



Pengaplikasian FMEA untuk Mendukung Pemilihan Strategi Pemeliharaan pada Paper Machine

Dejoi Irfian Situngkir, Golfrid Gultom, Diman R S Tambunan*

Jurusan Teknik Mekanika, Politeknik Teknologi Kimia Industri Medan, Jl. Medan Tenggara VII, Medan, Sumatera Utara, Indonesia

*Email Penulis : joy.tungkir@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

Naskah Diterima 20/05/2019
Naskah Direvisi 08/09/2019
Naskah Disetujui 11/10/2019
Naskah Online 13/10/2019

ABSTRAK

Paper machine merupakan mesin produksi utama untuk menghasilkan kertas. Kegagalan pada *paper machine* akan memberikan dampak signifikan terhadap hasil produksi. Jumlah *downtime* yang disebabkan oleh kegagalan mesin akan menurunkan kuantitas maupun kualitas dari produk, sehingga berpengaruh buruk terhadap persaingan antara perusahaan sejenis. Bagian rantai produksi selalu berupaya untuk mengurangi kegagalan mesin, agar dapat menjaga kuantitas maupun kualitas sesuai dengan target. Pemilihan strategi pemeliharaan yang tepat merupakan solusi yang dapat diusulkan untuk menyelesaikan masalah tersebut. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan pemilihan strategi pemeliharaan yang tepat pada *paper machine*. Metode yang digunakan adalah *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Metode ini mampu mengidentifikasi kemungkinan penyebab dan dampak yang diakibatkan oleh suatu mode kegagalan potensial pada *Paper Machine*, sehingga dapat dilakukan pencegahan/perbaikan yang tepat. Metode FMEA menunjukkan Nilai *Risk Priority Number* (RPN) sebagai acuan dalam menentukan pemilihan strategi pemeliharaan yaitu, pemeliharaan prediktif, pemeliharaan preventif atau pemeliharaan korektif. Hasil pengaplikasian metode FMEA ini menunjukkan bahwa nilai RPN yang paling tinggi terdapat pada komponen *bearing bush* sebesar 210, *antifriction bearing* sebesar 200, dan *press capter* sebesar 252. Strategi pemeliharaan yang sesuai dilakukan perusahaan untuk komponen tersebut berdasarkan kriteria pemilihan program pemeliharaan adalah melakukan pemeliharaan preventif (nilai RPN berada diantara 200 s.d 300).

Katakunci: *Strategy Pemeliharaan, FMEA, Downtime, RPN*

1. PENDAHULUAN

Persaingan industri yang semakin ketat, memaksa industri harus melakukan perbaikan secara terus-menerus terhadap kuantitas dan kualitas produknya, agar mampu memenuhi kepuasan konsumen. Perkembangan teknologi yang pesat dan permintaan pasar yang meningkat merupakan tantangan bagi pihak manajemen, terutama pada bagian rantai produksi. Permintaan pasar yang bervariasi mengharuskan mesin produksi bekerja ekstra sehingga dapat memperpendek masa pakai mesin [Waeyenbergh & Pintelon, 2002]. Hal tersebut akan berdampak pada turunnya performansi mesin yang diakibatkan oleh tingkat *downtime* yang

tinggi. *Downtime* /kegagalan yang terjadi pada mesin produksi akan berpengaruh signifikan terhadap kuantitas dan kualitas produk yang dihasilkan oleh industri baik produksi massal maupun *make to order*. Menurut Liu Jianbo, dkk pada penelitiannya tahun 2012 mengatakan bahwa *downtime* dapat dikatakan sebagai kontributor tunggal yang mengakibatkan ketidak efisienan sistem pada manufaktur bertingkat, sehingga secara tidak langsung akan menyebabkan mahalnya total biaya produksi. Oleh karena itu, tujuan utama manajemen pemeliharaan di rantai produksi adalah mencapai *downtime* yang mendekati nilai nol [Waeyenbergh & Pintelon, 2002; Liu Jianbo, et, al, 2012].

Sehingga industri mampu bersaing dengan kompetitor sejenis.

Menurut Liu Jianbo, dkk sistem pemeliharaan mesin yang tepat dapat memberikan dampak yang positif terhadap keseluruhan performansi industri, dan menjaga siklus biaya tetap rendah. Dengan demikian sangat penting bagi pihak manajemen terutama bagian pemeliharaan untuk merespon kebutuhan pemeliharaan sehingga dapat menentukan strategi pemeliharaan yang tepat.

FMEA merupakan suatu metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi penyebab dan dampak dari setiap kemungkinan mode kegagalan potensial pada komponen peralatan dengan menjelaskan secara detail dan sistematis tingkat level kegagalan, sehingga dapat dilakukan pencegahan/perbaikan dengan tepat (Nia Budi Puspitasari, dkk, 2017; Smith, David J, 2001). Menurut penelitian Beena Puthillath & Dr.R.Sasikumar pada tahun 2012 pemilihan strategi pemeliharaan yang tepat dapat dilakukan dengan metode FMEA. FMEA mengidentifikasi informasi dari setiap jenis kegagalan, penyebab kegagalan, dampak kegagalan, dan tindakan yang disarankan. Selanjutnya untuk mengetahui tingkat prioritas yang dianggap memiliki resiko tinggi dari setiap kegagalan tersebut digunakan metode *Risk Priority Number* (RPN). Nilai RPN berasal dari hasil perkalian tingkat keparahan (*severity*) dari setiap dampak kegagalan, tingkat kemungkinan terjadinya (*occurrence*) setiap penyebab kegagalan dan tingkat kemungkinan pendeteksian (*detection*) setiap penyebab kegagalan (Nia Budi Puspitasari, dkk, 2017; Beena Puthillath & Dr.R.Sasikumar, 2012; Ratnanto Fitriadi & Bambang Setiawan, 2015; Hafidh Munawir & Dani Yunanto, 2014).

Paper Machine merupakan mesin utama yang digunakan untuk memproduksi gulungan kertas baik dalam bentuk ukuran $11,69 \times 16,54$ inci maupun dalam bentuk gulungan-gulungan. *Paper machine* yang sudah beroperasi puluhan tahun selama 24 jam, mengakibatkan mesin dapat mengalami *downtime* secara tiba-tiba. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemeliharaan agar perusahaan kertas ini dapat bersaing dengan industri sejenis. Diharapkan dengan menggunakan metode FMEA dapat ditentukan strategi pemeliharaan yang tepat, sehingga memberi kontribusi positif untuk peningkatan performansi *paper machine* dengan meminimalkan *downtime*.

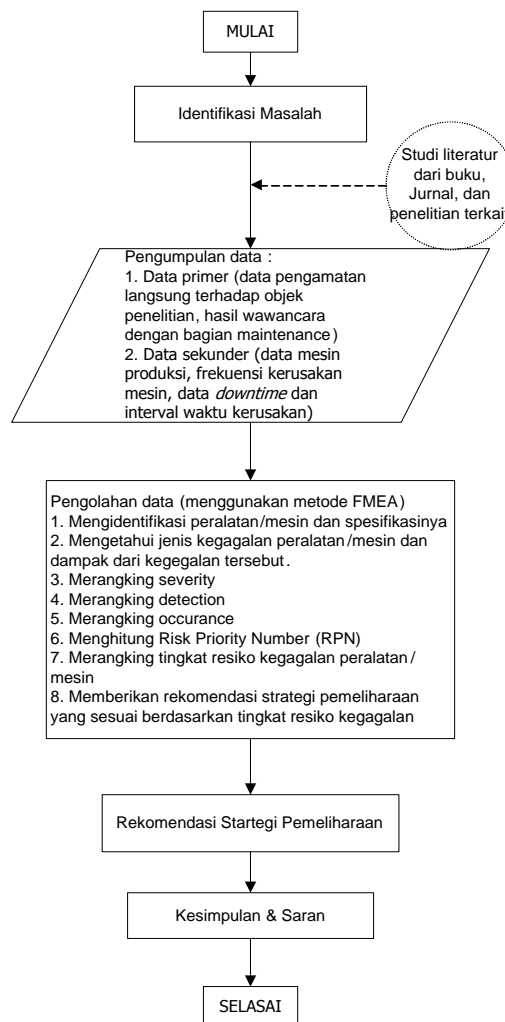
2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada *paper machine* dengan menggunakan metode FMEA untuk menentukan tingkat prioritas peralatan/mesin dan memilih strategi pemeliharaan yang sesuai. 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.

Prosedur penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Prosedur Penelitian

Metode FMEA digunakan untuk melakukan pengolahan data melalui beberapa tahapan [Nia Budi Puspitasari, dkk, 2017; Erni Sari, 2016], yaitu: 1. Mengidentifikasi jenis kegagalan potensial dan dampak/intensitas kejadian yang mempengaruhi output proses dari kegagalan, sehingga didapatkan nilai tingkat keparahan (*severity*). 2. Mengidentifikasi tingkat kejadian (*occurrence*) dari suatu potensi kegagalan. 3. Mengidentifikasi pengendalian yang dilakukan perusahaan saat ini untuk mengetahui tingkat deteksi (*detection*) kegagalan yang terjadi. 4. Melakukan penentuan nilai dari *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D). Kriteria penilaian ditentukan dengan skor 1-10 yang berasal dari hasil observasi lapangan dan wawancara/diskusi bersama pihak-pihak terkait di lapangan. 5. Menghitung nilai RPN yang berasal dari

hasil pengali nilai *Severity* (S), *Occurance* (O), dan *Detection* (D).

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

Hasil RPN menunjukkan tingkatan prioritas peralatan yang dianggap beresiko tinggi, sebagai penunjuk ke arah tindakan perbaikan. Ada tiga komponen yang membentuk nilai RPN. Ketiga komponen tersebut adalah:

1. *Severity* (Keparahan)

Severity adalah tingkat keparahan atau efek yang ditimbulkan oleh kegagalan terhadap keseluruhan mesin. *Severity* tersusun atas angka 1 hingga 10. Kriteria penentuan *severity* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Penentuan Nilai *Severity*

EFEK	RANKING	KETERANGAN
Berbahaya tanpa ada peringatan	10	Tingkat keseriusan operator <i>maintenance</i> dan keselamatan tidak sesuai dengan peraturan pemerintah yang tidak disertai peringatan.
Berbahaya dan ada peringatan	9	Tingkat operator <i>maintenance</i> dan keselamatan tidak sesuai dengan peraturan pemerintah yang disertai peringatan
Sangat Tinggi	8	<i>Downtime</i> lebih dari 8 jam
Tinggi	7	<i>Downtime</i> diantara 4 - 8 jam
Sedang	6	<i>Downtime</i> diantara 1 - 4 jam
Rendah	5	<i>Downtime</i> diantara 0,5 - 1 jam
Sangat Rendah	4	<i>Downtime</i> diantara 10 - 30 menit
Kecil	3	<i>Downtime</i> terjadi hingga 10 menit
Sangat Kecil	2	Variasi parameter proses tidak didalam batas spesifikasi. Pengaturan atau pengendalian proses lainnya dibutuhkan selama produksi. Tidak terdapat <i>downtime</i>
Tidak Ada	1	Variasi parameter proses didalam batas spesifikasi. Pengaturan atau pengendalian proses dapat dilakukan selama <i>maintenance</i> rutin.

2. *Occurence* (Frekuensi Kejadian)

Occurence adalah tingkat keseringan terjadinya kerusakan atau kegagalan. *Occurence* berhubungan dengan *estimasi* jumlah kegagalan kumulatif yang muncul akibat suatu penyebab tertentu pada mesin. Nilai rating *Occurence* antara 1 sampai 10. Nilai 10 diberikan jika kegagalan yang terjadi memiliki nilai kumulatif yang tinggi atau sangat sering terjadi. Tingkatan frekuensi terjadinya kegagalan (*occurrence*) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Penentuan Nilai *Occurrence*

Rating	Probability of Occurance
10	Lebih besar dari 50 per 7200 jam penggunaan
9	35-50 per 7200 jam penggunaan
8	31-35 per 7200 jam penggunaan
7	26-30 per 7200 jam penggunaan
6	21-25 per 7200 jam penggunaan
5	15-20 per 7200 jam penggunaan
4	11-14 per 7200 jam penggunaan
3	5-10 per 7200 jam penggunaan
2	Lebih kecil dari 5 per 7200 jam penggunaan
1	Tidak pernah sama sekali

3. *Detection* (Deteksi)

Detection diberikan pada sistem pengendalian yang digunakan saat ini yang memiliki kemampuan untuk mendeteksi penyebab atau mode kegagalan. Kriteria penilaian *detection* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Penentuan Nilai *Detection*

Rating	Detection Design Control
10	Tidak mampu terdeteksi
9	Kesempatan yang sangat rendah dan sangat sulit untuk terdeteksi
8	Kesempatan yang sangat rendah dan sulit untuk terdeteksi
7	Kesempatan yang sangat rendah untuk terdeteksi
6	Kesempatan yang rendah untuk terdeteksi
5	Kesempatan yang sedang untuk terdeteksi
4	Kesempatan yang cukup tinggi untuk terdeteksi
3	Kesempatan yang tinggi untuk terdeteksi
2	Kesempatan yang sangat tinggi untuk terdeteksi
1	Pasti terdeteksi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari perhitungan nilai *Risk Priority Number* (RPN), dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Penentuan nilai *Risk Priority Number*

Sub System	No	Parts	Failure Mode	S	O	D	RPN
Dryer Drum	1	Carbon Guide	Ditemukan sisa-sisa karbon pada komponen-komponen <i>paper machine</i>	5	7	5	175
	2	Spring	Spring aus dan tidak bekerja secara optimal	6	5	3	90
	3	Rotary Join	Fluida tidak dapat dialirkan karena adanya sumbatan pada komponen	5	5	3	75
Condensate Drain	4	Anti Friction Bearing	Gesekan shaft terlalu kuat dengan melemahnya antifriction bearing	8	5	5	200
	5	Bearing Bush	Bearing sompel	6	5	7	210
	6	Mechanical Seall ID 24	Adanya kebocoran fluida	4	5	4	80

Hydra Pulper Agitator	7	Knives In Z 30 C 13	Mata Knives tumpul sehingga potongan tidak sempurna	7	4	6	168
	8	V-Belt SPC 6700	Putaran poros tidak mengikuti laju putaran mesin	5	2	5	50
Sydra Pulper	9	Vane Insert	Pipa pecah	5	3	6	90
	10	Oil Seal ZF 20	Oil seal bocor menyebabkan cairan dan debu masuk ke dalam komponen mesin yang lain	4	2	3	24
Pressure Screen	11	Wear Ring f 120 - f 85 x 40	Ring patah	4	5	3	60
	12	Press Capter	Tekanan pada kertas terlalu kuat disebabkan press capter yang semakin longgar	6	6	7	252
	13	Ring IE 772 071 PAULSTRA	baut dan mur goyang	8	6	3	144
	14	Joint R 40	transmisi dan sambungan stir tidak tersambung dengan poros	5	5	6	150
	15	Joint V-Ring, Type V 150	Joint V-Ring pecah	5	5	5	125
Dryer Bearing	16	Bearing No: 23034 K C3	Gesekan antar komponen semakin mengeras	6	7	3	126
	17	Adapter Sleeve AH 3034	Tegangan mesin semakin tinggi disebabkan melemahnya fungsi adapter	7	7	2	98
	18	Lock Nut KM 32	mur utama longgar	8	7	3	168
	19	Lock Washer MB 32	mur aur dan longgar	5	7	5	175

Dalam pemilihan strategi pemeliharaan [5] dapat dilakukan dengan cara mengkategorikan strategi pemeliharaan berdasarkan nilai RPNnya. Nilai RPN berada pada rentang 1 sampai dengan 1000. Nilai resiko semakin tinggi apabila nilai RPN semakin tinggi begitu juga dengan sebaliknya. Kriteria nilai RPN yang berhubungan dengan pemilihan strategi pemeliharaan dapat dilihat pada Tabel 5. Berdasarkan kriteria pada Tabel 5. maka nilai RPN yang dihasilkan pada Tabel 4.

menunjukkan bahwa tidak terdapat nilai RPN>300, sehingga teknik pemeliharaan prediktif bukan menjadi pilihan yang sesuai untuk strategi pemeliharaan pada *Paper Machine*. Strategi pemeliharaan yang sesuai untuk *paper machine* adalah pemeliharaan preventif (200<RPN<300) dan pemeliharaan korektif (RPN<200). Strategi pemeliharaan tersebut dapat dilihat pada Gambar 5

Tabel 5. Pemilihan Kriteria untuk Strategi Pemeliharaan

Rank	Teknik Pemeliharaan	Kriteria
1	Pemeliharaan Prediktif	RPN >300
2	Pemeliharaan Preventif	200<RPN<300
3	Pemeliharaan Korektif	RPN<200



Gambar 2. Kriteria Program Pemeliharaan

Nilai RPN tertinggi terdapat pada 3 komponen yaitu pada subsystem *Pressure Screen* dengan komponen no. 12 (RPN =252), subsystem *Condensate Drain* komponen no. 5 (RPN = 210) dan komponen no. 4 (RPN=200). Kegagalan/kerusakan yang terjadi pada komponen nomor 12 subsystem *Pressure Screen* disebabkan oleh permukaan *press capter* yang tidak rata sehingga mengakibatkan bagian permukaan kertas menjadi berlubang. Hal tersebut akan berakibat pada penurunan hasil produksi dan kerugian energi, material dan lain sebagainya dikarenakan hasil produk yang cacat. Kegagalan/kerusakan yang terjadi pada komponen nomor 5 dan 4 subsystem *Condensate Drain* disebabkan adanya benturan dan gesekan antar komponen dikarenakan beban yang berubah-ubah dan kecepatan putaran yang tinggi serta kurang pelumasan dan adanya kotoran masuk ke dalam komponen sehingga menyebabkan komponen saling menghantam dan terjadi sompel bahkan pecah.

4. KESIMPULAN

Pemilihan strategi pada *paper machine* dapat dilakukan dengan metode FMEA. Strategi pemeliharaan dikategorikan kedalam tiga strategi yaitu pemeliharaan prediktif (RPN >300), pemeliharaan preventif (200<RPN<300), dan pemeliharaan korektif (RPN<200). Pemeliharaan yang sesuai berdasarkan hasil penelitian ini dengan mengaplikasikan metode FMEA adalah pemeliharaan preventif dan pemeliharaan korektif. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai RPN yang dihitung tidak melebihi nilai 300 sehingga tindakan prediktif tidak sesuai untuk strategi pemeliharaan pada *paper machine*. Komponen yang memiliki nilai tertinggi adalah pada subsystem *Pressure Screen* dengan komponen no. 12 (RPN =252), subsystem *Condensate Drain* komponen no. 5 (RPN = 210) dan komponen no. 4 (RPN=200).

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 Fremework 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): 77-84.

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.