

Penggunaan FMEA dalam Mengidentifikasi Resiko Kegagalan *Cooling Tower* Proses Produksi Sabun Batang

Winda Furoidatul Khusnah¹, Rina Sandora² dan Aulia Nadia Rachmat^{1*}

¹Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

²Program Studi Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

*E-mail: nadia.rachmat@ppns.ac.id

Abstrak

Perusahaan manufaktur ini merupakan salah satu industri yang bergerak pada bidang pembuatan sabun batang. Pada perusahaan ini terdapat beberapa mesin yang digunakan dalam menunjang proses produksi salah satunya *cooling tower*. *Cooling tower* merupakan bagian vital dalam proses produksi, jadi apabila terjadi kegagalan pada *cooling tower* dapat mengakibatkan terganggunya proses produksi atau gagal beroperasi sesuai dengan *standart* operasional produksi yang ada. Perusahaan manufaktur ini sudah menerapkan sistem pemeliharaan peralatan yang bersifat preventif dan prediktif *maintenance*, namun pada kenyataannya dilapangan, masih ditemukan kerusakan/kegagalan fungsi komponen pada *cooling tower*. Tujuan penelitian ini adalah menganalisa mode kegagalan dari *cooling tower* dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Metode ini mampu mengidentifikasi kemungkinan penyebab dan dampak yang diakibatkan oleh suatu mode kegagalan potensial dari komponen yang ada pada *Cooling tower* dan perhitungan RPN untuk menentukan tingkat risiko kegagalan tertinggi. *Cooling tower*. Berdasarkan pengolahan dengan metode FMEA di *cooling tower* terdapat 27 komponen dengan 32 jenis kegagalan. Berdasarkan nilai RPN, didapatkan 2 ranking terbesar mode kegagalan yaitu pada *inlet sprayer* dan *sprayer* dengan mode kegagalan korosi dan adanya sumbatan.

Kata Kunci: *Cooling tower*, FMEA, RPN

Abstract

This manufacturing company is one of the industries engaged in the manufacture of bar soap. In this company there are several machines that are used to support the production process, one of which is a cooling tower. Cooling towers are a vital part of the production process, so if a cooling tower fails, it can disrupt the production process or fail to operate in accordance with existing production operational standards. This manufacturing company has implemented an equipment maintenance system that is preventive and predictive maintenance, but in reality in the field, damage/function failure of components in cooling towers is still found. The purpose of this study is to analyze the failure mode of the cooling tower using the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method. This method is able to identify possible causes and impacts caused by a potential failure mode of the components in the Cooling tower and calculate the RPN to determine the highest failure risk level. Cooling towers. Based on processing with the FMEA method in the cooling tower there are 27 components with 32 types of failure. Based on the RPN value, the 2 largest rankings of failure modes are obtained, namely the inlet sprayer and sprayer with corrosion and blockage failure modes.

Keywords: *Cooling tower*, FMEA, RPN

1. PENDAHULUAN

Menurut KEMENPERIN perkembangan industri manufaktur di Indonesia berkembang pesat. Industri pengolahan nonmigas mampu mencatatkan pertumbuhan sebesar 5,47% atau lebih tinggi dibanding pertumbuhan ekonomi nasional yang mencapai 5,01% pada triwulan I tahun 2022. Kinerja sektor manufaktur tersebut juga naik signifikan dibanding pada periode yang sama tahun lalu yang mengalami kontraksi 0,71%. (KEMENPERIN, 2022)

Perusahaan manufaktur ini merupakan salah satu industri yang bergerak pada bidang pembuatan sabun batang dimana produknya sudah dikenal di masyarakat. Dalam kegiatan produksinya perusahaan ini memiliki waktu produksi selama 24 jam untuk pemenuhan target pemesanan untuk konsumen. Pemenuhan target ini tentu akan tercapai apabila alat dan mesin yang digunakan dalam proses produksi berjalan sebagaimana mestinya dan minim

kendala kerusakan yang dapat menghambat kinerja proses produksi. Pada perusahaan ini terdapat beberapa mesin yang digunakan dalam menunjang proses produksi seperti *cooling tower*, *super chiller*, *water chiller*, *plodder*, dan lain-lain.

Cooling tower merupakan bagian vital dalam proses produksi, jadi apabila terjadi kegagalan pada *cooling tower* dapat mengakibatkan terganggunya proses produksi atau gagal beroperasi sesuai dengan standart operasional produksi yang ada. Hal ini menyebabkan tidak maksimalnya target hasil produksi dan kualitas produk, yang dapat berimbas pada berkurangnya kepercayaan konsumen. Selain itu apabila terjadi insiden kerusakan/ kegagalan fungsi pada saat proses produksi dapat menjadi potensi bahaya kecelakaan karena pada dasarnya selain alat ataupun mesin, manusia juga berperan dalam proses produksi tersebut

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi risiko kegagalan tiap komponen yang ada pada *cooling tower* dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* untuk menentukan setiap bentuk kegagalan tiap komponen dan risiko kegagalan, serta menentukan nilai *Risk Priority Number* (RPN) untuk menentukan tingkat risiko, kegagalan tertinggi dari setiap komponen yang ada pada *cooling tower*.

2. METODE

Penelitian ini dilakukan pada perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang pembuatan sabun batang dengan menggunakan metode FMEA untuk menganalisa mode kegagalan dari komponen di *cooling tower* dan menentukan tingkat prioritas komponen. Jenis penelitian yang digunakan adalah deskriptif analisis. Data yang digunakan dalam penelitian ini terbagi dua yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diambil secara langsung dengan cara melakukan wawancara kepada bagian *maintenance* (pemeliharaan) pabrik dan melakukan pengamatan langsung pada objek penelitian. Sedangkan data sekunder berasal dari data yang diperoleh secara tidak langsung dari objek penelitian. Data sekunder terdiri dari data mesin produksi, frekuensi kerusakan mesin, data *downtime* dan *interval* waktu kerusakan.

Metode FMEA adalah sebuah teknik rekayasa yang digunakan untuk menetapkan, mengidentifikasi, dan untuk menghilangkan kegagalan yang diketahui, permasalahan, *error*, dan sejenisnya dari sebuah sistem, desain, proses, dan atau jasa sebelum mencapai konsumen (Stamatis, 2003). Metode RPN ini selanjutnya akan digunakan oleh peneliti untuk dapat menggunakan pengalaman yang dimilikinya serta kemampuan *engineering* yang dimilikinya untuk memberikan keputusan dalam menentukan tingkat potensi masalah sesuai dengan 3 rating skala RPN yakni; *severity* (S), *occurance* (O), dan *Detection* (D). Kriteria penilaian ditentukan dengan skor 1-5. Dimana hasil perhitungan ketiganya adalah nilai dari RPN

$$RPN = S \times O \times D$$

Tahapan yang harus dilakukan pada penelitian ini:

- Menentukan komponen dari sistem / alat yang akan dianalisa
- Mengidentifikasi moda kegagalan dari proses yang diamati
- Mengidentifikasi akibat / (*potential effect*) yang ditimbulkan *potential failure*
- Mengidentifikasi penyebab (*potential cause*) dari moda kegagalan yang terjadi pada proses yang berlangsung
- Menetapkan nilai – nilai (dengan cara observasi lapangan dan *brainstorming*)
- Menentukan nilai RPN , yaitu nilai yang menunjukkan keseriusan dari *potention failure*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari identifikasi dengan menggunakan FMEA dan penentuan *priority* dengan menggunakan RPN, dapat dilihat pada tabel 1.

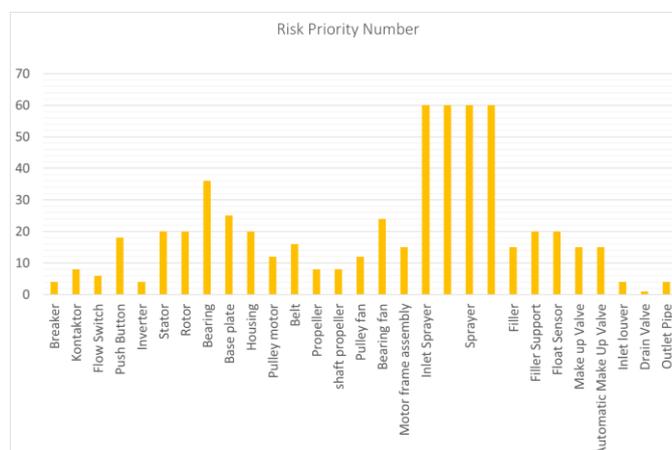
Tabel 1. FMEA dan Penentuan Nilai RPN Komponen *Cooling Tower*

No.	Equipment	Functional Failure	Fasilitator :	Date	RPN Value			
			Auditor :	Year				
			Failure Mode	Failure effect	S	O	D	RPN
1	Breaker	Tidak ada pengaman untuk arus berlebih	Lifetime penggunaan	Mesin tidak bisa jalankan	4	1	1	4
2	Kontaktor	Tidak ada pemutus arus	Kontaktor panas dan leleh	Mesin tidak bisa jalankan	4	2	1	8
3	Flow Switch	Tidak adanya sensor untuk mengontrol aliran air	Patah	Besarnya aliran air yang masuk ke dalam mesin tidak dapat dibaca dan mesin pompa panas	1	3	2	6
4	Push Button	Tidak adanya tombol untuk menyalakan dan mematikan mesin	rusak	Mesin tidak bisa jalankan	3	2	3	18
5	Inverter	Tidak bisa mengatur kecepatan dan arus lebih pada motor	Arus berlebih	Motor berhenti berfungsi	4	1	1	4
6	Stator	Tidak bisa merubah energi listrik ke energi magnetik	Bearing rusak lalu menghantam stator	Motor berhenti berfungsi	4	1	5	20
7	Rotor	Tidak bisa merubah energi magnetik ke energi gerak	Bearing rusak lalu menghantam stator	Motor berhenti berfungsi	4	1	5	20
8	Bearing	Tidak adanya bantalan untuk mengurangi gesekan dari rotor ke stator	Bearing mengalami keausan	Getaran pada motor berlebihan	4	3	3	36
9	Base plate	Tidak ada dudukan motor agar motor tidak berubah posisi tetap dalam keadaan linier	Support rusak	Motor tidak stabil	5	1	5	25
10	Housing	Tidak ada pelindung semua komponen electric motor.	Housing pecah	Motor tidak dapat berfungsi	4	1	5	20
12	Pulley motor	Tidak bisa meneruskan putaran dari motor ke penggerak	Pulley pecah	Van belt lepas	4	1	3	12
13	Belt	Tidak ada penghubung dari pulley motor ke pulley fan	Belt putus	Fan tidak berjalan	4	4	1	16

No.	Equipment	Functional Failure	Fasilitator :	Date	RPN Value			
			Auditor :	Year				
			Failure Mode	Failure effect	S	O	D	RPN
14	Propeller	Tidak bisa menarik udara panas di <i>cooling tower</i> dan mensirkulasi udara di <i>cooling tower</i>	Deformasi/ perubahan bentuk karena adanya kavitasi	Kavitasi	4	1	2	8
15	Shaft propeller	Tidak bisa meneruskan tenaga putar/putaran dari motor	Shaft patah	Gearbox tidak dapat berfungsi	4	1	2	8
16	Pulley fan	Tidak bisa meneruskan putaran dari motor ke penggerak	Pulley pecah	Van belt lepas	4	1	3	12
17	Bearing fan	Bantalan untuk mengurangi gesekan dari rotor ke <i>stator</i>	Bearing mengalami keausan	Getaran pada motor berlebihan	4	2	3	24
18	Motor frame assembly	Tidak ada dudukan motor dan penggerak <i>propeller</i>	Fan support rusak	Terjadi vibrasi yang tinggi	3	1	5	15
19	Inlet Sprayer	Tidak bisa menyalurkan air ke <i>sprayer</i>	Korosi / scale	Sprayer tidak berfungsi	4	3	5	60
			Tersumbat		4	3	5	60
20	Sprayer	Tidak dapat mendistribusikan air panas pada <i>filler</i>	Pengikat <i>sprayer</i> longgar akibat korosi	Peningkatan suhu air	4	3	5	60
			Lubang pada <i>sprayer</i> tertutup akibat adanya partikel padat pada air		4	3	5	60
21	Filler	Tidak ada pemecah butiran air dan memperlambat gerak jatuh air sehingga kontak antara fluida lebih lama serta luas bidang kontak juga semakin luas	Lifetime penggunaan	Pendinginan tidak sempurna	3	1	5	15
22	Filler Support	Tidak ada tempat untuk peletakan <i>filler</i>	Korosi	Filler tidak beraturan	4	1	5	20
23	Float Sensor	Tidak dapat mendeteksi tingkat cairan dalam basin	Float sensor patah	Jumlah atau volume air dalam basin tidak terdeteksi.	2	2	5	20

No.	Equipment	Functional Failure	Fasilitator :	Date	RPN Value			
			Auditor :	Year				
			Failure Mode	Failure effect	S	O	D	RPN
24	Make up Valve	Tidak bisa menambah volume air secara manual jika air dalam basin kurang	Handle patah	Tidak bisa membuka atau menutup valve	3	1	5	15
25	Automatic Make Up Valve	Tidak bisa menambah volume air secara automatic jika air dalam basin kurang berdasarkan pembacaan float sensor	Lifetime penggunaan	Tidak bisa melakukan penambahan air secara automatic	3	1	5	15
26	Inlet louver	Tida bisa mengarahkan udara yang masuk terhisap oleh cooling tower propeller agar arah alirannya menjadi teratur	Korosi	Percikan air keluar dari cooling tower	2	1	2	4
27	Drain Valve	Tidak bisa membuang air pada saat akan dilakukan cleaning basin	Handle patah	Memperlambat waktu cleaning	1	1	1	1
28	Outlet Pipe	Tidak bisa mengalirkan hasil pendinginan cooling tower ke water chiller	Korosi	Hasil pendinginan air bocor mengakibatkan habisnya air	2	1	2	4

Dalam tabel 1 dapat dilihat ad 20 komponen yang mengalami kegagalan dan juga diberikan dampak dari adanya kegagaln tersebut, juga disertai dengan adanya penentuan RPN. Dari data pada tabel 1 dapat dibuat grafik sebagai berikut:



Gambar 1. FMEA dan Penentuan Nilai RPN pada komponen *Cooling Tower*.

Setelah dilakukan analisa mengenai bentuk kegagalan dan efek yang ditimbulkan dengan menggunakan FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) maka langkah selanjutnya adalah menentukan penilaian risiko dengan menggunakan RPN (*Risk Priority Number*). Penilaian risiko yang diberikan dalam FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) yaitu dengan kriteria – kriteria dalam RPN meliputi *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Didalam pembuatan dan penentuan nilai RPN ini mengacu pada teori – teori pendukung dan persetujuan dari pihak *safety* (departemen K3) didalam perusahaan. Nilai RPN yang diperoleh menunjukkan tingkat kepentingan terhadap perhatian atau prioritas yang diberikan untuk komponen – komponen yang ada pada *overhead crane*. Selanjutnya nilai RPN yang telah didapatkan akan direpresentasikan kedalam diagram batang yang dapat dilihat pada gambar 1 menunjukkan nilai RPN tertinggi sampai dengan terendah untuk seluruh komponen yang ada pada *Cooling Tower*.

Nilai RPN tertinggi terdapat pada 3 komponen yaitu pada komponen *inlet sprayer* dengan nilai RPN 60, komponen *sprayer* juga dengan nilai RPN 60 dan komponen *bearing* dengan nilai RPN 36. Kegagalan/kerusakan yang terjadi pada komponen *inlet sprayer* disebabkan oleh dua faktor yakni karena adanya korosi dan adanya sumbatan hal tersebut mengakibatkan *sprayer* tidak berfungsi, kegagalan/kerusakan pada *sprayer* disebabkan oleh pengikat longgar akibat korosi dan tersumbatnya lubang *sprayer* yang mengakibatkan peningkatan suhu pada air. Sedangkan pada *Bearing* kegagalan dapat terjadi karena aus pada *bearing* yang mengakibatkan getaran berlebih pada motor.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil identifikasi yang telah dilakukan dengan menggunakan FMEA dan penentuan *priority* dengan menggunakan RPN dapat diperoleh kesimpulan Nilai RPN tertinggi terdapat pada 3 komponen yaitu pada komponen *inlet sprayer* dengan nilai RPN 60, komponen *sprayer* juga dengan nilai RPN 60 dan komponen *bearing* dengan nilai RPN 36. Kegagalan/kerusakan yang terjadi pada komponen *inlet sprayer* disebabkan oleh dua faktor yakni karena adanya korosi dan adanya sumbatan hal tersebut mengakibatkan *sprayer* tidak berfungsi, kegagalan/kerusakan pada *sprayer* disebabkan oleh pengikat longgar akibat korosi dan tersumbatnya lubang *sprayer* yang mengakibatkan peningkatan suhu pada air. Sedangkan pada *Bearing* kegagalan dapat terjadi karena aus pada *bearing* yang mengakibatkan getaran berlebih pada motor.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Liu Jianbo, Chang Qing, Guoxian Xiao, Biller Stephan. *The Costs of Downtime Incidents in Serial Multistage Manufacturing Systems. Journal of Manufacturing Science and Engineering*. 2012; 134 (2):1-10.
- Waeyenbergh, G & Pintelon, L. 2002. *A Framework for maintenance concept development. Int.J. Production Economics* 77 (2002) 299-313. Elsevier.
- Nia Budi Puspitasari, Ganesstri Padma Arianie, Purnawan Adi Wicaksono. Analisis Identifikasi Masalah Dengan Menggunakan Metode *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA) dan *Risk Priority Number* (RPN) Pada Sub *Assembly Line* (Studi Kasus : PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia). *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*. 2017; 12 (2): 77-8.
- Smith, David J, (2001). *Reliability, Maintainability and Risk, 6 th edition*. Butterworth Heinemann, Oxford.
- Beena Puthillath, Dr.R.Sasikumar. *Selection of Maintenance Strategy Using Failure Mode Effect and Criticality Analysis. International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT)*. 2012; 1(6):73-79.
- Ratnanto Fitriadi, Bambang Setiawan. Analisa Penyebab Kerusakan Mesin Packer Semen Di Tuban IV Dengan Pendekatan FMEA Dan LTA. Seminar Nasional IENACO. 2015; 391-398.
- Hafidh Munawir, Dani Yunanto. Analisa Penyebab Kerusakan Mesin Sizing BABA SANGYO KIKAI dengan Metode FMEA Dan LTA (Studi Kasus di PT PRIMATEXCO Indonesia). Seminar Nasional IENACO. 2014; 296-302.
- Erni Sari. Analisis Resiko Proyek Pada Pekerjaan Jembatan Sidamukti - Kadu Di Majalengka dengan Metode FMEA dan Decision Tree. *Jurnal J-Ensitec*. 2016; 03(01): 38-46.
- Gasperz, Dr. Vincent, DSc., CFPIM, CIQA. 2005. *Total Quality Management*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- Stamatis, D. H. 1995. *Failure Mode and Effect Analysis : FMEA from Theory to Execution*. Milwaukee : ASQC Quality Press