

## INTERVAL WAKTU PERAWATAN KOMPRESSOR AMMONIA PADA PEMBUATAN *CARBON DIOKSIDA LIQUID* MENGGUNAKAN *MONTE CARLO* (Studi kasus di PT.Pupuk Sriwidjaja Palembang)

Dionysius Ardian Indra Setyawan<sup>1</sup>, Ch. Desi Kusmindari<sup>2</sup>

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Bina Darma Palembang

e-mail : dionysiusardian@yahoo.com<sup>1</sup>, desi\_christofora@binadarma.ac.id<sup>2</sup>

### Abstract

PT. PUPUK SRIWIDJAJA PALEMBANG (PUSRI) is a petrochemical industry that is engaged in fertilizer production, especially urea. The production activities can take place well if the engine performance is perfect. Ammonia compressor has the most failure frequency compared to other machines. Long duration of the ammonia compressor breakdown reached 21% of the total repair. The intensity of failure can be prevented with effective preventative maintenance. Determination of treatment time intervals can be determined by several methods. A method that is often used is the Monte Carlo simulation. The result of the research and critical components of the compressor with treatment time are carried out every three months with repair cost of Rp 76.487.514

**Keywords :** Breakdown maintenance, preventive maintenance, simulation, Monte Carlo

### Abstrak

PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang (PT. PUSRI) merupakan industri petrokimia yang bergerak dalam produksi pupuk khususnya, pupuk urea. kegiatan produksi berlangsung dengan lancar apabila performa mesin sempurna. Kompresor ammonia memiliki frekuensi kegagalan terbanyak dibandingkan dengan mesin lainnya. Lama waktu *breakdown* kompresor ammonia mencapai 21% dari total keseluruhan perbaikan. Intensitas kegagalan dapat dicegah dengan perawatan pencegahan yang efektif. Penentuan interval waktu perawatan dapat ditentukan dengan beberapa metode. Salah satu metode yang sering digunakan adalah simulasi *Monte Carlo*. Hasil penelitian dari komponen kritis kompresor dengan waktu perawatan yang dilakukan setiap tiga bulan sekali dengan biaya perbaikan sebesar Rp 76.487.514.

**Kata kunci :** Breakdown maintenance, preventive maintenance, simulasi *Monte Carlo*

## 1. PENDAHULUAN

PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang (PT. PUSRI) merupakan industri petrokimia yang bergerak dalam produksi pupuk khususnya, pupuk urea. Kegiatan produksi akan berjalan dengan baik apabila mesin yang digunakan berfungsi dengan baik. Kegagalan yang terjadi pada peralatan mesin akan menghabiskan waktu untuk perbaikannya. Kegagalan yang terjadi secara tiba-tiba dapat menimbulkan kerugian bagi perusahaan. Kompresor ammonia memiliki kegagalan tertinggi dan jika dibandingkan dengan mesin lainnya. Tingkat kegagalan kompresor ammonia berdampak cukup signifikan terhadap suksesnya proses produksi *Carbon dioksida (CO<sub>2</sub>) liquid* di PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang. Perusahaan menggunakan pemeliharaan *preventive* dimana perawatan terhadap mesin dilakukan secara berkala, sehingga memperkecil terjadinya kerusakan.

Frekuensi kegagalan pada kompresor ammonia dapat dicegah dengan melakukan perawatan pencegahan. Penentuan interval waktu perawatan dapat ditentukan dengan beberapa metode. Salah satu metode yang sering digunakan adalah simulasi *Monte Carlo*. Hasil penelitian dari komponen kritis kompresor dengan waktu perawatan yang dilakukan setiap tiga bulan sekali dengan biaya perbaikan sebesar Rp 76.487.514 akan digunakan sebagai acuan pada penelitian tentang 'Perawatan Kompresor Ammonia pada PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang dengan Menggunakan Metode *Monte Carlo*'. Oleh karena itu pada penelitian ini digunakan simulasi *Monte Carlo* sehingga diharapkan dapat diperoleh interval waktu perawatan pencegahan dengan laju biaya pemeliharaan yang minimum serta meningkatkan nilai kehandalan komponen mesin. Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, permasalahan yang dihadapi oleh PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang adalah tindakan pemeliharaan mesin yang bersifat *preventive* menyebabkan potensi kegagalan tiba-tiba pada peralatan kompresor ammonia tidak dapat dihindari dan menimbulkan kerugian karena proses produksi yang tertunda. Hal ini menyebabkan penulis melakukan penelitian untuk mengetahui berapa lama interval waktu perawatan yang optimal untuk kompresor ammonia.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian adalah dengan melakukan observasi. Pada penelitian ini observasi dilakukan di PT. PUSRI untuk mengamati kondisi kompresor ammonia yaitu mengenai kompresor ammonia dan jenis perawatan yang diterapkan oleh perusahaan khususnya terhadap kompresor ammonia.

Jenis data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder. Adapun data sekunder yang diperoleh dari perusahaan yaitu:

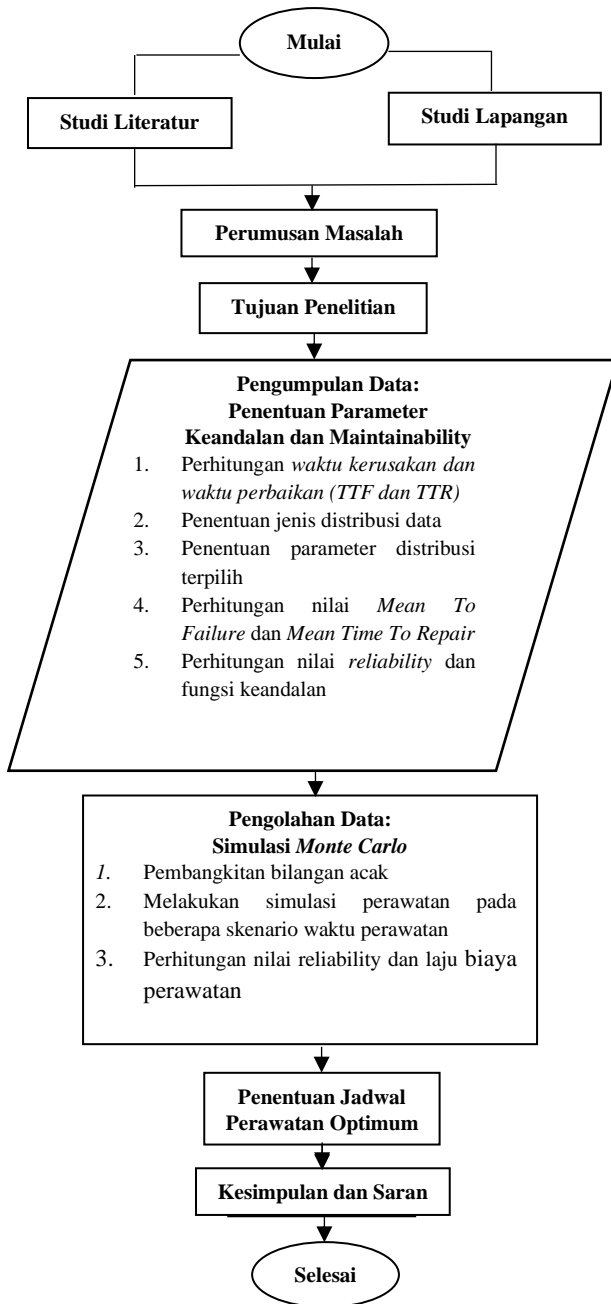
1. Data histori kerusakan kompresor periode Oktober 2018 s.d Maret 2019. Data kerusakan kompresor diperlukan dalam penentuan interval waktu kerusakan komponen.
2. Data waktu perbaikan diperoleh dari lamanya waktu yang digunakan untuk melakukan perbaikan.
3. Data anggaran pemeliharaan diperoleh dari biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk perbaikan mesin yang terdiri dari biaya tenaga kerja, harga suku cadang dan kerugian akibat kehilangan kapasitas produksi.

Pada dasarnya tugas akhir ini dilaksanakan dengan tujuan untuk mengetahui simulasi perhitungan durasi penjadwalan yang dapat diterima dan probabilitas penjadwalan.

Langkah-langkah pengolahan data :

1. Penentuan komponen kritis kompresor  
Penentuan komponen ini dilakukan dengan menggunakan diagram pareto.
2. Menentukan parameter keandalan dan parameter *maintainability*.  
Parameter-parameter keandalan dan *maintainability* digunakan untuk melakukan simulasi perawatan. Langkah langkah menentukan parameter keandalan dan *maintainability* :
  - a. Melakukan perhitungan *waktu kegagalan dan waktu perbaikan*.
  - b. Menentukan jenis distribusi
  - c. Penentuan parameter sesuai distribusi terpilih.
  - d. Perhitungan *rata-rata waktu kerusakan dan rata-rata waktu perbaikan*.
  - e. Perhitungan fungsi keandalan
3. Melakukan simulasi keandalan dan *maintainability* dengan metode *Monte Carlo* pada beberapa skenario waktu perawatan. Simulasi keandalan dan *maintainability* dilakukan dengan langkah-langkah berikut:
  - a. Pembangkitan bilangan acak.
  - b. Melakukan simulasi perawatan komponen kritis pada kompresor terhadap beberapa skenario waktu perawatan.
  - c. Perhitungan *reliability* dan laju biaya perawatan hasil simulasi komponen kritis pada kompresor.
4. Menentukan jadwal perawatan pencegahan optimum berdasarkan laju biaya perawatan

Rangkaian kegiatan penelitian secara garis besar dapat dilihat dari diagram alir Gambar 1 sebagai berikut:



**Gambar 1.** Diagram Alir

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan jenis data sekunder yaitu data-data diperoleh langsung dari perusahaan. Data yang diperoleh antara lain data kerusakan kompresor, data waktu perbaikan dan data biaya pemeliharaan kompresor ammonia pada PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang.

Data kerusakan kompressor ammonia periode Oktober 2018 sampai dengan Maret 2019.

1. Kerusakan Bagian Komponen Kompresor Ammonia.

**Tabel 1** Bagian Kerusakan Komponen Kompresor Ammonia

No	Komponen	Frekuensi Kerusakan	Biaya Perawatan
1	Internal Valve	3	Rp 25.495.838
2	Silinder	0	0
3	Katup Isap	0	0
4	Katup Keluar	0	0
5	Torak	0	0
6	Batang Torak	0	0
7	Batang Penggerak	0	0
8	Kepala Silang	0	0
9	Poros Engkol	0	0
10	Piston	0	0

Berdasarkan data historis frekuensi kerusakan dan biaya kerusakan pada komponen kompressor ammonia periode Oktober 2018 - Maret 2019 maka dilakukan perhitungan dasar biaya kerusakan.

Distribusi data dilakukan dengan menggunakan distribusi langsung untuk mengetahui jenis data dan interval kerusakan komponen kompressor ammonia dan parameter distribusi waktu keagalannya. Distribusi data dilakukan juga untuk mengetahui waktu perbaikan kompressor ammonia dan parameter distribusi waktu perbaikannya.

Berdasarkan data yang diperoleh, komponen kompressor ammonia yang sering mengalami kerusakan adalah bagian *internal valve*, dalam kurun waktu tiga bulan *internal valve* bisa mengalami kerusakan sebanyak tiga kali dengan total biaya perbaikan sebesar Rp 25.495.838 per bulannya atau Rp 76.487.514 per tiga bulan

Perhitungan *Mean Time To Failure* kompressor ammonia menggunakan parameter distribusi interval kerusakan yang telah diperoleh sebelumnya. Perhitungan nilai *Mean Time To*

*Failure* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{MTTF} &= \gamma + \eta \Gamma \left( \frac{1}{\beta} + 1 \right) \\
 &= 1,00 + 1,00000 \left( \frac{1}{0,25} + 1 \right) \\
 &= 1,00 + 5,00000 \\
 &= 6,0000
 \end{aligned}$$

Dimana :

$$\beta = \frac{\text{Lama waktu mesin rusak sampai selesai diperbaiki}}{\text{Lama waktu mesin beroperasi}}$$

$$\beta = \frac{6}{24}$$

$$\beta = 0,25$$

1. Perhitungan nilai *Mean Time To Repair*.

Perhitungan nilai *Mean Time To Repair* kompresor ammonia parameter distribusi interval kerusakan yang telah diperoleh sebelumnya. Perhitungan nilai *Mean Time To Repair* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{MTTR} &= \gamma + \eta \Gamma \left( \frac{1}{\beta} + 1 \right) \\ &= 1,00 + 1,00000 \left( \frac{1}{0,1} + 1 \right) \\ &= 1,00 + 12 \\ &= 12,0000 \end{aligned}$$

Dimana :

$$\beta = \frac{\text{Jumlah waktu perbaikan}}{\text{Jumlah perbaikan}}$$

$$\beta = \frac{1}{10}$$

$$\beta = 0,1$$

Untuk diketahui bahwa:

*Time To Failure* = menghitung waktu dari mesin selesai diperbaiki hingga saat kerusakan (dari tanggal 4 sampai tanggal 30 sehingga nilai  $T_p$  24 hari).

*Time To Repair* = menghitung waktu dari saat mesin rusak hingga selesai diperbaiki (dari tanggal 30 sampai tanggal 4 yaitu 6 hari).

2. Perhitungan fungsi keandalan.

Fungsi keandalan terhadap interval waktu kerusakan dimodelkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Fungsi keandalan } R(t) &= \left( \frac{tp - \gamma}{\eta} \right)^\beta \\ &= \left( \frac{6,0000 - 1,00}{1,0000} \right)^{0,1} \\ &= (6)^{0,1} \\ &= 1,1962 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas dapat kita ketahui fungsi keandalan kompresor ammonia.

Total keseluruhan perbaikan yang dilakukan bagian maintenance diawal sebelum dilakukan simulasi adalah sebesar 21%, dan setelah dilakukan simulasi mengalami peningkatan menjadi 25%.

Dimana :  $21\% \times 1,1962 = 25,12\%$

3. Perhitungan Laju Biaya Pemeliharaan Aktual.

Total biaya pemeliharaan korektif dihitung dengan rumus:

$$C_f = \text{harga komponen} + (\text{biaya tenaga kerja} + \text{biaya kehilangan produksi}) \times \text{Time To Repair.}$$

Sedangkan laju biaya pemeliharaan aktual dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$C_a = \frac{C_f}{t_{jam}}$$

Dimana:

$C_f$  = total biaya pemeliharaan aktual

$C_a$  = laju biaya pemeliharaan aktual

$T_{tr}$  = waktu perbaikan setiap kerusakan (6 hari)

$T_{jam}$  = *Time To Failure* + *Time To Repair*

Hasil perhitungan laju biaya pemeliharaan aktual adalah sebagai berikut:

$$C_a = (\text{biaya tenaga kerja} + \text{biaya kehilangan produksi}) \times T_{cmi} + \text{harga komponen}$$

$$\begin{aligned}
 &= 849.861 + (20.000.000 + 76.487.514 \times 6) \\
 &= 849.861 + 478.925.084 \\
 &= \text{Rp } 479.774.945 \\
 \text{Ca} &= \frac{\text{Cf}}{\text{tjam}} \\
 &= \frac{479.774.945}{720} \\
 &= \text{Rp } 666.354
 \end{aligned}$$

Harga komponen =

Rp 849.861 per hari.

Rp 25.495.838 per 30 hari.

Rp 76.487.514 per 90 hari.

Total laju biaya pemeliharaan aktual kompresor ammonia adalah sebesar Rp 666.354 per hari. Rekapitulasi perhitungan nilai *Mean Time To Failure*, *Mean Time To Repair* keandalan dan laju biaya pemeliharaan adalah sebagai berikut:

*Mean Time To Failure* = 6,0000

*Mean Time To Repair* = 12,0000

$$\begin{aligned}
 \text{Laju keandalan} &= \frac{\text{Mean Time To Failure}}{\text{Mean Time To Repair}} \\
 &= \frac{6,0000}{12,0000} \\
 &= 0,500
 \end{aligned}$$

#### 4. KESIMPULAN

1. Kompresor ammonia adalah komponen yang menjadi fokus pembahasan dalam penelitian ini.
2. Jadwal perawatan optimum dengan metode simulasi *Monte Carlo* untuk kompresor ammonia pada PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang adalah 24 hari.
3. Laju biaya pemeliharaan dapat diperoleh sebesar Rp 41.669.183 per hari.
4. Keandalan kompresor ammonia meningkat menjadi 25% dari 21% . Presentasi peningkatan hanya mengalami sedikit kenaikan karena memang kinerja peralatan di dalam perusahaan ini masih tergolong baik

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A, Daryus. 2008. *Manajemen Pemeliharaan Mesin*. Diakses dari [www.seputarpengertian.blogspot.com](http://www.seputarpengertian.blogspot.com)
- [2] Assauri, Shofian. 2004. *Pengertian Pemeliharaan Menurut Para Ahli*. Diakses dari [www.seputarpengertian.blogspot.com](http://www.seputarpengertian.blogspot.com)
- [3] Aulabih, Royyan. 2013. *Penerapan Metode Monte Carlo pada Penjadwalan Proyek Gedung Dinas Sosial Kota Blitar*. Diakses dari [www.neliti.com](http://www.neliti.com)
- [4] Besterfield, Dale H. 2003. *Quality Control*. College of Engineering Southern Illinois University.
- [5] Besterfield, Dale H. 2008. *Perancangan Sistem Perawatan Mesin dengan Pendekatan Reliability*. Diakses dari [www.seputarpengertian.blogspot.com](http://www.seputarpengertian.blogspot.com)
- [6] Corder, A.S. 1997. *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Jakarta: Erlangga
- [7] F, Maringga. 2015. *Perhitungan Value at Risk untuk Portofolio Sabam dengan Metode Varian – Kovarian dan Simulasi Monte Carlo*. Diakses dari [www.digilib.unila.ac.id](http://www.digilib.unila.ac.id)
- [8] F.D., Setiawan. 2008. *Perawatan Mekanikal Mesin Produksi*. Diakses dari [www.scholar.unad.ac.id](http://www.scholar.unad.ac.id)

- [9] Febrianti, Wini. 2016. *Penentuan Interval Waktu Perawatan Pencegahan pada Peralatan Sub Unit Sintesa Unit Urea di PT X Menggunakan Simulasi Monte Carlo*, *Prosiding Seminar nasional Manajemen Teknologi XXIV*. Surabaya: Program Studi MMT-ITS (ISBN : 978-602-70604-3-2)
- [10] Kakiay, Thomas J. 2004. *Pengantar Sistem Simulasi*. Yogyakarta: Andi
- [11] Kapur, K.C., and Michael Pecht. 1997. *Reliability in Engineering Design*. New York: John Wiley & Sons
- [12] Kurniawan, Fajar. 2013. *Manajemen Perawatan Industri : Teknik dan Aplikasi Implementasi Total Productive Maintenance (TPM), Preventive Maintenance dan Reliability Centered Maintenance (RCM)*. Yogyakarta : Graha Ilmu
- [13] *Interval Waktu Perawatan Pencegahan Peralatan Centrifuge pada Proses Pembuatan Sabun Mandi Batang dengan Menggunakan Simulasi Monte Carlo*, *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XVI*. Surabaya: Program Studi MMT-ITS (ISBN : 978-602-97491-5-1)
- [14] Sinulingga. 2014. *Metode Penelitian*. Diakses dari [www.repository.usu.ac.id](http://www.repository.usu.ac.id)
- [15] Zulfiandri, Ricky. 2016. *Optimasi Kegiatan Pelatihan Menggunakan Metode Simulasi Monte Carlo (Studi Kasus di Balai Latihan Kerja Dinas Tenaga Kerja dan Transmigrasi Provinsi Bengkulu)*. Diakses dari [www.eprints.undip.ac.id](http://www.eprints.undip.ac.id)