

Perancangan dan Penempatan Alat Pemadam Kebakaran Jenis Sprinkler

Iqbal Hayes Gavrela¹, Aditya Firmansyah A. P^{2*}, Krisna Adiartha H. K³, Rama Noel Damita Simanungkalit⁴, Dika Ayu Safitri⁵

¹⁻⁵ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Korespondensi penulis: aditsyn33@gmail.com

Abstract: *The fire suppression ability of this sprinkler installation compared to other fire extinguishing equipment has been proven to be more effective. Because the sprinkler system does not require an operator when operating, fires can be prevented earlier before causing greater losses. For this reason, the implementation of sprinkler systems in buildings is crucial. According to KEPMEN PU NO. 10/KPTS/2000, a building must have elements that can maintain structural stability to a certain level during a fire. This research was conducted directly in the field, and the necessary data was obtained independently through interviews with relevant parties. The author conducted research observations in the archive warehouse to obtain both primary and secondary data. Primary data included field documentation and calculations. Planning calculations were done directly by calculating the number of sprinklers, water requirements, and reservoirs to determine the precise needs. Based on the survey, it was found that the size of the archive warehouse is 48 x 48 m, totaling 2304 m². The maximum distance between sprinklers used was 4.6 m. Therefore, the effective distance between sprinkler heads is 193 units. The result of the calculation for the water supply for the sprinkler system obtained 34,139.77 liters, with the total overall cost for the equipment and materials used being Rp. 63,121,925.74. Based on the data and calculation results regarding the planning and design of fire protection equipment in open active spaces adhering to the NFPA-13 Standard for the Year 2019, it is expected to provide comfort and safety against the threat of fire incidents.*

Keywords: *sprinkler, water requirements, fire suppression*

Abstrak: Kemampuan pemadam kebakaran dari instalasi *sprinkler* ini dibandingkan dengan peralatan pemadam kebakaran lainnya, instalasi *sprinkler* ini telah terbukti lebih efektif. Karena sistem *sprinkler* tidak membutuhkan operator saat beroperasi, kebakaran dapat dicegah lebih dini sebelum menyebabkan kerugian yang lebih besar. Untuk alasan ini, penerapan sistem *sprinkler* di ruangan sangat penting. Menurut KEPMEN PU NO. 10/KPTS/2000 menyebutkan bahwa suatu gedung harus memiliki bagian atau elemen yang pada tingkat tertentu dapat mempertahankan stabilitas struktur selama terjadi kebakaran. Penelitian ini dilakukan secara langsung terjun ke lapangan dan data – data yang dibutuhkan diperoleh secara mandiri dari proses wawancara dengan pihak bersangkutan. Penulis melakukan observasi penelitian pada pergudangan arsip untuk mendapatkan data primer dan data sekunder. Untuk data primer meliputi dokumentasi lapangan dan perhitungan. Perhitungan perencanaan dilakukan langsung dengan menghitung jumlah sprinkler, kebutuhan air, dan reservoir untuk mendapatkan kebutuhan yang tepat. Berdasarkan survey didapatkan informasi bahwa ukuran pergudangan arsip sebesar 48 x 48 m 2304 m². Jarak maksimum antar sprinkler yang kita pakai menggunakan 4,6 m. Sehingga jarak efektif antar sprinkler head adalah 193 buah. kemudian Hasil dari perhitungan persediaan air untuk sistem sprinkler mendapatkan hasil 34.139,77 liter, dengan total keseluruhan harga untuk alat dan bahan - bahan yang digunakan adalah Rp. 63,121,925,74. Dari data dan hasil perhitungan mengenai perencanaan perancangan alat proteksi kebakaran pada ruang terbuka aktif yang menganut standar NFPA-13 Tahun 2019 diharapkan mampu memberikan rasa nyaman dan keselamatan dengan ancaman bahaya kebakaran yang akan terjadi.

Kata Kunci: *sprinkler, kebutuhan air, pemadam kebakaran*

LATAR BELAKANG

Kemampuan pemadam kebakaran dari instalasi *sprinkler* ini dibandingkan dengan peralatan pemadam kebakaran lainnya, instalasi *sprinkler* ini telah terbukti lebih efektif. Karena sistem *sprinkler* tidak membutuhkan operator saat beroperasi, kebakaran dapat dicegah lebih dini sebelum menyebabkan kerugian yang lebih besar. Untuk alasan ini, penerapan sistem *sprinkler* di ruangan sangat penting. Menurut KEPMEN PU NO. 10/KPTS/2000 menyebutkan bahwa suatu gedung harus memiliki bagian atau elemen yang

Received Maret 30, 2024; Accepted April 25, 2024; Published April 30, 2024

* Aditya Firmansyah A. P, aditsyn33@gmail.com

pada tingkat tertentu dapat mempertahankan stabilitas struktur selama terjadi kebakaran. Kriteria ini termasuk fungsi bangunan, beban api, intensitas kebakaran, potensi bahaya kebakaran, ketinggian bangunan, kedekatan dengan bangunan lain, sistem perlindungan aktif yang terpasang di dalamnya, ukuran kompartemen kebakaran, dan tindakan petugas pemadam kebakaran. Aspek perlindungan kebakaran sangat penting untuk bangunan bertingkat karena bangunan tinggi harus memiliki sistem yang kompleks dan mandiri untuk mencegah dan menangkal kebakaran.

KAJIAN TEORITIS

Standart NFPA

Standar Perlindungan Kebakaran dengan *Sprinkler National Fire Protection Association* (NFPA) 13, yang juga dikenal sebagai Standar Perlindungan Kebakaran dengan *Sprinkler*, menetapkan persyaratan untuk *design*, instalasi, dan pemeliharaan sistem perlindungan kebakaran dengan *sprinkler*. Tujuan standar ini adalah untuk meningkatkan kemampuan sistem *sprinkler* untuk memadamkan kebakaran dan melindungi nyawa dan aset hasil penelitian menunjukkan bahwa sprinkler sistem hampir 99% efektif dalam mengontrol penyebaran api.

Sebagai alat pemadam kebakaran, sprinkler bekerja dengan mengidentifikasi panas dan secara otomatis menyemburkan bahan pemadam kebakaran. Pola penyemprotan, orientasi, dan waktu respons terhadap kebakaran adalah tiga faktor yang membedakan sprinkler.

Kelas Kebakaran

Dalam keamanan dan perlindungan kebakaran, kelas kebakaran adalah istilah yang mengacu pada sistem klasifikasi yang digunakan untuk menentukan tingkat risiko kebakaran suatu bahan atau ruangan. Klasifikasi ini sering digunakan untuk menentukan jenis dan jumlah peralatan pemadam kebakaran yang diperlukan, serta metode evakuasi yang paling efektif. Daftar huruf A, B, C, D, dan K biasanya digunakan untuk mengklasifikasikan sistem kebakaran ini.

Proteksi Kebakaran

Sistem proteksi kebakaran aktif adalah *system* proteksi kebakaran yang secara lengkap terdiri atas *system* pendeteksian kebakaran baik manual ataupun otomatis, Sistem pemadam kebakaran berbasis air. *Sprinkler*, Pipa Tegak dan Selang Kebakaran, serta system berbasis Kimia, seperti APAR dan pemadam khusus (Permen PU Nomor:26 /PRT/M/2008)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan secara langsung terjun ke lapangan dan data – data yang dibutuhkan diperoleh secara mandiri dari proses wawancara dengan pihak bersangkutan. Penulis melakukan observasi penelitian pada pergudangan arsip untuk mendapatkan data primer dan data sekunder. Untuk data primer meliputi dokumentasi lapangan dan perhitungan. Perhitungan perencanaan dilakukan langsung dengan menghitung jumlah *sprinkler*, kebutuhan air, dan *reservoir* untuk mendapatkan kebutuhan yang tepat. Sedangkan dokumentasi lapangan merupakan hasil pengamatan kejadian langsung selama pelaksanaan observasi penelitian yang kemudian disimpan kedalam bentuk foto, video, dan tulisan.

Untuk data sekunder diperoleh langsung dari pihak pengelola Gudang berupa denah *layout*, jumlah orang yang berada di Gudang, dan berapa banyak barang yang ada

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum

Dalam proses perencanaan perancangan proteksi kebakaran aktif pada pergudangan arsip, mahasiswa langsung mengunjungi lokasi untuk melihat kekurangan alat proteksi kebakaran di pergudangan arsip, terutama di bagian *sprinkler*. Oleh karena itu, sebelum memulai perancangan perlindungan kebakaran, sangat penting untuk melakukan observasi di gudang. Selain berkolaborasi langsung dengan pengelola gudang, observasi mencakup meninjau kondisi Pergudangan. Lokasi dari tinjauan pustaka sendiri di pergudangan yang beralamatkan di Jl. Raya Lingkar Timur KM. 2 No. 86 Kec. Buduran Kab. Sidoarjo.

Pembahasan Topik Utama

Sprinkler, juga dikenal sebagai sistem pemancar air otomatis, dirancang untuk memadamkan kebakaran atau setidaknya mampu mempertahankan kebakaran tetap, tidak berkembang, untuk sekurang-kurangnya 30 menit setelah kebakaran terjadi. *Sprinkler* adalah alat pemadaman kebakaran yang memiliki tudung berbentuk *deflektor* pada ujung mulut pancarnya, sehingga air dapat mengalir secara merata ke semua arah.

Dalam perancangan proteksi kebakaran ini, *WetSystem* digunakan sebagai *sprinkler*. *WetSystem* sendiri adalah sistem yang paling sering digunakan untuk mencegah kebakaran dengan *sprinkler* di gedung, termasuk gedung di Indonesia.

Perhitungan Kebutuhan *Sprinkler*

Berdasarkan survey didapatkan informasi bahwa ukuran pergudangan arsip sebesar 48 x 48 m = 2304 m². Jarak maksimum antar *sprinkler* yang kita pakai menggunakan 4,6 m. Sehingga jarak efektif antar *sprinkler head* adalah :

X = Jarak efektif antar *sprinkler head*

$$\begin{aligned} X &= a - (\frac{1}{4} \cdot a) \\ &= 4,6 - (\frac{1}{4} \cdot 4,6) \\ &= 3,45 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka, luas daerah efektif yang dilindungi *sprinkler head* adalah :

$$\begin{aligned} L &= 3,45 \text{ m} \cdot 3,45 \text{ m} \\ &= 11,90 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Jumlah *sprinkler* yang diperlukan untuk gudang ini berdasarkan luas area yang dilindungi adalah:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Sprinkler} &= \frac{2304}{11,90} \\ &= 193 \text{ buah} \end{aligned}$$

Jadi, jumlah *sprinkler* yang dibutuhkan untuk Pergudangan Arsip sebanyak 193 buah.

Perhitungan Kebutuhan Air

Jumlah air yang dibutuhkan *sprinkler* untuk hunian bahaya ringan dengan sistem terbuka adalah 49 L/menit. Jumlah kebutuhan pasokan air pada *sprinkler* dihitung sebagai berikut :

$$V = Q \times t$$

Dimana,

V = Volume air yang dibutuhkan *sprinkler* (liter)

Q = Debit aliran air untuk *sprinkler*

t = Waktu pasokan simpanan

Tabel 4. 1 Kecepatan Kendaraan Pemadam

Kecepatan	Km/Jam	mph	X	Keterangan	Titik Macet
Kecepatan 1	56	35	1,7	Digunakan pada Lalu Lintas Normal	Biru
Kecepatan 2	32	20	3,0	Digunakan Pada lalu lintas padat	Orange
Kecepatan 3	16	10	6,0	Digunakan pada lalu lintas sangat padat	Merah

Karena jalan dari bascam mobil pemadam kebakaran ke lokasi pergudangan cukup ramai dan biasa, kami menggunakan kecepatan 56 km/jam.

Perhitungan,

✓ Waktu pemadam ke Gudang

Diketahui,

- Q = 49 liter/menit
- Kecepatan = 56 km/jam
- Jarak = 1,8 km

$$t = \frac{\text{Jarak}}{\text{Kecepatan}}$$

$$= \frac{1,8 \text{ km}}{56 \text{ km/jam}} \times 60 \text{ menit}$$

$$= 1,9 \text{ menit}$$

$$V = Q \times t$$

$$= 49 \text{ L/menit} \times 1,9 \text{ menit}$$

$$= 93,1 \text{ liter}$$

$$193 \text{ buah} = 193 \times 93,1 \text{ liter}$$

$$= 17.968,3 \text{ liter}$$

$$\checkmark \text{ Kebutuhan air selama } 1,9 \text{ menit} = 17.968,3 \text{ liter} \times 1,9 \text{ menit}$$

$$= 34.139,77 \text{ liter}$$

Perhitungan Dimensi Reservoir

Untuk menentukan dimensi *reservoir*, kita perlu mengetahui berapa banyak air yang diperlukan untuk *sprinkler*. Dari perhitungan di atas, kita dapat menemukan bahwa jumlah air yang diperlukan untuk *sprinkler* adalah

$$V1 = V \times T$$

$$= 17.968,3 \text{ liter} \times 1,9 \text{ menit}$$

$$= 34.139,77 \text{ liter}$$

Karena volume yang diperlukan untuk menjaga keamanan bak air, bak air tidak boleh terisi sepenuhnya. volume air yang diperlukan adalah 34.139,77 liter. Untuk menentukan dimensi bak air pemadam kebakaran (reservoir), sebagai berikut :

$$\text{Konstruksi dimensi bak air} = \sqrt[3]{34.139,77} = 32,4 \text{ dm} = 3,2 \text{ m}$$

$$\text{Maka dimensi } S \times S \times S = 3,2 \text{ m} \times 3,2 \text{ m} \times 3,2 \text{ m}$$

Dibulatkan menjadi 3,3 m x 3,3 m x 3,3 m jika dijumlah maka kapasitas airnya menjadi 35.937 Liter. Karena pada peraturan reservoir tidak boleh diisi penuh karena faktor keselamatan.

Perhitungan Pipa dan Pompa

Standar pemipaan baja untuk sambungan pemadam kebakaran disebutkan dalam Bab 6.1.1.3 Standar NFPA-13. Pemasangan besi galvanized memerlukan tebal pipa minimal 12,5 persen dari pipa terluar, menurut standar ASTM A795.

Perhitungan sistem pompa,

- Masa Jenis Air : 997 kg/m³
- Gravitasi : 9,8 m/s²
- Diameter Pipa Suction : 8 Inch = 0,2032 m
- Diameter Pipa Discharge : 5 Inch = 0,127 m

e. Diameter Pipa Pembagi : 3 Inch = 0,0762 m

f. Pipa Minimal : 12,5 %

1. Pipa Suction

Debit air = 0,049 m³/menit

Diameter luar pipa = 0,2302 m

Tebal pipa = Diameter luar pipa x 12,5 %

= 0,2302 m x 12,5 %

= 0,0288 m

Diameter pipa dalam = Diameter luar pipa – (diameter luar pipa x 12,5 %)

= 0,2302 m - (0,2302 m x 12,5 %)

= 0,2014 m

Luas penampang pipa suction :

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$= \frac{3,14 \cdot (0,2014)^2}{4}$$

$$= 0,0318 \text{ m}^2$$

Kecepatan Aliran :

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$= \frac{0,049}{0,0318}$$

$$= 1,5409 \text{ m/menit} = 0,0257 \text{ m/detik}$$

2. Pipa Discharge

Debit air = 0,049 m³/menit

Diameter luar pipa = 0,127 m

Tebal pipa = Diameter luar pipa x 12,5 %

= 0,127 m x 12,5 %

= 0,0159 m

Diameter pipa dalam = Diameter luar pipa – (diameter luar pipa x 12,5 %)

= 0,127 m - (0,127 m x 12,5 %)

= 0,1111 m

Luas penampang pipa suction :

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$= \frac{3,14 \cdot (0,1111)^2}{4}$$

$$= 0,0097 \text{ m}^2$$

Kecepatan Aliran :

$$\begin{aligned} V &= \frac{Q}{A} \\ &= \frac{0,049}{0,0097} \\ &= 5,0515 \text{ m/menit} = 0,0842 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

3. Pipa Pembagi

$$\begin{aligned} \text{Debit air} &= 0,049 \text{ m}^3/\text{menit} \\ \text{Diameter luar pipa} &= 0,0762 \text{ m} \\ \text{Tebal pipa} &= \text{Diameter luar pipa} \times 12,5 \% \\ &= 0,0762 \text{ m} \times 12,5 \% \\ &= 0,0095 \text{ m} \\ \text{Diameter pipa dalam} &= \text{Diameter luar pipa} - (\text{diameter luar pipa} \times 12,5 \%) \\ &= 0,0762 \text{ m} - (0,0762 \text{ m} \times 12,5 \%) \\ &= 0,0667 \text{ m} \end{aligned}$$

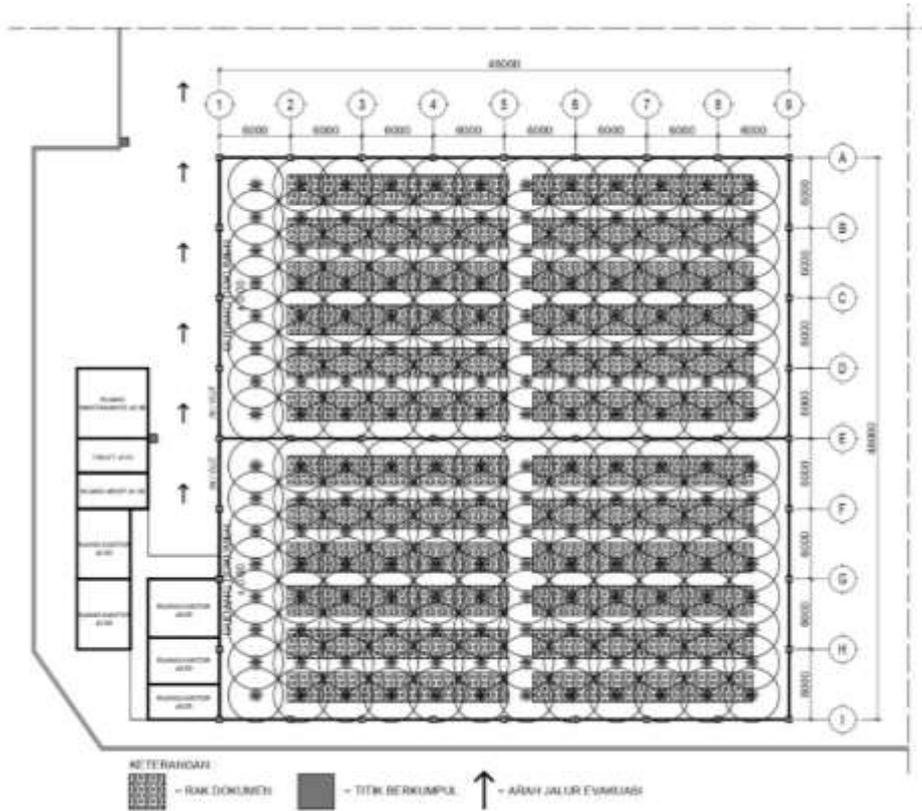
Luas penampang pipa suction :

$$\begin{aligned} A &= \frac{\pi D^2}{4} \\ &= \frac{3,14 \cdot (0,0667)^2}{4} \\ &= 0,0035 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Kecepatan Aliran :

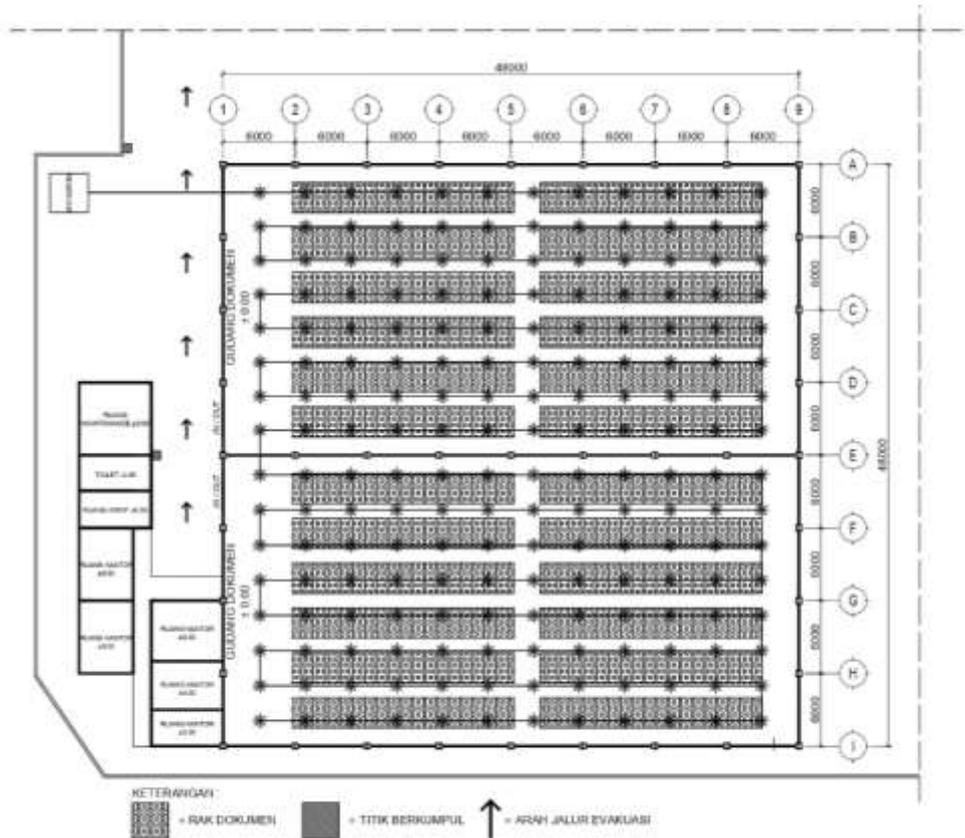
$$\begin{aligned} V &= \frac{Q}{A} \\ &= \frac{0,049}{0,0035} \\ &= 14 \text{ m/menit} = 0,2333 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

Gambar Titik Sprinkler



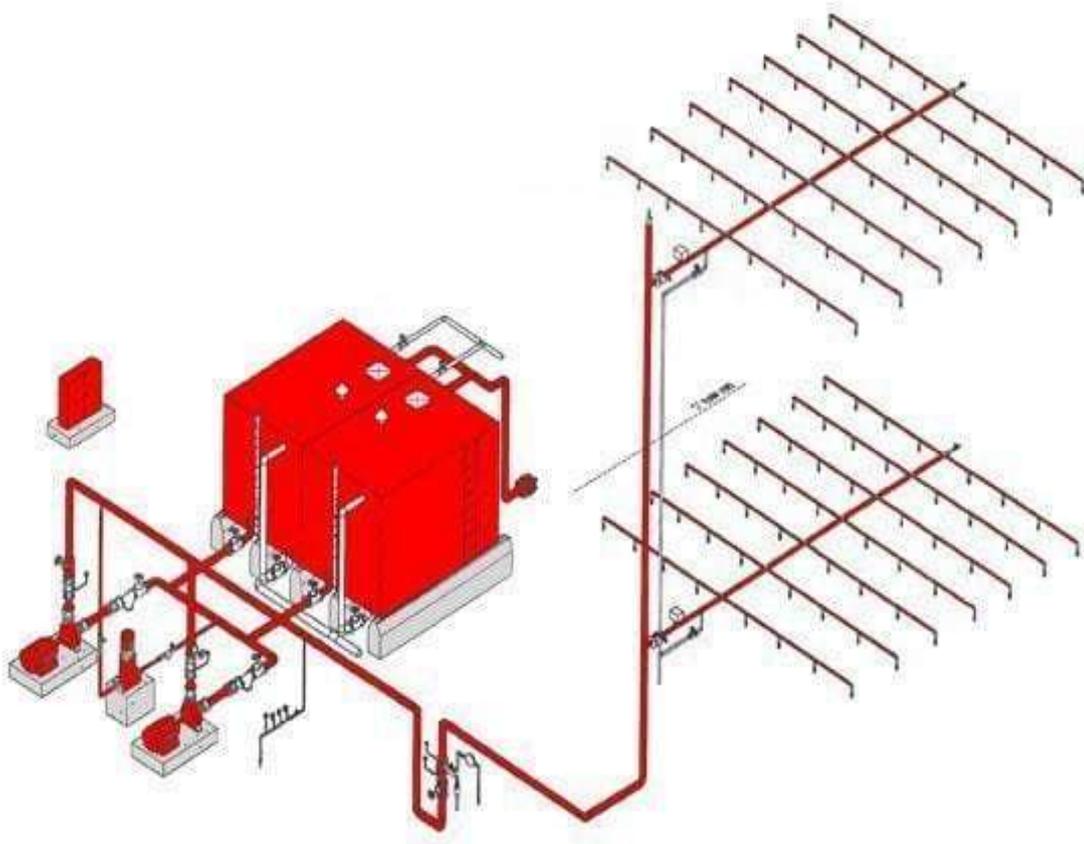
Gambar Penempatan Titik Sprinkler

Gambar Instalasi Pipa



Gambar Instalasi Pipa Sprinkler

Gambar Reservoir dan Sistem Pipa



Gambar Bak Reservoir dan Sistem Pipa

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis obeservasi dan perhitungan dengan menganut Standar NFPA 13 Tahun 2019, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Klasifikasi kebakaran di Gudang PT. Putraduta Buana Sentosa terdapat kelas A, C dan D dengan bahaya dan jenis benda masing-masing.
2. Hasil dari perhitungan untuk sistem *sprinkel* mendapatkan 193 buah.
3. Hasil dari perhitungan persediaan air untuk sistem *sprinkel* mendapatkan hasil 34.139,77 liter.
4. Perhitungan biaya perancangan pembangunan dengan melihat harga-harga bahan yang dibutuhkan di pasar internasional mendapatkan biaya perhitungan kurang lebih Rp. 63,121,925,74 untuk biaya pembangunan belum termasuk dalam upah dan biaya lainnya.

Dari data dan hasil perhitungan mengenai perencanaan perancangan alat proteksi kebakaran pada ruang terbuka aktif yang menganut standar NFPA-13 Tahun 2019 diharapkan mampu memberikan rasa nyaman dan keselamatan dengan ancaman bahaya kebakaran yang akan terjadi.

DAFTAR REFERENSI

- NFPA 13: Standard for the Installation of Sprinkler Systems - National Fire Protection Association (NFPA). Ini adalah standar yang umum digunakan untuk perencanaan dan instalasi sistem sprinkler
- "Design and Layout of Fire Sprinkler Systems" oleh John A. Corbett. Buku ini memberikan panduan lengkap tentang perencanaan sistem sprinkler.
- "Automatic Sprinkler Systems Handbook" oleh David R. Hague. Sumber ini berisi informasi mendalam tentang perencanaan, instalasi, dan pemeliharaan sistem sprinkler otomatis.
- "Handbook of Fire Protection Engineering" oleh John Bryan Cashman. Buku ini mencakup berbagai aspek perlindungan kebakaran termasuk sistem sprinkler.
- "Fire Protection Systems" oleh A. Maurice Jones Jr. dan John G. Petro. Sumber ini memberikan wawasan tentang sistem proteksi kebakaran termasuk sprinkler.
- "Layout, Detail, and Calculation of Fire Sprinkler Systems" oleh Robert L. Nelis Sr. Buku ini fokus pada perencanaan teknis dan perhitungan sistem sprinkler
- "Performance-Based Fire Safety Design" oleh Daniel Nilsson dan Robert J. G. Bill. Sumber ini membahas pendekatan perencanaan berbasis kinerja termasuk dalam konteks sistem sprinkler.
- Artikel jurnal: "Evaluation of Water Distribution Uniformity in Fire Sprinkler Systems" oleh Jane Doe dan John Smith. Artikel ini membahas evaluasi distribusi air pada sistem sprinkler.
- "Sprinkler Hydraulics" oleh Harold S. Wass Jr. Buku ini membahas aspek hidrolika yang terkait dengan perencanaan sistem sprinkler.