



Analisis Penyebab Kerusakan Unit Pompa Pendingin AC dan Kompresor Menggunakan Metode FMEA

Muhammad Bob Anthony

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Serang Raya, Indonesia

Email: tonipbmti@gmail.com

Abstract

PT. XYZ is a company engaged in the steel industry which produces steel slabs, steel billets, steel plates and steel wires. One of the equipment that often gets damaged is the air conditioning pump and compressor unit in the fluid center service. The results of the availability of the AC and compressor refrigeration pump units show that the availability value is still below the company standards set so that an analysis of the root causes of the problem is needed and finding the best solution to fix existing problems by applying the failure mode and effect analysis (FMEA) method. FMEA is a method that systematically and structurally can analyze and identify the consequences of system and process failures and reduce or analyze the chances of failure. The purpose of this study is to identify and analyze the level of damage and its causes by applying the FMEA method. Based on the Pareto diagram of the damage to the air conditioning pump and compressor engine unit, it was found that the highest frequency of damage was the power supply with a down time percentage of 32.4%. The results of FMEA analysis produce two components that have a very high RPN value which is categorized as potential severity, namely fuse as the first component with an RPN value of 378 and the second is a fuse holder with an RPN value of 252. These two components are the main priority for improvement in the pump engine unit air conditioners and compressors especially for the machine and human aspects.

Keywords: compressor refrigeration pump unit, FMEA, RPN.

Abstrak

PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang industri baja yang menghasilkan produk baja *slab*, baja *billet*, *plat* baja dan kawat baja. Salah satu peralatan yang sering terjadi kerusakan adalah unit mesin pompa pendingin AC dan kompresor pada dinas *fluid center*. Hasil *availability* pada unit mesin pompa pendingin AC dan kompresor didapatkan bahwa nilai *availability* masih dibawah standar perusahaan yang ditetapkan sehingga diperlukan adanya analisis mengenai akar penyebab masalah tersebut dan mencari solusi terbaik untuk memperbaiki masalah yang ada dengan penerapan metode *failure mode and effect analysis* (FMEA). FMEA adalah suatu metode yang secara sistematis dan terstruktur dapat menganalisis dan mengidentifikasi akibat dari kegagalan sistem maupun proses serta mengurangi atau menganalisis peluang terjadinya kegagalan. Tujuan penelitian ini untuk mengidentifikasi dan menganalisis tingkat kerusakan serta penyebabnya dengan penerapan metode FMEA. Berdasarkan diagram pareto kerusakan unit mesin pompa pendingin AC dan kompresor, didapatkan bahwa frekuensi kerusakan tertinggi yaitu pada *power supply* dengan presentase *down time* sebesar 32,4%. Hasil analisa FMEA menghasilkan dua komponen yang mempunyai nilai RPN yang sangat tinggi yang dikategorikan sebagai *potential severity* yaitu *fuse* sebagai komponen pertama dengan nilai RPN 378 dan yang kedua adalah *fuse holder* dengan nilai RPN 252. Kedua komponen tersebut menjadi prioritas utama perbaikan pada bagian unit mesin pompa pendingin AC dan kompresor terutama untuk aspek mesin dan manusia.

Kata kunci: FMEA, RPN, unit pompa pendingin AC dan kompresor.

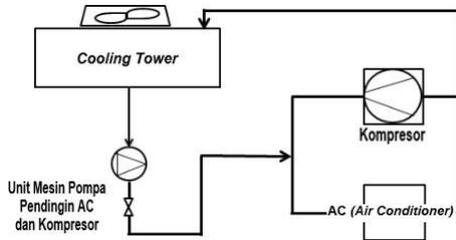
1. Pendahuluan

Persaingan yang semakin ketat menuntut perusahaan untuk mampu menyesuaikan diri dengan cara *improvement* yang optimal pada proses produksi maupun pendistribusian produknya. *Improvement* dan perawatan mesin. merupakan kegiatan yang sangat diperlukan dalam kegiatan produksi. Perawatan mesin yang baik dapat meningkatkan kehandalan dan kinerja mesin. Mesin dan peralatan yang sudah lama digunakan akan mengalami penurunan efisiensi kerja dan bahkan dapat menyebabkan kerusakan sebelum waktunya. Kerusakan pada mesin dan peralatan yang terlalu sering ini akan berdampak besar bagi perusahaan dikarenakan akan mempengaruhi proses produksi. Penelitian ini dilakukan di PT. XYZ yang merupakan salah satu perusahaan berskala

internasional yang bergerak dibidang industri manufaktur besi dan baja yang sudah banyak menghasilkan produk seperti baja *slab*, baja *billet*, *plat* baja dan kawat baja (Gambar 1). Penelitian ini dilakukan di dinas *fluid center* yaitu pada unit mesin pompa pendingin AC dan kompresor dikarenakan unit mesin ini sering mengalami kerusakan dan *breakdown* pada komponennya seperti pada *power supply*, motor listrik, pompa sentrifugal, pipa distribusi dan *valve* (Gambar 2). Fungsi utama unit mesin pompa pendingin AC dan kompresor itu sendiri adalah untuk mendinginkan mesin AC *central* dan kompresor yang beroperasi agar tidak terjadi panas yang berlebih (*overheat*) sehingga tidak menyebabkan risiko yang lebih besar seperti kerusakan peralatan kritikal dan kebakaran.



Gambar 1. Unit-unit Produksi PT. XYZ



Gambar 2. Sistem Unit Mesin Pompa Pendingin AC dan Kompresor

Tabel 1.

Data Kerusakan Unit Mesin Pompa Pendingin AC dan kompresor

Bulan	Power Motor Supply Listrik	Pompa Sentrifugal	Pipa Distribusi	Value
Januari	480 960	0	480	0
Februari	960 480	480	0	480
Maret	480 0	0	480	0
April	480 480	0	0	0
Mei	240 480	480	0	0
Juni	480 0	480	480	0
Juli	240 0	0	0	0
Agustus	720 960	0	0	480
September	480 0	480	480	0
Oktober	240 960	480	0	0
November	720 0	960	480	0
Desember	480 480	480	0	480
TOTAL	6000 4800	3840	2400	1440

Berdasarkan Tabel 1 di atas menunjukkan bahwa kerusakan tertinggi berada pada bagian (*part*) *power supply* dengan total *breakdown* sebesar 6000 menit, motor penggerak sebesar 4800 menit, pompa sentrifugal sebesar 3840 menit, pipa distribusi sebesar 2400 menit dan *valve* sebesar 1440 menit selama 1 tahun.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyebab kerusakan yang terjadi di unit mesin pompa pendingin AC dan kompresor di PT. XYZ dan memberikan saran perbaikan agar kerusakan mesin dapat dikurangi. Salah satu cara untuk merealisasikan hal tersebut adalah pengendalian *performance maintenance* mesin. Menurut Kostas, *performance maintenance* terdiri dari 3 bagian yaitu *reliability* dengan menghitung *mean time between failure* (MTBF), *maintainability* dengan menghitung *mean time to repair* (MTTR) dan yang terakhir adalah menghitung *availability* mesin [1]. Dengan perhitungan ini kita dapat mengukur kehandalan, kesiapan serta usaha pemeliharaan mesin agar menjadi tolak ukur *performance* mesin tersebut.

Konsep yang baik dalam *maintenance* harus diikuti dengan metode menganalisa penyebab penurunan *performance* mesin yang baik pula. Banyak metode yang dapat digunakan untuk mengurangi permasalahan yang terjadi pada proses produksi,

salah satu alat yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi permasalahan proses produksi adalah *failure mode and effect analysis* (FMEA).

FMEA sebagai pendekatan sistematis yang menerapkan suatu metode pembelajaran untuk membantu proses pemikiran yang digunakan oleh *engineers* untuk mengidentifikasi mode kegagalan potensial dan efeknya. Kegagalan digolongkan berdasarkan dampak yang diberikan terhadap kesuksesan suatu misi dari sebuah sistem [2]. FMEA adalah salah satu metode untuk mengetahui rangking penyebab kegagalan suatu proses sehingga bisa diperoleh prioritas perbaikan [3]. FMEA menurut Blanchard merupakan metode analisis induktif untuk mengidentifikasi kerusakan produk dan atau proses yang paling potensial dengan mendeteksi peluang, penyebabnya, efek dan prioritas perbaikan berdasarkan tingkat kepentingan kerusakan untuk segera ditanggulangi [4], [5], [6].

Tujuan penggunaan FMEA adalah menentukan tindakan untuk menghilangkan atau mengurangi risiko bahaya terutama untuk prioritas risiko tertinggi. Cara menentukan tingkat prioritas kegagalan mesin dengan menentukan nilai *severity rating*, *occurrence rating* dan *detection rating* sehingga bisa dihitung nilai *risk priority number* (RPN) untuk komponen mesin dengan tingkat prioritas tertinggi [7].

Prioritas risiko ditentukan dari nilai risiko dalam bentuk *risk priority number* (RPN) dengan beberapa faktor. Risiko kegagalan dan akibatnya ditentukan oleh tiga faktor yaitu [8] :

1. Tingkat keparahan dari kegagalan jika terjadi (*severity*). Tingkat keparahan (*severity*) adalah penilaian terhadap keseriusan dari efek yang ditimbulkan. Dalam arti setiap kegagalan yang timbul akan dinilai seberapa besar tingkat keseriusannya. Terdapat hubungan secara langsung antara efek dan *severity*. Sebagai contoh, apabila efek yang terjadi adalah efek yang kritis maka nilai *severity* pun akan tinggi. Dengan demikian, apabila efek yang terjadi bukan merupakan efek yang kritis maka nilai *severity* pun akan sangat rendah.
2. Frekuensi kegagalan yang terjadi (*occurrence*). Tingkat kejadian (*occurrence*) adalah kemungkinan bahwa penyebab tersebut akan terjadi dan menghasilkan bentuk kegagalan selama masa penggunaan produk. *Occurrence* merupakan nilai rating yang disesuaikan dengan frekuensi yang diperkirakan dan atau angka kumulatif dari kegagalan yang dapat terjadi.
3. Kemungkinan kegagalan untuk terdeteksi sebelum kejadian (*detection*). *Detection* adalah pengukuran terhadap kemampuan mengendalikan atau mengontrol kegagalan yang dapat terjadi. Nilai *detection* diasosiasikan dengan pengendalian saat ini..

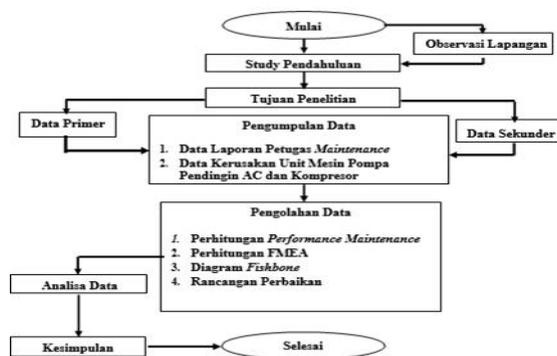
Risk Priority Number (RPN) merupakan produk dari hasil perkalian tingkat keparahan, tingkat kejadian dan tingkat deteksi. RPN menentukan prioritas dari

kegagalan. RPN digunakan untuk menganalisis ranking berdasarkan kegagalan suatu komponen untuk mempertimbangkan tindakan mengurangi kekritisan dan membuat proses lebih baik.

2. Metodologi Penelitian

Objek penelitian ini adalah unit mesin pompa pendingin AC dan kompresor di PT. XYZ yang merupakan salah satu perusahaan berskala internasional yang bergerak dibidang industri manufaktur besi dan baja yang menghasilkan produk seperti baja *slab*, baja *billet*, *plat* baja dan kawat baja.

Penelitian ini menggunakan data kuantitatif sebagai dasar pengolahan data. Data diolah dengan melakukan perhitungan *performance maintenance* pada unit pompa pendingin AC dan kompresor menggunakan hasil perhitungan MTBF, MTTR dan *availability* (Gambar 3).



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

Mean Time Between Failure (MTBF) adalah rata-rata waktu suatu mesin dapat dioperasikan sebelum terjadinya kerusakan [1].

Mean Time To Repair (MTTR) adalah indikator kemampuan (*skill*) dari operator *maintenance* mesin dalam menangani atau mengatasi setiap masalah kerusakan [1].

Availability merupakan proporsi dari waktu peralatan atau mesin yang sebenarnya tersedia untuk melakukan suatu pekerjaan dengan waktu yang ditargetkan seharusnya tersedia untuk melakukan suatu pekerjaan [1].

Hasil perhitungan dapat dilihat pada rumus dibawah ini :

$$MTBF = \frac{(Total\ Operation\ Time - Total\ Downtime)}{Frekuensi\ Breakdown} \quad (1)$$

$$MTTR = \frac{Total\ Downtime}{Frekuensi\ Breakdown} \quad (2)$$

$$Availability = \frac{(Total\ Operation\ Time - Total\ Downtime)}{Total\ Operation\ Time} \times 100\% \quad (3)$$

Penyebab kerusakan dianalisis dengan menggunakan FMEA, diagram Pareto dan diagram *fishbone*.

Langkah-langkah dalam mengerjakan proses FMEA adalah sebagai berikut [9] : Pengukuran terhadap nilai *severity* (Tabel 2)

Tabel 2. Nilai *Severity*

Rumus	Kriteria
1	<i>Negligible severity</i> (Pengaruh buruk yang dapat diabaikan). Kita tidak perlu memikirkan bahwa akibat ini akan berdampak pada kualitas produk. Konsumen mungkin tidak akan memperhatikan kecacatan ini.
2	<i>Mild severity</i> (Pengaruh buruk yang ringan). Akibat yang ditimbulkan akan bersifat ringan, konsumen tidak akan merasakan penurunan kualitas.
4	<i>Moderate severity</i> (Pengaruh buruk yang moderate). Konsumen akan merasakan penurunan kualitas, namun masih dalam batas toleransi.
6	
7	<i>High severity</i> (Pengaruh buruk yang tinggi). Konsumen akan merasakan penurunan kualitas yang berada diluar batas toleransi.
9	<i>Potential severity</i> (Pengaruh buruk yang sangat tinggi).
10	Akibat yang ditimbulkan sangat berpengaruh terhadap kualitas lain, konsumen tidak akan menerimanya.

Angka dari Persamaan (4) ini digunakan untuk mengidentifikasi risiko yang serius sebagai petunjuk ke arah tindakan atau rancangan perbaikan melalui diagram pareto dan diagram *fishbone* atau diagram *ishikawa* (*ishikawa diagram*).

Menurut Heizer, *Pareto chart* adalah sebuah grafik yang mengidentifikasi dan plot masalah dalam urutan frekuensi secara menurun. *Pareto chart* digunakan untuk membandingkan beberapa kategori-kategori kejadian yang disusun dari frekuensi paling besar di sebelah kiri ke yang paling kecil di sebelah kanan [10] sedangkan *ishikawa diagram* pertama kali diperkenalkan oleh Kaoru Ishikawa dan termasuk sebagai salah satu dari tujuh metode dasar dalam pengendalian kualitas [11].

Ada 5 faktor yang berpengaruh yang perlu diperhatikan dalam diagram *fishbone* atau diagram *ishikawa* :

1. Faktor manusia (*man*)
2. Faktor alat (*machine*)
3. Faktor metoda (*method*)
4. Faktor material atau bahan (*material*)
5. Faktor lingkungan (*environment*).

Manfaat *Ishikawa diagram* diantaranya adalah mudah dibaca untuk diagram hubungan sebab akibat sehingga orang-orang lebih cenderung menggunakan metode ini untuk mengetahui penyebab masalah yang berpengaruh, produktivitas meningkat dan meningkatkan komunikasi internal maupun eksternal [12].

3. Hasil dan Pembahasan

Perhitungan *performance* mesin dilakukan dengan melakukan perhitungan MTBF, MTTR dan *availability* dengan data *operation time*. Dari perhitungan MTBF didapat waktu rata-rata setiap 14.489,14 menit sekali mengalami *breakdown* kemudian dari data perhitungan MTTR didapat waktu rata-rata penggantian komponen pada saat *breakdown* yaitu 528 menit dan perhitungan *availability* diketahui bahwa hasil yang didapat pada unit mesin pompa pendingin AC dan kompresor adalah 96,48%. Hasil *availability* di atas masih dibawah standar perusahaan yang ditetapkan sebesar 98% (Tabel 6).

Availability merupakan ratio untuk melihat kondisi performa mesin ditinjau dari aspek *breakdown*. Maka dari itu perlu dilakukan analisa perbaikan pada unit mesin pompa pendingin AC dan kompresor untuk mengurangi frekuensi dan *downtime* yang ada.

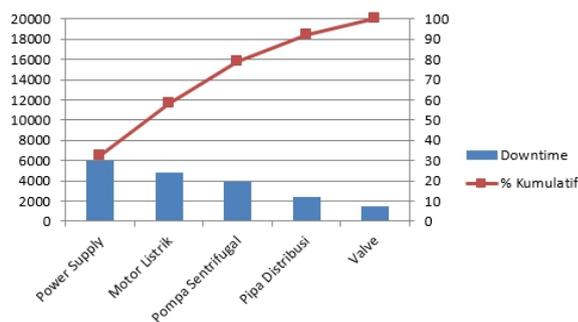
Tabel 6. Rekapitulasi *Performance Maintenance*

Mesin	MTBF (menit)	MTTR (menit)	Availability (%)
Unit mesin pompa pendingin AC dan kompresor	14.489,14	528	96,48

Pada unit mesin pompa pendingin AC dan kompresor banyak sekali kerusakan yang terjadi pada kurun waktu 1 tahun terakhir (Tabel 7). Kerusakan *sub system* tersebut memiliki frekuensi kerusakan yang berbeda-beda. Diagram pareto untuk analisa komponen mesin kritis pada *subsystem* mesin pompa pendingin AC dan kompresor PT. XYZ di dinas *fluid center* dapat dilihat pada Gambar 4 dibawah ini :

Tabel 7. Perhitungan Persentase Komparatif dan Kumulatif

Komponen	Downtime	% Komparatif	% Kumulatif
Power Supply	6000	32,4	32,4
Motor Listrik	4800	26,0	58,4
Pompa Sentrifugal	3840	20,8	79,2
Pipa Distribusi	2400	13	92,2
Valve	1440	7,8	100



Gambar 4. Diagram Pareto Kerusakan Unit Mesin Pompa Pendingin AC dan kompresor

Berdasarkan diagram pareto kerusakan unit mesin pompa pendingin AC dan kompresor didapat bahwa frekuensi tertinggi yaitu pada *power supply* dengan presentase *down time* sebesar 32,4%. Analisis mengenai tingkat keseriusan akibat kerusakan *power supply* adalah menganalisis mengenai dampak yang ditimbulkan dari modus kerusakan yang ada pada komponen *power supply* dengan menggunakan FMEA (Tabel 8). Pertimbangan yang diambil dalam menetapkan tingkat keseriusan akibat kerusakan adalah data yang di dapat dari hasil perhitungan yang menetapkan apakah modus kerusakan tersebut memberikan dampak yang serius terhadap proses produksi.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari analisis yang dilakukan terhadap keseluruhan proses yang ada, maka kesimpulan yang dapat ditarik yaitu :

1. Hasil perhitungan MTBF didapat waktu rata-rata setiap 14.489,14 menit sekali mengalami *breakdown* kemudian dari data perhitungan MTTR didapat waktu rata-rata penggantian komponen pada saat *breakdown* yaitu 528 menit dan

perhitungan *availability* diketahui bahwa hasil yang didapat pada unit mesin pompa pendingin AC dan kompresor adalah 96,48%. Hasil ini masih dibawah standar perusahaan yang ditetapkan sebesar 98% sehingga harus dilakukan analisa perbaikan pada unit mesin pompa pendingin AC dan kompresor segera untuk mengurangi frekuensi dan *downtime* yang ada.

2. Berdasarkan diagram pareto kerusakan unit mesin pompa pendingin AC dan kompresor didapat bahwa frekuensi tertinggi yaitu pada *power supply* dengan presentase *down time* sebesar 32,4%.
3. Berdasarkan analisa FMEA, didapat dua komponen yang mempunyai nilai RPN tinggi yaitu *fuse* putus dengan nilai sebesar 378 dan *fuse holder* patah dengan nilai RPN sebesar 252 sehingga perlu dilakukan perbaikan untuk menghindari kegagalan pada dua komponen tersebut dengan menggunakan metode *fishbone*.
4. Usulan perbaikan yang harus dilakukan pada unit pompa pendingin AC dan kompresor yaitu:
 - a. Pengaturan bukaan *valve* diatur ulang agar arus tidak berlebih dengan melibatkan pihak teknik.
 - b. Membuat pencatatan setiap ada pemakaian *spare part* dalam bentuk *form*.
 - c. Melakukan *review* dan perubahan SOP (*standard operating procedure*) jika diperlukan dalam melakukan pemasangan *fuse* sesuai dengan standar.
 - d. Penetapan spesifikasi yang sesuai standar dengan melibatkan pihak teknik dan pembelian.
 - e. Membuat jadwal PM (*preventive maintenance*) melalui sebuah sistem seperti CMMS (*computerized maintenance management system*).
 - f. Membuat program pelatihan melalui *training matrix* terhadap semua pihak yang terkait.

Daftar Rujukan

- [1] Prasmoro, A. V. (2020). Analisa sistem perawatan pada mesin las MIG dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis*: Studi kasus di PT. TE. *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, Vol. 12(1), 13-27 <https://doi.org/10.22441/oe.2020.v12.i1.002>.
- [2] Sukanta, Dene Herwanto, and Yopi Yulian. (2018) "Analisis Kegagalan Sistem Pada Perawatan Mesin Evaporator Menggunakan Metode FMEA dan FTA." *Prosiding Seminar Nasional Penelitian Dan Pengabdian Pada Masyarakat*. Vol. 2.
- [3] Supriyadi, S., Ramayanti, G., & Afriansyah, R. (2017). Analisis *Total Productive Maintenance* Dengan Metode *Overall Equipment Effectiveness* dan *Fuzzy Failure Mode and Effects Analysis*. *Sinergi*, 21(3), 165-172.
- [4] Chanamool, N. and Naenna, T. 2016. *Fuzzy FMEA application to improve decision-making process in an emergency departemen*. *Applied Soft Computing*, Vol.43: pp 441-453.
- [5] Dag'suyu, C., Göçmen, E., Narlı, M. and Kokangül, A. (2016). "Classical and fuzzy FMEA risk analysis in sterilization unit", *Computers and Industrial Engineering*, Vol 101: pp286-294.
- [6] Aslani, R.K. (2015). "A hybrid of fuzzy FMEA-AHP to determine factors affecting alternator failure causes", *Management Science Letters*, Vol.4 : pp 1981-1984.
- [7] Reza, D., Supriyadi., & Ramayanti, Gina. (2017). Analisis Kerusakan Mesin *Mandrel Tension Reel* dengan Metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. *Seminar Nasional Riset Terapan 2017*. Teknik Industri, Fakultas

Teknik, Universitas Serang Raya.

- [8] Rana, Sourabh & Belokar, R. M. (2017). *Quality Improvement Using FMEA : A Short Review. International Research Journal of Engineering and Technology*. 4(6): 263-267
- [9] Simsekler, M. C. E., Gulsum, K. K., James, R. W. & John, Clarkson. (2019). *Evaluating Inputs of Failure Modes and Effects Analysis in Identifying Patient Safety Risks. International Journal Health Care Quality Assurance*. 32(1): 191-20.
- [10] Utami, Septianti Setia; Suryawardani, Bethani. (2019). Analisis Tingkat Kepuasan Pelanggan Menggunakan *Fishbone dan Pareto Chart* (Studi Kasus pada Toyota Auto 2000 Cabang Cibiru Bandung Tahun 2017). *JTIM - Jurnal Teknologi Informasi & Manajemen*, [S.l.], V. 1, N. 2, Mar. 2019. ISSN 2622-2647.
- [11] Perera, A. A. A. H. E., & Navaratne, S. B. (2016). *Application of Pareto principle and Fishbone diagram for Waste anagement in a Powder Filling Process. International Journal of Scientific & Engineering Research*. 7(11): 181-184.
- [12] Raman, R. S. & Yadavalli, Basavaraj. (2019). *Quality Improvement of Capacitors through Fishbone and Pareto techniques. International Journal of Recent Technology and Engineering*. 8(2): 2248-2252.