

# Analisis Efisiensi Sumber Daya melalui Integrasi ORE dan FMEA: Studi di Industri Es Balok

Rahmad Wisnu Wardana<sup>1</sup>, Machmud Effendy<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Profesi Insinyur, Universitas Muhammadiyah Malang, Jl. Raya Tlogomas 246 Malang

Kontak Person:

Rahmad Wisnu Wardana

Jl. Raya Tlogomas 246 Malang

E-mail: Rahmadwisnu78@umm.ac.id

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi operasional di industri es balok melalui integrasi metode *Overall Resource Effectiveness (ORE)* dan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. Latar belakang penelitian ini adalah tantangan teknis yang signifikan, seperti *overheat* dan *downtime* mesin *Mycom Ammonia Compressor*, yang menyebabkan kerugian produktivitas hingga 144 jam per tahun. Penelitian dilakukan melalui pendekatan sistematis yang mencakup survei lapangan, analisis efektivitas sumber daya menggunakan ORE, identifikasi penyebab masalah menggunakan *fishbone diagram*, dan penentuan prioritas perbaikan melalui FMEA. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai rata-rata ORE hanya mencapai 51,92%, yang tergolong rendah berdasarkan standar *Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM)*. Faktor utama penyebab rendahnya nilai ORE meliputi usia mesin tua, mesin macet, dan kurangnya pengecekan berkala. Solusi yang diusulkan mencakup penerapan perawatan otonom, perbaikan berkelanjutan, dan penjadwalan pemeliharaan berbasis tingkat kekritisan. Implementasi strategi ini diharapkan dapat mengurangi *downtime* yang ada, meningkatkan keandalan sistem, dan memenuhi standar efisiensi yang lebih tinggi. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam mengintegrasikan pendekatan ORE dan FMEA sebagai metode inovatif untuk meningkatkan daya saing industri.

**Kata kunci:** Efisiensi Sumber Daya, ORE, FMEA, Pemeliharaan Mesin, Industri Es Balok

## 1. PENDAHULUAN

Proses pemompaan merupakan elemen kunci dalam keberlangsungan operasi industri manufaktur, termasuk di PT. Moya Kasri Wira, Jawa Timur, yang memproduksi es balok dengan kapasitas harian sebesar 1.600 balok. Namun, permasalahan teknis seperti *overheat*, penyumbatan, dan kerusakan suku cadang pada *Mycom Ammonia Compressor* telah menjadi tantangan utama, menyebabkan *downtime* rata-rata mencapai 144 jam per tahun. Kondisi ini tidak hanya mengurangi produktivitas, tetapi juga berdampak signifikan pada efisiensi biaya operasional dan keberlanjutan perusahaan. Pendekatan pemeliharaan konvensional yang diterapkan selama ini terbukti tidak mampu memberikan solusi yang komprehensif untuk mengurangi *downtime* secara substansial [1], [2].

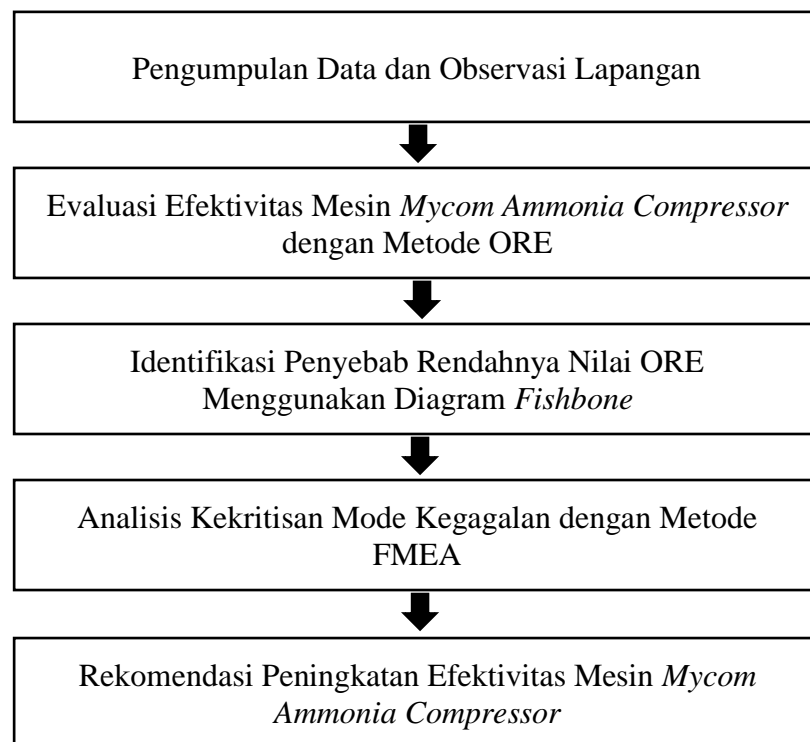
Untuk mengatasi tantangan ini, penerapan pendekatan *Overall Resource Effectiveness (ORE)* dapat menjadi solusi strategis. Konsep ini memperluas cakupan analisis dari *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* dengan memasukkan elemen tenaga kerja dan material, sehingga memberikan evaluasi yang lebih komprehensif terhadap efektivitas sumber daya [3], [4]. Di sisi lain, pendekatan *Failure Mode Effect Analysis (FMEA)* digunakan untuk mengidentifikasi mode kegagalan utama dengan menganalisis keparahan (*severity*), frekuensi kejadian (*occurrence*), dan deteksi (*detection*), sehingga fokus dapat diarahkan pada perbaikan area kritis yang memiliki dampak terbesar terhadap efisiensi operasi [5], [6].

Integrasi ORE dan FMEA telah menunjukkan hasil yang signifikan di berbagai sektor. Studi menunjukkan bahwa kombinasi ini mampu meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi *downtime* hingga 30%, serta meningkatkan keandalan sistem dengan menurunkan angka risiko prioritas (*Risk Priority Number, RPN*) [7], [8], [9]. Sebagai bagian dari strategi *Total Productive Maintenance (TPM)*, pendekatan ini menekankan pentingnya keterlibatan aktif seluruh sumber daya manusia. Studi di industri manufaktur menunjukkan bahwa TPM, jika digabungkan dengan analisis prediktif seperti data-driven FMEA, dapat meningkatkan akurasi prediksi kegagalan hingga 95%, sehingga mengurangi kerugian finansial yang diakibatkan oleh *downtime* tak terencana [2], [10]. Dengan penerapan yang tepat, integrasi ORE dan FMEA menawarkan pendekatan inovatif untuk meningkatkan produktivitas, efisiensi

sumber daya, dan daya saing perusahaan dalam menghadapi tantangan industri yang semakin dinamis [11].

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan melalui lima tahap sistematis, sebagaimana digambarkan dalam Gambar 1. Langkah awal mencakup survei lapangan dengan metode observasi untuk mengidentifikasi permasalahan yang dialami mesin *Mycom Ammonia Compressor*. Data historis yang relevan juga dihimpun untuk mendukung proses analisis mendalam. Data yang dikumpulkan meliputi informasi mengenai waktu total operasi, waktu henti yang direncanakan (*planned downtime*), waktu henti fasilitas (*facility downtime*), waktu pengaturan dan penyesuaian (*setup and adjustment time*), kekurangan material, tingkat kehadiran tenaga kerja, jumlah produksi, serta jumlah produk cacat. Data ini menjadi dasar untuk analisis selanjutnya.



Gambar 1 Flowchart Penelitian

Pada tahap kedua, efektivitas mesin *Mycom Ammonia Compressor* dianalisis dengan pendekatan *Overall Resource Effectiveness* (ORE). Pendekatan ORE dipilih karena kemampuannya mengevaluasi kinerja sumber daya secara menyeluruh berdasarkan tujuh indikator utama. Setiap indikator dihitung menggunakan formula spesifik yang mengacu pada standar *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) untuk memastikan keakuratan hasil [12], [13].

### 1) *Readiness* (R)

*Readiness* merupakan ukuran tingkat kesiapan sistem untuk operasi, yang dihitung dari rasio waktu produksi terencana terhadap total waktu yang tersedia. Hal ini melibatkan *planned downtime*, termasuk kegiatan seperti pembersihan, pemeriksaan mesin, pelumasan, pengencangan, rapat, audit, dan pelatihan operator [14].

$$\text{Planned production time} : (\text{Total time (menit)} - \text{Planned downtime (menit)}) \quad (1)$$

$$\text{Readiness (\%)} = \left( \frac{\text{Planned production time (menit)}}{\text{Total time (menit)}} \right) \times 100\% \quad (2)$$

### 2) *Availability of Facility* (Af)

*Availability of Facility* adalah faktor yang berhubungan dengan total waktu ketika sistem tidak beroperasi akibat downtime pada fasilitas. Faktor ini mencerminkan rasio antara *loading time* dan *planned production time*. *Downtime* fasilitas mencakup waktu henti pada mesin dan komponennya, ketidakterediaan peralatan, serta alat ukur, instrumen, dan alat uji yang berkaitan dengan fasilitas [14].

$$\text{Loading time} : \text{Planned production time (menit)} - \text{Facilities downtime (menit)} \quad (3)$$

$$\text{Availability of Facility (\%)} = \left( \frac{\text{Loading time (menit)}}{\text{Planned production time (menit)}} \right) \times 100\% \quad (4)$$

### 3) *Changeover Efficiency (C)*

*Changeover Efficiency* adalah total waktu ketika sistem tidak beroperasi akibat proses *setup* dan penyesuaian. Faktor ini berkaitan dengan rasio antara *operation time* dan *loading time*. Proses setup dan penyesuaian mencakup waktu penggantian peralatan serta penyesuaian yang dilakukan setelah penggantian tersebut [14].

$$\text{Operation time} : (\text{loading time (menit)} - \text{setup dan adjustment (menit)}) \quad (5)$$

$$\text{Changeover Efficiency (\%)} = \left( \frac{\text{Operation time (menit)}}{\text{Loading time (menit)}} \right) \times 100\% \quad (6)$$

### 4) *Availability of Material (Am)*

*Availability of Material* adalah ukuran yang didasarkan pada ketersediaan bahan baku, komponen, atau *sub-assembly* yang tidak tersedia saat sistem beroperasi. Faktor ini berkaitan dengan rasio total waktu sistem tidak beroperasi akibat kekurangan bahan, yang merupakan perbandingan antara *running time* dan *operation time*. *Material shortages* mencakup waktu henti sistem yang disebabkan oleh ketidakterediaan bahan mentah atau bahan habis pakai [14].

$$\text{Running time} : (\text{operation time (menit)} - \text{Material shortages (menit)}) \quad (7)$$

$$\text{Availability of Material (\%)} = \left( \frac{\text{Running time (menit)}}{\text{Operation time (menit)}} \right) \times 100\% \quad (8)$$

### 5) *Availability of Manpower (Amp)*

*Availability of Manpower* adalah kondisi di mana tidak ada operator atau tenaga kerja yang tersedia, sehingga sistem tidak dapat beroperasi selama periode tertentu. Faktor ini berkaitan dengan rasio antara *actual running time* dan *running time*. *Manpower absence time* mencakup waktu yang hilang akibat izin, absensi, *resign*, diskusi dengan supervisor, atau kebutuhan perawatan medis [14].

$$\text{Actual Running Time} : \text{Running time (menit)} - \text{Manpower absence time (menit)} \quad (9)$$

$$\text{Availability of Manpower (\%)} = \left( \frac{\text{Actual Running Time (menit)}}{\text{Running time (menit)}} \right) \times 100\% \quad (10)$$

### 6) *Performance Efficiency (P)*

*Performance Efficiency* adalah pengukuran total waktu yang digunakan operator secara efisien selama proses produksi dibandingkan dengan *actual running time*. *Performance Efficiency* dihitung sebagai rasio antara *earned time* (waktu yang diperoleh) dengan *actual running time*. *Earned time* diperoleh dari perkalian waktu siklus per unit dengan jumlah produksi [14].

$$\text{Earned time} : (\text{Cycle time (menit)} \times \text{Jumlah produksi (unit)}) \quad (11)$$

$$\text{Performance Efficiency (\%)} = \left( \frac{\text{Earned time (menit)}}{\text{Actual Running Time (menit)}} \right) \times 100\% \quad (12)$$

### 7) *Quality Rate (Q)*

*Quality Rate* adalah tingkat kualitas produk yang dihasilkan oleh sistem, yang dihitung sebagai rasio antara *quality of parts accepted* dan *quality of parts produced*. Kuantitas yang diterima dihitung dengan mengurangi jumlah produksi dengan kuantitas yang ditolak atau cacat (*defect*) [14].

*Quality of parts accepted* : (Jumlah produksi (unit) – kuantitas yang ditolak (unit)). (13)

$$Quality Rate (\%) = \left( \frac{Quality\ of\ parts\ accepted\ (unit)}{quality\ of\ parts\ product\ (unit)} \right) \times 100\% \quad (14)$$

#### 8) Rumus *Overall Resource Effectiveness*

Dalam perhitungan untuk mendapatkan nilai ORE, digunakan rumus sebagai berikut :

$$ORE (\%) = R (\%) \times Af (\%) \times C (\%) \times Am (\%) \times Amp (\%) \times P (\%) \times Q (\%) \quad (15)$$

Selanjutnya, nilai ORE akan dibandingkan dengan standar yang ditetapkan oleh *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM). Jika nilai ORE berada di bawah 60%, hal ini menunjukkan bahwa proses produksi masih memerlukan perbaikan. Oleh karena itu, perlu dilakukan identifikasi faktor-faktor penyebab rendahnya efektivitas.

Tahap Ketiga adalah identifikasi faktor penyebab. Pada tahap ini, faktor-faktor yang menyebabkan rendahnya efektivitas mesin *Mycom Ammonia Compressor* diidentifikasi menggunakan *fishbone diagram*. Pendekatan ini memiliki kelebihan dalam menganalisis kondisi aktual serta mengungkap keterkaitan antara berbagai faktor penyebab dengan masalah yang muncul [15]. Proses ini melibatkan sesi brainstorming dengan pihak perusahaan untuk menentukan akar permasalahan yang memengaruhi efektivitas mesin hammer milling. Dalam penyusunan *fishbone diagram*, enam faktor utama dipertimbangkan, yaitu: Mesin, Metode, Material, Manusia, Pengukuran, Lingkungan

Tahap Keempat adalah penentuan tingkat kekritisan mode kegagalan menggunakan FMEA. Pada tahap ini, tingkat kekritisan mode kegagalan ditentukan dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA). Mode kegagalan diperoleh dari penyebab utama yang telah diidentifikasi melalui fishbone diagram. Setiap akar permasalahan (*root cause*) dari penyebab utama tersebut menjadi potensi penyebab dalam proses FMEA. Langkah-langkah penerapan metode FMEA adalah sebagai berikut [16] :

- 1) Meninjau dan menentukan proses yang memiliki potensi atau risiko kegagalan.
- 2) Mengidentifikasi mode kegagalan yang mungkin terjadi dalam proses.
- 3) Mengidentifikasi dampak dari setiap mode kegagalan yang teridentifikasi.
- 4) Menyusun kriteria untuk menilai tingkat keparahan (S), kemungkinan terjadinya kegagalan (O), dan kemungkinan deteksi kegagalan (D).
- 5) Menentukan tingkat keparahan (S) dari dampak setiap mode kegagalan.
- 6) Menentukan peringkat kemungkinan terjadinya kegagalan (O) untuk setiap mode kegagalan.
- 7) Menentukan peringkat kemungkinan deteksi kegagalan (D) untuk setiap mode kegagalan.
- 8) Menghitung *Risk Priority Number* (RPN) untuk setiap mode kegagalan menggunakan rumus:
$$RPN = S \times O \times D. \quad (16)$$
- 9) Mengurutkan mode kegagalan berdasarkan nilai RPN untuk memprioritaskan tindakan perbaikan.

Tahap kelima adalah pengembangan usulan peningkatan efektivitas mesin. Pada tahap ini, usulan peningkatan efektivitas mesin dikembangkan berdasarkan hasil analisis kekritisan (*criticality analysis*) yang diperoleh melalui metode FMEA. Proses pengembangan dilakukan melalui sesi brainstorming dengan pihak perusahaan dan mengacu pada temuan-temuan dari penelitian sebelumnya.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

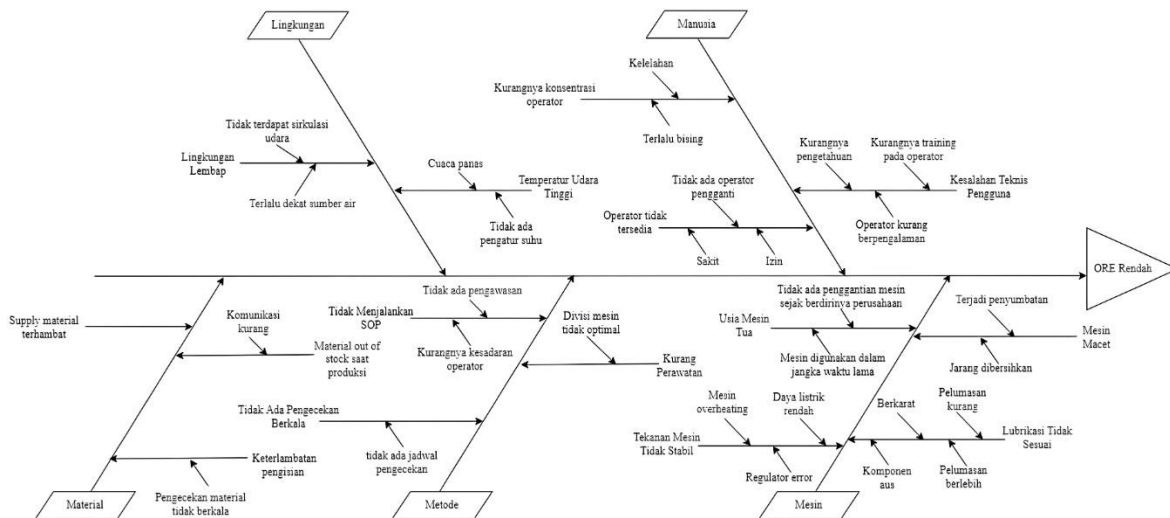
Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 1, rata-rata nilai *Overall Resource Effectiveness* (ORE) dihitung melalui penjumlahan keseluruhan hasil ORE selama periode 30 hari kerja, yaitu dari tanggal 9 Mei 2022 hingga 15 Juni 2022. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai ORE untuk proses pemompaan berada pada angka 51,92%. Nilai ini tergolong rendah, mengacu pada standar *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM), karena berada dalam rentang >40% hingga <60%. Tingkat

efektivitas ini menunjukkan kebutuhan mendesak untuk meningkatkan efisiensi proses pemompaan guna mencapai standar kinerja yang lebih optimal [7], [17].

Tabel 1 Hasil Perhitungan ORE

NO	Tanggal	R	Af	C	Am	Amp	P	Q	ORE
1	9 Mei	98,47%	98,31%	96,70%	97,48%	94,90%	63,51%	90,53%	49,79%
2	10 Mei	94,79%	99,41%	98,53%	100,00%	95,29%	59,76%	92,65%	52,17%
3	11 Mei	98,47%	96,05%	98,86%	99,11%	95,12%	63,02%	89,29%	52,15%
4	12 Mei	98,82%	99,16%	98,72%	99,28%	98,55%	58,84%	94,81%	52,64%
5	13 Mei	98,47%	98,18%	96,53%	99,15%	94,46%	61,85%	93,48%	51,83%
6	14 Mei	98,75%	97,38%	97,36%	99,34%	92,77%	63,70%	91,43%	52,36%
7	17 Mei	98,82%	97,54%	97,48%	100,00%	100,00%	59,77%	95,85%	53,61%
8	18 Mei	98,68%	97,85%	97,46%	99,15%	99,83%	57,02%	93,59%	52,38%
9	19 Mei	98,30%	98,54%	97,84%	99,12%	98,67%	59,80%	89,07%	49,24%
10	20 Mei	98,68%	98,52%	98,50%	99,19%	94,33%	62,70%	88,50%	51,08%
11	21 Mei	98,54%	98,11%	98,49%	98,89%	96,60%	62,75%	91,25%	53,67%
12	23 Mei	98,75%	95,15%	97,78%	99,33%	93,72%	65,25%	94,42%	53,22%
13	24 Mei	98,26%	96,11%	95,96%	99,93%	100,00%	62,85%	92,48%	52,71%
14	25 Mei	98,26%	96,08%	97,12%	99,47%	99,74%	61,85%	93,58%	51,67%
15	27 Mei	98,89%	97,89%	99,28%	99,64%	95,94%	60,24%	92,85%	51,39%
16	28 Mei	98,89%	98,10%	99,21%	99,35%	95,21%	60,87%	94,92%	52,60%
17	30 Mei	98,82%	93,18%	99,17%	99,16%	100,00%	62,12%	93,95%	52,85%
18	31 Mei	99,17%	93,98%	98,91%	98,91%	100,00%	65,99%	94,11%	54,90%
19	2 Juni	98,61%	92,46%	97,33%	99,13%	95,98%	64,40%	90,19%	49,17%
20	3 Juni	98,89%	94,17%	97,76%	99,47%	99,31%	61,85%	93,58%	52,60%
21	4 Juni	99,10%	95,94%	98,65%	99,45%	95,87%	60,77%	93,74%	52,08%
22	6 Juni	99,03%	94,46%	96,44%	99,11%	99,85%	63,34%	93,91%	54,99%
23	7 Juni	98,61%	92,75%	97,95%	99,38%	100,00%	62,40%	93,89%	50,38%
24	8 Juni	99,24%	93,98%	99,38%	99,46%	95,33%	64,58%	90,34%	54,23%
25	9 Juni	99,03%	93,26%	98,79%	99,46%	93,72%	63,80%	91,75%	52,08%
26	10 Juni	98,68%	95,00%	97,19%	98,78%	96,70%	62,60%	93,74%	51,32%
27	11 Juni	98,40%	92,94%	96,96%	98,91%	100,00%	62,65%	92,57%	51,74%
28	13 Juni	99,03%	90,32%	95,81%	98,95%	100,00%	67,65%	95,61%	55,63%
29	14 Juni	98,75%	96,20%	98,39%	98,44%	100,00%	60,38%	93,75%	53,19%
30	15 Juni	98,40%	95,62%	98,75%	99,48%	94,82%	63,00%	91,45%	50,49%
<b>Rata-rata</b>									<b>51,92%</b>

Selanjutnya dilakukan analisis akar masalah rendahnya ORE. Untuk memahami akar permasalahan rendahnya nilai ORE, dilakukan analisis menggunakan diagram *fishbone* (Gambar 2). Analisis ini mengidentifikasi lima faktor utama. Manusia: Faktor ini meliputi kesalahan teknis, kurangnya pelatihan operator, penurunan konsentrasi, serta ketiadaan operator cadangan. Faktor manusia secara signifikan memengaruhi efektivitas pemeliharaan dan operasi produksi [18]. Mesin: Permasalahan seperti macet akibat penyumbatan, pelumasan yang tidak memadai, usia mesin tua, dan tekanan yang tidak stabil akibat *overheating* menjadi faktor penghambat. Penelitian menunjukkan bahwa strategi pemeliharaan berbasis prediktif mampu mengurangi *downtime* mesin secara signifikan [19]. Lingkungan: Faktor seperti kelembapan tinggi dan suhu udara ekstrem mempercepat korosi pada mesin. Pengaruh lingkungan ini dapat diminimalkan dengan adopsi teknologi berbasis sensor untuk pemantauan lingkungan [20]. Metode: Ketidaktepatan terhadap *Standard Operating Procedure* (SOP) dan kurangnya perawatan berkala menjadi penyebab utama rendahnya efisiensi operasional. Penerapan sistem pengukuran kinerja yang terintegrasi dapat membantu dalam pemantauan efektivitas metode operasional [21]. Material: Permasalahan seperti kekurangan stok, keterlambatan pengisian, dan komunikasi tidak efektif dengan pemasok dapat menghambat kelancaran proses produksi [22]. Semua faktor ini secara kolektif menyebabkan rendahnya nilai ORE dan menghambat kelancaran proses produksi.



Gambar 2 Fishbone diagram

Untuk menentukan prioritas perbaikan, dilakukan analisis FMEA yang hasilnya disajikan pada Tabel 2. Berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN), berikut adalah tiga prioritas utama tindakan perbaikan.

Usia Mesin Tua (RPN = 504, Kategori Tinggi). Masalah utama pada usia mesin tua adalah sering terjadinya kemacetan mendadak akibat penurunan kinerja mesin. Potensi penyebabnya adalah keterbatasan suku cadang dan tidak optimalnya kapasitas mesin. Solusi yang diusulkan meliputi penerapan *autonomous maintenance* dan *planned maintenance*, dengan fokus pada: Perawatan rutin, penjadwalan pemeliharaan, dan pembentukan tim khusus untuk memantau dan mengidentifikasi masalah yang terkait dengan proses pemompaan [19].

Mesin Macet (RPN = 336, Kategori Sedang). Mesin macet mengakibatkan penghentian produksi secara tiba-tiba. Penyebab utamanya adalah tidak adanya pengecekan berkala. Untuk mengatasi hal ini, direkomendasikan penerapan pilar *planned maintenance* dan *autonomous maintenance*, yang mencakup: penjadwalan pemeliharaan berdasarkan tingkat kerusakan, fasilitasi perawatan rutin oleh operator [7], [17].

Tidak Adanya Pengecekan Berkala (RPN = 288, Kategori Sedang). Ketidakadaan pengecekan berkala mempersulit identifikasi sumber kesalahan. Solusi yang diusulkan mencakup penerapan *planned maintenance* dan *continuous improvement*, dengan langkah-langkah seperti: pengecekan rutin secara terjadwal, peningkatan berkesinambungan untuk memitigasi potensi kerusakan [20].

Tabel 2 Analisa FMEA

No.	Mode Kegagalan	Efek dari Potensi Kegagalan	S	Potensi Penyebab	O	Kontrol/Pencegahan	D	RPN
1	Kurangnya konsentrasi operator	Terjadi kesalahan pada set up mesin	2	Operator kurang ahli dalam mengoperasikan mesin	2	Menedukasi operator	6	24
2	Kesalahan Teknis Pengguna	Kinerja mesin tidak maksimal	2	Kurang teliti dan kurangnya pengetahuan	4	Memberikan training	3	36
3	Operator tidak tersedia	Mesin tidak beroperasi	5	Izin mendadak atau sakit	5	Penukaran shift kerja antar operator	6	120

4	Mesin macet	Produksi menjadi terhenti	8	Tidak adanya pengecekan berkala dari pihak perusahaan	7	Melakukan pengecekan	6	336
5	Pelumasan tidak sesuai	Komponen menjadi aus dan berkarat	6	Tidak terdapat takaran standar dalam pemberian pelumas	5	Memberikan standarisasi pada pelumasan mesin	4	120
6	Usia mesin tua	Sering terjadi kemacetan mendadak	5	Kinerja mesin yang sudah menurun	8	Membuat kinerja mesin sesuai porsinya	1	504
7	Tekanan mesin tidak stabil	Pemompaan amonia tidak maksimal	6	Daya penghantar listrik beserta komponen mesin tidak stabil	2	Menyediakan genset sebagai alternatif	3	42
8	Lingkungan lembap	Mesin mudah berkarat	6	Suhu lembap dapat meningkatkan karat mesin yang dapat merusak	3	Memberikan lapisan antikorosi pada bagian luar	3	54
9	Temperatur udara tinggi	Mesin mengalami overheating	5	Mesin beroperasi terus-menerus dan terlalu banyak ruang terbuka	4	Memberikan penutup yang proper guna mengurangi suhu tinggi	5	100
10	Kurang perawatan	Sering tersumbat dan error	7	Tidak dilakukan pembersihan berkala	5	Menjadwalkan dan melakukan pembersihan berkala	5	175
11	Tidak menjalankan SOP	Terdapat error saat mesin beroperasi	6	Kesalahan pengoperasian dan mesin mengalami error	6	Memberikan pelatihan mengenai SOP yang benar	4	144
12	Tidak ada pengecekan berkala	Terjadi error mendadak, sulit mengetahui penyebab	8	Semua komponen mesin mengalami kerusakan berkesinambungan	6	Melakukan pengecekan berkala bahkan saat mesin sedang normal	6	288
13	Material out of stock saat produksi	Produksi terhenti	7	Terlambat memesan material pada supplier	6	Melakukan pemesanan berkala dan mengecek jadwal	5	210
14	Keterlambatan pengisian	Mesin error karena menyala tanpa ada pasokan material	6	Kecerobohan operator	5	Memberikan sanksi pada operator	4	120
15	Supply material terhambat	Produksi terhenti	7	Keterbatasan stok material pada supplier	5	Membeli material lebih dari 1 supplier	6	210

Penelitian ini berfokus pada analisis ORE sebagai indikator efektivitas sumber daya dalam proses pemompaan. ORE mencakup tujuh faktor utama, yaitu: *Readiness, Availability of Facility, Changeover Efficiency, Availability of Material, Availability of Manpower, Performance Efficiency, dan Quality Rate*. Analisis ini berbeda dengan pendekatan *Reliability Centered Maintenance (RCM)* yang hanya menekankan pada penjadwalan perawatan mesin. Pendekatan ORE mencakup analisis holistik terhadap semua sumber daya yang terlibat. Implementasi tiga prioritas perbaikan di atas diharapkan dapat menurunkan *downtime*, meningkatkan keandalan peralatan, dan memperkuat efisiensi proses pemompaan. Dengan demikian, proses produksi diharapkan berjalan lebih efektif, sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh JIPM.

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa integrasi metode *Overall Resource Effectiveness (ORE)* dan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* dapat menjadi solusi strategis untuk meningkatkan efisiensi operasional di industri es balok. Analisis ORE mengidentifikasi bahwa nilai efektivitas rata-rata sebesar 51,92% berada di bawah standar yang ditetapkan oleh *Japan Institute of*

*Plant Maintenance* (JIPM). Faktor utama penyebab rendahnya nilai ORE meliputi usia mesin tua, mesin macet, dan kurangnya pengecekan berkala. Solusi perbaikan yang diusulkan, seperti penerapan pemeliharaan otonom, perbaikan berkelanjutan, dan penjadwalan pemeliharaan berbasis tingkat kekritisan, diharapkan mampu menurunkan *downtime* yang ada, meningkatkan keandalan mesin, dan memperkuat efisiensi operasional secara keseluruhan. Dengan demikian, pendekatan ini tidak hanya meningkatkan produktivitas tetapi juga memberikan nilai tambah dalam menghadapi tantangan industri yang semakin dinamis. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi perusahaan dalam mengadopsi strategi pemeliharaan yang lebih efektif dan berkelanjutan.

## REFERENSI

- [1] Q. Zheng, X. Liu, and W. Wang, "A likelihood-based ORESTE method for failure mode and effect analysis (FMEA) based risk analysis problem under interval type-2 fuzzy environment," *Qual Reliab Eng Int*, vol. 38, no. 1, pp. 304–325, 2022.
- [2] M.-A. Filz, J. E. B. Langner, C. Herrmann, and S. Thiede, "Data-driven failure mode and effect analysis (FMEA) to enhance maintenance planning," *Comput Ind*, vol. 129, p. 103451, 2021.
- [3] M. N. Erlin, A. E. Susetyo, and S. Ma'arif, "Effectiveness Analysis of Pelletizer Machine Using Overall Resource Effectiveness (ORE) And Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) Methods at PT Multi Energi Biomassa," in *ICSET: International Conference on Sustainable Engineering and Technology*, 2022, pp. 143–154.
- [4] F. Fitriadi, M. Muzakir, and S. Suhardi, "Integrasi Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dan Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Untuk Meningkatkan Efektifitas Mesin Screw Press Di Pt. Beurata Subur Persada Kabupaten Nagan Raya," *Jurnal Optimalisasi*, vol. 4, no. 2, pp. 97–107, 2020.
- [5] J. F. W. Peeters, R. J. I. Basten, and T. Tinga, "Improving failure analysis efficiency by combining FTA and FMEA in a recursive manner," *Reliab Eng Syst Saf*, vol. 172, pp. 36–44, 2018.
- [6] D. A. Maisano, F. Franceschini, and D. Antonelli, "dP-FMEA: An innovative failure mode and effects analysis for distributed manufacturing processes," *Qual Eng*, vol. 32, no. 3, pp. 267–285, 2020.
- [7] K. E. Chong, K.-C. Ng, and G. G. G. Goh, "Improving Overall Equipment Effectiveness (OEE) through integration of Maintenance Failure Mode and Effect Analysis (maintenance-FMEA) in a semiconductor manufacturer: A case study," in *2015 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, IEEE, 2015, pp. 1427–1431.
- [8] T. Beyene and S. Gebeyehu, "Application of failure mode effect analysis (FMEA) for efficient and cost-effective manufacturing: A case study at Bahir Dar textile share company, Ethiopia," *Journal of Optimization in Industrial Engineering*, vol. 25, no. 1, p. 23, 2019.
- [9] S. Ozilgen, "Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) for confectionery manufacturing in developing countries: Turkish delight production as a case study," *Food Science and Technology*, vol. 32, pp. 505–514, 2012.
- [10] M. J. Rahimdel and B. Ghodrati, "Risk prioritization for failure modes in mining railcars," *Sustainability*, vol. 13, no. 11, p. 6195, 2021.
- [11] S. Boral, I. Howard, S. K. Chaturvedi, K. McKee, and V. N. A. Naikan, "A novel hybrid multi-criteria group decision making approach for failure mode and effect analysis: An essential requirement for sustainable manufacturing," *Sustain Prod Consum*, vol. 21, pp. 14–32, 2020.
- [12] S. Nakajima, "Introduction to TPM: total productive maintenance.(Translation)," *Productivity Press, Inc.*, 1988, p. 129, 1988.
- [13] I. P. S. Ahuja and J. S. Khamba, "Total productive maintenance: literature review and directions," *International journal of quality & reliability management*, vol. 25, no. 7, pp. 709–756, 2008.
- [14] R. Pandey and K. Sridhar, "Evaluating the Performance of Plant By Overall Equipment Effectiveness & Overall Resource Effectiveness: a Case Study," *International Research Journal of Engineering and Technology*, vol. 6, no. 6, pp. 2656–2663, 2019.
- [15] M. Coccia, "Fishbone diagram for technological analysis and foresight," *International Journal of Foresight and Innovation Policy*, vol. 14, no. 2–4, pp. 225–247, 2020.
- [16] H. R. Zadry, D. A. Saputra, A. B. Tabri, D. Meilani, and D. Rahmayanti, "Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) for evaluation of a sugarcane machine failure," in *MATEC Web of Conferences*, EDP Sciences, 2018, p. 01012.
- [17] L. del C. Ng Corrales, M. P. Lambán, M. E. Hernandez Korner, and J. Royo, "Overall equipment effectiveness: Systematic literature review and overview of different approaches," *Applied sciences*, vol. 10, no. 18, p. 6469, 2020.
- [18] A. M. R. Tortora, V. Di Pasquale, C. Franciosi, S. Miranda, and R. Iannone, "The Role of maintenance operator in industrial manufacturing systems: research topics and trends," *Applied Sciences*, vol. 11, no. 7, p. 3193, 2021.

- [19] T. Zonta, C. A. Da Costa, R. da Rosa Righi, M. J. de Lima, E. S. da Trindade, and G. P. Li, "Predictive maintenance in the Industry 4.0: A systematic literature review," *Comput Ind Eng*, vol. 150, p. 106889, 2020.
- [20] C. Franciosi, B. Iung, S. Miranda, and S. Riemma, "Maintenance for sustainability in the industry 4.0 context: A scoping literature review," *IFAC-PapersOnLine*, vol. 51, no. 11, pp. 903–908, 2018.
- [21] F. Cunha, J. Dinis-Carvalho, and R. M. Sousa, "Performance measurement systems in continuous improvement environments: obstacles to their effectiveness," *Sustainability*, vol. 15, no. 1, p. 867, 2023.
- [22] P. Burggräf *et al.*, "Adaptive remanufacturing for lifecycle optimization of connected production resources—A literature review," *Procedia CIRP*, vol. 90, pp. 61–66, 2020.