

# Perancangan Sistem Perpipaan Pemadam Kebakaran Pada Pabrik Kain Menggunakan Carbon Dioxide Extinguishing System

Sayid Dafa Jabbar Umari<sup>1</sup>, Ekky Nur Budiyo<sup>2</sup>, Rina Sandora<sup>3</sup>

Program D4-Teknik Perpipaan, Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia<sup>1\*2,3</sup>

Email: [sayiddafa@student.ppns.ac.id](mailto:sayiddafa@student.ppns.ac.id)<sup>1</sup>; [ekky@ppns.ac.id](mailto:ekky@ppns.ac.id)<sup>2</sup>; [rinasandora@ppns.ac.id](mailto:rinasandora@ppns.ac.id)<sup>3</sup>;

**Abstract** - The fabric factory construction project in Purwakarta Regency is part of the factory's expansion. Currently, the factory does not have an effective fire extinguishing system and is only equipped with portable fire extinguishers. CO<sub>2</sub> extinguishers were chosen because of their effectiveness against class B and C fires. The design process requires the calculation of CO<sub>2</sub> requirements, flow rates in the system, 3D and isometric designs that are based on NFPA 12 and FIKE. Based on the calculations carried out, the total CO<sub>2</sub> extinguishing media requirement is 29,831.9 kg. Based on the calculation, the CO<sub>2</sub> flow rate value for each elevation is as follows: 0 m elevation of 2088.76 kg CO<sub>2</sub>/minute, 8 m elevation of 1566.57 kg CO<sub>2</sub>/minute, 14 m elevation of 1462.13 kg CO<sub>2</sub>/minute, 19 m elevation of 887.72 kg CO<sub>2</sub>/minute, 23 m elevation of 635.71 kg CO<sub>2</sub>/minute, and 23 m elevation of 1075 kg CO<sub>2</sub>/minute. The design of the discharge nozzle placement, 3D drawings, and isometric drawings for the CO<sub>2</sub> extinguishing system were made using AutoCAD software. The pipe material used is 3" and 2" carbon steel, and the nozzle is 3/4". The selection of these materials and sizes is based on standards and technical needs to ensure the effectiveness of the extinguishing system.

**Keyword:** Fire extinguisher, NFPA 12, Carbon Dioxide, and Carbon pipe

## Nomenclature

FF	Flooding Factor (m <sup>3</sup> / kg)
NPS	Nominal Pipe Size (inc)
mBD	Base design quantity (kg)
Vp	Volume protection (m <sup>3</sup> )

## 1. PENDAHULUAN

Penelitian Proyek pembangunan pabrik kain di Kabupaten Purwakarta bertujuan untuk meningkatkan kapasitas produksi serat dan filamen berkualitas tinggi. Namun, pabrik ini belum memiliki sistem pemadam kebakaran yang efektif, hanya fire extinguisher. Untuk mencegah kebakaran, perlu dipasang sistem pemadam kebakaran sesuai keputusan Menteri Tenaga Kerja R.I No.KEP.186/MEN/1999 yang mengharuskan peralatan proteksi kebakaran memadai, petugas terlatih, dan prosedur darurat.

Gedung L5 Expansion (33 m x 23 m x 32 m) akan dipasang sistem pemadam kebakaran. Sesuai Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No.PER.04/MEN/1980, kebakaran kain digolongkan kelas A, cocok dengan busa, CO<sub>2</sub>, serbuk kimia, pasir, air, dan uap air. Air tidak dapat digunakan karena adanya aliran listrik, sehingga dipilih CO<sub>2</sub>.

Sistem pemadam kebakaran CO<sub>2</sub> mengikuti standar NFPA 12, mencakup perancangan, pemasangan, pengujian, dan pemeliharaan. Sistem ini tidak merusak material sensitif dan aman untuk area dengan instrumen listrik,

memberikan respons cepat dan efektif. Nozzle pada sistem ini mengarahkan dan mengontrol aliran CO<sub>2</sub> untuk memadamkan api dengan maksimal.

## 2. METODOLOGI .

### 2.1 Tahap Identifikasi Awal

Pada tahap ini dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan yang berdasarkan dari penelitian yang berupa analisa pengamatan dan pemikiran sehingga dapat diangkat sebagai sebuah penelitian. Pada penelitian ini yang akan dibahas adalah system perpipaan pemadam kebakaran berbasis CO<sub>2</sub>.

### 2.2 Tahap Pengolahan Data

Detail Tahap ini merupakan tahap lanjutan dari proses pengumpulan data yang telah dilakukan, Tahap pengolahan data dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Mengitung kapasitas CO<sub>2</sub>
2. Menghitung *flow rate*

### 2.3 Kapasitas CO<sub>2</sub>

Menentukan volume bahaya dengan mengalikan panjang , lebar dan tinggi. Untuk aplikasi total flooding, volume dapat dikurangi untuk mengecualikan struktur permanen, tidak dapat dipindahkan, atau kedap air dari keseluruhan volume ruang yang dilindungi. *Flooding factor* yang digunakan untuk desain sistem didasarkan pada bahaya spesifik yang dilindungi. Untuk menentukan jumlah dasar agen CO<sub>2</sub> yang diperlukan, kalikan volume bahaya

dengan *total flooding*. Berikut merupakan tabel dari data perusahaan.

Tabel 2.1 Data Luas Ruangan

No	Elevasi	Panjang	Lebar	Tinggi
1	0 m	33 m	23 m	8 m
2	8 m	33 m	23 m	6 m
3	14 m	33 m	23 m	5,6 m
4	19,6 m	33 m	23 m	3,4 m
5	23 m	33 m	14 m	4 m
6	27 m	25 m	25 m	5 m

$$mBD = V_p \times FF \quad (1)$$

Dimana mBD adalah desain quantities (kg);  $V_p$  adalah volume proteksi ( $m^3$ ); FF adalah *flooding factor* ( $m^3 / kg$ ).

### 2.4 Flow Rate

Menghitung *flow rate* pada sistem perpipaan pemadam kebakaran  $CO_2$  melibatkan beberapa langkah dan parameter penting, seperti kapasitas  $CO_2$  dan Q30% pada sistem perpipaan. Berikut adalah langkah-langkah umum untuk menghitung *flow rate*:

$$Q\ 30\% = \text{Jumlah kebutuhan } CO_2 \times 0.688 \quad (2)$$

$$\text{Flow rate} = \frac{Q\ 30\%}{2} \quad (3)$$

Dimana Q 30% adalah konsentrasi  $CO_2$  (kg/ 2 min); Flow rate adalah laju aliran (kg/min).

## 3.HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Jumlah Kebutuhan $CO_2$

Perhitungan volume ruangan untuk kebutuhan  $CO_2$  adalah langkah-langkah untuk mengukur dimensi tiga dari ruangan dengan tujuan untuk mengetahui kapasitasnya yang berkaitan dengan penggunaan  $CO_2$ . Proses ini melibatkan pengukuran panjang, lebar, dan tinggi ruangan untuk menghitung total volume dalam satuan kubik. Pabrik kain memiliki bangunan berbentuk balok dengan tinggi bangunan 32 m; lebar bangunan 23 m; panjang bangunan 33 m, akan tetapi pada gedung ini akan dihitung per lantai karena ada beberapa lantai yang memiliki ukuran yang berbeda. Berikut merupakan data dari perusahaan tiap elevasi.

Tabel 3.1 Data Luas Ruangan

No	Elevasi	Panjang	Lebar	Tinggi
1	0 m	33 m	23 m	8 m
2	8 m	33 m	23 m	6 m
3	14 m	33 m	23 m	5,6 m
4	19,6 m	33 m	23 m	3,4 m
5	23 m	33 m	14 m	4 m
6	27 m	25 m	25 m	5 m

Dengan menggunakan persamaan luas volume, hasil akan ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 3.2 Volume Ruangan

No	Elevasi	Volume
1	0 m	6072 $m^3$
2	8 m	4454 $m^3$
3	14 m	4250,4 $m^3$
4	19,6 m	2580,6 $m^3$

5	23 m	1848 $m^3$
6	27 m	3125 $m^3$
Total		22.430 $m^3$

Untuk menghitung kebutuhan  $CO_2$ , dibutuhkan volume total dari pabrik tersebut. Kebutuhan  $CO_2$  dapat dihitung dengan cara mengkalikan bilangan *flooding factor* dengan volume hazard. Dari persamaan (1) hasil akan ditampilkan sebagai berikut.

Tabel 3.3 Jumlah Kebutuhan  $CO_2$

### 3.2 Perhitungan Q 30%

Perhitungan Q 30% dilakukan untuk mengetahui persyaratan laju aliran minimum adalah sistem harus mencapai konsentrasi 30% dalam waktu 2 menit, berdasarkan data primer dan sekunder yang didapatkan dengan persamaan berikut.

$$Q\ 30\% = \text{Jumlah kebutuhan } CO_2 \times 0.688$$

$$Q\ 30\% = 8075,76 \times 0.688$$

$$Q\ 30\% = 4177,53\ \text{kg}/2\ \text{min}$$

Hasil dari perhitungan tiap elevasi sebagai berikut:

Tabel 3.4 Q 30%

No	Elevasi	Q 30%
1	0 m	4177,53 kg/2 min
2	8 m	3133,15 kg/2 min
3	14 m	2924,27 kg/2 min
4	19,6 m	1775,45 kg/2 min
5	23 m	1271,42 kg/2 min
6	27 m	2150 kg/2 min

### 3.3 Flow Rate

Menghitung *flow rate* menggunakan persamaan (3) Membagi jumlah  $CO_2$  yang dihasilkan dengan dua akan menghasilkan *flow rate* yang diperlukan dalam kg  $CO_2$  per menit. Pada kasus ini *flow rate* akan dihitung tiap lantai.

$$\text{Flow rate} = \frac{Q\ 30\%}{2}$$

$$\text{Flow rate} = \frac{4177,53}{2}$$

$$\text{Flow rate} = 2088,76\ \text{kg}/\text{min}$$

Hasil dari perhitungan tiap elevasi sebagai berikut:

Tabel 3.5 Flow rate

No	Elevasi	Flow Rate
1	0 m	2088,76 kg/min
2	8 m	1566,57 kg/min
3	14 m	1462,13 kg/min
4	19,6 m	887,72 kg/min
5	23 m	635,71 kg/min
6	27 m	1075 kg/min

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya, didapatkan bahwa jumlah kebutuhan media pemadam CO<sub>2</sub> adalah sebesar 29.831,9 kg. Jumlah ini merupakan total keseluruhan CO<sub>2</sub> yang sistem pemadam kebakaran. perhitungan manual yang dilakukan pada bab sebelumnya, diperoleh nilai *flow rate* untuk masing-masing lantai adalah sebagai berikut:

- Lantai 1: 2088,76 kg CO<sub>2</sub> /menit
- Lantai 2: 1566,57 kg CO<sub>2</sub> /menit
- Lantai 3: 1462,13 kg CO<sub>2</sub> /menit
- Lantai 4: 887,72 kg CO<sub>2</sub> /menit
- Lantai 5: 635,71 kg CO<sub>2</sub> /menit
- Lantai 6: 1075 kg CO<sub>2</sub> /menit

#### 5. PUSTAKA

- [1] Asharian, G.A. (2022). Optimasi Waktu Dan Biaya Pada Proyek Upgrade Sistem Hydrant Tangki 25 Tk 801 Dengan Metode Dual Shift Dan Penambahan Jam Kerja.
- [2] Dharmayanti, V.A. (2023). Desain Carbon Dioxide Extinguishing System Pada Gudang Urea Ekspor.
- [3] Effendie, M. I. N. (2017). Penerapan Fire Safety Management pada Bangunan Gedung Grand Slipi Tower Dikaitkan dengan Pemenuhan Peraturan dan Standar Teknis Proteksi Kebakaran
- [4] FIKE. (2008). Industrial Carbon Dioxide Extinguishing Systems. FIKE.
- [5] NFPA 2001. (2018). Standard on Clean Agent Fire Extinguishing System. National Fire Protection Association. [6] EBARA. (2017). EBARA – Centrifugal End Suction Volute Pump. Lukes Indonesia.
- [7] NFPA 10. (2010). Standard for Portable Fire Estinguishers. National Fire Protection Association.
- [8] NFPA 12. (2022). Standard on Carbon Dioxide Extinguishing Systems. National Fire Protection Association.