



**PERANCANGAN *AUTOMATIC SPRINKLER SYSTEM* PADA GUDANG BATU
BARA PERUSAHAAN PRODUKSI SUSU**

*(DESIGN OF AN AUTOMATIC SPRINKLER SYSTEM IN A MILK PRODUCTION
COMPANY'S COAL WAREHOUSE)*

**Hasna Hayba Silmiy¹, Annastasya Aulia Putri², Muhammad Alfian Fikri³,
Moch. Luqman Ashari⁴**

Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan
Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

*Email: hasnahayba@student.ppns.ac.id, annastasyaaulia@student.ppns.ac.id,
m.fikri@student.ppns.ac.id

Abstrak : Kebakaran adalah suatu kondisi yang terjadi akibat adanya oksidasi tiga unsur (bahan bakar, oksigen, dan panas) sehingga dapat menimbulkan kerugian harta benda, cedera hingga kematian. Salah satu tempat yang rentan terhadap kebakaran adalah gudang penyimpanan batu bara, mengingat karakteristik bahan yang tersimpan di dalamnya. Dalam rangka untuk mengurangi kerugian akibat kebakaran, maka diperlukan *automatic sprinkler system* pada gudang batu bara perusahaan produksi susu untuk membantu memadamkan api sesegera mungkin saat terjadi kebakaran. Berdasarkan masalah tersebut, penelitian ini akan menentukan jumlah *sprinkler* yang dibutuhkan sebagai sistem pemadam otomatis serta volume air, daya pompa, dan tangki air tanah. Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan cara pengamatan langsung terhadap obyek yang diteliti, kemudian peneliti mengukur ruangan gudang batu bara dengan menggunakan meteran bangunan. Dari hasil perhitungan dengan mengambil sampel ruangan gudang batu bara perusahaan produksi susu, maka diperoleh jumlah kebutuhan *sprinkler* sebanyak 111 buah, volume air yang dibutuhkan sebanyak 399,6 m³, daya pompa dan *ground water tank* yang dibutuhkan yaitu, daya hidrolis pompa (HHP) 1,2910128 kW, daya *shaft* pompa (BHP) 1,7213504 kW, daya listrik pompa (P) 3 kW, pompa diesel (P_{PD}) 2 HP, pompa jockey (P_{JK}) 0,3 kW, kapasitas GWT (Q_{GWT}) 17 m³.

Kata Kunci : kebakaran, gudang batu bara, *automatic sprinkler system*

Abstract : Fire is a condition that occurs due to the oxidation of three elements (fuel, oxygen and heat) which can cause property losses, injury to death. One of the places that is prone to fire is a coal storage warehouse, considering the characteristics of the materials stored in it. In order to reduce losses due to fires, an automatic sprinkler system is needed in the coal warehouse of a dairy production company to help extinguish the fire as soon as possible when a fire occurs. Based on these problems, this research will determine the number of sprinklers needed as an automatic extinguishing system as well as the volume of water, pump power, and groundwater tanks. This type of research is quantitative research by direct observation of the object under study, then the researcher measures the coal warehouse space using a building meter. From the results of calculations by taking a sample of the coal warehouse room of a dairy production company, the required number of sprinklers is 111, the required water volume is 399.6 m³, the required pump power and ground water tank are, pump hydraulic power (HHP)

Received Januari 30, 2023; Revised Febuari 2, 2023; Maret 22, 2023

*Corresponding author, e-mail address

1.2910128 kW, pump shaft power (BHP) 1.7213504 kW, pump electric power (P) 3 kW, diesel pump (P_{pD}) 2 HP, jocky pump (P_{Jk}) 0.3 kW, GWT capacity (Q_{GWT}) 17 m³.

Keywords : fire, coal warehouse, automatic sprinkler system

PENDAHULUAN

Kebakaran adalah suatu kondisi yang terjadi akibat adanya oksidasi 3 (tiga) unsur (bahan bakar, oksigen, dan panas) sehingga dapat menimbulkan kerugian harta benda, cidera hingga kematian (Ifan, 2015). Salah satu tempat yang rentan terhadap kebakaran adalah gudang penyimpanan batu bara, mengingat karakteristik bahan yang tersimpan di dalamnya. Gudang batu bara adalah fasilitas vital dalam suatu industri, tempat dimana batu bara disimpan dalam jumlah besar sebelum diangkut dan digunakan untuk proses lebih lanjut.

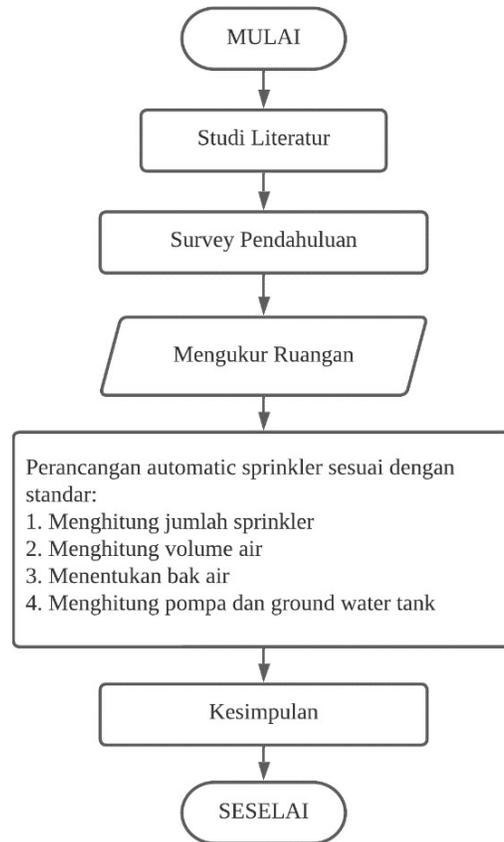
Penting untuk memahami bahwa kebakaran di gudang batu bara dapat menghadirkan ancaman serius terhadap keselamatan, lingkungan, dan produktivitas. Batu bara sebagai bahan bakar fosil yang sangat mudah terbakar memiliki potensi tinggi untuk menyebabkan kebakaran yang hebat dan sulit untuk dikendalikan. Selain itu, pembakaran batu bara juga mengeluarkan gas beracun dan asap yang dapat mengancam kesehatan pekerja dan masyarakat sekitar.

Beberapa faktor yang dapat menyebabkan kebakaran di gudang batu bara, pertama sistem penyimpanan batu bara harus sesuai dengan standar, kesalahan yang ada dapat menyebabkan akumulasi panas. Kedua, peralatan dan listrik, pemenuhan standar dan pemeliharaan yang tidak tepat akan menyebabkan percikan api atau korsleting listrik. Ketiga, tingkat kelembaban yang rendah dapat menyebabkan batu bara menjadi kering dan mudah terbakar. Terakhir, faktor manusia seperti ketidak hati-hatian dalam menggunakan peralatan atau mengabaikan tindakan pencegahan sehingga memicu kebakaran.

Automatic sprinkler system adalah sistem pemadam otomatis yang bekerja dengan melepaskan air secara otomatis ketika terdeteksi adanya kebakaran. Sistem instalasi sprinkler dipasang secara tetap/permanen di dalam bangunan yang dapat memadamkan kebakaran secara otomatis dengan cara menyemprotkan air pada sumber terjadinya kebakaran (NFPA 13, 2002). *Sprinkler* bekerja secara individu dan hanya aktif pada area yang terkena panas akibat kebakaran. Sistem ini memastikan bahwa respon pemadaman terjadi dengan cepat dan tepat pada titik kebakaran, bahkan sebelum personel kebakaran datang. *Automatic sprinkler system* dirancang untuk mengontrol, menghentikan, atau memadamkan api sejak dini sebelum menyebar menuju area lain.

Oleh karena itu, pemasangan *automatic sprinkler system* di gudang batu bara sangat diperlukan untuk memastikan keselamatan dan kemanan tempat, pekerja, maupun masyarakat sekitar. Agar pemasangan *automatic sprinkle automatic sprinkler system* dapat maksimal maka diperlukan perhitungan yang sesuai dengan standar.

METODE PENELITIAN



Gambar 1. Alur Penelitian

Automatic Sprinkler System

Automatic sprinkler system merupakan sistem yang beroperasi secara otomatis menyembrotkan air bertekanan menuju ke segala arah untuk memadamkan api dan menghindari kebakaran semakin tersebar luas. Pemasangan *sprinkler* secara permanen di sebuah bangunan ini mampu memadamkan api secara otomatis dengan menyembrotkan air pada saat awal api muncul (Amalia, 2012).

Sistem Pompa

Pompa adalah salah satu alat yang digunakan sebagai transportasi untuk memindahkan cairan melalui saluran tertutup dengan mengubah energi mekanis unit ke fluida sehingga menimbulkan gerakan mengalirkan cairan dari tempat lain secara langsung. Pompa berfungsi untuk memindahkan cairan, seperti cairan, gas, atau lumpur (Lingkup, 2001).

Dari penelitian yang dilakukan di gudang batu bara perusahaan produksi susu:

1. Pengukuran Denah Ruang

Pengukuran denah ruangan dilakukan dengan menggunakan alat meteran di gudang batu bara.

2. Perhitungan Jumlah *Sprinkler*

Setelah dilakukan pengukuran denah ruangan, maka jumlah *sprinkler* yang diperlukan pada gudang batu bara dapat ditentukan. Jumlah *sprinkler* dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

X = jarak maks antara titik *sprinkler* - ($\frac{1}{4}$ x jarak maks)
 $L = (X)^2$

$$\text{Jumlah Sprinkler} = \frac{p \times l}{\pi r^2}$$

p = panjang ruangan

l = lebar ruangan

$r = 2,4$ m

3. Perhitungan Jumlah Volume Air

Aktivitas ini memerlukan air untuk dapat memaksimalkan kerja dari *sprinkler* agar dapat beroperasi. Kebutuhan akan air harus benar-benar dipertimbangkan dengan baik agar tidak menimbulkan kelebihan air pada *sprinkler*. Perhitungan volume air dengan menggunakan rumus:

$$V = Q \times T$$

Dimana:

V = volume kebutuhan air (m^3)

Q = kapasitas air *sprinkler* $80 \text{ dm}^3/\text{menit}$

T = waktu operasi sistem = 45 menit

4. Perancangan Bak Reservoir

Perancangan bak air (reservoir) seharusnya tidak diisi penuh, untuk menjaga faktor keamanan dari volume air. Pembangunan bak air (reservoir) dapat ditentukan dengan rumus:

Volume total bak air (reservoir):

$$V_{\text{bak air}} = p \times l \times k$$

Selisih volume

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

5. Penentuan Daya Pompa

Dalam menentukan daya pompa dalam aktivitas ini dapat menggunakan perhitungan berikut:

Daya Hidraulik Pompa (HHP)

$$\text{HHP} = Q \times (H_d - H_s) \times m \times S_g \times g$$

Dimana:

HHP = daya hidraulik pompa

Q (m^3/dt) = air dibutuhkan (m^3/s)

$(H_d - H_s) \times m$ = head

S_g (kg/m^3) = berat jenis cairan
 = $998 \text{ kg}/m^3$ untuk air

g (m/dt^2) = gravitasi bumi
 = $9,8 \text{ m}/\text{dt}^2$

Daya Shaft Pompa (BHP)

$$\text{BHP} = \frac{\text{HHP}}{\eta_p} \text{ kW}$$

Dimana:

BHP = daya shaft pompa

η_p = efisiensi standar pompa = 0,75

Daya Listrik Pompa (P)

$$P = \frac{(\text{BHP}) \cdot (1 + \alpha)}{\eta_t}$$

Dimana:

P = daya listrik pompa

α = faktor cadangan (pecahan) = 0,2

η_t = efisiensi transmisi (pecahan) = 0,95

Pompa Diesel

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

Dimana:

P_{pD} = daya pompa diesel

pD = efisiensi pompa diesel diasumsikan = 80%

Pompa Jockey

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

Total Kapasitas GWT

$$Q_{GWT} = (P_{pD} + Q_T) m^3$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perhitungan Jumlah *Sprinkler*

Pada bahaya kebakaran ringan, diperlukan air sebanyak:

$$\begin{aligned} 225 \text{ liter/menit} &= 3,75 \text{ liter/detik} \\ &= 0,0038 \text{ dm}^3/\text{s} \\ &\text{(SNI 03-3989-2000)} \end{aligned}$$

Lubang *sprinkler* = 0,5 inchi

Dalam perencanaan, terjadi *overlapping* sebesar $\frac{1}{4}$ area jangkauan antara satu *sprinkler* dengan *sprinkler* lainnya, sehingga keseluruhan area terkena pancaran air (tidak ada titik tidak terkena air).

Perhitungan jarak jangkauan *sprinkler*:

$$\begin{aligned} x &= \text{jarak maks antara titik } \textit{sprinkler} - (\frac{1}{4} \times \text{jarak maks}) \\ &= 4,6 \text{ m} - (\frac{1}{4} \times 4,6 \text{ m}) \\ &= 3,45 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= 3,45 \text{ m} \times 3,45 \text{ m} \\ &= 11,9 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah } \textit{Sprinkler} &= \frac{p \times l}{\pi r^2} \\ &= \frac{2000 \text{ m}^2}{3,14(34)^2} \\ &= \frac{2000 \text{ m}^2}{18,08} \\ &= 111 \textit{ sprinkler} \end{aligned}$$

Berdasarkan pengukuran ruangan dan perhitungan data yang telah dilakukan pada gudang batu bara perusahaan produksi susu, maka diperoleh jumlah *sprinkler* yang dibutuhkan adalah 111 *sprinkler*.

2. Volume Persediaan Air

Sprinkler dapat beroperasi sesuai fungsinnnya apabila persediaan air mencukupi. Volume kebutuhan air harus dipertimbangkan sehingga tidak menyebabkan kelebihan atau kekurangan air pada *sprinkler*. Perhitungan volume kebutuhan air *sprinkler* dengan menggunakan rumus:

$$V = Q \times T$$

Dimana :

V = volume kebutuhan air (m^3)

Q = kapasitas air *sprinkler* $80 \text{ dm}^3/\text{mnt}$

= $80 \text{ dm}^3/\text{menit} \times 111 \text{ Sprinkler}$

= $8.880 \text{ dm}^3/\text{menit}$

T = waktu operasi sistem = 45 menit

Sehingga,

$V(\text{kebutuhan air}) = Q \times T$

= $8.880 \text{ dm}^3/\text{mnt} \times 45 \text{ mnt}$

= 399.600 dm^3

= $399,6 \text{ m}^3$

Jadi, V (kebutuhan air) untuk *sprinkler* sebanyak $399,6 \text{ m}^3$.

Apabila diestimasi hanya satu seksi dari area (25% dari area) saat terjadi kebakaran maka kebutuhan air untuk pemadaman kebakaran:

$$Q_r = \frac{V(\text{kebutuhan air})}{25\% \text{ dari area}}$$

$$= \frac{399,6 \text{ m}^3}{28 \text{ m}^3}$$

= $14,27 \text{ m}^3$

= 15 m^3 (pembulatan)

3. Bak Reservoir (Bak Air)

Pada perancangan bak reservoir (bak air) tidak seharusnya diisi secara penuh. Oleh karena itu, berdasarkan hasil volume air yang diperlukan maka pembangunan bak air dapat ditentukan untuk menjaga faktor keamanannya.

Panjang = 8 meter

Lebar = 7 meter

Kedalaman = 8 meter

Sehingga,

V_{total} bak reservoir ($V_{\text{bak air}}$):

$V_{\text{bak reservoir}} = p \times l \times k$

= $8 \times 7 \times 8$

= 448 m^3

Selisih volume:

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

= $448 \text{ m}^3 - 399,6 \text{ m}^3$

= $48,4 \text{ m}^3$

4. Penentuan Daya Pompa

Dalam *automatic sprinkler system*, daya pompa dan *ground water tank* dapat diketahui dengan perhitungan:

Pompa Elektrik

Kap. GWT dibutuhkan = 15 m^3

Kebutuhan *sprinkler* = 45 menit Kapasitas pompa diperlukan:

$$Q = \frac{Q_r}{Q} \text{ m}^3/\text{menit}$$

$$= \frac{15}{45} \text{ m}^3/\text{menit}$$

= $0,333 \text{ m}^3/\text{menit}$

= $0,0055 \text{ m}^3/\text{detik}$

Heat = 24 m

Sg = berat jenis cairan (kg/m^3)
= 998 kg/m^3 (untuk air)
g = gravitasi bumi (m/dt^2)
= 9,8 m/dt^2

Daya Hidrolik Pompa (HHP)

HHP = $Q \times (H_d - H_s) \times Sg \times g$
= $(0,0055) \cdot (24) \cdot (998) \cdot (9,8)$
= 1.291,0128 watt
= 1,2910128 kW

Daya Shaft Pompa (BHP)

η_p = efisiensi standar pompa = 0,75
Sehingga,

$$\begin{aligned} BHP &= \frac{HHP}{\eta_p} \text{ kW} \\ &= \frac{1,2910128}{0,75} \text{ kW} \\ &= 1,7213504 \text{ kW} \end{aligned}$$

Daya Listrik Pompa (P)

α = faktor cadangan = 0,2
 η_t = efisiensi transmisi = 0,95
Sehingga,

$$\begin{aligned} P &= \frac{(BHP) \cdot (1 + \alpha)}{\eta_t} \\ &= \frac{(1,7213504) \cdot (1 + 0,2)}{0,95} \\ &= \frac{(1,7213504) \cdot (1,2)}{0,95} \end{aligned}$$

= 2,174 kW
= 3 kW (pembulatan)

Pompa Diesel

Efisiensi pompa diesel (asumsi) = 80 %
Kapasitas pompa diesel:

$$\begin{aligned} P_{pD} &= \left(\frac{QT}{pD} \right) \cdot (P) \text{ kW} \\ &= \left(\frac{15}{80} \right) \cdot (3) \text{ kW} \\ &= 0,5625 \\ &= 1,7 \text{ Hp} \end{aligned}$$

= 2 Hp (pembulatan)

Pompa Jockey

$P_{jk} = (0,1) \cdot (P) \text{ kW}$
= $(0,1) \cdot (3) \text{ kW}$
= 0,3 kW

Total Kapasitas GWT

$Q_{GWT} = (P_{pD} + Q_T) \text{ m}^3$
= $(2 + 15) \text{ m}^3$

$$= 17 \text{ m}^3$$

Berdasarkan seluruh perhitungan data ruangan yang diukur pada Gudang Batu Bara Perusahaan Produksi Susu dengan mengambil sampel ruangan tersebut, maka diperoleh hasil perhitungan pada tabel berikut:

Tabel 1. Seluruh Hasil Perhitungan

Jumlah <i>Sprinkler</i>	111 <i>Sprinkler</i>
Volume Air	399,6 m^3
Bak Air	448 m^3
Daya Pompa	3 kW
GWT	17 m^3

KESIMPULAN

Berdasarkan pada hasil perhitungan dengan mengambil sampel ruangan gudang batu bara perusahaan produksi susu, maka diperoleh jumlah kebutuhan *sprinkler* sebanyak 111 buah, volume air yang dibutuhkan sebanyak 399,6 m^3 , daya pompa dan *ground water tank* yang dibutuhkan yaitu, daya hidrolik pompa (HHP) 1,2910128 kW, daya *shaft* pompa (BHP) 1,7213504 kW, daya listrik pompa (P) 3 kW, pompa diesel (P_{pD}) 2 HP, pompa jocky (P_{Jk}) 0,3 kW, kapasitas GWT (Q_{GWT}) 17 m^3 .

Daftar Pustaka

- Amalia, R. S. (2012) 'PERANCANGAN DAN PEMASANGAN SISTEM SPRINKLER Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Gunadarma', (16309863).
- Ifan., Musa., & Farhamsa, Dedy. (2015). Alarm Kebakaran Berbasis Citra. *Gravitasi* Vol.14,No. 1: 4.
- Lingkup, R. and Lingkup, R. (2001) 'Spesifikasi instalasi pompa yang dipasang tetap untuk proteksi kebakaran', p. 6570.
- National Fire Protection Association (NFPA) 13 Guidelines. 2002. Standard for the Installation of Sprinkler Systems.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 26/PRT/M/2008 tentang Persyaratan Teknis Sistem Proteksi Kebakaran Pada Bangunan Gedung dan Lingkungan
- Peraturan Pemerintah No. 50 Tahun 2012 Tentang Penerapan Sistem Keselamatan dan Kesehatan Kerja
- Putri, R. D., 2017. PERENCANAAN DAN ANALISA SISTEM SPRINKLER OTOMATIS DAN KEBUTUHAN AIR PEMADAMAN FIRE FIGHTING HOTEL XX. *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*, VI(7), pp. 6-12.
- Ruslan, M., Al Amin, M. S. & Emidiana, 2021. Perancangan Sistem Fire Alarm Kebakaran Pada Gedung Laboratorium XXX. *Jurnal TEKNO (Civil Engineering, Electrical Engineering and Industrial Engineering)*, XVI(11), pp. 51-61.
- SNI. SNI 03-3989-2000 Tentang Tata Cara Perencanaan dan Pemasangan Sistem Springkler Otomatik Untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran Pada Bangunan Gedung. Published online 2000.
- UU No 1 tahun 1970. Keselamatan Kerja.