

ANALISA KERUSAKAN MESIN CNC VERTICAL TURNING LATHE DENGAN MENGGUNAKAN METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS

Gustina¹, Dina Satriani², Vina Vijaya Kusuma³

^{1,2,3} STTIKOM Insan Unggul Cilegon
JL Sultan Ageng Tirtayasa Kav. 25-28 No. 146 42414

Email : gustina0881@gmail.com¹ , dinazaidan1@gmail.com² , vinavijaya@gmail.com³

ABSTRACT

PT X is a manufacturing company that produces high-precision components, using 13 units of CNC machines as production tools. The target of achieving technical availability for each machine unit is at least 85% in one year. One of the machine units, namely the CNC vertical turning lathe machine in this company, was only able to reach 64% of the technical availability value due to the impact of the damage. This study aims to determine the causes of component failure in machine units that have low technical availability, namely the CNC vertical turning lathe, using the Failure Mode and Effect Analysis method. The results showed that during one year, the CNC vertical turning lathe was damaged 19 times, on 7 different machine components. With the results of data processing using the Failure Mode and Effect Analysis method, it is known that of the 7 components that were damaged, the component that had the highest risk priority number value was the electronic component with an RPN value of 405.

Keywords: *Failure Mode and Effect Analysis, availability, risk priority number.*

PENDAHULUAN

Mesin sebagai peralatan produksi dalam suatu perusahaan, harus memiliki tingkat kesiapan beroperasi yang baik guna menunjang proses produksi dalam pembuatan produk sesuai dengan spesifikasi yang perusahaan tetapkan. Mesin produksi perlu juga dijaga kehandalan maupun kinerjanya, hal ini untuk menghindari mesin mengalami downtime yang lama. sehingga tidak menghambat kelancaran perusahaan dalam membuat produk yang akan dihasilkan. Perawatan mesin dan menganalisa penyebab kerusakan mesin merupakan suatu upaya untuk menjaga kehandalan dan kinerja mesin produksi, sehingga dapat dilakukan pencegahan kerusakan mesin serta dapat memperpanjang umur pakai mesin dalam suatu perusahaan.

Untuk meminimalisasi kerusakan dengan downtime yang lama, kinerja maintenance mesin harus dikendalikan dengan baik, yang diikuti dengan perawatan yang baik, dengan konsep perawatan yang baik pula. Kinerja maintenance mesin terbagi menjadi 3 yaitu technical availability, mean time to repair (MTTR), mean time between failure (MTBF). Konsep perawatan mesin dengan cara melakukan analisa penyebab timbulnya kerusakan, merupakan konsep perawatan mesin yang baik. Dengan konsep perawatan seperti ini, diharapkan ketika dimasa yang akan datang terjadi kerusakan yang sama, maka perbaikan akan dapat ditangani secepat mungkin. Tentu saja hal ini dapat

mengurangi downtime yang ditimbulkan oleh kerusakan tersebut, jauh lebih rendah dari kerusakan sebelumnya.

PT X merupakan perusahaan manufaktur, penghasil komponen presisi tinggi, memiliki 13 unit mesin CNC (Computer Numerical Control) sebagai alat produksi dalam proses pembuatan produknya. Tiga belas unit mesin tersebut terbagi dalam 7 unit mesin CNC Vertical Turning Lathe, 5 unit mesin Horizontal Turning Lathe dan 1 unit mesin CNC Drilling. PT X menetapkan target pencapaian technical availability untuk setiap unit mesin adalah minimal 85% dalam satu tahun. Pada periode tahun 2019, dari tiga belas unit mesin tersebut, satu unit mesin vertical turning lathe hanya mampu mencapai technical availability sebesar 64% dengan total downtime hours sebesar 3148,5 hours, ini jauh dibawah target yang ditetapkan. Nilai ini menunjukkan rendahnya kesiapan mesin untuk beroperasi dalam periode 1 tahun. Tentu saja hal ini berdampak buruk bagi perusahaan, karena produk yang seharusnya dikerjakan di mesin ini tertunda pengerjaannya yang berdampak on time delivery tidak tercapai sesuai target.

Penelitian dengan menggunakan metode *failure mode and effect analysis (FMEA)*, sudah pernah dilakukan oleh peneliti yang lain. Beberapa penelitian yang sudah menggunakan metode *failure mode and effect analysis (FMEA)* antara lain :

1. Penelitian yang sudah dilakukan oleh Apol Pribadi Subriadi, Nina Fadilah Najwa, ditahun 2020, dengan judul jurnal “The consistency analysis of failure mode and effect analysis (FMEA) in information technology risk assessment”. Penelitian ini bertujuan untuk menguji konsistensi dari dua FMEA yaitu *traditional FMEA* dan *improved FMEA* dalam penilaian resiko IT.
2. Penelitian yang dilakukan oleh PFan-Chi Frances Su, YuHuei Jessica Huang, Prema Rassiah, Bill J. Salter di tahun 2020, dalam jurnal dengan judul “FMEA-guided transition from microSelectron to Flexitron for HDR brachytherapy “. Penelitian ini bertujuan untuk melihat langsung keefektifan transisi dari Elekta microSelectron ke sistem afterloader tingkat dosis tinggi Flexitron menggunakan metode FMEA.
3. Penelitian yang dilakukan oleh Zhengzheng Xu, Soyong Lee, David Albani, Donald Dobbins, Rodney J. Ellis, Tithi Biswas, Mitchell Machtay, Tarun K. Podder, di tahun 2019 dalam jurnal yang berjudul “Evaluating radiotherapy treatment delay using Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)”. Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi faktor-faktor yang bertanggung jawab atas keterlambatan alur kerja klinis terapi radiasi, mulai dari simulasi CT (CT-Sim) hingga perawatan fraksi pertama menggunakan metodologi Failure Mode and Effects Analysis (FMEA).
4. Penelitian yang dilakukan oleh J.F.W. Peeters, R.J.I. Basten, T. Tinga, di tahun 2017. Dalam jurnal yang berjudul “Improving failure analysis efficiency by combining FTA and FMEA in a recursive manner”. Penelitian ini bertujuan untuk Meningkatkan efisiensi analisis kegagalan dengan menggabungkan FTA dan FMEA secara rekursif dalam mengembangkan sistem manufaktur aditif untuk pencetakan logam, Metal FAB1 dari Industri Aditif (AI)

Perlu dilakukan analisa kerusakan, penyebab turunnya technical availability untuk mesin vertical turning lathe di periode tahun 2019, untuk menghindari hal yang sama terjadi di tahun mendatang. Metode analisis yang digunakan untuk mengetahui penyebab kerusakan mesin vertical turning lathe dalam penelitian ini adalah FMEA (Failure Mode and Effect Analysis).

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan sumber data primer dan juga data sekunder. Data primer yang digunakan dalam penelitian ini adalah

data *daily report* perbaikan mesin, yang didapat dari bagian maintenance PT X selama periode 2019. Data tersebut merupakan data *daily report* perbaikan yang meliputi antara lain data unit mesin, frekuensi kerusakan yang terjadi untuk setiap unit mesin, data *downtime hours*. Sedangkan data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah data dari sumber lain yang melakukan penelitian dengan menggunakan metode yang sama, yang dipakai dalam penelitian ini.

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan metode sebagai berikut :

1. Observasi
Melakukan pengamatan langsung pada objek penelitian.
2. Wawancara
Melakukan wawancara dengan pihak terkait dengan objek penelitian, dalam hal ini bagian yang diajak diskusi terkait hal ini adalah bagian maintenance PT X. Wawancara yang dilakukan untuk mengidentifikasi penyebab kerusakan, menentukan kriteria serta nilai dari *severity*, *occurrence* serta *detection* setiap kerusakan.
3. Studi Pustaka
Menggunakan sumber data dari buku, hasil penelitian dari peneliti lain yang menggunakan penelitian dengan metode yang sama dengan penelitian ini.
Dalam penelitian ini, rumusan masalah yang akan diangkat adalah terkait dengan:
 1. Berapa besar nilai *risk priority number* (RPN) untuk kerusakan yang terjadi pada mesin *vertical turning lathe* dengan menggunakan metode *failure mode and effect analysis*
 2. Apa akar penyebab kerusakan yang terjadi pada mesin *vertical turning lathe*?

PEMECAHAN MASALAH

Dari hasil wawancara dengan bagian maintenance PT X, maka didapat hasil dari pengukuran terhadap nilai kerusakan untuk tingkat keparahan (*severity*), tingkat kejadian (*occurrence*), serta tingkat deteksi (*detection*) adalah sebagai berikut :

- a. Pengukuran terhadap tingkat keparahan (*Severity*)

Tabel 1. *Nilai Severity*

<i>Rating</i>	<i>Criteria of Severity</i>
10	Kehilangan keseluruhan fungsi dan tidak mungkin diperbaiki
9	Kehilangan fungsi utama, bisa dikoreksi dengan penggantian komponen utama
8	Kehilangan fungsi utama, bisa dikoreksi dengan perbaikan komponen utama
7	Kehilangan fungsi utama, bisa dikoreksi dengan penggantian komponen pendukung
6	Kehilangan fungsi utama, bisa dikoreksi dengan perbaikan komponen pendukung
5	Kehilangan fungsi tambahan, dan tidak mungkin diperbaiki
4	Kehilangan fungsi tambahan, bisa dikoreksi dengan penggantian komponen
3	Kehilangan fungsi tambahan, bisa dikoreksi dengan perbaikan komponen
2	Kehilangan kemudahan pengoperasian
1	Kerusakan mampu dikoreksi dengan cepat

b. Pengukuran terhadap tingkat kejadian (*occurrence*)

Tabel 2. Nilai *Occurrence*

<i>Rating</i>	<i>Criteria of Occurence</i>
10	Lebih dari 15 kali dalam setahun
9	10-15 kali dalam setahun
8	7-10 kali dalam setahun
7	4-6 kali dalam setahun
6	2-3 kali dalam setahun
5	1 kali dalam setahun
4	2-3 tahun sekali
3	3-5 tahun sekali
2	5-10 tahun sekali
1	Lebih dari 10 tahun sekali

c. Pengukuran terhadap tingkat deteksi (*detection*)

Tabel 3. Nilai *Detection*

<i>Rating</i>	<i>Criteria Of Detection</i>
10	Tidak mampu terdeteksi
9	Kesempatan sangat rendah untuk dideteksi
8	Kesempatan sangat rendah untuk mendeteksi bentuk penyebab kegagalan
7	Kesempatan yang sangat rendah untuk dideteksi
6	Kesempatan sangat rendah untuk dideteksi
5	Kesempatan sangat sedang untuk dideteksi
4	Kesempatan yang cukup tinggi untuk dideteksi
3	Kesempatan yang tinggi untuk dideteksi
2	Kesempatan yang sangat tinggi untuk dideteksi
1	Pasti Terdeteksi

FMEA adalah metode analisis yang digunakan untuk mencari penyelesaian utama terhadap permasalahan yang terjadi pada sistem. Pada metode FMEA menentukan prioritas untuk setiap permasalahan yang terjadi berdasarkan nilai Risk Priority Number (RPN). Tujuan penerapan FMEA adalah untuk mengidentifikasi mode kegagalan, penyebab, serta akibat dari kegagalan tersebut, sehingga dapat membantu mengurangi dan mencegah timbulnya permasalahan lainnya [4].

Failure Mode and Effect Analysis menurut Moubray yang dikutip dari [1] adalah sebuah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi bentuk kegagalan yang menyebabkan kegagalan pada sistem dan hubungan antara kegagalan dengan setiap bentuk kegagalan yang terjadi. FMEA adalah metode analisis yang digunakan untuk mencari penyelesaian utama terhadap permasalahan yang terjadi pada sistem. Pada metode FMEA menentukan prioritas untuk setiap permasalahan yang terjadi berdasarkan nilai Risk Priority Number (RPN)

Dalam penelitian ini FMEA dilakukan untuk melihat kegagalan yang terjadi yang dilihat dari 3 hal sebagai berikut [2]:

1. Tingkat Kerusakan (severity)

Dengan ini dapat ditentukan dengan melihat seberapa serius kerusakan yang dihasilkan dengan terjadinya kegagalan proses.

2. Tingkat Kejadian (occurrence)

Dengan ini dapat ditentukan dengan melihat seberapa banyak gangguan yang dapat menyebabkan sebuah kegagalan.

3. Tingkat Deteksi (detection)

Dengan ini dapat ditentukan bagaimana kegagalan tersebut dapat diketahui sebelum terjadi. Tingkat deteksi dipengaruhi dari banyaknya kontrol yang mengatur jalannya proses, semakin banyak kontrol dan prosedur maka diharapkan tingkat deteksi dari kegagalan dapat semakin tinggi.

Perawatan adalah suatu aktivitas untuk memelihara fasilitas/peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan, penyesuaian dan penggantian yang diperlukan agar terdapat keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan. Sistem perawatan dapat dipandang sebagai bayangan dari sistem produksi, artinya apabila sistem produksi beroperasi dengan kapasitas yang sangat tinggi maka perawatan akan lebih intensif menurut Ahmadi dan Hidayah [3].

Suatu mesin dikatakan memiliki downtime ketika mesin tidak dapat menjalankan fungsinya yang seharusnya saat beroperasi [5], umumnya karena umur dan juga tinggi tingkat pemakaian mesin maka akan berpengaruh pada keandalan dan kinerja mesin tersebut. Availability adalah probabilitas komponen atau sistem dapat beroperasi sesuai dengan fungsinya setelah dilakukan tindakan penggantian dan pemeliharaan pencegahan dikutip dari [3]. Atau sering juga diartikan sebagai kesiapan mesin untuk beroperasi tanpa ada kendala secara teknis.

Pencapaian nilai technical availability bagi suatu mesin sesuai dengan target yang ditetapkan oleh perusahaan, sangat penting untuk menunjang proses produksi. Karena dengan tercapainya target yang ditetapkan, artinya kesiapan mesin untuk beroperasi sesuai dengan yang ditargetkan oleh perusahaan. Sehingga, ketika ada mesin yang mengalami penurunan nilai technical availability, maka perlu dilakukan analisa kerusakan terhadap unit mesin yang mengalami penurunan nilai, analisa kerusakan tersebut dilakukan dengan metode failure mode and effect analysis, analisa ini dimaksud untuk mengetahui :

1. Berapa besar nilai risk priority number (RPN) untuk kerusakan yang terjadi pada mesin vertical turning lathe dengan menggunakan metode failure mode and effect analysis

2. Apa akar penyebab kerusakan yang terjadi pada mesin vertical turning lathe?

Penelitian ini menggunakan data daily report perbaikan mesin untuk periode 2019 sebagai dasar dalam pengolahan datanya. Data ini selanjutnya dilakukan pengolahan secara kuantitatif untuk mendapatkan perhitungan kinerja maintenance machine yaitu technical availability dengan menggunakan perhitungan seperti dibawah,

Hasil perhitungan data secara kuantitatif tersebut akan dilakukan analisis secara kuantitatif, dengan menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis, dengan langkah – langkah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data kerusakan

Dari hasil wawancara didapatkan data komponen yang rusak, efek yang timbul akibat kerusakan, serta penyebab kerusakan komponen unit mesin.

2. Menentukan nilai kerusakan

Dengan wawancara, dilakukan proses pemberian nilai kerusakan untuk tingkat keparahan kerusakan (*severity*), tingkat kejadian (*occurrence*) serta tingkat deteksi (*detection*) terhadap kerusakan.

3. Menghitung risk priority number (RPN)

Menghitung RPN dengan persamaan $RPN = S \times O \times D$, angka dari RPN ini akan digunakan untuk mengidentifikasi potensi kerusakan yang perlu menjadi perhatian, apabila dikemudian hari terjadi kerusakan yang sama.

4. Analisa penyelesaian masalah

Analisa penyelesaian masalah didasarkan pada nilai risk priority number (RPN), untuk mengidentifikasi potensi kerusakan komponen apa yang perlu dijadikan perhatian untuk menghindari downtime yang lama.

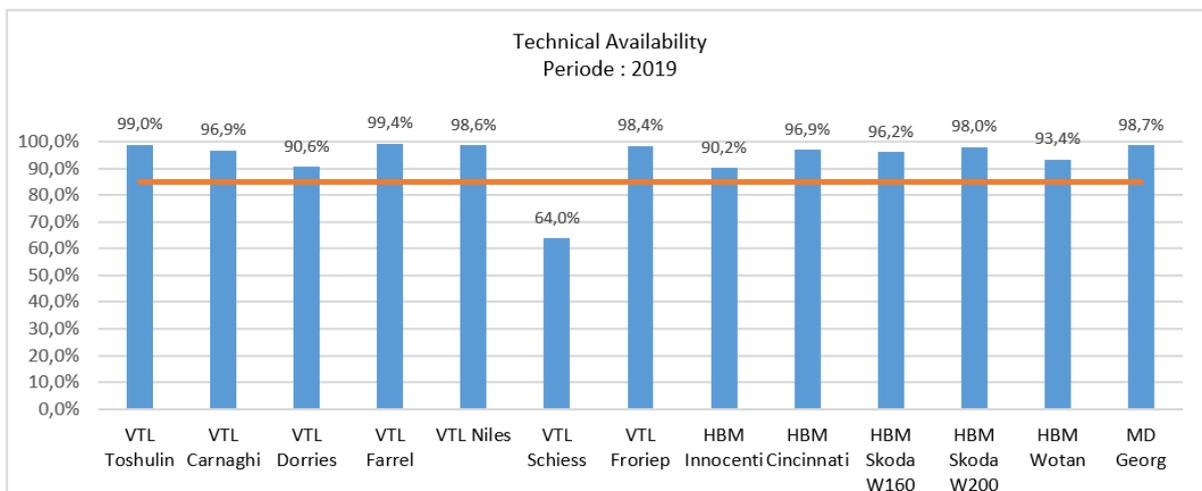
Berdasarkan data primer yaitu daily report perbaikan mesin, hasil perhitungan kinerja maintenance mesin, dalam hal ini adalah technical availability dalam kurun periode 2019, untuk 13 unit mesin CNC yang ada di PT X adalah hampir sebagian besar unit mesin memiliki angka technical availability yang tinggi ini menunjukkan bahwa kesiapan mesin untuk beroperasi sangat baik, hanya 1 unit mesin yang tidak tercapai nilai technical availability-nya. Detail technical availability Dapat dilihat pada tabel 4 dibawah.

Nilai Technical availability ini didapat dari 100% dikurangi dengan total downtime hours dibagi dengan maksimum running hours selama satu tahun, dengan perhitungan jam mesin beroperasi selama 24 jam.

Tabel 4. Rekapitulasi Technical Availability

No	Equipment/Machine	Number of Failure (Breakdown events)	TOTAL DOWNTIME (hours)	Avarage Not Availability	Avarage Availability
1	VTL Toshulin	16	86,7	1,0%	99,0%
2	VTL Carnaghi	53	272,1	3,1%	96,9%
3	VTL Dorries	26	824,8	9,4%	90,6%
4	VTL Farrel	17	49,2	0,6%	99,4%
5	VTL Niles	35	119,0	1,4%	98,6%
6	VTL Schiess	19	3148,5	36,0%	64,0%
7	VTL Froriep	13	137,9	1,6%	98,4%
8	HBM Innocenti	36	856,3	9,8%	90,2%
9	HBM Cincinnati	22	269,9	3,1%	96,9%
10	HBM Skoda W160	48	335,6	3,8%	96,2%
11	HBM Skoda W200	55	176,5	2,0%	98,0%
12	HBM Wotan	34	575,7	6,6%	93,4%
13	MD Georg	37	115,2	1,3%	98,7%

Sumber : Data primer yang diolah (Januari, 2020)



Gambar 1. Grafik technical availability mesin

Dari tabel dan grafik diatas dapat dilihat bahwa, dari tiga belas unit mesin yang ada di PT X, unit mesin yang memiliki nilai technical availability tertinggi ada dalam kelompok mesin vertical turning lathe dengan nilai pencapaian sebesar 99,4% dalam periode 1 tahun. Dan untuk nilai terendah pun, ada di dalam kelompok mesin vertical turning lathe dengan nilai pencapaian hanya 64% dari 85% target yang ditetapkan. Oleh karena, itu perlu dilakukan analisa kerusakan untuk unit mesin yang tidak mencapai technical availability seperti yang ditargetkan, sehingga mengurangi downtime yang terjadi di masa yang akan datang.

Untuk identifikasi penyebab kerusakan komponen unit mesin *vertical turning lathe*, yang nilainya dibawah target. Didapat dari hasil wawancara dan diskusi terkait data primer, maka diketahui bahwa unit mesin tersebut, selama periode 2019 terjadi sebanyak 19 kali kerusakan, pada 7 komponen mesin yang berbeda. Detail identifikasi kerusakan dapat dilihat pada pada tabel 5 dan tabel 6.

Tabel 6. Frekuensi kerusakan

Bulan	Frekuensi Kerusakan
Jan-19	2
Feb-19	2
Mar-19	1
Apr-19	2
May-19	1
Jun-19	1
Jul-19	2
Aug-19	1
Sep-19	2
Oct-19	1
Nov-19	2
Dec-19	2
Total	19

Tabel 5. Data kerusakan komponen mesin *vertical turning lathe*

No	Nama Komponen	Fungsi	Kerusakan
1	Hand Held Unit	Mengoperasikan mesin dari jarak jauh	Kabel penghubung rusak
2	Motor Drive untuk Table	Mengatur putaran table	Komponen elektronik rusak
3	Panel Operator	Mengoperasikan mesin	Komponen elektronik rusak
4	Panel Operator	Mengoperasikan mesin	Komunikasi ke PCU terputus
5	RAM	Menggerakkan pisau potong pada sumbu Z	Tidak tegak lurus dengan sumbu X
6	Sistem Hidrostatik - Filter	Filter oli hidrolik	Kotor
7	Sistem Hidrostatik-Tangki	Penampung oli	Level Oli kurang

IMPLEMENTASI

Penilaian *Failure Mode and Effect Analysis*

Identifikasi kerusakan komponen unit mesin *vertical turning lathe* secara detail, yang juga membahas efek serta penyebab kerusakan untuk menentukan resiko paling kritis dari kerusakan komponen pada unit mesin tersebut, sehingga menghasilkan *risk priority number* (RPN) dijabarkan dalam bentuk tabel FMEA pada tabel 7 dibawah.

Tabel 7. *Failure Mode and Effect Analysis*

No	Nama Komponen	Fungsi	Kerusakan	Efek Kerusakan	SV	Penyebab	O	D	RPN	RANK
1	Hand Held Unit	Mengoperasikan mesin dari jarak jauh	Kabel penghubung rusak	Alarm, pengoperasian jarak jauh tidak berfungsi	4	Terkena benda kerja atau bagian mesin	5	3	60	13
						Terjatuh	4	4	64	12
						Fatigue	1	5	20	16
2	Motor Drive untuk Table	Mengatur putaran table	Komponen elektronik rusak	Table tidak bisa berputar	9	Gangguan pada kelistrikan	4	9	324	2
						Umur	1	3	27	15
						Kesalahan pengaturan parameter	3	5	135	6
3	Panel Operator	Mengoperasikan mesin	Komponen elektronik rusak	Alarm, mesin tidak bisa dioperasikan	9	Masalah pada kelistrikan sumber	5	9	405	1
						Kesalahan saat instalasi ulang	2	5	90	9
						Masalah pada kelistrikan sumber	5	9	270	3
4	Panel Operator	Mengoperasikan mesin	Komunikasi ke PCU terputus	Alarm, mesin tidak bisa dioperasikan	6	Sambungan kabel kendur/putus	5	5	150	5
						Kerusakan komponen lain pada jaringan profinet	3	6	108	8
						Menabrak benda kerja	6	4	192	4
5	RAM	Menggerakkan pisau potong pada sumbu Z	Tidak tegak lurus dengan sumbu X	Sumbu Z tidak tegak lurus dengan sumbu X	8	Kekencangan baut pengatur kurang	5	3	120	7
						Filter tidak diganti	7	2	84	10
						Oli mengandung debu besi	2	3	36	14
6	Sistem Hidrostatik-Filter	Filter oli hidrolik	Kotor	Muncul alarm dan mesin stop	6	Oli tercampur air/coolant	6	3	108	8
						Kebocoran tangki	6	2	72	11
						Kebocoran pada saluran pipa	4	3	72	11
7	Sistem Hidrostatik-Tangki	Penampung oli	Level Oli kurang	Muncul alarm dan mematikan mesin. Sekuen gerakan	6	Kerusakan pada sistem pembalikan oli lubrikasi	2	3	36	14

Dari hasil pengolahan data dengan metode FMEA, diketahui bahwa tipe kerusakan yang memiliki nilai *risk priority number* (RPN) yang tertinggi sebesar 405, adalah kerusakan komponen elektronik pada panel operator yang disebabkan oleh masalah pada kelistrikan sumber. Nilai RPN didapat dari nilai tingkat keparahan sebesar 9 yang berarti komponen akan kehilangan fungsi utama, bisa dikoreksi dengan penggantian komponen utama. Dengan nilai tingkat kejadian bernilai 5 yang artinya kerusakan ini berpotensi terjadi 1 tahun sekali. Dengan nilai tingkat deteksi kerusakan sebesar 9 yang artinya kerusakan ini memiliki kesempatan sangat rendah dan sangat sulit untuk dideteksi.

Nilai *risk priority number* (RPN) yang kedua sebesar 324 adalah kerusakan komponen elektronik pada motor drive untuk table yang disebabkan oleh adanya gangguan pada kelistrikan. Nilai RPN didapat dari nilai tingkat keparahan sebesar 9 yang berarti komponen akan kehilangan fungsi utama, bisa dikoreksi dengan penggantian komponen utama. Dengan nilai tingkat kejadian sebesar 4 yang artinya kerusakan ini berpotensi terjadi 2 tahun sampai 3 tahun sekali. Dengan nilai tingkat deteksi kerusakan sebesar 9 yang artinya kerusakan ini memiliki kesempatan sangat rendah dan sangat sulit untuk dideteksi.

Nilai *risk priority number* (RPN) yang ketiga sebesar 270 adalah kerusakan terputusnya komunikasi ke PCU operator panel yang disebabkan oleh masalah kelistrikan sumber. Nilai RPN didapat dari nilai tingkat keparahan sebesar 6 yang berarti komponen akan kehilangan fungsi utama, bisa dikoreksi dengan penggantian komponen pendukung. Dengan nilai tingkat kejadian sebesar 5 yang artinya kerusakan ini berpotensi terjadi 1 kali dalam setahun. Dengan nilai tingkat deteksi kerusakan sebesar 9 yang artinya kerusakan ini memiliki kesempatan sangat rendah dan sangat sulit untuk dideteksi.

Nilai *risk priority number* (RPN) yang keempat sebesar 192 adalah kerusakan tidak lurusnya RAM pada sumbu X disebabkan oleh RAM menabrak benda kerja. Nilai RPN didapat dari nilai tingkat keparahan sebesar 8 yang berarti komponen akan kehilangan fungsi utama, bisa dikoreksi dengan perbaikan komponen utama. Dengan nilai tingkat kejadian sebesar 6 yang artinya kerusakan ini berpotensi terjadi 2 sampai 3 kali dalam setahun. Dengan nilai tingkat deteksi kerusakan sebesar 4 yang artinya kerusakan ini memiliki kesempatan yang cukup tinggi untuk terdeteksi.

Nilai *risk priority number* (RPN) yang kelima sebesar 150 adalah kerusakan terputusnya komunikasi ke PCU operator panel yang disebabkan oleh sambungan kabel kendor maupun putus. Nilai RPN didapat dari nilai tingkat keparahan sebesar 6 yang berarti komponen kehilangan fungsi utama, bisa dikoreksi dengan perbaikan komponen pendukung. Dengan nilai tingkat kejadian sebesar 5 yang artinya kerusakan ini berpotensi terjadi 1 kali dalam setahun. Dengan nilai tingkat deteksi kerusakan sebesar 5 yang artinya kerusakan ini memiliki kesempatan yang sedang untuk terdeteksi.

Nilai *risk priority number* (RPN) yang keenam sebesar 135 adalah kerusakan komponen elektronik pada motor drive untuk table, yang disebabkan oleh kesalahan pengaturan parameter. Nilai RPN didapat dari tingkat keparahan 9 yang berarti komponen akan kehilangan fungsi utama, bisa dikoreksi dengan penggantian komponen utama. Dengan nilai tingkat kejadian sebesar 3 yang artinya kerusakan ini berpotensi terjadi 3 tahun sampai dengan 5 tahun sekali. Dengan nilai tingkat deteksi kerusakan sebesar 5 yang artinya kerusakan ini memiliki kesempatan yang sedang untuk terdeteksi.

Nilai *risk priority number* (RPN) yang ketujuh sebesar 120 adalah kerusakan tidak lurusnya RAM pada sumbu X disebabkan oleh kekencangan baut pengatur RAM kendor. Nilai RPN didapat dari nilai tingkat keparahan sebesar 8 yang berarti komponen akan kehilangan fungsi utama, bisa dikoreksi dengan perbaikan komponen utama, dengan nilai tingkat kejadian sebesar 5 yang artinya kerusakan ini berpotensi terjadi 1 kali dalam satu tahun. Dengan nilai tingkat deteksi kerusakan sebesar 3 yang artinya kerusakan ini memiliki kesempatan yang tinggi untuk terdeteksi.

Nilai *risk priority number* (RPN) yang kedelapan sebesar 108. Ada dua komponen rusak yang memiliki nilai *risk priority number* tersebut. Yang pertama adalah kerusakan terputusnya komunikasi ke PCU operator panel yang disebabkan oleh kerusakan jaringan lain pada jaringan profinet. Nilai RPN didapat dari nilai tingkat keparahan sebesar 6 yang berarti komponen kehilangan fungsi utama, bisa dikoreksi dengan perbaikan komponen

pendukung. Dengan nilai tingkat kejadian sebesar 3 yang artinya kerusakan ini berpotensi terjadi 3 tahun sampai 5 tahun sekali. Dengan nilai tingkat deteksi kerusakan sebesar 6 yang artinya kerusakan ini memiliki kesempatan yang sangat rendah untuk terdeteksi. Yang kedua adalah kerusakan pada filter sistem hidrostatik, dikarenakan filter kotor yang disebabkan oleh tercampurnya oli dengan coolant atau air. Nilai RPN didapat dari nilai tingkat keparahan sebesar 6 yang berarti komponen kehilangan fungsi utama, bisa dikoreksi dengan perbaikan komponen pendukung. Dengan nilai tingkat kejadian sebesar 6 yang artinya kerusakan ini berpotensi terjadi 2 sampai dengan 3 kali dalam setahun. Dengan nilai tingkat deteksi kerusakan sebesar 3 yang artinya kerusakan ini memiliki kesempatan yang tinggi untuk terdeteksi.

Nilai *risk priority number* (RPN) yang kesembilan sebesar 90 adalah kerusakan komponen elektronik pada operator panel yang disebabkan kesalahan pada saat instalasi ulang. Nilai RPN didapat dari nilai tingkat keparahan sebesar 9 yang berarti komponen kehilangan fungsi utama, bisa dikoreksi dengan perbaikan komponen utama. Dengan nilai tingkat kejadian sebesar 2 yang artinya kerusakan ini berpotensi terjadi 5 tahun sampai dengan 10 tahun sekali. Dengan nilai tingkat deteksi kerusakan sebesar 5 artinya kerusakan ini memiliki kesempatan yang sedang untuk terdeteksi.

Nilai *risk priority number* (RPN) yang kesepuluh sebesar 84 adalah kerusakan pada filter sistem hidrostatik, dikarenakan filter kotor yang disebabkan oleh tidak dilakukan penggantian filter. Nilai RPN didapat dari nilai tingkat keparahan sebesar 6 yang berarti komponen kehilangan fungsi utama, bisa dikoreksi dengan perbaikan komponen pendukung. Dengan nilai tingkat kejadian sebesar 7 yang artinya kerusakan ini berpotensi terjadi 4 sampai dengan 6 kali dalam setahun. Dengan nilai tingkat deteksi kerusakan sebesar 2 yang artinya kerusakan ini memiliki kesempatan yang sangat tinggi untuk terdeteksi.

Nilai *risk priority number* (RPN) yang kesebelas adalah sebesar 72. Ada dua komponen rusak yang memiliki nilai *risk priority number* tersebut. Yang pertama adalah kerusakan pada tangki sistem hidrostatik, dikarenakan level oli berkurang, yang disebabkan oleh kebocoran tangki. Nilai RPN didapat dari nilai tingkat keparahan sebesar 6 yang berarti komponen kehilangan fungsi utama, bisa dikoreksi dengan perbaikan komponen pendukung. Dengan nilai tingkat kejadian sebesar 6 yang artinya kerusakan ini berpotensi terjadi 2 sampai 3 kali dalam setahun. Dengan nilai tingkat deteksi kerusakan sebesar 2 yang artinya kerusakan ini memiliki kesempatan yang sangat tinggi untuk terdeteksi. Yang kedua adalah kerusakan pada tangki sistem hidrostatik, yang juga dikarenakan level oli berkurang, tetapi disebabkan oleh kebocoran pada saluran pipanya. Nilai RPN didapat dari nilai tingkat keparahan sebesar 6 yang berarti komponen kehilangan fungsi utama, bisa dikoreksi dengan perbaikan komponen pendukung. Dengan nilai tingkat kejadian sebesar 4 yang artinya kerusakan ini berpotensi terjadi 2 tahun sampai dengan 3 tahun sekali. Dengan nilai tingkat deteksi kerusakan sebesar 3 yang artinya kerusakan ini memiliki kesempatan yang tinggi untuk terdeteksi.

Nilai *risk priority number* (RPN) yang kedua belas sebesar 64 adalah kerusakan kabel penghubung pada *hand held unit*, yang disebabkan oleh *hand held unit* terjatuh. Nilai RPN didapat dari nilai tingkat keparahan sebesar 4 yang berarti komponen kehilangan fungsi tambahan, bisa dikoreksi dengan penggantian komponen. Dengan nilai tingkat kejadian sebesar 4 yang artinya kerusakan ini berpotensi terjadi 2 tahun sampai dengan 3 tahun sekali. Dengan nilai tingkat deteksi kerusakan sebesar 4 yang artinya kerusakan ini memiliki kesempatan yang cukup tinggi untuk terdeteksi.

Nilai *risk priority number* (RPN) yang ketiga belas sebesar 60 adalah kerusakan kabel penghubung pada komponen *hand held unit*, yang disebabkan oleh kabel terkena benda kerja atau bagian mesin yang lain. Nilai RPN didapat dari nilai tingkat keparahan sebesar 4 yang berarti komponen kehilangan fungsi tambahan, bisa dikoreksi dengan penggantian komponen. Dengan nilai tingkat kejadian sebesar 5 yang artinya kerusakan ini berpotensi terjadi 1 kali dalam satu tahun. Dengan nilai tingkat deteksi kerusakan sebesar 3 yang artinya kerusakan ini memiliki kesempatan yang tinggi untuk terdeteksi.

Nilai *risk priority number* (RPN) yang keempat belas sebesar 36. Ada dua komponen rusak yang memiliki nilai *risk priority number* tersebut, yang pertama adalah kerusakan pada filter sistem hidrostatis, yang disebabkan oleh filter kotor karena oli mengandung debu besi. Nilai RPN didapat dari nilai tingkat keparahan sebesar 6 yang berarti komponen kehilangan fungsi utama, bisa dikoreksi dengan perbaikan komponen pendukung, dengan nilai tingkat kejadian sebesar 2 yang artinya kerusakan ini berpotensi terjadi 5 tahun sampai 10 tahun sekali. Dengan nilai tingkat deteksi kerusakan sebesar 3 yang artinya kerusakan ini memiliki kesempatan yang tinggi untuk terdeteksi. Yang kedua adalah kerusakan pada tangki sistem hidrostatis dikarenakan level oli kurang, penyebab kerusakan ini adalah kerusakan pada sistem pembalikan oli pelumasan. Nilai RPN didapat dari nilai tingkat keparahan sebesar 6 yang artinya komponen berpotensi kehilangan fungsi utama, bisa dikoreksi dengan perbaikan komponen pendukung, dengan nilai tingkat kejadian sebesar 2 artinya kerusakan ini berpotensi terjadi 5 tahun sampai 10 tahun sekali. Dan dengan nilai tingkat deteksi kerusakan sebesar 3 yang berarti kerusakan ini memiliki kesempatan yang tinggi untuk terdeteksi.

Nilai *risk priority number* (RPN) yang kelima belas sebesar 27 adalah kerusakan komponen elektronik pada *motor drive* untuk *table*, yang disebabkan oleh umur atau *lifetime* komponen. Nilai RPN didapat dari nilai tingkat keparahan 9 yang berarti komponen akan kehilangan fungsi utama, bisa dikoreksi dengan melakukan penggantian komponen utama. Dengan nilai tingkat kejadian 1 yang artinya kerusakan ini berpotensi terjadi lebih dari 10 tahun sekali. Dengan nilai tingkat deteksi kerusakan sebesar 3 yang artinya kerusakan ini memiliki kesempatan yang tinggi untuk terdeteksi.

Dan untuk nilai *risk priority number* (RPN) yang berada di posisi terkecil yaitu posisi keenam belas, dengan nilai RPN sebesar 20 yaitu kerusakan kabel penghubung pada komponen *hand held unit* yang disebabkan oleh *fatigue*. Nilai RPN ini didapat dari nilai tingkat keparahan sebesar 4 yang artinya kerusakan ini menyebabkan komponen ini akan kehilangan fungsi tambahan, bisa dikoreksi dengan melakukan penggantian komponen. Dengan nilai tingkat kejadian sebesar 1 yang artinya potensi terjadi kerusakan ini lebih dari 10 tahun sekali. Dengan nilai tingkat deteksi kerusakan sebesar 5 yang artinya kerusakan ini memiliki kesempatan yang sedang untuk terdeteksi.

Jadi dari hasil pengolahan data dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* diketahui kerusakan yang memiliki nilai *risk priority number* (RPN) tertinggi adalah kerusakan komponen elektronik yang ada pada operator panel yang disebabkan oleh masalah pada kelistrikan sumber, dengan nilai *risk priority number* sebesar 405, yang didapat dari dengan nilai tingkat keparahan (*severity*) sebesar 9, nilai tingkat kejadian (*occurrence*) sebesar 5, dan nilai tingkat deteksi (*detection*) sebesar 9.

Dan untuk kerusakan yang memiliki nilai *risk priority number* (RPN) terendah adalah kerusakan kabel penghubung pada komponen *hand held unit* yang disebabkan oleh *fatigue*, dengan nilai *risk priority number* sebesar 20, yang didapat dari dengan nilai tingkat keparahan (*severity*) sebesar 4, nilai tingkat kejadian (*occurrence*) sebesar 1, dan nilai tingkat deteksi (*detection*) sebesar 5.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data dan pembahasan yang dilakukan, maka kesimpulan pada penelitian ini adalah :

1. Dari hasil FMEA besar nilai risk priority number untuk kerusakan komponen pada mesin vertical turning lathe dari yang tertinggi sampai dengan yang terendah adalah :
Nilai RPN 405 untuk komponen panel operator karena masalah kelistrikan sumber, RPN 324 untuk komponen motor drive untuk table karena gangguan pada kelistrikan, RPN 270 untuk komponen panel operator karena masalah kelistrikan sumber, RPN 192 untuk komponen RAM karena RAM menabrak benda kerja, RPN 150 untuk komponen panel operator karena sambungan kabel kendor atau putus, RPN 135 untuk komponen motor drive untuk table karena kesalahan pengaturan parameter, RPN 120 untuk komponen RAM karena kekencangan baut pengatur kurang, RPN 108 untuk komponen panel operator karena kerusakan komponen lain pada profinet, RPN 108 untuk komponen sistem hidrostatik filter karena oli tercampur air atau coolant, RPN 90 untuk komponen panel operator karena kesalahan saat instalasi ulang, RPN 84 untuk komponen sistem hidrostatik filter karena filter tidak diganti, RPN 72 untuk komponen sistem hidrostatik tangki karena kebocoran tangki, RPN 72 untuk komponen sistem hidrostatik tangki karena kebocoran pada saluran pipa, RPN 64 untuk komponen hand held unit karena hand held unit terjatuh, RPN 60 untuk komponen hand held unit karena terkena benda kerja atau bagian mesin, RPN 36 untuk komponen sistem hidrostatik filter karena oli mengandung debu besi, RPN 36 untuk komponen sistem hidrostatik tangki kerusakan sistem pembalikan oli lubrikasi, RPN 27 untuk komponen motor drive untuk table karena umur atau lifetime dan terakhir RPN 20 untuk komponen hand held unit karena fatigue.
2. Dari hasil pengolahan data dengan metode FMEA diketahui bahwa akar penyebab kerusakan komponen pada mesin CNC vertical turning lathe adalah sebagai berikut
 - a. Komponen hand held unit, penyebab kerusakan terkena benda kerja atau bagian mesin, terjatuh dan fatigue.
 - b. Komponen motor drive untuk table, penyebab kerusakan gangguan pada kelistrikan, umur komponen, dan kesalahan pengaturan parameter.
 - c. Komponen elektronik panel operator, penyebab kerusakan masalah kelistrikan sumber, kesalahan saat instalasi ulang.
 - d. Komponen komunikasi panel operator, penyebab kerusakan masalah kelistrikan utama, sambungan kabel kendor atau putus, kerusakan komponen lain pada jaringan profinet.
 - e. Komponen RAM, penyebab kerusakan menabrak benda kerja, kekencangan baut pengatur yang kurang.
 - f. Komponen filter sistem hidrostatik, penyebab kerusakan filter yang tidak diganti, oli mengandung debu besi, oli tercampur air ataupun coolant
 - g. Komponen tangki sistem hidrostatik, penyebab kerusakan kebocoran tangki, kebocoran pada saluran pipa, kerusakan pada sistem pembalik oli lubrikasi.

SARAN

Berdasarkan hasil kesimpulan dalam penelitian ini, maka sebaiknya PT X harus memberi prioritas lebih terhadap tindakan perawatan, dan segera menyelesaikan akar permasalahan terhadap kerusakan komponen mesin CNC vertical turning lathe yang memiliki nilai RPN yang tinggi. Hal ini untuk menghindari terjadinya kerusakan komponen yang sama di kemudian hari.

Selain itu, sebaiknya PT X juga memprioritaskan untuk menyediakan suku cadang komponen tersebut, karena jika dilihat dari nilai severity yang didapat oleh komponen ini sebesar 9, yang artinya apabila terjadi kerusakan, maka komponen ini kehilangan fungsi utamanya dan untuk mengembalikan fungsi, komponen tersebut harus diganti. Maka sudah seharusnya disediakan suku cadang komponen ini untuk menghindari downtime yang lama apabila terjadi kerusakan pada komponen yang sama di kemudian hari.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rio Saputra, Anita Susilawati . (2018). Analisa Kerusakan Mesin CNC Milling Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (FTA) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) (Studi Kasus Mesin CNC Milling Di Lab. Jurusan Teknik Mesin, Universitas Riau). Jurnal online Jom Fteknik Volume 5 Edisi 1 Januari s/d Juni 2018.
- [2] Andiyanto, S., Sutrisno, A. & Punuhsingon, C. (2017). Penerapan Metode (FMEA) Failure Mode and Effect Analysis untuk Kuantitatif dan Pencegahan Risiko Akibat Terjadinya Lean Waste. Jurnal Online Poros Teknik Mesin, 6, 45-57.
- [3] Ahmadi, N. & Hidayah, N.Y. (2017). Analisis Pemeliharaan Mesin Blow Mould dengan Metode RCM di PT.CCAI. Jurnal Optimasi Sistem Industri, 16, 167-176.
- [4] Stamatis, D. H. (1995). Failure Mode and Effect Analysis: From Theory To Execution. ASQC Quality. Milwaukee. USA.
- [5] Rausand, M and Hoyland, A (2004). System Reliability Theory Models, Statistical Methods and Applications. United States of America : John Wiley & Sons, 2004
- [6] Subriadi, A.P, Najwa, N.F (2020). The consistency analysis of failure mode and effect analysis (FMEA) in information technology risk assessment. Heliyon, 6.
- [7] F.-C.F. Su et al. (2020). FMEA-guided transition from microSelectron to Flexitron for HDR brachytherapy. Brachytherapy
- [8] Z. Xu et al. (2019). Evaluating radiotherapy treatment delay using Failure Mode and Effects Analysis (FMEA). Radiotherapy and Oncology 137, 102-109
- [9] J.F.W. Peeters et al. (2017). Improving failure analysis efficiency by combining FTA and FMEA