

Penilaian Risiko Mesin Bor DRT-CNC Menggunakan Metode FMEA pada Perusahaan Galangan Kapal

Risqina Ayu Prastita Sari^{1*}, Lukman Handoko² dan Dika Rahayu Widiana³

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

³Magister Teknik Keselamatan dan Resiko, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

*E-mail: lukman.handoko@ppns.ac.id

Abstrak

Mesin *drilling* DRT-CNC merupakan jenis mesin CNC yang digunakan perusahaan galangan kapal sebagai salah satu mesin produksi. Proses mekanis pemotongan benda kerja yang dilakukan oleh mesin *drilling* DRT-CNC dilakukan dengan menggunakan alat potong berupa *spindle* yang berputar. Mesin *drilling* DRT-CNC merupakan salah satu mesin CNC yang memiliki intensitas penggunaan yang cukup tinggi. Intensitas penggunaan yang cukup tinggi dapat menyebabkan terjadinya kegagalan pada fungsi komponen mesin *drilling* DRT-CNC. Kegagalan fungsi dapat mempengaruhi kinerja sistem mesin dan mempengaruhi keselamatan operasional. Penurunan kinerja mesin dapat menimbulkan kerugian pada perusahaan. Penelitian ini dilakukan sebagai langkah identifikasi bahaya dan penilaian risiko menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Hasil identifikasi bahaya dan penilaian risiko yang dilakukan akan menunjukkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) pada seluruh mode kegagalan komponen. Hasil perhitungan RPN akan diurutkan mulai dari hasil nilai tertinggi hingga nilai terendah yang kemudian dilakukan penentuan skala prioritas komponen kritis menggunakan diagram pareto. Dengan aturan 80/20 yang dimiliki diagram pareto, diperoleh 2 komponen dengan 2 mode kegagalan yang menjadi komponen kritis pada mesin *drilling* DRT-CNC. Komponen kritis yang dimiliki mesin *drilling* DRT-CNC adalah komponen *servo amplifier x axis* dengan mode kegagalan kesalahan sistem kontrol dan *servo amplifier y axis* dengan mode kegagalan *card servo y error*.

Kata Kunci: Diagram Pareto, FMEA, Mesin *Drilling* DRT-CNC, RPN

Abstract

The DRT-CNC drilling machine is a type of CNC machines used by shioryard companies as one of their production machines. The mechanical process of cutting the workpiece performed by the DRT-CNC drilling machine is done using a rotating spindle cutting tool. The DRT-CNC drilling machine is one of the CNC machines that has a fairly high usage intensity. The high usage intensity can lead to failures in the function of the components of the DRT-CNC machine's components. Functional failures can effect the performance of the machine system and impact operational safety. Decreased machine performance can causes losses to the company. This research is conducted as a step to identify hazards and assess risk using the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method. The results of hazard identifiaction and risk assissment will show the Risk Priority Number (RPN) for all component failure mode. The RPN calculation results will be sorted from the highest value of the lowest value, followed by determining the priority scale of critical components using a Pareto Diagram. With the 80/20 rule in the pareto diagram, 2 components with 2 failure modes are obtained which are critical components in the DRT-CNC drilling machine. The critical components of the DRT-CNC drilling machine are servo amplifier x axis with a control system error failure mode and servo amplifier y axis with the card servo y error failure mode.

Keywords: Pareto Diagram, Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), DRT-CNC Drilling Machine, Risk Priority Number (RPN)

1. PENDAHULUAN

Keberadaan sebuah kapal tidak lepas dari peran galangan kapal tempat kapal dibangun, maupun dari proses perbaikan dan pemeliharaan (Hasbullah, 2016). Sehubungan dengan pembangunan, perbaikan, dan pemeliharaan kapal diperlukan suatu tempat kerja berupa bengkel yang digunakan para pekerja untuk bekerja. Ruang kerja tidak lepas dari peran mesin sebagai mesin CNC. Mesin CNC adalah mesin yang digunakan dalam proses manufaktur yang biasanya menggunakan kendali berupa komputer. Mesin CNC dikendalikan dengan cara memasukkan perintah numerik dengan tombol pada panel instrument di masing-masing mesin. Bengkel CNC memiliki berbagai jenis mesin dengan kemampuan dan karakteristik berbeda. Mesin *drilling* DRT-CNC merupakan salah satu mesin CNC yang intensitas penggunaannya cukup tinggi. Intensitas penggunaan yang cukup tinggi dapat menyebabkan kegagalan pada komponen mesin *drilling* DRT-CNC.

Proses mekanis pada *drilling* CNC adalah proses pemotongan benda kerja dengan menggunakan alat potong berupa *spindle* yang berputar (Aziz & Saraswati, 2022). Mesin *drilling* DRT-CNC memiliki beberapa kasus kegagalan yang mempengaruhi keselamatan operasional. Menurut data perusahaan galangan kapal, mesin *drilling* DRT-CNC ini mengalami beberapa kegagalan fungsi komponen yang ditemukan oleh operator. Kegagalan suatu komponen mesin produksi membuat komponen tidak dapat menjalankan fungsinya dengan baik. Jika komponen-komponen tersebut tidak mampu menjalankan fungsinya dengan baik maka dapat menurunkan kinerja mesin (Asprilla, 2020). Penurunan kinerja mesin dapat merugikan pihak perusahaan. Oleh karena itu penelitian ini akan memaparkan identifikasi bahaya dan penilaian risiko terhadap mesin *drilling* DRT-CNC.

Menurut Balaraju, Raj, dan Murthy (2019), *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) tidak hanya digunakan sebagai identifikasi potensi kerusakan, tetapi juga digunakan untuk membuat penilaian risiko berdasarkan parameter penilaian risiko yang telah diidentifikasi, yang dapat diprioritaskan melalui perhitungan nilai *Risk Priority Number* (RPN). FMEA adalah pendekatan sistematis yang menggunakan metode pembelajaran untuk membantu proses berpikir yang digunakan oleh para *engineers* untuk mengidentifikasi potensi kegagalan dan dampaknya (Bob Anthony, 2021)

FMEA merupakan cara untuk meningkatkan kinerja dengan melakukan identifikasi dan mencegah potensi kegagalan sebelum terjadi. Hal ini berguna untuk meningkatkan keselamatan, dan pencegahan kesalahan untuk meminimalkan dampak negatif (Prasmoro, 2020). FMEA adalah metode yang digunakan untuk menilai kegagalan dalam suatu sistem, desain, proses, atau layanan (*service*). Untuk mengidentifikasi potensi kegagalan, setiap kegagalan diberi nilai atau skor berdasarkan tingkat kejadian (*occurrence*), tingkat keparahan (*severity*), dan tingkat deteksi (*detection*). Nilai RPN dihitung dengan mengalikan nilai kejadian, keparahan, dan deteksi setiap kegagalan yang didapat (Stamatis, 1995). Setelah nilai RPN diperoleh, hasil perhitungan diurutkan dari nilai tertinggi hingga nilai terendah. Hal ini dilakukan untuk menentukan skala prioritas komponen kritis menggunakan diagram pareto.

2. METODE

Function Block Diagram (FBD)

Function Block Diagram (FBD) merupakan diagram yang menunjukkan hubungan fungsi komponen-komponen penyusun sistem dengan alur kerja, serta menjelaskan ruang lingkup analisisnya sehingga proses analisis fungsi dan kegagalan fungsi dapat dengan mudah dilakukan (Moubray, 1997). Tahap deskripsi sistem diperlukan untuk mengidentifikasi komponen-komponen yang termasuk dalam sistem dan cara kerja komponen-komponen sesuai dengan fungsinya. Sementara itu, diagram blok fungsional digunakan untuk mengidentifikasi sistem secara detail dan merupakan diagram alur aliran fungsional sistem. Dengan menggunakan fungsi peralatan dan data penggunaan, definisi dan dasar untuk menentukan kegiatan perawatan pencegahan (Wibowo et al., 2021).

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan teknik sistematis untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mencegah masalah produk dan proses sebelum terjadi (Balaraju et al., 2019). Analisis yang dilakukan menghasilkan nilai *Risk Priority Number* (RPN). Jenis mode kegagalan dengan RPN tertinggi mempunyai prioritas perbaikan yang tinggi (Syahrudin, 2013). FMEA digunakan untuk menilai kegagalan dalam sistem, desain, proses, atau layanan. Analisis menggunakan metode FMEA untuk mengambil keputusan menggunakan pengalaman dan keterampilan teknisnya untuk menentukan tingkat potensi masalah menurut tiga klasifikasi pada *rating* skala RPN (Putri, 2021). Berikut 3 *rating* skala RPN:

1. *Severity* adalah tingkat dari keparahan efek potensial dari kegagalan (*potential failure mode*) yang terjadi.
2. *Occurrence* adalah tingkat dari kemungkinan suatu kegagalan akan terjadi selama masa desain sistem.
3. *Detection* adalah tingkat dari kemungkinan sebuah mode kegagalan (*failure mode*) dapat dideteksi dengan

mengaplikasikan suatu metode deteksi atau melakukan pengendalian sebelum meninggalkan fasilitas produksi.

Pada tabel 1. disajikan acuan penentuan kategori peringkat yang menunjukkan tingkat keparahan efek dari suatu mode kegagalan.

Tabel 1. Kategori Tingkat Keparahannya (*Severity*)

Nilai / Value	Aspek Hukum / Legal Aspect (AH)	SEVERITY (Keparahan)	
		Cedera Pada Manusia dan/atau Dampak Lingkungan (CD) Human Injury and/or Environment Impact (CD)	Pengaruh Pada Kesehatan (PK) Influence on Health (PK)
1	Belum ada peraturan No regulation	Cedera ringan dan pencemaran hanya pada tempat kerjanya Minor injuries and pollution in the workplace	Sakit ringan Mild pain
2	Bersifat estetika/etika Aesthetics/ethics	Kehilangan waktu akibat cedera tanpa menimbulkan cacat dan atau berdampak ke lingkungan bengkel Lost time due to injury without causing disability and/or impact to the environment workshop	Sakit dan meninggalkan kerja (ijin dari dokter) Sick and leave work (permission from a doctor)
3	Bersifat himbauan Appeal	Menyebabkan kecacatan dan atau berdampak besar ke divisi/perusahaan Cause of disability and/or have a major impact to the division/company	Sakit dan perlu alat bantu/penurun fungsi Sick and need a tool/decreased function
4	Ada peraturan (Perusahaan/Pemerintah) Available regulations (Corporate/Government)	Meninggal dan.atau berdampak ke sekitar perusahaan Death and/or impact to the surrounding company	Akut/Kronis Acute/chronic
5	Melanggar peraturan Violating rules	Mengakibatkan banyak yang meninggal dan/atau berdampak luas ke masyarakat sekitar Caused many deaths and/or had a major impact to the surrounding communities	Meninggal Death

Sumber: Data Perusahaan, 2023

Tabel 1. merupakan tabel penentuan kategori tingkat keparahan atau *severity*. Penentuan nilai *severity* dilakukan menggunakan perhitungan hasil dari rata-rata nilai AH, CD, PK yang dapat dilihat pada tabel 1.1 atau merujuk pada persamaan 1.1.

$$S = \frac{AH + CD + PK}{3} \quad 1.1$$

Dimana:

S = Rata-rata dari keparahan

AH = Aspek hukum

CD = Cedera pada manusia dan atau dampak lingkungan

PK = Pengaruh pada kesehatan

Pada tabel 2. disajikan penentuan kategori yang menunjukkan tingkat kemungkinan atau *occurrence* dari terjadinya suatu mode kegagalan.

Tabel 2. Kategori Tingkat Kemungkinan (*Occurrence*)

Occurrence (Kemungkinan)										
V a l u e	Frukuensi Proses (FP) Processes Frequency	Frekuensi Kejadian Lalu (FK) Past Incident Frequency	Sistem Perlindungan (SP) Protection System			Pemeriksaan & Pemeliharaan (PP) Checking & Maintenance			Kemampuan Personil (KP) Personal Capability	
			Standart	Funct ion	SOP	Schedule	Inspecti on	Follow Up	Job	HSE
1	1 thn	>5 thn / tidak ada data	Sesuai	Ya	Ada / tidak ada	Ada	Ada	Ya	Baik	Ya
2	3 bln – 1 thn	1 – 5 thn	Sesuai	Tidak	Ada / Tidak ada	Ada	Ada	Tidak	Cukup	Ya
3	1 – 3 bln	6 bln - 1 thn	Tidak sesuai	Ya	Ada / tidak ada	Ada	Tidak pasti	Tidak	Baik	Kuran g
4	2 hari – 1 bln	3 bln – 6 bln	Tidak sesuai	Tidak	Ada	Ada	Tidak ada	Tidak	Cukup	Kuran g
5	Harian	1 – 3 bln	Tidak sesuai	Tidak	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak	Kuran g	Kuran g

Sumber: Data Perusahaan, 2023

Tabel 2. merupakan tabel penentuan kategori tingkat kemungkinan atau *occurrence* dari suatu mode kegagalan. Nilai *occurrence* adalah hasil rata-rata dari nilai FP, FK, SP, PP, KP yang dapat dilihat pada tabel 1.2 atau merujuk pada persamaan 1.2.

$$O = \frac{FP + FK + SP + PP + KP}{5} \quad 1.2$$

Dimana:

- O = Rata-rata kemungkinan
- FP = Frekuensi proses
- FK = Frekuensi kejadian lalu
- SP = Sistem perlindungan
- PP = Pemeriksaan dan pemeliharaan
- KP = Kemampuan personal

Untuk penentuan kategori tingkat deteksi atau *detection* suatu kegagalan dapat dilihat pada tabel 1.3.

Tabel 3. Kategori Tingkat Deteksi (*Detection*)

Deteksi (<i>Detection</i>)		
Nilai	Deteksi	Keterangan
1	Pasti	Dapat langsung dideteksi secara langsung
2	Mudah	Dapat dideteksi setelah terjadi
3	Cukup sulit	Dapat diketahui setelah proses keseluruhan berakhir
4	Sulit	Dibutuhkan pengecekan terhadap keseluruhan unit
5	Sangat sulit	Hasil deteksi tidak mampu terpresentasi secara akurat

Sumber: Utami et al., 2017

Apabil *rating* telah ditentukan selanjutnya adalah menghitung nilai RPN. Perhitungan nilai RPN dilakukan dengan menggunakan rumus pada persamaan 1.3.

$$RPN = Severity \times Occurrence \times Detection \quad 1.3$$

Diagram Pareto

Perhitungan RPN dalam pembuatan FMEA dilakukan untuk mengetahui komponen-komponen yang

memiliki RPN tertinggi atau paling kritis (Muliana & Hartati, 2022). Penilaian FMEA dapat diketahui dari perhitungan frekuensi terjadinya kegagalan berdasarkan data kegagalan perusahaan. Diagram pareto adalah diagram blok frekuensi dari berbagai atribut dalam urutan menurun (Krisnaningsih et al., 2021). Klasifikasi ini merupakan langkah penting yang harus dilakukan sebelum mengambil tindakan perbaikan. Bagan pareto memiliki aturan 80/20, yang menyatakan bahwa 80% dampak yang teridentifikasi disebabkan oleh 20% kemungkinan penyebab. Diagram pareto merupakan diagram yang menunjukkan kegagalan dominan sehingga saran perbaikan dapat diprioritaskan (Lestari & Mahbubah, 2021). Tujuan utama dari diagram pareto adalah untuk mencari atau mengetahui prioritas tertinggi suatu permasalahan dan hal ini merupakan kunci penyelesaian permasalahan dengan cara membandingkannya dengan keseluruhan (Auliandri & Kurniastuti, 2016).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

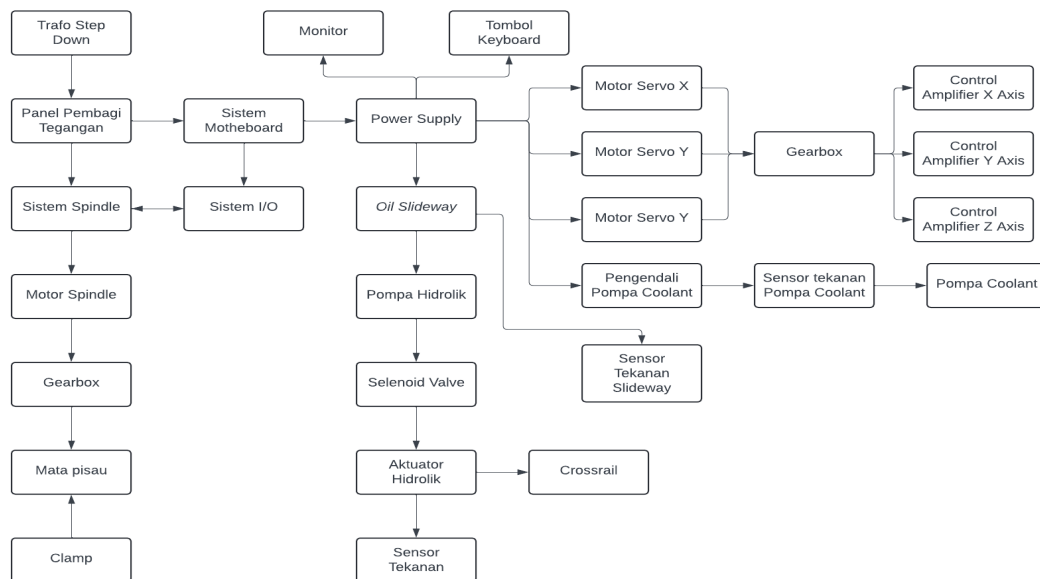
Komponen mesin *drilling* DRT-CNC diperoleh melalui pengumpulan data perusahaan dan proses wawancara secara langsung dengan *expert judgement* bersama pihak *safety*, operator dan *maintenance*. Berikut tabel 4. yang akan menjelaskan tentang daftar komponen beserta fungsi dari komponen mesin *drilling* DRT-CNC:

Tabel 4. Daftar Fungsi Komponen Mesin *Drilling* DRT-CNC

No.	Komponen	Fungsi
1.	<i>Trafo Step-Down</i>	Menurunkan tegangan listrik dari sumber daya utama menjadi tegangan yang sesuai
2.	Panel Pembagi Tegangan	Membagi tegangan listrik yang masuk ke mesin sesuai dengan kebutuhan setiap komponen
3.	<i>Sistem Spindle</i>	Menyuplai daya untuk motor bekerja
4.	<i>Motor Spindle</i>	Menjalankan spindle
5.	<i>Gearbox</i>	Mentransmisikan daya dari motor utama ke sistem penggerak
6.	Mata pisau	Alat untuk memakan benda kerja
7.	<i>Clamp</i>	Menjaga keamanan dan stabilitas alat potong dengan mengikat alat potong pada spindle
8.	Sistem <i>Motherboard</i>	Mengatur dan mengontrol seluruh proses permesinan
9.	Sistem <i>Interface/Output (I/O)</i>	Menghubungkan komunikasi antar sistem
10.	<i>Power Supply</i>	Sebagai penyedia utama daya tegangan yang diperlukan
11.	<i>Motor Servo X</i>	Mesin yang menggerakkan atau mengontrol pergerakan horizontal meja kerja atau sumbu X
12.	<i>Motor Servo Y</i>	Mesin yang menggerakkan atau mengontrol pergerakan vertikal meja kerja atau sumbu Y
13.	<i>Motor Servo Z</i>	Mesin yang menggerakkan atau mengontrol pergerakan vertikal dari spindle atau sumbu Z
14.	<i>Servo Amplifier X Axis</i>	Menguatkan sinyal control yang diterima dari sistem kontrol mesin CNC hingga dapat menggerakkan motor servo X
15.	<i>Servo Amplifier Y Axis</i>	Menguatkan sinyal control yang diterima dari sistem kontrol mesin CNC hingga dapat menggerakkan motor servo Y
16.	<i>Servo Amplifier Z Axis</i>	Menguatkan sinyal control yang diterima dari sistem kontrol mesin CNC hingga dapat menggerakkan motor servo Z
17.	<i>Oil Slideway</i>	Memberikan pelumasan pada slideway untuk mengurangi keausan
18.	Pompa Hidrolik	Memberikan tekanan hidrolik yang diperlukan untuk menggerakkan sistem penggerak mesin
19.	<i>Solenoid Valve</i>	Mengontrol katup yang membuka atau menutup aliran fluida
20.	Aktuator Hidrolik	Mengubah atau menyediakan energi dalam aliran fluida untuk menggerakkan komponen

No.	Komponen	Fungsi
21.	Sensor Tekanan	Mendeteksi atau memantau tekanan operasional
22.	Sensor Tekanan <i>Slideway</i>	Memantau dan mengatur tekanan pada sistem pelumas <i>slideway</i>
23.	<i>Crossrail</i>	Mengatur penyesuaian ketinggian ram atau sisi horizontal mesin
24.	<i>Monitor</i>	Memberikan informasi mengenai status dan mode pengoperasian mesin CNC
25.	Tombol <i>Keyboard</i>	Sebagai tombol pengendali eksekusi dan memasukkan data program mesin CNC
26.	Pengendali Pompa	Memastikan bahwa coolant disalurkan dengan jumlah yang tepat
27.	Sensor Tekanan Pompa <i>Coolant</i>	Memantau dan mengontrol tekanan sistem pendinginan
28.	Pompa <i>Coolant</i>	Menjaga kondisi operasional agar tetap stabil dengan menghilangkan panas yang dihasilkan

Berdasarkan tabel 4. mesin *drilling* DRT-CNC memiliki 28 komponen yang saling berhubungan satu dengan yang lainnya. Dalam proses pembuatan diagram blok fungsi, komponen dapat dihubungkan ke blok lain menggunakan garis penghubung. Berikut gambar 1.1 *Function Block Diagram* yang menjelaskan sistem kerja sederhana mesin *drilling* DRT-CNC.



Gambar 1. *Function Block Diagram* (FBD) Mesin *Drilling* DRT-CNC

Berdasarkan gambar 1. *Function Block Diagram* mesin *drilling* DRT-CNC, mesin mulai beroperasi saat *trafo step-down* melakukan fungsinya menurunkan tegangan listrik dari sumber daya utama menjadi tegangan yang sesuai pada mesin. Aliran proses kerja komponen mesin berjalan dan saling berhubungan sesuai dengan arah panah pada diagram. Keterkaitan atau hubungan antar fungsi komponen dijelaskan dalam *Function Block Diagram* (FBD), dan 7 dari 28 komponen informasi komponen mesin *drilling* DRT-CNC yang dihasilkan dimasukkan ke dalam tabel FMEA untuk mengidentifikasi kegagalan fungsi dan mengevaluasi atau menentukan risiko setiap komponen.

Metode FMEA digunakan untuk mengidentifikasi kegagalan oleh komponen mesin *drilling* DRT-CNC. Data kualitatif berupa jenis komponen, fungsi (*function*), kegagalan fungsi (*failure function*), dan efek kegagalan (*failure effect*) dari setiap komponen mesin. Penentuan nilai *severity*, *occurrence*, *detection* dilakukan dengan mengacu tabel 1, tabel 2, dan tabel 3, serta dilakukan dengan persetujuan pihak *expert judgement* terkait. Pihak *expert judgement* terkait adalah dari pihak *maintenance*, dan *safety*. Berikut tabel 5. penjabaran mengenai *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) pada 7 komponen mesin *drilling* DRT-CNC.

Tabel 5. Tabel *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) Mesin *drilling* DRT-CNC

System : Mesin Drilling DRT-CNC					Date: April							
Sub-System : Daya, Input/Output, Control												
No.	Equipment	Function	Functional Failure		Failure Mode	Failure Effect	S	O	D	RPN		
1.	Trafo Step-Down	1	Menurunkan tegangan listrik dari sumber daya utama menjadi tegangan yang sesuai	A	Tidak dapat menurunkan tegangan listrik dari sumber daya utama	1	Lilitan terputus	Korsleting	5	2	2	20
2.	Power Supply	1	Penyedia sumber daya tegangan yang diperlukan	A	Power supply tidak menyediakan cukup daya	1	Power supply melemah	Mesin tidak dapat bekerja karena tidak cukup daya	4	3	2	24
3.	Motor Spindle	1	Menjalankan spindle	A	Spindle control alarm	1	Beban berlebih pada spindle	Operasional terhanti	3	5	2	30
4.	Monitor	1	Memberikan informasi mengenai status dan mode pengoperasian	A	Monitor blank	1	Panel layar error	Sistem sulit untuk terbaca	3	3	2	18
5.	Servo Amplifier x Axis	1	Menguatkan sinyal kontrol dari sistem kontrol mesin CNC hingga menggerakkan motor servo x	A	Improper feed rate off x axis	1	Kesalahan dalam sistem kontrol mesin	Overheating	4	4	2	32
				B	Access moving error x axis	2	Kesalahan program CNC	Kesalahan alat dalam membaca perintah operator	3	3	2	18
6.	Servo Amplifier y Axis	1	Menguatkan sinyal kontrol dari sistem kontrol mesin CNC hingga menggerakkan motor servo y	A	Servo y error	1	Card servo y error	Servo tidak dapat berjalan	4	4	2	32
				B	Improper feed rate off y axis	2	Kesalahan dalam sistem kontrol mesin	Overheating	4	3	2	24
7.	Servo Amplifier z Axis	1	Menguatkan sinyal kontrol dari sistem kontrol mesin CNC hingga menggerakkan motor servo z	A	Access moving error z axis	1	Kesalahan program CNC	Kesalahan alat dalam membaca perintah operator	3	4	2	24
				B	Improper feed rate off y axis	2	Kesalahan dalam sistem kontrol mesin	Overheating	4	3	2	24

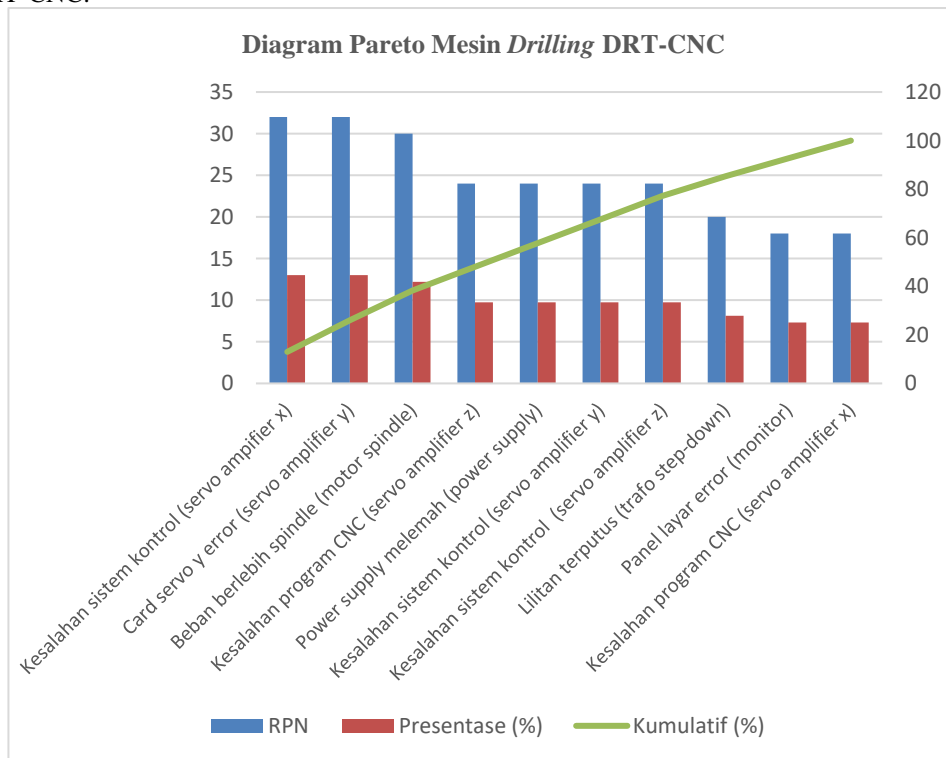
Tabel 5. diperoleh nilai RPN tertinggi adalah servo amplifier x axis dan servo amplifier y axis dengan

hasil nilai RPN 32. Nilai RPN yang telah diperoleh kemudian diurutkan dari yang tertinggi hingga yang terendah. Untuk melihat komponen kritis yang mewakili 80% dengan komponen yang mencapai 20% menggunakan diagram pareto dilakukan perhitungan persentase dan nilai kumulatif pada setiap mode kegagalan. Tabel 6. merupakan hasil perhitungan persentase RPN dan nilai kumulatif menggunakan diagram pareto:

Tabel 6. Tabel Komponen RPN Kumulatif

No.	Component	Potential Failure Mode	RPN	Presentase (%)	Kumulatif (%)
1	Servo amplifier x axis	Kesalahan sistem kontrol (servo ampifier x)	32	13,00813008	13,0081301
2	Servo amplifier y axis	Card servo y error (servo amplifier y)	32	13,00813008	26,0162602
3	Motor spindle	Beban berlebih spindle (motor spindle)	30	12,19512195	38,2113821
4	Servo amplifier z axis	Kesalahan program CNC (servo amplifier z)	24	9,756097561	47,9674797
5	Power supply	Power supply melemah (power supply)	24	9,756097561	57,7235772
6	Servo amplifier y axis	Kesalahan sistem kontrol (servo amplifier y)	24	9,756097561	67,4796748
7	Servo amplifier z axis	Kesalahan sistem kontrol (servo amplifier z)	24	9,756097561	77,2357724
8	Trafo step down	Lilitan terputus (trafo step-down)	20	8,130081301	85,3658537
9	Monitor	Panel layar error (monitor)	18	7,317073171	92,6829268
10	Servo amplifier x axis	Kesalahan program CNC (servo amplifier x)	18	7,317073171	100
Total:			246		

Berdasarkan tabel 6. diperoleh data 10 mode kegagalan komponen mesin *drilling* DRT-CNC. Hasil dari tabel 6. akan disajikan melalui diagram pareto untuk menggambarkan komponen yang termasuk dalam komponen kritis. Berikut gambar 2. yang menunjukkan daigram pareto pada kegagalan komponen yang terjadi pada mesin *drilling* DRT-CNC:



Gambar 2. Diagram Pareto Mesin *Drilling* DRT-CNC

Gambar 2. menunjukkan bahwa komponen yang memiliki nilai kritis tertinggi adalah komponen servo

amplifier x axis dengan mode kegagalan kesalahan sistem kontrol dan komponen servo amplifier y axis dengan mode kegagalan *card* servo y axis. Dalam diagram pareto mesin *drilling* DRT-CNC, setiap kegagalan ditunjukkanurut dari kiri hingga kanan dengan nilai RPN tertinggi hingga terendah sesuai perhitungan pada tabel 5. Sedangkan nilai kumulatif ditunjukkan dengan garis melintang pada diagram.

4. KESIMPULAN

Hasil yang diperoleh dari identifikasi bahaya dan penilaian risiko menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan analisis komponen kritis dengan menggunakan metode diagram pareto, terdapat 7 komponen mesin *drilling* DRT-CNC yang dilakukan analisis bentuk-bentuk kegagalan dari setiap komponen dan efek yang ditimbulkan terhadap proses kerja sebagai berikut:

- a. Berdasarkan data perusahaan, terdapat 28 komponen pada mesin *drilling* DRT-CNC yang memiliki hubungan satu dengan yang lainnya dan digambarkan dengan *Function Block Diagram* (FBD)
- b. Berdasarkan data kegagalan mesin *drilling* DRT-CNC, dari 28 komponen terdapat 7 komponen dengan 10 mode kegagalan. Kegagalan yang terjadi dapat mengganggu kinerja sistem pada mesin *drilling* DRT-CNC.
- c. Perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) pada metode FMEA diperoleh nilai tertinggi pada mode kegagalan kesalahan sistem kontrol pada komponen servo amplifier x axis dan mode kegagalan *card* servo y *error* pada komponen *servo amplifier* y axis dengan nilai hasil 32.
- d. Penentuan komponen kritis dilakukan dengan aturan 80/20 dari analisis diagram pareto menunjukkan bahwa terdapat 2 komponen kritis dengan 2 mode kegagalan. Analisis diagram pareto dilakukan sebagai informasi kepada pihak perusahaan agar dilakukan pengawasan lebih untuk komponen kritis.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Asprilla, G. (2020). Meningkatkan Kinerja Mesin Extrude Hydron Menggunakan Metode Preventive Maintenance. *JTTM : Jurnal Terapan Teknik Mesin*, 1(1), 18–24. <https://doi.org/10.37373/msn.v1i1.15>
- Auliandri, T. A., & Kurniastuti, M. (2016). Evaluasi On Time Performance Pada Maskapai Tiger Airways Rute Surabaya - Singapura Dengan Menggunakan Diagram Kontrol, Diagram Pareto, dan Diagram Sebab - Akibat. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 152(3), 28. file:///Users/andreaquez/Downloads/guia-plan-de-mejora-institucional.pdf%0Ahttp://salud.tabasco.gob.mx/content/revista%0Ahttp://www.revistaalad.com/pdfs/Guias_ALAD_11_Nov_2013.pdf%0Ahttp://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v66n3.60060.%0Ahttp://www.cenetec
- Aziz, M., & Saraswati, R. (2022). Optimalisasi Parameter Mesin CNC Milling 3 Axis terhadap Waktu Produksi dengan Menggunakan Response Surface Methodology. *Formosa Journal of Applied Sciences*, 1(4), 293–304. <https://doi.org/10.55927/fjas.v1i4.1089>
- Balaraju, J., Govinda Raj, M., & Murthy, C. S. (2019). Fuzzy-FMEA risk evaluation approach for LHD machine- A case study. *Journal of Sustainable Mining*, 18(4), 257–268. <https://doi.org/10.1016/j.jsm.2019.08.002>
- Bob Anthony, M. (2021). Analisis Penyebab Kerusakan Unit Pompa Pendingin AC dan Kompresor menggunakan Metode FMEA. *Jurnal Teknologi*, 11(1), 5–13. <https://doi.org/10.35134/jitekin.v11i1.24>
- Hasbullah, M. (2016). Strategi Penguatan Galangan Kapal Nasional Dalam Rangka Memperkuat Efektifitas Dan Efisiensi Armada Pelayaran Domestik. *Jurnal Jalasena*, 2(2), 144–153. <https://doi.org/10.51742/jalasena.v2i2.291>
- Krisnaningsih, E., Gautama, P., & Syams, M. F. K. (2021). Usulan Perbaikan Kualitas Dengan Menggunakan Metode Fta Dan Fmea. *Jurnal InTent*, 4(1), 41–54.

- Lestari, A., & Mahbubah, N. A. (2021). Analisis Defect Proses Produksi Songkok Berbasis Metode FMEA Dan FTA di Home - Industri Songkok GSA Lamongan. *Jurnal Serambi Engineering*, 6(3). <https://doi.org/10.32672/jse.v6i3.3254>
- Moubray, J. (1997). 345023218-John-Moubray-Reliability-centred-Maintenance-2-1.pdf. In *New York, Industrial Press Inc* (pp. 1–415).
- Muliana, & Hartati, R. (2022). Penentuan Komponen Kritis Mesin pada Stasiun Press Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) di PT. Surya Panen Subur 2. *Jurnal Serambi Engineering*, VII(3), 3439–3445. <https://www.ojs.serambimekkah.ac.id/jse/article/view/4418%0Ahttps://www.ojs.serambimekkah.ac.id/jse/article/download/4418/3330>
- 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*, 12(1), 13. <https://doi.org/10.22441/oe.2020.v12.i1.002>
- Putri, M. S. I. (2021). *Evaluasi Penjadwalan Perawatan Mesin Cnc-Ff Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (Rcm) Li Dengan Pendekatan* <http://repository.ppns.ac.id/3714/>
- Syahrudin. (2013). Analisis Sistem Perawatan Mesin Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Sebagai Dasar Kebijakan Perawatan yang Optimal di PLTD “X.” *Jurnal Tekhologi Terpadu*, 1(7), 42–49.
- Utami, E. A. Y., Moesriati, A., & Karnaningroem, N. (2017). Risiko Kegagalan pada Kualitas Produksi Air Minum Isi Ulang di Kecamatan Sukolilo Surabaya Menggunakan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). *Jurnal Teknik ITS*, 5(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i2.19051>
- Wibowo, T. J., Hidayatullah, T. S., & Nalhadi, A. (2021). Analisa Perawatan pada Mesin Bubut dengan Pendekatan Reliability Centered Maintenance (RCM). *Jurnal Rekayasa Industri (Jri)*, 3(2), 110–120. <https://doi.org/10.37631/jri.v3i2.485>