

## Implementasi *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan Diagram Pareto untuk Analisis Kegagalan Komponen *Continuous Casting Machine* pada Perusahaan Baja

Febta Alkarin Putri<sup>1\*</sup>, Mochamad Yusuf Santoso<sup>2</sup> dan Aulia Nadia Rachmat<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

\*E-mail: [yusuf.santoso@ppns.ac.id](mailto:yusuf.santoso@ppns.ac.id)

### Abstrak

Perusahaan baja merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang memainkan peran penting dalam perekonomian Indonesia. Dalam proses produksinya, perusahaan-perusahaan tersebut menggunakan berbagai mesin produksi, salah satunya adalah *Continuous Casting Machine* (CCM). CCM merupakan salah satu mesin terpenting dalam perusahaan baja dikarenakan mesin tersebut merupakan mesin pencetak baja yang mana sebagai penentu keberhasilan produksi baja. Dalam penggunaannya CCM seringkali mengalami kegagalan sehingga menghambat proses produksi dan menimbulkan kerugian material bagi perusahaan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk menganalisis kegagalan pada komponen CCM, mengidentifikasi mode kegagalan dan dampaknya, serta melakukan penilaian risiko menggunakan pendekatan multiplikasi *Severity, Occurrence, and Detection* (SOD). Selain itu, analisis diagram Pareto dilakukan untuk menentukan komponen penting, sehingga perusahaan dapat memprioritaskan kegiatan pemeliharaan dan meningkatkan keandalan CCM. Analisis FMEA menunjukkan bahwa dari 14 komponen utama dengan 41 subkomponen, terdapat 59 mode kegagalan. Komponen *tundish* teridentifikasi sebagai komponen dengan *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi yaitu 350, dengan modus kegagalan kebocoran *tundish*. Analisis diagram Pareto selanjutnya menyoroti 4 komponen penting, antara lain *tundish*, *roll (mold)*, *roll (roll apron)*, dan *roll press*. Wawasan yang didapat dari analisis ini diharapkan dapat memungkinkan perusahaan menjaga keandalan CCM dan memprioritaskan upaya pemeliharaan pada komponen penting yang teridentifikasi, sehingga memitigasi dampak potensi kegagalan.

**Kata Kunci:** *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), Diagram Pareto, *Continuous Casting Machine*, Perusahaan Baja, Keandalan

### Abstract

*Steel companies are one of the manufacturing companies that play an important role in the Indonesian economy. In the production process, these companies use various production machines, one of which is the Continuous Casting Machine (CCM). CCM is one of the most important machines in steel companies because it is a steel molding machine which determines the success of steel production. In its use, CCM often experiences failures that hinder the production process and cause material losses for the company. To overcome these problems, this research uses the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method to analyze failures in CCM components, identify failure modes and their impacts, and conduct risk assessments using the Severity, Occurrence, and Detection (SOD) multiplication approach. In addition, Pareto diagram analysis was conducted to determine critical components, so that the company can prioritize maintenance activities and improve CCM reliability. FMEA analysis showed that out of 14 main components with 41 subcomponents, there were 59 failure modes. The tundish component was identified as the component with the highest Risk Priority Number (RPN) of 350, with the failure mode of tundish leakage. Further Pareto diagram analysis highlighted 4 critical components, including tundish, roll (mold), roll (roll apron), and roll press. The insights gained from this analysis are expected to enable the company to maintain CCM reliability and prioritize maintenance efforts on identified critical components, thereby mitigating the impact of potential failures.*

**Keywords:** *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), Pareto Diagram, *Continuous Casting Machine*, Steel Company, Reliability

## 1. PENDAHULUAN

Perusahaan manufaktur merupakan salah satu pilar utama dalam perekonomian Indonesia. Perusahaan manufaktur merupakan perusahaan yang kegiatannya membeli bahan, mengolah atau mengerjakan bahan menjadi barang jadi, dan menjual barang jadi tersebut (Mustika et al., 2022). Salah satu perusahaan manufaktur yaitu perusahaan baja. Baja memiliki peran vital dalam pembangunan infrastruktur, transportasi, dan berbagai sektor manufaktur lainnya. Produksi perusahaan baja menghasilkan beberapa jenis baja salah satunya yaitu *billet* atau baja batangan. Dalam pelaksanaan produksinya, perusahaan baja didukung oleh beberapa mesin produksi salah satunya *Continuous Casting Machine* (CCM). CCM merupakan mesin yang digunakan dalam proses *casting* atau pencetakan baja. CCM memegang peran penting dalam proses produksi baja dikarenakan CCM merupakan penentu keberhasilan produk yang dihasilkan (Pradana, 2021).

Kegagalan komponen pada CCM dapat menyebabkan kerugian yang signifikan dalam industri baja. Dalam pelaksanaannya jika CCM mengalami kerusakan atau kegagalan akan sangat berdampak pada seluruh proses produksi yang berjalan. *Downtime* merupakan waktu suatu komponen sistem tidak dapat digunakan (tidak berada dalam kondisi yang baik), sehingga membuat fungsi sistem tidak berjalan (Sihombing, 2023). Hal ini dapat mengakibatkan pengiriman produk terhambat akibat produksi yang terhenti. Selain itu, kegagalan komponen CCM juga dapat mengakibatkan perusahaan mengalami kerugian yang besar berupa cairan terbuang bila gagal mencetak, terdapat cacat produk pada baja yang tercetak dan dapat menyebabkan kebakaran pada *asset* perusahaan hingga kerusakan pada komponen lainnya. Hal ini juga mengakibatkan biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk melakukan perbaikan juga meningkat.

Berdasarkan permasalahan diatas perlu dilakukan kajian khusus guna menekan kerusakan yang mengakibatkan angka *downtime* meningkat dan kerugian yang dialami oleh perusahaan. Salah satunya diperlukan suatu sistem perawatan atau pemeliharaan yang tepat untuk menjamin pengoprasian mesin yang optimal (Munawir et al., 2020). Menganalisis dan memahami penyebab kegagalan pada komponen CCM merupakan hal yang penting guna mengoptimalkan dan meningkatkan keandalan mesin. Dengan mengetahui akar penyebab dari kegagalan, perusahaan dapat mengembangkan strategi guna mengoptimalkan fungsi dari mesin CCM. Salah satu metode yang dapat dilakukan untuk mengidentifikasi dan mitigasi risiko kegagalan komponen pada CCM yaitu menggunakan metode FMEA dan diagram pareto.

FMEA merupakan metode analisis kegagalan yang banyak digunakan pada industri untuk melakukan identifikasi masalah dan penilaian risiko (Rizkinanda et al., 2022). FMEA merupakan metode sistematis yang digunakan untuk menganalisis, mengidentifikasi serta mitigasi risiko kegagalan yang dapat terjadi dalam suatu sistem. Pembuatan FMEA dimulai dengan mendefinisikan mode kegagalan, selanjutnya mengidentifikasi dampak dari setiap mode kegagalan yang terjadi, rekomendasi tindakan dari kegagalan yang terjadi, serta nilai RPN (Mufarikhah, 2016).

Selanjutnya, dari analisis FMEA yang telah dilakukan nantinya akan didapatkan nilai RPN yang akan digunakan dalam menentukan komponen kritis dengan bantuan diagram pareto. Diagram Pareto adalah alat yang dapat membantu mengidentifikasi dan memprioritaskan permasalahan dengan mengurutkannya berdasarkan tingkat kepentingannya (Nurjanah et al., 2024). Diagram pareto ini sebagai alat analisis statistik yang digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab utama suatu masalah berdasarkan prinsip Pareto.

Kombinasi penggunaan metode FMEA dan diagram pareto memberikan manfaat sinergis dalam analisis kegagalan. FMEA bertujuan melakukan identifikasi dan analisis mengenai mode kegagalan, penyebab dan efeknya. Sedangkan diagram pareto sendiri fokus terhadap kegagalan yang kritis. Tujuan lainnya yakni untuk menghasilkan perbaikan yang optimal dengan menggunakan sumber daya yang ada dengan cara fokus terhadap perbaikan yang menjadi prioritas (A. Rahman & Fahma, 2021). Sehingga kedua metode ini sangat efektif digunakan dalam menganalisis dan mengendalikan risiko kegagalan komponen yang terjadi.

Ditinjau dari aspek Keselamatan dan Kesehata Kerja (K3), dengan ditemukannya permasalahan pada CCM maka peneliti melakukan penelitian yang berfokus pada mesin tersebut. Penelitian akan dilakukan dengan menggunakan metode FMEA sebagai analisis kegagalan dan diagram pareto sebagai penentu komponen kritis dan prioritas perbaikan yang harus dilakukan. Hasil dari identifikasi kegagalan, penilaian risiko serta penentuan komponen kritis ini diharapkan perusahaan dapat melakukan perawatan dan perbaikan yang sesuai sehingga tidak terjadi hal yang serupa bahkan lebih besar.

## 2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode FMEA dan diagram pareto, dimana dimulai dengan membuat fungsi blok diagram alir untuk mengetahui keterkaitan fungsi antar komponen. Selanjutnya dilakukan identifikasi

mode kegagalan yang terjadi pada setiap komponen serta penilaian risiko kegagalan. Kemudian dilakukan penentuan komponen kritis menggunakan diagram pareto.

### 1) *Functional Block Diagram (FBD)*

*Functional Block Diagram (FBD)* merupakan serangkaian fungsi logika yang digunakan untuk menghubungkan suatu fungsi dengan fungsi blok lain (Adwa Metdifa Husna et al., 2023). Pendeskripsian dalam suatu sistem sangat diperlukan dalam mengetahui keterkaitan komponen dan bagaimana komponen itu bekerja sesuai fungsinya. Pembuatan FBD ini nantinya akan mempermudah dalam pengisian *FMEA*, dari seluruh komponen yang dilakukan analisis pada *FBD* nantinya akan dimasukkan kedalam *FMEA* untuk dianalisis kembali kegagalan yang mungkin dapat terjadi.

### 2) *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

*FMEA* merupakan salah satu metode untuk mengidentifikasi kegagalan komponen pada suatu mesin. Sedangkan menurut Rizani (2021), *Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)* merupakan suatu metode yang bertujuan untuk mengevaluasi desain sistem dengan mempertimbangkan bermacam-macam jenis kegagalan dari sistem yang terdiri dari komponen-komponen, khusus dari sistem yang kritis dapat dinilai dan diberi tindakan yang diperlukan untuk memperbaiki desain dan mengeliminasi atau mereduksi probabilitas dari metode-metode kegagalan yang kritis. Metode *FMEA* dilakukan untuk mengetahui batasan sistem, fungsi utama sistem, mode operasi sistem, mekanisme kegagalan, dan efek yang ditimbulkan dari sebuah kegagalan (M. A. Rahman et al., 2018). Menurut Moubray (1997), tahap pengisian *FMEA* adalah sebagai berikut:

1. Menentukan sistem beserta sub sistem dari peralatan
2. Memilih komponen dalam sistem yang ada pada peralatan
3. Mendeskripsikan fungsi dari masing-masing komponen
4. Menentukan *functional failure* dari masing-masing komponen
5. Melakukan identifikasi *failure mode* dari masing-masing komponen
6. Menentukan efek dari setiap *failure mode*
7. Pemberian nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* masing-masing komponen.

### 3) *Risk Priority Number (RPN)*

Setelah dilakukan analisis kegagalan komponen menggunakan *FMEA*, dilakukan perhitungan *Risk Priority Number (RPN)* untuk menentukan nilai prioritas dari suatu kegagalan. Metode ini menggunakan probabilitas deteksi dan kejadian serta kriteria tingkat keparahan untuk mengembangkan nomor prioritas risiko (*RPN*) untuk menentukan peringkat pertimbangan tindakan perbaikan (Sourabh & Belokar, 2017). Menurut Anthony (2021), risiko kegagalan dikategorikan kedalam 3 faktor yaitu *severity*, *occurrence* dan *detection*.

1. Tingkat keparahan (*severity*)

*Severity* merupakan penilaian terhadap keseriusan dari efek yang ditimbulkan. Dalam arti setiap kegagalan yang timbul akan dinilai seberapa besar tingkat keseriusannya.

**Tabel 1.** Kategori Tingkat Keparahannya (*Severity*)

<b>Rank</b>	<b>Effect</b>	<b>Keterangan</b>
10	<i>Hazard</i>	Potensi dalam mempengaruhi keselamatan atau lingkungan, kegagalan akan terjadi dengan tidak adanya peringatan dan menyebabkan kecelakaan kerja
9	<i>Hazard</i>	Potensi dalam mempengaruhi keselamatan atau lingkungan, kegagalan akan terjadi dengan adanya peringatan dan menyebabkan kecelakaan kerja
8	<i>Very High</i>	Gangguan pada alat yang tinggi dan kompleks, semua fungsi alat tidak bisa digunakan, waktu untuk memperbaiki alat lama dan membutuhkan bantuan dari pihak luar (160 jam lebih)
7	<i>High</i>	Gangguan pada alat tinggi, waktu untuk memperbaiki alat lama dan memerlukan bantuan dari pihak luar (144 jam)
6	<i>Moderate to high</i>	100% komponen memerlukan perbaikan (120 jam)
5	<i>Moderate</i>	Cukup ada gangguan pada fungsi alat, perlu perbaikan pada beberapa bagian dari alat sehingga membutuhkan waktu tunggu (72 jam)
4	<i>Low to moderate</i>	Cukup ada gangguan pada fungsi alat, perlu perbaikan pada beberapa bagian dari alat sehingga membutuhkan waktu tunggu (48 jam)
3	<i>Low</i>	Ada kegagalan kecil pada fungsi alat, perbaikan terhadap kerusakan dapat dilakukan selama waktu tunggu (10 jam)
2	<i>Very low</i>	Ada kegagalan kecil pada fungsi alat, perbaikan terhadap kerusakan dapat dilakukan selama waktu tunggu (6 jam)

Rank	Effect	Keterangan
1	None	Ada kegagalan kecil pada fungsi alat, perbaikan terhadap kerusakan dapat dilakukan selama waktu tunggu (1 jam)

Sumber: Perusahaan Manufaktur Baja, 2021

2. Frekuensi kegagalan yang terjadi (*occurrence*)

Tingkat kejadian merupakan kemungkinan bahwa penyebab tersebut akan terjadi dan menghasilkan bentuk kegagalan selama masa penggunaan produk. *Occurrence* merupakan nilai rating yang disesuaikan dengan frekuensi yang diperkirakan dan atau angka kumulatif dari kegagalan yang dapat terjadi.

**Tabel 2.** Kategori Tingkat Kemungkinan (*Occurrence*)

Rank	Failure Rate	Keterangan
10	Setiap hari	Sangat tinggi
9	1 minggu sekali	Sangat tinggi
8	2 minggu sekali	Tinggi
7	1 bulan sekali	Cukup tinggi
6	3-4 bulan sekali	Medium
5	6 bulan sekali	Rendah
4	1 tahun sekali	Sangat rendah
3	2 tahun sekali	Langka
2	3-4 tahun sekali	Sangat langka
1	Lebih dari 5 tahun	Hampir tidak pernah

Sumber: Perusahaan Manufaktur Baja, 2021

3. Kemungkinan kegagalan untuk terdeteksi sebelum kejadian (*detection*)

*Detection* adalah pengukuran terhadap kemampuan mengendalikan atau mengontrol kegagalan yang dapat terjadi.

**Tabel 3.** Kategori Tingkat Kemungkinan Kegagalan Terdeteksi (*Detection*) ()

Rank	Possible Failure Detected	Keterangan
10	Hampir mustahil	Tidak ada kendali untuk mendeteksi potensi kegagalan
9	Sangat kecil	Terdapat sangat sedikit kendali untuk mendeteksi potensi kegagalan
8	Kecil	Terdapat sedikit terdapat kendali untuk mendeteksi potensi kegagalan
7	Sangat rendah	Terdapat kendali tetapi sangat rendah kemampuannya untuk mendeteksi potensi kegagalan
6	Rendah	Terdapat kendali tetapi rendah kemampuannya untuk mendeteksi potensi kegagalan
5	Sedang	Terdapat kendali yang memiliki kemampuan sedang/cukup untuk mendeteksi potensi kegagalan
4	Agak tinggi	Terdapat kendali yang memiliki kemampuan sedang cenderung tinggi untuk mendeteksi potensi kegagalan
3	Tinggi	Terdapat kendali yang memiliki kemampuan tinggi untuk mendeteksi potensi kegagalan
2	Sangat tinggi	Terdapat kendali yang memiliki kemampuan sangat tinggi untuk mendeteksi potensi kegagalan
1	Hampir pasti	Kendali hampir pasti dapat mendeteksi potensi kegagalan

Sumber: Aljioyo dkk., 2020

*RPN* merupakan hubungan antara tiga buah variabel yaitu *Severity* (Keparahan), *Occurrence* (Frekuensi Kejadian), dan *Detection* (Deteksi Kegagalan) yang menunjukkan tingkat resiko yang mengarah pada tindakan perbaikan (Simanungkalit et al., 2023). *Risk Priority Number* ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$RPN = Severity \times Occurance \times Detection$$

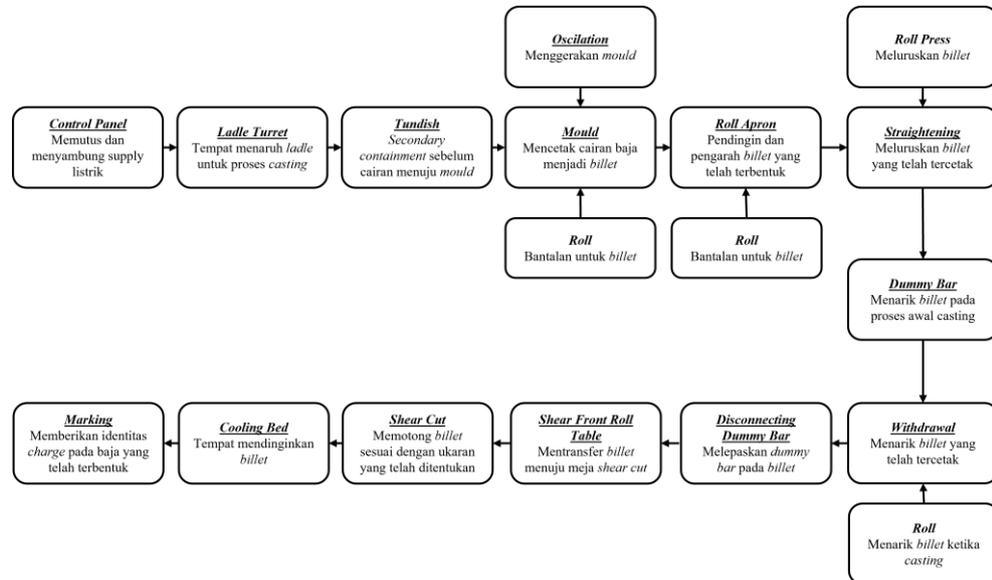
4) **Diagram Pareto**

Setelah didapatkan nilai *RPN* maka dilakukan penentuan komponen kritis menggunakan diagram pareto. Diagram pareto merupakan diagram yang digunakan untuk menentukan suatu prioritas kategori kejadian, sehingga dapat diketahui nilai yang paling dominan dilakukan dengan melihat nilai kumulatifnya (Saputra & Santoso, 2021). Prinsip diagram pareto yaitu aturan 80/20 menyatakan bahwa 80% efek kejadian berasal dari 20% penyebab, dengan kata lain penyebab kecil dapat berdampak besar (Sungkana et al., 2023).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Functional Block Diagram (FBD)

Berdasarkan data komponen CCM dari perusahaan baja dapat diketahui bahwa terdapat 14 komponen utama dan terdiri dari beberapa sub komponennya. Dari data komponen tersebut selanjutnya dilakukan pembuatan *Functional Block Diagram* (FBD). Tujuan dari pembuatan FBD yaitu untuk menunjukkan proses kerja antar fungsi komponen CCM.



Gambar 1. Functional Block Diagram Continuous Casting Machine

Berdasarkan Gambar 1. dapat diketahui bahwa *functional block diagram* pada komponen CCM menunjukkan keterkaitan fungsi antar komponen yang mana menyebabkan CCM dapat bergerak. Berjalannya CCM dimulai dari dikendalikannya sistem pada *control panel* sebagai pemutus dan penyampung *supply* listrik untuk mengaktifkan sistem pada CCM. Selanjutnya cairan baja pada *ladle* yang telah diproses pada mesin selanjutnya akan ditaruh pada *ladle turret*. Cairan pada *ladle* akan ditampung pada *tundish* yang selanjutnya akan dicetak oleh *mould* pada *mould* terdapat sub komponen *roll* yang berfungsi sebagai bantalan *billet*. Pada proses pencetakan pada *mould* ada peran *oscilation* sebagai penggerak *mould* agar cairan tidak menggumpal. Selanjutnya, *billet* akan melakukan proses pendinginan dan pengarahan ke proses selanjutnya oleh *roll apron* yang mana terdapat *roll* sebagai bantalan untuk *billet*. Setelah itu, *billet* akan mengalami proses pelurusan pada *straightening* dan dibantu oleh *dummy bar* untuk ditarik. Setelah *billet* tercetak akan ditarik oleh *withdrawal*. Setelah itu, *disconnecting dummy bar* akan melakukan pelepasan *dummy bar* pada *billet* dan selanjutnya *billet* akan ditransfer oleh *shear front table roll* menuju proses pemotongan. Proses pemotongan dilakukan oleh *shear cut* dan setelah dipotong *billet* akan didinginkan secara alami dengan udara pada *cooling bed*. Setelah didinginkan akan dilakukan proses *marking* guna memberikan identitas pada *billet* yang telah tercetak.

#### Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Setelah menggambarkan aliran fungsi pada seluruh komponen menggunakan FBD, selanjutnya dilakukan pembuatan FMEA. Pembuatan FMEA dilakukan guna mengidentifikasi kegagalan pada komponen serta dampak yang dihasilkan dari kegagalan tersebut. Dalam *worksheet* FMEA ini nantinya akan dilakukan penentuan *functional failure* (kegagalan fungsi), *failure mode* (jenis kegagalan) dan *failure effect* (akibat/efek kegagalan).

Berdasarkan analisis dan diskusi dengan *expert judgement* dapat diketahui bahwa dari 14 komponen utama dan 41 sub komponen terdapat 59 bentuk mode kegagalan (*failure modes*). Dari 59 bentuk kegagalan, berdasarkan tabel 4. dapat diketahui bahwa bentuk kegagalan dengan 5 nilai RPN tertinggi yaitu pada komponen *tundish*, *roll mould*, *roll (roll apron)*, *roll press* dan *roll (withdrawal)*. Nilai RPN tertinggi terdapat pada komponen *tundish* sebesar 350 dengan bentuk kegagalan *tundish* bocor sehingga menyebabkan tidak dapat *casting*.

**Tabel 4.** Hasil FMEA dengan 5 Nilai RPN Tertinggi.

System : Continuous Casting Machine						Date : Juni 2024			
Sub System : Komponen Continuous Casting Machine									
No	Equipment	Function	Functional Failure	Failure Mode	Failure Effect	S	O	D	RPN
1.	Tundish	Secondary containment untuk menampung cairan sebelum dicetak	Tidak dapat menampung cairan	Tundish bocor	Tidak dapat casting	7	5	10	350
2.	Roll (mould)	Menjadi bantalan untuk billet	Billet tidak berjalan	Roll aus	Proses casting terhenti	8	4	9	288
3.	Roll (roll apron)	Menjadi bantalan untuk billet	Billet tidak berjalan	Roll aus	Proses casting terhenti	8	4	9	288
4.	Roll press	Untuk meluruskan billet	Billet yang keluar dari roll apron tidak tertarik	Roll aus	Proses casting terhenti	8	4	9	288
5.	Roll (withdrawal)	Menarik billet ketika casting	Billet tidak berjalan	Roll aus	Penarikan billet mengalami pelambatan	8	4	9	288

**Diagram Pareto**

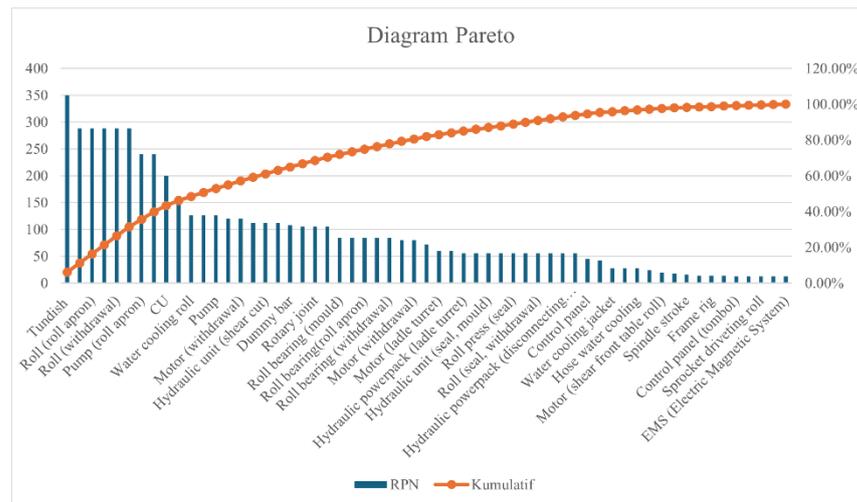
Setelah dilakukan analisis menggunakan FMEA dan didapatkan nilai RPN, selanjutnya dilakukan penentuan komponen kritis menggunakan bantuan diagram pareto. Untuk membuat diagram pareto dilakukan dengan mengurutkan nilai RPN lalu dihitung persentase dan persentase kumulatifnya.

**Tabel 5.** Persentase Kumulatif RPN

Equipment	Failure Mode	RPN	Persentase	Persentase Kumulatif
Tundish	Tundish bocor	350	6.10%	6.10%
Roll (mould)	Roll aus	288	5.02%	11.11%
Roll (roll apron)	Roll aus	288	5.02%	16.13%
Roll press	Roll aus	288	5.02%	21.14%
Roll (withdrawal)	Roll aus	288	5.02%	26.16%
Roll (shear front table roll)	Roll aus	288	5.02%	31.17%
Pump (roll apron)	Kebocoran seal pump	240	4.22%	35.66%
Pump (straightening)	Bearing aus	240	4.22%	39.88%
CU	CU abrasi	200	3.51%	43.39%
Shear	Shear patah	162	2.85%	46.24%
Water Cooling Roll	Tersumbat	126	2.21%	48.45%
Spray roll	Spray roll tersumbat	126	2.21%	50.67%
Pump	Impeller aus	126	2.21%	52.88%
Motor (swing arm)	motor aus	120	2.11%	54.99%
Motor (withdrawal)	poros motor aus	120	2.11%	57.10%
Hydraulic unit (straightening)	Seal hydraulic rusak	112	1.97%	59.07%
Hydraulic unit (shear cut)	Seal hydraulic rusak	112	1.97%	61.03%
Rig	Rig aus	112	1.97%	63.00%
Dummy bar	Pen link aus	108	1.90%	64.90%
Spray billet	Spray tersumbat	105	1.84%	66.74%
Rotary joint	Rotary joint aus	105	1.84%	68.59%
Spray shear	Flexible hose spray rusak	105	1.84%	70.43%
Roll bearing (mould)	Bearing berkarat	84	1.48%	71.91%
Gearbox	Bearing aus	84	1.48%	73.38%
Roll bearing (roll apron)	Bearing aus	84	1.48%	74.86%
Roll press (bearing)	Bearing berkarat	84	1.48%	76.34%
Roll bearing (withdrawal)	Bearing aus	84	1.48%	77.81%
Chain (withdrawal)	Chain rantas	80	1.41%	79.22%
Motor (withdrawal)	Motor overheat	80	1.41%	80.62%
Hydraulic unit (mould)	Tekanan hydraulic rendah	72	1.26%	81.89%

Equipment	Failure Mode	RPN	Persentase	Persentase Kumulatif
Motor (ladLe turret)	Kumpulan tembaga terbakar	60	1.05%	82.94%
Chain (shear front table)	Chain putus	60	1.05%	84.00%
Hydraulic powerpack (ladle turret)	Seal bocor	56	0.98%	84.98%
Roll seal (mould)	Seal bearing bocor	56	0.98%	85.96%
Hydraulic unit (seal, mould)	Seal bocor	56	0.98%	86.95%
Roll (seal, roll apron)	Seal bearing bocor	56	0.98%	87.93%
Roll press (seal)	Seal bocor	56	0.98%	88.91%
Hose water cooling	Kebocoran hose	56	0.98%	89.90%
Roll (seal, withdrawal)	Seal bearing bocor	56	0.98%	90.88%
Cylinder hydraulic lifting roll upper	Seal aus	56	0.98%	91.87%
Hydraulic powerpack (disconnecting dummy bar)	Pipa oli hydraulic bocor	56	0.98%	92.85%
Hydraulic unit (cooling bed)	Cylinder aus	56	0.98%	93.83%
Control panel	Konsleting	45	0.79%	94.62%
Hydraulic powerpack (ladle turret)	Hydraulic locking rusak	42	0.74%	95.36%
Water cooling jacket	Jacket korosi	28	0.49%	95.85%
Spray billet	Nozzle spray tidak berfungsi	28	0.49%	96.35%
Hose water cooling	Hose tersumbat	28	0.49%	96.84%
Modul head	Head marking rusak	24	0.42%	97.26%
Motor (shear front table roll)	Bearing macet	20	0.35%	97.61%
Pump (marking)	Pump tidak berfungsi	18	0.32%	97.93%
Spindle stroke	Spindle aus	16	0.28%	98.21%
Cover heat resistance	Cover heat resistance rusak	14	0.25%	98.45%
Frame rig	Frame rig rusak	14	0.25%	98.70%
Spray nozzle	Nozzle tersumbat	14	0.25%	98.95%
Control panel (tombol)	Tombol rusak	12	0.21%	99.16%
Swing arm	Swing arm aus	12	0.21%	99.37%
Sprocket driveting roll	Sprocket aus	12	0.21%	99.58%
Sprocket (shear front table roll)	Sprocket aus	12	0.21%	99.79%
EMS (Electric Magnetic System)	Kabel EMS putus	12	0.21%	100.00%

Berdasarkan Tabel 5. dapat diketahui bahwa komponen yang masuk kedalam kategori 20% kegagalan yang mewakili 80% lainnya adalah komponen *tundish*, *roll* pada *mould* dan *roll apron* serta *roll press*. Selanjutnya penggambaran diagram pareto dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Pareto Failure Modes Continuous Casting Machine

Berdasarkan Gambar 2. dapat diketahui bahwa komponen yang mencapai 20% pertama yaitu komponen *tundish* dengan nilai persentase kumulatif 6.10%, *roll (mould)* 11.11%, *roll (roll apron)* 16.13% dan *roll press* 21.14%. Dari 41 sub komponen dan 58 bentuk kegagalan, komponen yang masuk kedalam kategori kritis adalah keempat komponen tersebut. Jadi diharapkan perusahaan memberikan prioritas perawatan terhadap keempat subkomponen tersebut agar mencegah kegagalan yang lebih besar

dan berdampak pada komponen lain.

#### 4. KESIMPULAN

Hasil identifikasi kegagalan komponen pada CCM dapat diketahui bahwa terdapat 14 komponen utama dengan 41 komponen dan 59 bentuk mode kegagalan yang dapat terjadi. Hasil dari penilaian risiko didapatkan bahwa komponen *tundish* memiliki nilai RPN tertinggi sebesar 350 dengan mode kegagalan *tundish* bocor. Setelah dilakukan identifikasi kegagalan dan didapatkan nilai RPN, selanjutnya dilakukan pembuatan diagram pareto yang mana komponen dengan persentase 20% kegagalan yang mewakili 80% yaitu pada komponen *tundish*, *roll (mould)*, *roll (roll apron)* dan *roll press*. Dari keempat komponen kritis tersebut diharapkan perusahaan melakukan prioritas perawatan agar kegagalan tidak terjadi yang mana menyebabkan kerugian besar bahkan berdampak pada kegagalan komponen lainnya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adwa Metdifa Husna, V., Asa Utari, D., & Rachmat, A. N. (2023). Analisis Kegagalan Komponen Overhead Crane dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). *Proceeding of the 7th Conference on Design and Manufacture Engineering and Its Application*, 07.
- Alijoyo, A., Wijaya, B., & Jacob, I. (2020). Failure Mode Effect Analysis Analisis Modus Kegagalan dan Dampak. In *Center for Risk Management & Sustainability*. [www.lspmks.co.id](http://www.lspmks.co.id)
- Anthony, M. B. (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>
- Moubray, J. (1997). *Reliability-Centered Maintenance II* (Second). Industrial Press.
- Mufarikhah, N. (2016). Studi Implementasi RCM Untuk Peningkatan Produktivitas Dok Apung (Studi Kasus: PT. Dok dan Perkapalan Surabaya). *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), 136–141. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i2.17032>
- Munawir, H., Ulfa, R. M., & Djunaidi, M. (2020). Analisa Risiko Kegagalan Terhadap Downtime pada Line Crank Case Menggunakan Metode Failure Mode Effect Analysis. *Prosiding IENACO*, 149–156.
- Mustika, I., Khadijah, K., & Noviawati, E. (2022). Evaluasi Sistem Akuntansi Pembelian Bahan Baku Pada Pt. Lkd Multi Industri. *Jurnal Cafeteria*, 3(2), 1–9. <https://doi.org/10.51742/akuntansi.v3i2.608>
- Nurjanah, D. A., Kusminah, I. L., Rachmat, A. N., & Nabella, N. (2024). Analisis Penentuan Komponen Kritis Small Excavator Menggunakan Metode FMEA dan Diagram Pareto. *Journal of Safety, Health, and Environmental Engineering*, 1(1), 7–15. <https://doi.org/10.33863/jshee.v1i1.19>
- Perusahaan Manufaktur Baja. (2021). *Kategori Tingkat Kemungkinan (Occurrence)*.
- Perusahaan Manufaktur Baja. (2021). *Kategori Tingkat Keparahan (Severity)*.
- Pradana, A. F. (2021). *Penentuan Prioritas Perawatan pada Continuous Casting Machine Menggunakan FMEA dan TOPSIS*.
- Rahman, A., & Fahma, F. (2021). Penggunaan Metode FMECA (Failure Modes Effects Criticality Analysis) dalam Identifikasi Titik Kritis di Industri Kemasan. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 31(1), 110–119. <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2021.31.1.110>
- Rahman, M. A., Sandora, R., & Rachmat, A. N. (2018). Perencanaan Kegiatan Perawatan Menggunakan RCM II dengan Mengaplikasikan FMECA dan Pendekatan BCA. *Proceeding 2nd Conference On Safety Engineering*, 2581, 183–188.
- Rizani, M. K. (2021). Analisis Preventive Maintenance Mesin Extrusion dengan Metode Reliability Centered Maintenance II (RCM II). *JISO: Journal of Industrial and Systems Optimization*, 4(1), 20–29. <https://doi.org/10.51804/jiso.v4i1.20-29>
- Rizkinanda, S., Rosyadah, B. M., & Setiawan, P. A. (2022). Penilaian Risiko pada Mixing System Batching Plant di Perusahaan Manufaktur Beton Pracetak Menggunakan Metode FMEA. *6th Proceeding Conference On Safety Engineering and It's Application*, 2581, 260–266.
- Saputra, R., & Santoso, D. T. (2021). Analisis Kegagalan Proses Produksi Plastik pada Mesin Cutting di PT. PKF dengan Pendekatan Failure Mode and Effect Analysis dan Diagram Pareto. *Barometer*, 6(1), 322–327.

- Sihombing, G. (2023). Analisis Penentuan Target Objektif Pemeliharaan Mesin Berdasarkan Kriteria Downtime. *IMTechno: Journal of Industrial Management and Technology*, 4(2), 78–83. <https://doi.org/10.31294/imtechno.v4i2.1950>
- Simanungkalit, R. M., Suliawati, & Hernawati, T. (2023). Analisis Penerapan Sistem Perawatan dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance ( RCM ) pada Cement Mill Type Tube Mill di PT Cemindo Gemilang Medan. *Blend Sains Jurnal Teknik*, 2(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.56211/blendsains.v2i1.199>
- Sourabh, R., & Belokar, R. M. (2017). Quality Improvement Using FMEA : A Short Review. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 4(6), 263–267.
- Sungkana, S. R. K., Ratnaningsih, A., & Soetjipto, J. W. (2023). Analisis Faktor Penyebab Keterlambatan Pelaksanaan Pondasi Bore Pile Menggunakan Metode Fault Tree Analysis. *Buletin of Civil Engineering*, 3(1), 25–30.