengendali sistem hydrant. Di dalam ruang pompa terdapat beberapa komponen, yaitu: Pompa hydrant (Jockey Pump, Electric Pump, dan Diesel pump), Panel control, Header, Suction (pipa hisap), dan Pressure tank.



Gambar 2. Instalasi Pompa

Rumus untuk menghitung tekanan hidrostatik dan tekanan air pada pompa hydrant:

$$\begin{aligned} Ph &= \rho \times g \times h \\ &= 1.000 \times 9,8 \times 20 \\ &= 196.000 \text{ pa} \\ &= 1,96 \text{ k. pa} \\ &= 2 \text{ bar} \end{aligned}$$

Jumlah lantai pada bangunan = 2 lantai
Tinggi/ lantai = 10 meter

$$\text{Total Head} = \frac{2 \times 10}{10} = \frac{20}{10} = 2$$

Dari perhitungan di atas, maka dapat diperoleh tekanan air untuk pompa hydrant adalah sebesar 2 Bar.

Perhitungan kerugian gesekan Hazen-Williams dan satuan SI

Rumus menghitung kerugian gesekan Hazen-William sebagai berikut

Diketahui:

$$Q = 750 \text{ gpm}$$

$$C = 100$$

$$d = 4 \text{ inch}$$

$$P = \frac{4,52 \times 750}{100 \times 4} = \frac{3390}{400} = 8,475 \text{ psi/f}$$

Diperoleh kerugian gesekan pada tekanan pompa hydrant yaitu sebesar 8,475 psi/ft.

Diketahui:

$$Q_{in} = 2800 \text{ L/min}$$

$$C = 100$$

$$d_{in} = 108 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} P_{in} &= 6,05 \left(\frac{2800}{100 \times 108} \right)^{10} \\ &= 6,05 \times 0,259 \times 10 \\ &= 15,6695 \\ &= 0,1316238 \text{ bar/menit} \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas, maka dapat diperoleh kerugian gesekan pada tekanan pompa hydrant dalam satuan SI yaitu sebesar 0,1316238 bar/menit.

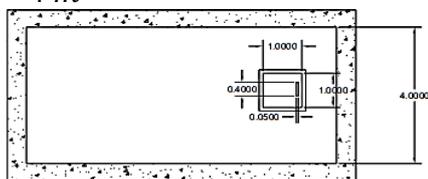
Perhitungan Kebutuhan Air

Untuk penentuan volume air hidran box digunakan kapasitas aliran 400 liter/menit, waktu operasional 30 menit dan hidran pillar digunakan kapasitas aliran 2400 liter/menit, waktu operasional 45 menit. Kebutuhan penanganan maksimum 1,5 jam, dengan asumsi bahwa setelah 1,5 jam petugas pemadam kebakaran harus sudah memadamkan api. Maka kebutuhan air nya adalah:

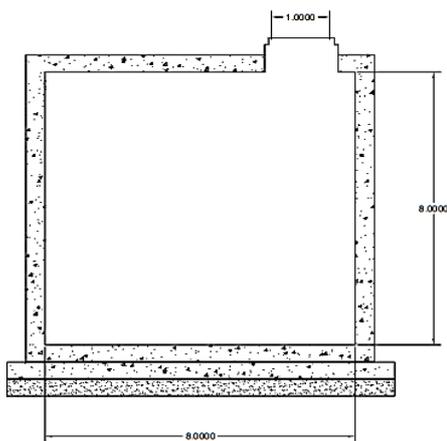
- Volume air = 1 hydrant box + 1 hydrant pillar
= 400 L/menit + 2400 L/menit
= 2800 L/menit
- Kebutuhan air selama 1.5 jam =
= 2800 L/menit x 90 menit = 252.000 L
= 252 m³

Sedangkan untuk reservoir atau bak air tidak boleh diisi dengan penuh karena dari hasil volume air yang dibutuhkan dalam menjaga faktor keamanannya, dapat ditentukan konstruksi dimensi reservoir yaitu :

- Panjang= 8m; Lebar= 4m; Tinggi= 8 m
- $V(\text{Bak air}) = \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi}$
 $= 8 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times 8 \text{ m}$
 $= 256 \text{ m}^3$
- Selisih volume
 $\Delta V = (\text{Reservoir}) - V(\text{Kebutuhan air})$
 $= 256 \text{ m}^3 - 252 \text{ m}^3$
 $= 4 \text{ m}^3$



Reservoir Tampak Atas

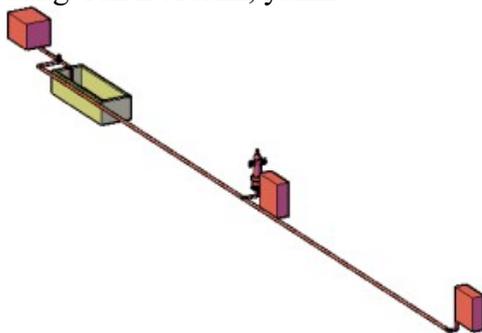


Reservoir Tampak Samping

Gambar 3. Konstruksi Reservoir

Instalasi Sistem Hydrant

Berikut merupakan gambar perancangan instalasi sistem Hydrant pada Gedung Cak Durasim, yakni:



Gambar 4. Instalasi Perpipaan

Jarak pipa dari ruang pompa menuju hydrant pillar Gedung Cak Durasim berjarak 3063 cm atau 30,63 m dan Jarak pipa dari ruang pompa menuju hydrant box Gedung Cak Durasim berjarak 7206 cm atau 72,06 m.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dari perencanaan dan perancangan sistem pemadam kebakaran Hydrant di Gedung Cak Durasim UPT. Taman Budaya Jawa Timur dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Didapat 1 buah hidran box dan 1 buah hidran halaman (pillar).
- Total head untuk tekanan air untuk pompa hydrant adalah sebesar 2 Bar.
- Kapasitas air total 2,800 liter/menit dan volume air yang dibutuhkan adalah 252 m³ untuk kebutuhan penanganan maksimum 1,5 jam.

DAFTAR PUSTAKA

Anwar, K., Firman, M., & Irfansyah, M. (2020). Perencanaan Sistem Instalasi Hidrant Pada Universitas Islam Kalimantan. *Al-Jazari Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 4(2), 81–84. <https://doi.org/10.31602/al-jazari.v4i2.2642>

Gayle Pennel. (2019). *NFPA 20 Installation of Stationary Pumps for Fire Protection. 2019 Edition.*

Kementerian Tenaga Kerja. (1999). Kepmenaker 186/1999 Unit Penanggulangan Kebakaran di Tempat Kerja. *Kepmenaker*, 186, 1–15.

Kowara, R. A. (2017). Analisis Sistem Proteksi Kebakaran Sebagai Upaya Pencegahan Dan Penanggulangan Kebakaran. *Jurnal Manajemen Kesehatan Yayasan RS.Dr. Soetomo*, 3(1), 69. <https://doi.org/10.29241/jmk.v3i1.90>

Marfuah, U., Sunardi, D., Casban, & Dewi, A. P. (2020). Pelatihan Pencegahan dan Penanganan Kebakaran Untuk Warga RT 08 RW 09 Kelurahan

- Kebon Pala Kecamatan Makasar Jakarta Timur. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Teknik*, 7–16. <https://doi.org/10.24853/jpmt.3.1.7-16>
- Maulana, R., & Handayani, P. (2022). *Gambaran Umum Kesesuaian Sistem Proteksi Aktif Berdasarkan National Fire Protection Association (NFPA) di PT Chandra Asri Site Office Cilegon in 2022 Overview of Active Protection System Conformity Based On National Fire Protection Association (NFPA) . 1(2)*, 1–9.
- Resmawati, W. I., & Alrianingrum, S. (2014). Fungsi Gedung Taman Budaya Jawa Timur Sebagai Wadah Aktivitas Seni Tradisional Jawa Timur Tahun 1978-1988. *AVATARA, Pendidikan Sejarah*, 2(3), 292–303.
- Stephen M. Leyton. (2019). *NFPA 14 Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems. 2019 Edition*.
- Syahrum, & Salim. (2012). *Metodologi Penelitian Kuantitatif* (p. Bandung : Cipunustaka Media).
- Yuniarto, H., & Bhiwara, W. . (2017). Perancangan Jalur Hidran Pada Gudang Persediaan Materiil BEKMATPUS LANUD Halim Perdanakusuma. *Teknik Industri*, 6(2), 75–91. <https://journal.universitassuryadarma.ac.id/index.php/jtin/article/download/221/198>