

Perancangan Sistem Hydrant Menurut Standart NFPA 14 Dan 20 Pada Gudang PT. Indaco Warna Dunia

Ariansyah Malik¹, Audito Bintang Mahesa¹, Aulia' Bintang Mahanani¹
Alung Nanda Permana¹, Dika Ayu Safitri¹

¹ Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Alamat: Jl. Semolowaru No.45, Menur Pumpungan, Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur 60118
Korespondensi penulis: ariansyahmalik55@gmail.com

Abstract. PT. Indaco Warna Dunia, as a leading company in the color and paint industry, is committed to the safety of employees, company assets, and the surrounding environment. In the author's view, it is necessary to design a fire extinguishing system in accordance with applicable standards and regulations at points in the room that pose a fire risk in the PT. Indaco Warna Dunia's warehouse. The data processing process follows NFPA 14 and NFPA 20 standards. This research begins by collecting data such as warehouse layout projections for PT. Indaco Warna Dunia and building conditions, as well as other necessary technical data. This research requires the determination of hydrant locations, pump room design, reservoir design, total head calculation, hydrostatic pressure, and friction loss. The result of this research is the hydrant design in the PT. Indaco Warna Dunia's warehouse which includes 1 point, namely the hydrant box inside the warehouse containing Hose Nozzle, Fire Hose, Hydrant Valve, Hose Rack. The required pump room area is 10 m² with a length of 4m and a width of 2.5m, the pressure on the hydrant pump is 1 bar, the friction loss that occurs is 8.475 psi/ft, then for friction loss calculations with SI units, it is 4.98 bar/minute.

Keywords: Hydrant Design, Hydrant System, NFPA 14, NFPA 20

Abstrak. PT. Indaco Warna Dunia, sebagai perusahaan terkemuka dalam industri warna dan cat, sebagai bagian dari komitmen terhadap keamanan karyawan, aset perusahaan, dan lingkungan sekitar. Menurut pandangan penulis, diperlukan perancangan sistem pemadam kebakaran sesuai dengan standart dan ketentuan yang berlaku di titik ruangan yang memiliki risiko kebakaran di Gudang PT. Indaco Warna Dunia. Proses pengolahan data ini mengikuti standar NFPA 14 dan NFPA 20. Penelitian ini dimulai dengan mengumpulkan data berupa proyeksi denah Gudang PT. Indaco Warna Dunia dan kondisi bangunan, serta data teknis lain yang diperlukan. Dalam penelitian ini diperlukan penentuan lokasi hydrant, desain ruang pompa, desain reservoir, perhitungan total head, tekanan hidrostatik, dan kerugian gesekan. Hasil dari penelitian ini adalah desain hydrant di Gudang PT. Indaco Warna Dunia mencakup 1 titik, yaitu hydrant box di dalam gudang yang berisi *Hose Nozzle, Fire Hose, Hydrant Valve, Hose Rack*. Luas ruang pompa yang dibutuhkan adalah 10 m² dengan panjang 4m dan lebar 2,5m, besar tekanan pada pompa hydrant yaitu sebesar 1 bar, kerugian gesekan yang terjadi sebesar 8,475 psi/ft, lalu untuk perhitungan kerugian gesekan dengan satuan SI yaitu sebesar 4,98 bar/menit.

Kata kunci: Perancangan Hydrant, Sistem Hydrant, NFPA 14, NFPA 20

PENDAHULUAN

Setiap Bangunan wajib memenuhi persyaratan teknis sesuai dengan ketentuan dan prosedur yang telah diatur. Menurut Undang – Undang Republik Indonesia No. 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung, di Pasal 17 ayat (3) berisi tentang “Persyaratan kemampuan bangunan gedung dalam mencegah dan menanggulangi bahaya kebakaran sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) merupakan kemampuan gedung untuk melakukan pengamanan terhadap bahaya kebakaran melalui sistem proteksi pasif dan/atau protektif aktif”.

Pada bangunan gudang PT. INDACO WARNA DUNIA merupakan bangunan yang kurang lengkap untuk proteksi kebakarannya. Salah satu alat untuk proteksi kebakaran adalah menggunakan sistem *hydrant*.

Karena kurangnya proteksi kebakaran yang ada di gudang tersebut, hal tersebut yang melatar belakangi penulis melakukan penelitian ini. Dalam perencanaan Sistem Hydrant ini juga akan menentukan kebutuhan air pada *hydrant*, diameter pipa, tebal pipa, *head loss*, kapasitas pompa air yang dibutuhkan, dan jumlah sistem hydrant yang dibutuhkan untuk bangunan gudang PT. INDACO WARNA DUNIA (Fajar Rosyidiin et al., 2023).

KAJIAN TEORITIS

Pada PT. Indaco Warna Dunia adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang industri manufaktur cat, *thinner*, dan tinta oleh karena itu PT. Indaco Warna Dunia berusaha untuk menjaga keamanan para pekerjanya. Salah satu cara PT. Indaco Warna Dunia menjaga kesehatan dan keselamatan para pekerjanya dengan cara menerapkan prosedur K3 sesuai dengan SNI. K3 adalah suatu upaya perlindungan kepada tenaga kerja dan orang lain yang memasuki tempat kerja terhadap bahaya dari akibat kecelakaan kerja (Ferdiana & Saukani, 2020).

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 kebakaran sedang I. resiko bahaya 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 kebakaran sedang II. resiko bahaya 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.

Ketika mengulas tentang pentingnya proteksi kebakaran maka tidak lepas dari standart NFPA (*National Fire Protection Association*). NFPA adalah organisasi teknik dan pendidikan

internasional yang memajukan ilmu pengetahuan dan metoda pencegahan maupun proteksi kebakaran (Maulana & Handayani, 2022).

Karena bangunan gudang ini memiliki luasan yang cukup besar, maka salah satu alat untuk proteksi kebakaran yang dapat memadamkan api dengan skala yang cukup besar adalah hydrant. Sistem hydrant adalah proteksi kebakaran yang menghubungkan dengan sumber air bertekanan. Alat ini digunakan untuk memadamkan api tanpa membuat pengguna khawatir tentang kurangnya ketersediaan air (Suyuthi et al., 2022). Ada dua tipe hydrant lapangan dan hydrant bangunan, perbedaan diantara keduanya adalah di penempatan hydrantnya dan spesifikasinya. Dalam penelitian ini penulis merancang menggunakan hydrant bangunan. Hydrant bangunan adalah tempat untuk menyimpan alat proteksi kebakaran, seperti fire hose, nozzle, hydrant valve. Hydrant bangunan tentu saja memudahkan kebakaran untuk menemukan alat yang mereka butuhkan. Apabila tidak ada hydrant box maka tentu saja akan menyusahkan untuk menentukan khususnya pada keadaan darurat. Ketika kebakaran terjadi waktu sangat penting kehilangan sepersian detik akan mempengaruhi kerugian material yang didapatkan, dan karena itu fungsi lainnya dari hydrant box adalah efektifitas waktu.

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

$$Ph = \rho . g . h$$

Keterangan:

ρ = massa jenis air (kg/m^3)

g = gravitas (m/s^2)

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:

$$\text{Total Head} = \frac{4.52 Q^{1.85}}{C^{1.85} d^{0.87}}$$

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:

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

Dimana:

P_m = frictional resistance (bar/m of pipe)

Q = flow (L/min)

C = friction loss coefficient

D = actual internal diameter (mm)

METODE PENELITIAN

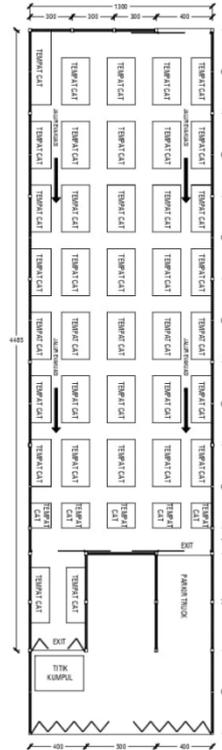
Penelitian ini menggunakan metode Kuantitatif karena perhitungannya menggunakan rumus secara sistematis. Dasar untuk melakukan penelitian ini menggunakan standar NFPA (*National Fire Protection Association*) yang sesuai dengan jenis proteksi kebakaran yang akan diteliti. Sistem Hydrant menggunakan standart NFPA 14 dan 20 sebagai acuan yang digunakan dalam penelitian ini.

Objek penelitian kuantitaif dilakukan dengan cara melakukan pengumpulan data di gudang PT. INDACO WARNA DUNIA, sebagai berikut:

1. Melalui Observasi dengan mengunjungi tempat gudang PT. INDACO WARNA DUNIA untuk mendapatkan informasi yang akan digunakan untuk penelitian ini.
2. Melalui Dokumentasi, penulis mendokumentasikan apa saja yang dapat digunakan untuk melengkapi isi dari penelitian ini seperti profil lokasi penelitian dan dokumentasi pelaksanaan penelitian tentang pengukuran luas dari bangunan gudang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari survei Gudang PT. Indaco Warna Dunia penulis dapat menggambarkan layout Gudang PT. Indaco Warna Dunia, Gudang ini memiliki luas 661,05 m², dan hanya memiliki lantai 1. Layout dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Layout Gudang PT. Indaco Warna Dunia

Klasifikasi Bangunan

Dikarenakan ada beberapa cat yang memiliki bahan campuran thinner, dimana thinner tersebut mempunyai sifat mudah terbakar yang mengakibatkan terjadinya kebakaran. Sehingga diperlukan adanya system fire emergency atau sistem proteksi kebakaran untuk mencegah adanya probabilitas munculnya kebakaran.

Berdasarkan informasi yang sudah didapat, gudang ini termasuk kelas kebakaran tingkat B, dimana sumber bahan bakarnya dari cairan thinner yang mudah terbakar. Terkait informasi yang didapat gudang ini masih belum memiliki hydrant sama sekali. Instalansi hydrant adalah sistem pemadam kebakaran tetap yang menggunakan media pemadam air bertekanan yang dialirkan melalui media pipa dan selang. Dan terdiri dari air, pompa perpipaan, kopleng outler dan inlet serta selang dan nozzle. Berikut ini penjelasan untuk Sub judul kesatu.

Kelas Kebakaran

Berdasarkan informasi yang sudah didapat, gudang ini termasuk kelas kebakaran tingkat B, dimana sumber bahan bakarnya dari cairan thinner yang mudah terbakar. Terkait

informasi yang didapat gudang ini masih belum memiliki hydrant sama sekali. Instalansi *hydrant* adalah sistem pemadam kebakaran tetap yang menggunakan media pemadam air bertekanan yang dialirkan melalui media pipa dan selang. Dan terdiri dari air, pompa perpipaan, kopleng *outlet* dan *inlet* serta selang dan *nozzle*. Berdasarkan jenis dan penempatan *hydrant* gedung, *hydrant* yang terletak disuatu bangunan dan instalasi peralatannya disediakan serta dipasang dalam bangunan. Menggunakan pipa tegak 4 inci, panjang selang minimum 15 M diameter 1,5 inci serta mampu mengalirkan air 380 liter per menit. Berikut ini penjelasan untuk Sub judul kedua.

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 14 Maret 2024 di gudang PT. Indaco Warna Dunia, Jl. Raya Karang Andong, Desa Karang Andong, Kecamatan Driyorejo, Kabupaten Gresik.

Perhitungan *Hydrant*

Gudang PT. Indaco Warna Dunia merupakan gudang penyimpanan cat dengan panjang 50,85 meter dan lebar 13 meter. Penentuan kebutuhan kapasitas *hydrant* di gudang PT. Indaco Warna Dunia dapat ditentukan dengan rumus matematis, sebagai berikut:

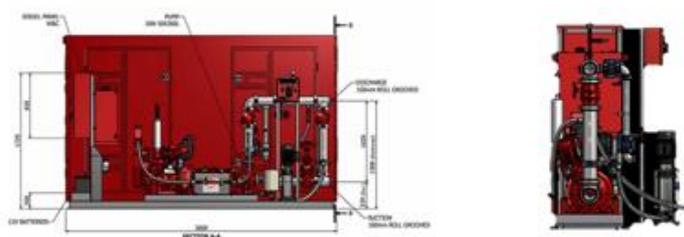
$$\text{Jumlah Hydrant} = \frac{\text{Luas Bangunan}}{1000 \text{ m}^2} = \frac{50,85 \text{ meter} \times 13 \text{ meter}}{1000 \text{ m}^2} = \frac{661,05}{1000 \text{ m}^2} \text{ } 0,66 \text{ unit} \approx 1 \text{ unit}$$

(pembulatan keatas).

Dari penentuan kapasitas *hydrant* dengan rumus matematis di atas, maka dapat diperoleh bahwa Gudang PT. Indaco Warna Dunia membutuhkan kapasitas *hydrant* hanya 1 unit. Untuk persyaratan pada penentuan kapasitas 1 unit *hydrant* dapat digunakan pada bangunan yang memiliki luas bangunan sebesar 1000 m². Maka untuk Gudang Cat membutuhkan 1 unit hydrant dengan luas bangunannya kurang dari 1000 m² (< 1000 m²).

Perancangan Pompa Hydrant

Ruang pompa merupakan sebuah ruang atau bangunan yang berisi mesin utama instalasi *hydrant* yaitu pompa *hydrant* dan panel pengendali sistem *hydrant*. Ruang pompa pada pergudangan PT Indaco Warna Dunia dengan panjang 4 meter dan lebar 2,5 meter yang terdapat 1 *hydrant* mesin pompa, di dalam ruang pompa terdapat Pompa hydrant.



Gambar 2. Instalasi Pompa

Rumus untuk menghitung tekanan hidrostatik dan tekanan air pada pompa hydrant, antara lain:

$$\begin{aligned} Ph &= \rho \cdot g \cdot h \\ Ph &= 995,7 \times 9,8 \times 6 \\ &= 58547,16 \cdot Pa \\ &= 5,85 \text{ k. Pa} = 6 \text{ Bar} \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas, maka dapat diperoleh tekanan hidrostatik pada pompa hydrant adalah sebesar 6 Bar.

Diketahui:

Jumlah lantai pada bangunan = 1 lantai Tinggi/ lantai = 6 meter

$$\text{Total Head} = \frac{1 \times 6}{10} = 0,6 \approx 1 \text{ bar}$$

Dari perhitungan di atas, maka dapat diperoleh tekanan air untuk pompa hydrant adalah sebesar 1 Bar.

Perhitungan kerugian gesekan Hazen-Williams dan satuan SI

Berikut merupakan rumus kerugian gesekan Hazen-Williams, antara lain:

Diketahui:

$$\begin{aligned} Q &= 750 \text{ gpm} \\ C &= 100 \\ d &= 4 \text{ inch (tergantung selang yang dipakai)} \\ P &= \frac{4,25 \times 750}{100 \times 4} = \frac{3390}{400} = 8,475 \text{ psi/ft} \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas, maka dapat diperoleh kerugian gesekan pada tekanan pompa hydrant yaitu sebesar 8,475 psi/ft. Berikut merupakan rumus kerugian gesekan untuk satuan SI, antara lain:

Diketahui:

$$\begin{aligned} Q_{in} &= 2800 \text{ L/min} \\ C &= 100 \\ D_{in} &= 108 \text{ mm} \\ p_{in} &= 6,05 \left(\frac{2800^{1,85}}{100^{1,85} \times 108^{1,85}} \right) \times 10 \\ &= 4,98 \text{ bar/menit} \end{aligned}$$

4 *Valve Gate* berdiameter 4 inch dan 2 *Valve Gate* berdiameter 1 inch,

1 *Pressure Reduce Valve* berdiameter 4 inch, 3. 3 *Elbow* berdiameter 4 inch,

3 *Elbow* berdiameter 1 inch, dan 26 *Elbow* berdiameter ½ inch,

2 Tee berdiameter 4 inch dan 4 Tee berdiameter ½ inch. 23

Pada perancangan instalasi ruang pompa di PT. INDACO WARNA DUNIA, untuk pompa *hydrant* hanya memerlukan kapasitas ruang sebesar 4 m dan 2,5 m dari lebar ruang pompa.

Perhitungan Kebutuhan Air

Untuk menentukan kebutuhan pasokan air kebakaran menggunakan perhitungan NFPA (National Fire Protection Association), sebagai berikut:

- Pasokan air untuk hydrant box di dalam gedung (indoor) harus sekurang-kurangnya 400 Liter/menit, serta mampu mengalirkan air minimal selama 30 menit.
- Pasokan air untuk hydrant pillar di luar gedung (outdoor) harus sekurang-kurangnya 2.400 Liter/menit, serta mampu mengalirkan air minimal selama 45 menit.
- Jumlah pasokan air untuk hydrant yang dibutuhkan dalam rumus, sebagai berikut:

$$V = Q \times T$$

Dimana:

V = Volume air yang dibutuhkan *hydrant* (Liter)

Q = Debit air untuk *hydrant* (Liter/menit)

T = Waktu pasokan air simpanan (menit)

Penentuan kebutuhan air dan kapasitas *Ground Reservoir*, sebagai berikut:

1. Jarak yang ditempuh damkar menuju lokasi gudang yaitu 19 km
 - Berdasarkan standart maka dalam kondisi lalu lintas normal maka kendaraan pemadam kebakaran diasumsikan dapat menggunakan kecepatan normal rata-rata sebesar 56 km/jam, $\frac{19 \text{ km}}{56 \text{ km/jam}} \times 60 \text{ menit} = 0,34 \times 60 = 24 \text{ menit}$.
 - Waktu sejak diterimanya pemberitahuan kebakaran di suatu tempat, penyiapan pasukan serta sarana pemadam selama 6 menit.
 - Waktu gelar peralatan dilokasi sampai dengan siap operasi pemadam (penyemprotan) 5 menit.
 - Penambahan waktu jika ada kendala saat perjalanan ±10 menit
2. Saat terjadi kebakaran alat yang digunakan adalah 1 buah hydrant box.
 - Kebutuhan air = 1 hydrant box
= 400 L/menit
 - Kebutuhan air selama 40 menit = 400 L/menit x 40 menit
= 16.000 L
= 16 m³

Sehingga kapasitas *Ground Reservoir Fire hydrant* yaitu sebesar 16 m³. Setelah kita mendapat volume reservoir kemudian menghitung panjang, lebar dan tinggi reservoir. Rumus mencari volume balok, sebagai berikut:

$$V = P \times L \times T$$

Dimana setiap dimensi memiliki satuan yang sama. Satuan panjang volume adalah centimeter kubik (cm³) atau meter kubik (m³). Sedangkan bak air tidak boleh diisi dengan penuh karena dari hasil volume air yang dibutuhkan dalam menjaga faktor keamanannya dapat ditentukan konstruksi dimensi bak air pemadam kebakarannya, yaitu:

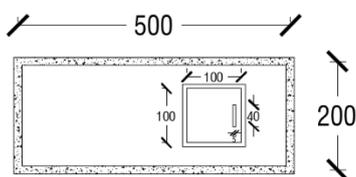
- Panjang = 2 meter ; Lebar = 5 meter ; Tinggi = 2 meter
- Perhitungan volume balok, sebagai berikut:

$$\begin{aligned} V &= P \times L \times T \\ V &= 2 \times 5 \times 2 \\ &= 20 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

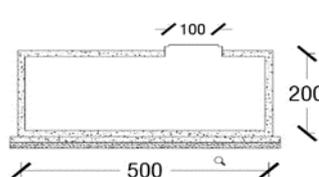
Dari perhitungan volume balok di atas, maka dapat diperoleh besar volume balok pada bak air yaitu sebesar 20 m³.

- Selisih volume

$$\begin{aligned} \Delta V &= V (\text{Bak air}) - V (\text{Kebutuhan air}) \\ &= 20 \text{ m}^3 - 16 \text{ m}^3 \\ &= 4 \text{ m}^3 \end{aligned}$$



Reservoir Tampak Atas



Reservoir Tampak Samping

Gambar 3. Konstruksi Reservoir

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa perencanaan dan perancangan sistem hydrant kebakaran pada bangunan Gudang Penyimpanan Cat, Ds. Karangandong, Banjaran, Kec. Driyorejo, Kab. Gresik, Provinsi Jawa Timur, antara lain:

- Gudang Penyimpanan Cat, dengan luas 13 meter x 50,5 meter.
- Penempatan jenis *hydrant* yang ada di Gudang PT. Indaco Warna Dunia yaitu ada 1 titik, yaitu *Hydrant Box* yang berada di dalam gudang dekat dengan *outbond* sebelah kiri, *Hydrant box* (berisi *Hose nozzle*, *Fire Hose*, *Hydrant Valve*, *Hose Rack*).

3. Untuk Perancangan pompa *hydrant*. Ruang pompa *hydrant* pada gudang PT. Indaco Warna Dunia memiliki luas 10 m^2 dengan panjang 4 meter dan lebar 2,5 meter. Jarak pipa dari ruang pompa menuju *hydrant box* Didalam gudang yaitu berjarak 24 meter.
4. Besar tekanan pada pompa *hydrant* yaitu sebesar 1 bar, Namun di samping itu, terdapat kerugian gesekan yang terjadi sebesar 8,475 psi/ft dan untuk perhitungan kerugian gesekan dengan satuan SI yaitu sebesar 4,98 bar/menit.
5. Untuk perancangan pada reservoir membutuhkan beberapa hal, sebagai berikut:
 - a. Kebutuhan air pada hydrant box adalah 400 L/menit
 - b. Kapasitas ground reservoir fire hydrant selama 40 menit yaitu 16 m^3
 - c. Volume balok pada bak air yaitu sebesar 20 m^3 dan selisih volume bak air dan volume kebutuhan air yaitu sebesar 4 m^3

DAFTAR PUSTAKA

- Fajar Rosyidiin, A., Puji Lestari, F., Septia, W., & Indra Tama, M. (2023). 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. *Journal of Information Technology and Computer Science (INTECOMS)*, 6(2).
- Ferdiyana, R., & Saukani, I. (2020). KESADARAN MAHASISWA TEKNIK ELEKTRONIKA TERHADAP K3 DI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO POLITEKNIK NEGERI MALANG. *Integrated Lab Journal*, 08(02). <https://doi.org/10.5281/zenodo.3270926>
- Kementerian Tenaga Kerja. (1999). Kepmenaker 186/1999 Unit Penanggulangan Kebakaran di Tempat Kerja. Kepmenaker, 186, 1-15.
- Maulana, R., & Handayani, P. (2022). Gambaran Umum Kesesuaian Sistem Proteksi Aktif Berdasarkan National Fire Protection Association (NFPA) di PT Chandra Asri Overview of Active Protection System Conformity Based On National Fire Protection Association (NFPA) Standars at PT Chandra Asri Site Office Cilegon in 2022.
- Suyuthi, A. I., Sufiyanto, S., & Widada, B. T. (2022). Application of hydrant piping system design in boiler plants for fire safety systems in paper producing companies. *Jurnal Penelitian*, 19(1), 59–66. <https://doi.org/10.26905/jp.v19i1.7942>
- Undang-Undang (UU) Nomor 28 Tahun 2002 Tentang Bangunan Gedung, Pub. L. No. 28 (2002).