

Artikel Penelitian

## Integrasi *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Six Big Losses* sebagai Upaya Peningkatan Kinerja Mesin *Rolling* Studi Kasus: UD Putra Delta

Andy Kasum Dwy Cahyono, Rina Sri Wulandari \*

Teknik Industri, Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo, Sidoarjo, Indonesia

### INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 05 Februari 2026  
Revisi Akhir: 03 Maret 2026  
Diterbitkan Online: 07 April 2026

### KATA KUNCI

OEE  
*Six Big Losses*  
*Downtime*  
*Rolling*  
Efektivitas

### KORESPONDENSI (\*)

Phone: +62 878-5460-0084  
E-mail: [rinasriwulandari.ti@unusida.ac.id](mailto:rinasriwulandari.ti@unusida.ac.id)

### A B S T R A K

Mesin *rolling* otomatis merupakan peralatan utama dalam proses pembentukan rantang tunggal di UD Putra Delta. Berdasarkan pengamatan awal, kinerja mesin ini belum optimal dan ditandai dengan tingginya *downtime* serta penurunan kecepatan operasi yang berdampak pada pencapaian target produksi. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi tingkat efektivitas mesin menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) serta mengidentifikasi faktor kerugian dominan melalui analisis *Six Big Losses*. Data diperoleh melalui observasi langsung terhadap aktivitas operasional mesin selama periode 6 Oktober 2025 hingga 3 November 2025, meliputi waktu kerja mesin, *downtime*, waktu operasi, jumlah *output*, dan produk cacat. Hasil perhitungan menunjukkan nilai *Availability* sebesar 95%, *Performance* sebesar 81%, dan *Quality* sebesar 96%, sehingga diperoleh nilai OEE rata-rata sebesar 74%, yang masih berada di bawah standar *world class* sebesar 85%. Analisis *Six Big Losses* menunjukkan bahwa kerugian terbesar berasal dari *Reduced Speed Losses* sebesar 15% atau setara dengan kehilangan waktu 54 menit per hari dari total *loading time* 360 menit. Hasil analisis *fishbone diagram* menunjukkan bahwa penyebab utama penurunan kecepatan berasal dari keausan komponen mesin dan belum adanya standar kecepatan operasi yang baku, sehingga rekomendasi utama yang diusulkan adalah penerapan pemeliharaan preventif terjadwal dan penyusunan SOP kecepatan mesin yang terstandarisasi melalui pendekatan 5W+1H. Penelitian ini diharapkan menjadi dasar penyusunan strategi peningkatan efektivitas mesin dan kinerja produksi secara berkelanjutan.

### PENDAHULUAN

Persaingan industri manufaktur yang semakin ketat menuntut perusahaan untuk mengelola sumber daya produksi secara efisien dan berkelanjutan. Mesin produksi yang tidak beroperasi secara optimal akan menyebabkan meningkatnya *downtime*, penurunan *output*, serta pemborosan biaya operasional. Kondisi ini menjadi tantangan utama bagi industri skala kecil dan menengah yang umumnya memiliki keterbatasan dalam pengelolaan sistem pemeliharaan mesin. Ketidakstabilan performa mesin berdampak langsung terhadap produktivitas dan biaya operasional yang meningkat. [1]

Penelitian ini difokuskan pada proses produksi rantang tunggal sebagai salah satu produk dengan tingkat perputaran tinggi (*fast moving product*) di UD Putra Delta. Dimana UD Putra Delta merupakan usaha manufaktur skala UKM dengan karakteristik mesin pembentuk rantang tunggal yang masih mengandalkan kestabilan mekanis dan keterampilan operator. Sebagian besar penelitian berfokus pada perusahaan berskala besar dengan sistem pemeliharaan yang sudah terintegrasi. Sementara itu, penelitian pada sektor UKM manufaktur masih terbatas. Meskipun demikian, UKM merupakan pilar utama industri lokal yang memerlukan pendekatan yang terukur guna meningkatkan tingkat produktivitasnya. Berdasarkan hasil

observasi awal yang dilakukan pada seluruh mesin dalam proses produksi rantang tunggal, diperoleh data mengenai waktu *downtime* masing-masing mesin selama periode observasi pada Tabel 1. sebagai berikut:

Tabel 1. Data *Downtime* Mesin Produksi Rantang Tunggal

Jenis Mesin	<i>Downtime</i> (Menit)						Total <i>Downtime</i>
	Hari ke-						
	1	2	3	4	5	6	
Mesin Potong	0	0	10	0	0	0	10
Mesin Press	7	3	10	2	0	10	32
Mesin Plong	0	0	0	5	0	15	20
Mesin <i>Rolling</i> Manual	0	0	0	0	0	0	0
Mesin <i>Rolling</i> Otomatis	10	20	15	25	5	30	105
Mesin <i>Assembly</i>	10	5	5	15	12	7	54
Mesin Rabat	0	0	0	10	0	0	10
Mesin Las	0	0	5	3	10	0	18

Berdasarkan data *downtime* selama observasi, mesin *rolling* otomatis memiliki total *downtime* tertinggi dibandingkan mesin lainnya. Kondisi ini menunjukkan bahwa mesin *rolling* otomatis merupakan peralatan kritis yang paling berkontribusi terhadap penurunan efektivitas produksi, sehingga menjadi fokus penelitian.

Penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas mesin *rolling* otomatis pada proses produksi pegangan rantang tunggal di UD Putra Delta menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Six Big Losses*, serta mengevaluasi akar permasalahan menggunakan *fishbone diagram* dan merumuskan rekomendasi perbaikan dengan pendekatan 5W+1H. Nilai OEE yang rendah sangat berpengaruh dalam proses produksi rantang tunggal, karena mesin *rolling* otomatis merupakan tahapan utama dalam proses pembentukan pegangan rantang tunggal. Jika mesin tidak bekerja secara maksimal, jumlah produk yang dihasilkan setiap hari akan berkurang dan berpotensi tidak mencapai target produksi. Selain itu, waktu henti dan penurunan kecepatan mesin juga dapat meningkatkan biaya produksi secara tidak langsung. Mengingat rantang tunggal termasuk produk dengan tingkat penjualan yang tinggi, ketidakefisienan mesin dapat berdampak pada keterlambatan pemenuhan pesanan dan menurunkan daya saing perusahaan di pasar.

Fokus penelitian ini adalah pada konteks usaha manufaktur skala UKM dengan karakteristik mesin pembentuk rantang tunggal yang masih mengandalkan kestabilan mekanis dan keterampilan operator. Sebagian besar penelitian berfokus pada perusahaan berskala besar dengan sistem pemeliharaan yang sudah terintegrasi. Sementara itu, penelitian pada sektor UKM manufaktur, terutama yang menggunakan mesin *rolling* masih terbatas. Meskipun demikian, UKM merupakan pilar utama industri lokal yang memerlukan pendekatan yang terukur guna meningkatkan tingkat produktivitasnya. Tujuan utama penelitian adalah untuk mengukur tingkat efektivitas mesin, mengidentifikasi jenis kerugian dominan yang terjadi, serta memberikan rekomendasi peningkatan performa mesin. Secara teoritis, hasil penelitian ini diharapkan memperkaya literatur mengenai penerapan OEE pada sektor UKM manufaktur. Secara praktis, penelitian ini dapat menjadi dasar perbaikan sistem pemeliharaan mesin guna mendukung peningkatan produktivitas dan daya saing industri lokal.

## TINJAUAN PUSTAKA

### *Maintenance*

*Maintenance* merupakan rangkaian kegiatan yang dilakukan untuk memastikan mesin dan peralatan produksi berada dalam kondisi kerja yang optimal. Aktivitas ini tidak hanya berfungsi menjaga performa mesin tetap stabil, tetapi juga bertujuan mencegah potensi kerusakan yang dapat menyebabkan proses produksi terhenti. Melalui pemeliharaan yang terencana dan berkesinambungan, perusahaan dapat mengurangi *downtime*, memperpanjang umur pakai mesin, menjaga kualitas output, serta menekan biaya akibat gangguan operasional. Dengan demikian, *maintenance* menjadi elemen penting dalam menjaga kelancaran dan efisiensi sistem produksi secara keseluruhan [2].

### **Total Productive Maintenance (TPM)**

*Total Productive Maintenance (TPM)* merupakan sistem pemeliharaan menyeluruh yang dirancang untuk memaksimalkan efektivitas peralatan melalui keterlibatan penuh seluruh karyawan, mulai dari operator hingga manajemen. Konsep ini menekankan bahwa perawatan bukan hanya tugas divisi maintenance, tetapi merupakan tanggung jawab bersama untuk menjaga kelancaran operasional mesin dan mencegah terjadinya kerusakan yang dapat mengganggu proses produksi [3]. *Total Productive Maintenance (TPM)* memiliki tujuan utama untuk mencapai *zero breakdown*, *zero defect*, dan *zero accident* melalui peningkatan kompetensi dan keterlibatan operator dalam kegiatan perawatan rutin. Dengan kata lain, TPM tidak hanya berfokus pada perbaikan ketika terjadi masalah, tetapi lebih pada upaya pencegahan kerusakan dan pembentukan budaya kerja yang disiplin dan peduli terhadap kondisi mesin. Pendekatan ini membantu meningkatkan stabilitas proses produksi dan mengurangi pemborosan akibat downtime maupun cacat produk [4].

### **Overall Equipment Effectiveness (OEE)**

*Overall Equipment Effectiveness (OEE)* merupakan indikator yang digunakan untuk menilai seberapa efektif suatu mesin beroperasi dibandingkan dengan kondisi idealnya. Melalui pengukuran ini, perusahaan dapat mengetahui sejauh mana mesin mampu memenuhi kapasitas rancangannya serta mengidentifikasi kesenjangan antara performa aktual dan performa optimal yang diharapkan [5]. OEE berfungsi sebagai alat kuantitatif yang memberikan gambaran menyeluruh mengenai tingkat kinerja mesin melalui tiga aspek utama, yaitu *availability*, *performance*, dan *quality*. Dengan menilai ketiga komponen tersebut, OEE memungkinkan perusahaan untuk mendeteksi jenis kerugian yang terjadi selama proses produksi, baik berupa *downtime*, kecepatan mesin yang menurun, maupun cacat produk [6]. Setelah penerapan *Total Productive Maintenance (TPM)*, suatu perusahaan dikategorikan mencapai kondisi *World Class Manufacturing* apabila nilai *Availability Rate* mencapai 90%, *Performance Rate* sebesar 95%, *Quality Rate* sebesar 99%, dan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* minimal 85% [7].

### **Six Big Losses**

*Six Big Losses* merupakan enam kategori utama yang menjadi sumber kehilangan efektivitas peralatan dalam proses produksi. Kerugian-kerugian ini menggambarkan berbagai bentuk pemborosan waktu, penurunan kinerja mesin, dan potensi cacat produk yang secara langsung menghambat pencapaian kondisi operasi ideal [8]. *Six Big Losses* digunakan sebagai metode sistematis untuk mengidentifikasi kerugian yang berdampak langsung pada tiga komponen utama OEE, yaitu *availability*, *performance*, dan *quality*. Melalui pendekatan ini, perusahaan dapat mengetahui letak permasalahan yang menyebabkan penurunan efektivitas mesin, baik berupa *downtime*, kecepatan mesin yang tidak stabil, maupun peningkatan jumlah produk cacat [5]. Terdapat enam kategori kerugian yang berdampak pada performa mesin, yang secara umum disebut sebagai *Six Big Losses*, yaitu *Equipment Failure*, *Set up and Adjustment Losses*, *Idling and Minor Stoppage Losses*, *Reduced Speed Losses*, *Quality Defect and Rework Losses*, dan *Reduced Yield Losses* [9].

### **Fishbone Diagram**

*Ishikawa diagram* atau yang sering disebut sebagai *fishbone diagram*, merupakan salah satu alat analisis dalam *Seven Quality Tools* yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mengelompokkan berbagai faktor penyebab munculnya suatu masalah. Metode ini membantu menggambarkan hubungan antara akar penyebab dan dampak yang ditimbulkannya secara sistematis, sehingga memudahkan proses evaluasi dan penentuan langkah perbaikan yang tepat. Dengan struktur menyerupai tulang ikan, diagram ini memungkinkan tim untuk menelusuri permasalahan secara menyeluruh dari berbagai aspek, seperti manusia, mesin, metode, material, lingkungan, dan manajemen [10].

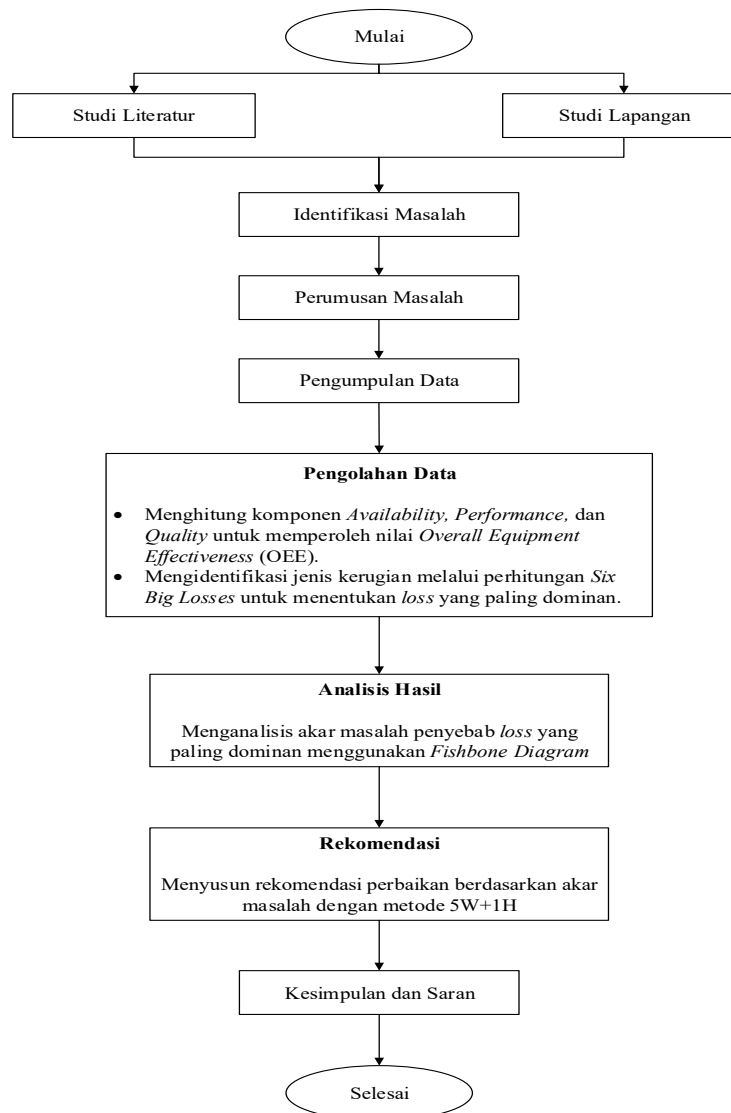
### **5W+1H**

5W+1H adalah sebuah pendekatan analitis yang terdiri dari rangkaian pertanyaan sistematis untuk menggali informasi dan memahami suatu permasalahan secara menyeluruh. Melalui pertanyaan *What*, *Why*, *Who*, *When*, *Where*, dan *How*, metode ini membantu menyusun penjelasan yang lengkap sekaligus merumuskan solusi yang lebih terarah dalam proses pemecahan masalah [11]. Melalui metode ini, peneliti dapat mengidentifikasi komponen penting dari sebuah peristiwa atau kejadian, kemudian menyusunnya dalam bentuk diagram yang memudahkan proses pengembangan ide menjadi sebuah usulan [12].

## METODOLOGI

Pengambilan data dilakukan selama satu shift kerja reguler setiap hari pada periode observasi, sehingga seluruh aktivitas mesin dalam jam produksi tercatat secara menyeluruh. Data dikumpulkan melalui observasi langsung di lantai produksi serta wawancara dengan operator dan teknisi. Untuk memastikan keakuratan pencatatan *downtime*, setiap kejadian waktu henti dicatat berdasarkan waktu mulai dan waktu selesai secara aktual, kemudian diverifikasi dengan laporan harian operator.

Penetapan *ideal cycle time* dilakukan berdasarkan pengukuran langsung pada kondisi operasi terbaik mesin, yaitu saat mesin berjalan stabil tanpa gangguan, menggunakan bahan baku standar dan dioperasikan oleh operator berpengalaman. Waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu unit produk diukur beberapa kali, kemudian dihitung nilai rata-ratanya untuk memperoleh nilai yang representatif.



Gambar 1. Alur Penelitian

Penelitian ini diawali dengan studi literatur untuk memahami konsep *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), *Six Big Losses*, *fishbone diagram*, dan 5W+1H, serta studi lapangan di UD Putra Delta guna mengamati proses produksi dan pengoperasian mesin *rolling* otomatis. Berdasarkan hasil observasi, diidentifikasi permasalahan berupa rendahnya efektivitas mesin yang ditandai oleh *downtime*, penurunan kecepatan, dan produk cacat. Data primer dikumpulkan melalui observasi langsung dan wawancara dengan operator serta teknisi, meliputi *loading time*, *downtime*, *setup time*, *output* aktual, produk cacat, *actual cycle time*, *ideal cycle time*, sedangkan data sekunder diperoleh dari literatur pendukung. Data kemudian diolah dengan menghitung *Availability*, *Performance*, *Quality*, dan nilai OEE, serta menganalisis *Six Big Losses* untuk menentukan kerugian dominan. Akar penyebab masalah diidentifikasi menggunakan *fishbone diagram*, dan

rekomendasi perbaikan dirumuskan melalui pendekatan 5W+1H guna menghasilkan usulan yang sistematis dan aplikatif bagi perusahaan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui pencatatan data operasional mesin rolling otomatis selama periode pengamatan 1 Bulan (26 hari kerja) pada Bulan Oktober 2025 hingga November 2025. Data diperoleh melalui observasi langsung terhadap aktivitas produksi harian yang mencakup waktu kerja mesin, waktu henti terencana dan tidak terencana, waktu operasi efektif, jumlah output yang dihasilkan, serta jumlah produk cacat. Data tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar perhitungan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan analisis *Six Big Losses* untuk mengevaluasi tingkat efektivitas kinerja mesin *rolling* otomatis pada proses produksi rantang tunggal.

### *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

*Overall Equipment Effectiveness* (OEE) berfungsi sebagai alat kuantitatif yang memberikan gambaran menyeluruh mengenai tingkat kinerja mesin melalui tiga aspek utama, yaitu *availability rate*, *performance rate*, dan *quality rate*.

#### 1. *Availability Rate*

*Availability Rate* adalah sejauh mana mesin mampu beroperasi dalam waktu yang direncanakan. Komponen ini menilai proporsi waktu mesin benar-benar berjalan dibandingkan waktu operasi yang tersedia. Untuk contoh perhitungan *Availability Rate* sebagai berikut:

$$\text{Availability Rate} = \frac{\text{Loading time} - \text{Downtime}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

$$\text{Availability Rate} = \frac{360 - 12}{360} \times 100\%$$

$$\text{Availability Rate} = 96,7\%$$

Hasil perhitungan *Availability Rate* mesin *rolling* otomatis pada periode pengamatan selengkapnya sebagaiberikut:

Tabel 2. Perhitungan *Availability Rate*

Tanggal	<i>Loading Time</i> (menit)	<i>Downtime</i> (menit)	<i>Availability Rate</i> (%)
06/10/2025	360	12	96,7
07/10/2025	360	18	95,0
08/10/2025	360	15	95,8
09/10/2025	360	22	93,9
10/10/2025	360	10	97,2
11/10/2025	360	30	91,7
13/10/2025	360	14	96,1
14/10/2025	360	16	95,6
15/10/2025	360	25	93,1
16/10/2025	360	18	95,0
17/10/2025	360	12	96,7
18/10/2025	360	15	95,8
20/10/2025	360	19	94,7
21/10/2025	360	22	93,9
22/10/2025	360	14	96,1
23/10/2025	360	16	95,6
24/10/2025	360	20	94,4
25/10/2025	360	10	97,2

Tanggal	Loading Time (menit)	Downtime (menit)	Availability Rate (%)
27/10/2025	360	18	95,0
28/10/2025	360	15	95,8
29/10/2025	360	22	93,9
30/10/2025	360	16	95,6
31/10/2025	360	12	96,7
01/11/2025	360	20	94,4
03/11/2025	360	14	96,1
04/11/2025	360	18	95,0
<b>rata-rata</b>	<b>360</b>	<b>17</b>	<b>95%</b>

## 2. Performance Rate

*Performance Rate* adalah kemampuan mesin untuk menghasilkan output pada kecepatan idealnya. Komponen ini menilai apakah mesin bekerja sesuai kapasitas. Untuk contoh perhitungan *Performance Rate* sebagai berikut:

$$\text{Performance Rate} = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Total Output}}{\text{Operating Time}} \times 100\%$$

$$\text{Performance Rate} = \frac{0,5 \times 560}{348} \times 100\%$$

$$\text{Performance Rate} = 80,5\%$$

Hasil perhitungan *Performance Rate* mesin *rolling* otomatis pada periode pengamatan selengkapnya sebagai berikut:

Tabel 3. Perhitungan *Performance Rate*

Tanggal	Operating Time (menit)	Ideal CT (menit/unit)	Output (unit)	Performance Rate (%)
06/10/2025	348	0,5	560	80,5
07/10/2025	342	0,5	550	80,4
08/10/2025	345	0,5	565	81,9
09/10/2025	338	0,5	530	78,4
10/10/2025	350	0,5	580	82,9
11/10/2025	330	0,5	540	81,8
13/10/2025	346	0,5	560	80,9
14/10/2025	344	0,5	555	80,7
15/10/2025	335	0,5	520	77,6
16/10/2025	342	0,5	550	80,4
17/10/2025	348	0,5	585	84,1
18/10/2025	345	0,5	565	81,9
20/10/2025	341	0,5	540	79,2
21/10/2025	338	0,5	530	78,4
22/10/2025	346	0,5	570	82,4
23/10/2025	344	0,5	560	81,4
24/10/2025	340	0,5	545	80,1
25/10/2025	350	0,5	590	84,3
27/10/2025	342	0,5	555	81,1
28/10/2025	345	0,5	565	81,9

<b>Tanggal</b>	<b>Operating Time (menit)</b>	<b>Ideal CT (menit/unit)</b>	<b>Output (unit)</b>	<b>Performance Rate (%)</b>
29/10/2025	338	0,5	530	78,4
30/10/2025	344	0,5	570	82,8
31/10/2025	348	0,5	585	84,1
01/11/2025	340	0,5	545	80,1
03/11/2025	346	0,5	560	80,9
04/11/2025	342	0,5	550	80,4
<b>rata-rata</b>	<b>343</b>	<b>0,5</b>	<b>556</b>	<b>81%</b>

### 3. *Quality Rate*

*Quality Rate* mengukur persentase produk baik (*good units*) yang dihasilkan mesin tanpa cacat atau perlu *rework*. Komponen ini menilai konsistensi mesin dalam menghasilkan produk sesuai spesifikasi. Untuk contoh perhitungan *Quality Rate* sebagai berikut:

$$Quality\ Rate = \frac{Output - Reject\ Yield}{Output} \times 100\%$$

$$Quality\ Rate = \frac{560 - 25}{560} \times 100\%$$

$$Quality\ Rate = 95,5\%$$

Hasil perhitungan *Quality Rate* mesin *rolling* otomatis pada periode pengamatan selengkapnya sebagai berikut:

Tabel 4. Perhitungan *Quality Rate*

<b>Tanggal</b>	<b>Output (unit)</b>	<b>Reject Yield (unit)</b>	<b>Quality Rate (%)</b>
06/10/2025	560	25	95,5
07/10/2025	550	22	96,0
08/10/2025	565	24	95,8
09/10/2025	530	28	94,7
10/10/2025	580	21	96,4
11/10/2025	540	26	95,2
13/10/2025	560	23	95,9
14/10/2025	555	24	95,7
15/10/2025	520	30	94,2
16/10/2025	550	24	95,6
17/10/2025	585	20	96,6
18/10/2025	565	23	95,9
20/10/2025	540	25	95,4
21/10/2025	530	27	94,9
22/10/2025	570	22	96,1
23/10/2025	560	24	95,7
24/10/2025	545	26	95,2
25/10/2025	590	19	96,8
27/10/2025	555	23	95,9
28/10/2025	565	24	95,8
29/10/2025	530	28	94,7
30/10/2025	570	25	95,6
31/10/2025	585	21	96,4
01/11/2025	545	26	95,2

Tanggal	Output (unit)	Reject Yield (unit)	Quality Rate (%)
03/11/2025	560	22	96,1
04/11/2025	550	24	95,6
<b>rata-rata</b>	<b>556</b>	<b>24</b>	<b>96%</b>

#### 4. Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Setelah menghitung tiga aspek utama, yaitu *availability rate*, *performance rate*, dan *quality rate* selanjutnya diperoleh hari perhitungan OEE dengan contoh perhitungan sebagai berikut:

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality$$

$$OEE = 96,7\% \times 80,5\% \times 95,5\%$$

$$OEE = 74\%$$

Hasil perhitungan OEE pada mesin *rolling* otomatis pada periode pengamatan selengkapnya sebagai berikut:

Tabel 5. Perhitungan Overall Equipment Effectiveness

Tanggal	Availability Rate (%)	Performance Rate (%)	Quality Rate (%)	OEE (%)
06/10/2025	96,7	80,5	95,5	74
07/10/2025	95	80,4	96	73
08/10/2025	95,8	81,9	95,8	75
09/10/2025	93,9	78,4	94,7	70
10/10/2025	97,2	82,9	96,4	78
11/10/2025	91,7	81,8	95,2	71
13/10/2025	96,1	80,9	95,9	75
14/10/2025	95,6	80,7	95,7	74
15/10/2025	93,1	77,6	94,2	68
16/10/2025	95	80,4	95,6	73
17/10/2025	96,7	84,1	96,6	79
18/10/2025	95,8	81,9	95,9	75
20/10/2025	94,7	79,2	95,4	72
21/10/2025	93,9	78,4	94,9	70
22/10/2025	96,1	82,4	96,1	76
23/10/2025	95,6	81,4	95,7	74
24/10/2025	94,4	80,1	95,2	72
25/10/2025	97,2	84,3	96,8	79
27/10/2025	95	81,1	95,9	74
28/10/2025	95,8	81,9	95,8	75
29/10/2025	93,9	78,4	94,7	70
30/10/2025	95,6	82,8	95,6	76
31/10/2025	96,7	84,1	96,4	78
01/11/2025	94,4	80,1	95,2	72
03/11/2025	96,1	80,9	96,1	75
04/11/2025	95	80,4	95,6	73
<b>rata-rata</b>	<b>95%</b>	<b>81%</b>	<b>96%</b>	<b>74%</b>

Dari hasil perhitungan diatas diperoleh nilai OEE mesin rolling otomatis sebesar 74%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kinerja mesin masih berada di bawah standar world class sebesar 85%. Diperlukan analisis lanjutan menggunakan metode Six Big Losses untuk mengidentifikasi sumber kerugian dominan yang berkontribusi terhadap rendahnya nilai OEE.

### **Six Big Losses**

*Six Big Losses* merupakan enam kategori utama yang digunakan sebagai metode sistematis untuk mengidentifikasi kerugian yang berdampak langsung pada tiga komponen utama OEE, enam kategori utama yaitu: *Equipment Failure*, *Setup & Adjustment Losses*, *Idling & Mirror Stoppage Losses*, *Reduce Speed Losses*, *Quality Defect & Rework Losses*, *Reduce Yield Losses*.

#### 1. *Equipment Failure*

Kerugian ini terjadi karena mesin mengalami kerusakan tidak terencana (*unplanned downtime*) yang mengakibatkan terhentinya proses produksi. Untuk contoh perhitungan *Equipment Failure* sebagai berikut:

$$\text{Equipment Failure} = \frac{\text{Breakdown}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Equipment Failure} = \frac{8}{360} \times 100\%$$

$$\text{Equipment Failure} = 2,2\%$$

Hasil perhitungan *Equipment Failure* selengkapnya sebagai berikut:

Tabel 6. Perhitungan *Equipment Failure*

Tanggal	Breakdown Time (menit)	Loading Time (menit)	Equipment Failure (%)
06/10/2025	8	360	2,2
07/10/2025	12	360	3,3
08/10/2025	10	360	2,8
09/10/2025	15	360	4,2
10/10/2025	6	360	1,7
11/10/2025	21	360	5,8
13/10/2025	9	360	2,5
14/10/2025	11	360	3,1
15/10/2025	17	360	4,7
16/10/2025	12	360	3,3
17/10/2025	8	360	2,2
18/10/2025	10	360	2,8
20/10/2025	13	360	3,6
21/10/2025	15	360	4,2
22/10/2025	9	360	2,5
23/10/2025	11	360	3,1
24/10/2025	14	360	3,9
25/10/2025	6	360	1,7
27/10/2025	12	360	3,3
28/10/2025	10	360	2,8
29/10/2025	15	360	4,2
30/10/2025	11	360	3,1
31/10/2025	8	360	2,2
01/11/2025	14	360	3,9
03/11/2025	9	360	2,5

<b>Tanggal</b>	<b>Breakdown Time (menit)</b>	<b>Loading Time (menit)</b>	<b>Equipment Failure (%)</b>
04/11/2025	12	360	3,3
<b>rata-rata</b>	<b>11,5</b>	<b>360</b>	<b>3%</b>

## 2. *Set up and Adjustment Losses*

Kerugian ini terjadi saat mesin berhenti karena perubahan produk, pergantian alat, atau pemeriksaan. Untuk contoh perhitungan *Set up and Adjustment Losses* sebagai berikut:

$$\text{Set up and Adjustment Losses} = \frac{\text{Setup Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Set up and Adjustment Losses} = \frac{4}{360} \times 100\%$$

$$\text{Set up and Adjustment Losses} = 1,1\%$$

Hasil perhitungan *Set up and Adjustment Losses* selengkapnya sebagai berikut:

Tabel 7. Perhitungan *Set up and Adjustment Losses*

<b>Tanggal</b>	<b>Setup Time (menit)</b>	<b>Loading Time (menit)</b>	<b>Set up and Adjustment Losses (%)</b>
06/10/2025	4	360	1,1
07/10/2025	6	360	1,7
08/10/2025	5	360	1,4
09/10/2025	7	360	1,9
10/10/2025	4	360	1,1
11/10/2025	9	360	2,5
13/10/2025	5	360	1,4
14/10/2025	5	360	1,4
15/10/2025	8	360	2,2
16/10/2025	6	360	1,7
17/10/2025	4	360	1,1
18/10/2025	5	360	1,4
20/10/2025	6	360	1,7
21/10/2025	7	360	1,9
22/10/2025	5	360	1,4
23/10/2025	5	360	1,4
24/10/2025	6	360	1,7
25/10/2025	4	360	1,1
27/10/2025	6	360	1,7
28/10/2025	5	360	1,4
29/10/2025	7	360	1,9
30/10/2025	5	360	1,4
31/10/2025	4	360	1,1
01/11/2025	6	360	1,7
03/11/2025	5	360	1,4
04/11/2025	6	360	1,7
<b>rata-rata</b>	<b>5,6</b>	<b>360</b>	<b>2%</b>

### 3. *Idling and Minor Stoppage Losses*

Kerugian ini berupa berhentinya mesin untuk waktu singkat namun berulang, seperti gangguan sensor, tersangkutnya material, atau penumpukan hasil produksi. Untuk contoh perhitungan *Idling and Minor Stoppage Losses* sebagai berikut:

$$\text{Idling and Minor Stoppage Losses} = \frac{\text{Non Productive Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Idling and Minor Stoppage Losses} = \frac{10}{360} \times 100\%$$

$$\text{Idling and Minor Stoppage Losses} = 2,8\%$$

Hasil perhitungan *Idling and Minor Stoppage Losses* selengkapnya sebagai berikut:

Tabel 8. Perhitungan *Idling and Minor Stoppage Losses*

Tanggal	Operating Time (menit)	Actual Production Time (menit)	Non Productive Time (menit)	Loading Time (menit)	Idling and Minor Stoppage Losses (%)
06/10/2025	348	338	10	360	2,8
07/10/2025	342	332	10	360	2,8
08/10/2025	345	336	9	360	2,5
09/10/2025	338	326	12	360	3,3
10/10/2025	350	341	9	360	2,5
11/10/2025	330	317	13	360	3,6
13/10/2025	346	336	10	360	2,8
14/10/2025	344	334	10	360	2,8
15/10/2025	335	321	14	360	3,9
16/10/2025	342	332	10	360	2,8
17/10/2025	348	339	9	360	2,5
18/10/2025	345	335	10	360	2,8
20/10/2025	341	330	11	360	3,1
21/10/2025	338	326	12	360	3,3
22/10/2025	346	337	9	360	2,5
23/10/2025	344	334	10	360	2,8
24/10/2025	340	329	11	360	3,1
25/10/2025	350	341	9	360	2,5
27/10/2025	342	332	10	360	2,8
28/10/2025	345	336	9	360	2,5
29/10/2025	338	326	12	360	3,3
30/10/2025	344	334	10	360	2,8
31/10/2025	348	339	9	360	2,5
01/11/2025	340	329	11	360	3,1
03/11/2025	346	337	9	360	2,5
04/11/2025	342	332	10	360	2,8
<b>rata-rata</b>	<b>343</b>	<b>332,7</b>	<b>10,3</b>	<b>360</b>	<b>3%</b>

### 4. *Reduced Speed Losses*

Kerugian ini terjadi saat mesin berjalan lebih lambat dari kecepatan idealnya karena faktor keausan, operator, atau kondisi bahan. Untuk contoh perhitungan *Reduced Speed Losses* sebagai berikut:

$$\text{Reduced Speed Losses} = \frac{(\text{Actual Cycle Time} - \text{Ideal Cycle Time}) \times \text{Output}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Reduced Speed Losses} = \frac{(0,6 - 0,5) \times 560}{360} \times 100\%$$

$$\text{Reduced Speed Losses} = 15,6\%$$

Hasil perhitungan *Reduced Speed Losses* selengkapnya sebagai berikut:

Tabel 9. Perhitungan *Reduced Speed Losses*

Tanggal	Actual CT (menit/unit)	Ideal CT (menit/unit)	Output (unit)	Loading Time (menit)	Reduce Speed Losses (%)
06/10/2025	0,60	0,5	560	360	15,6
07/10/2025	0,60	0,5	550	360	15,3
08/10/2025	0,59	0,5	565	360	14,1
09/10/2025	0,62	0,5	530	360	17,7
10/10/2025	0,59	0,5	580	360	14,5
11/10/2025	0,59	0,5	540	360	13,5
13/10/2025	0,60	0,5	560	360	15,6
14/10/2025	0,60	0,5	555	360	15,4
15/10/2025	0,62	0,5	520	360	17,3
16/10/2025	0,60	0,5	550	360	15,3
17/10/2025	0,58	0,5	585	360	13,0
18/10/2025	0,59	0,5	565	360	14,1
20/10/2025	0,61	0,5	540	360	16,5
21/10/2025	0,62	0,5	530	360	17,7
22/10/2025	0,59	0,5	570	360	14,3
23/10/2025	0,60	0,5	560	360	15,6
24/10/2025	0,60	0,5	545	360	15,1
25/10/2025	0,58	0,5	590	360	13,1
27/10/2025	0,60	0,5	555	360	15,4
28/10/2025	0,59	0,5	565	360	14,1
29/10/2025	0,62	0,5	530	360	17,7
30/10/2025	0,59	0,5	570	360	14,3
31/10/2025	0,58	0,5	585	360	13,0
01/11/2025	0,60	0,5	545	360	15,1
03/11/2025	0,60	0,5	560	360	15,6
04/11/2025	0,60	0,5	550	360	15,3
<b>rata-rata</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	<b>556</b>	<b>360</b>	<b>15%</b>

##### 5. *Quality Defect and Rework Losses*

*Quality Defect and Rework Losses* mengacu pada produk cacat selama proses produksi yang harus dikerjakan ulang atau dibuang. Untuk contoh perhitungan *Quality Defect and Rework Losses* sebagai berikut:

$$\text{Quality Defect and Rework Losses} = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Total Product Defect}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Quality Defect and Rework Losses} = \frac{0,5 \times 25}{360} \times 100\%$$

$$\text{Quality Defect and Rework Losses} = 3,5\%$$

Hasil perhitungan *Quality Defect and Rework Losses* selengkapnya sebagai berikut:

Tabel 10. Perhitungan *Quality Defect and Rework Losses*

Tanggal	<i>Ideal CT</i> (menit/unit)	<i>Total Product Defect</i> (unit)	<i>Loading Time</i> (menit)	<i>Quality Defect and Rework Losses</i> (%)
06/10/2025	0,5	25	360	3,5
07/10/2025	0,5	22	360	3,1
08/10/2025	0,5	24	360	3,3
09/10/2025	0,5	28	360	3,9
10/10/2025	0,5	21	360	2,9
11/10/2025	0,5	26	360	3,6
13/10/2025	0,5	23	360	3,2
14/10/2025	0,5	24	360	3,3
15/10/2025	0,5	30	360	4,2
16/10/2025	0,5	22	360	3,1
17/10/2025	0,5	20	360	2,8
18/10/2025	0,5	23	360	3,2
20/10/2025	0,5	25	360	3,5
21/10/2025	0,5	27	360	3,8
22/10/2025	0,5	22	360	3,1
23/10/2025	0,5	24	360	3,3
24/10/2025	0,5	26	360	3,6
25/10/2025	0,5	19	360	2,6
27/10/2025	0,5	23	360	3,2
28/10/2025	0,5	24	360	3,3
29/10/2025	0,5	28	360	3,9
30/10/2025	0,5	25	360	3,5
31/10/2025	0,5	21	360	2,9
01/11/2025	0,5	26	360	3,6
03/11/2025	0,5	22	360	3,1
04/11/2025	0,5	24	360	3,3
<b>rata-rata</b>	<b>0,5</b>	<b>24</b>	<b>360</b>	<b>3%</b>

6. *Reduced Yield Losses*

Kerugian ini terjadi pada awal siklus produksi (*startup losses*), di mana mesin belum mencapai kondisi operasi stabil dan menghasilkan produk cacat. Untuk contoh perhitungan *Reduced Yield Losses* sebagai berikut:

$$\text{Reduced Yield Losses} = \frac{\text{Total Reject Product}}{\text{Total Product Processed}} \times 100\%$$

$$\text{Reduced Yield Losses} = \frac{25}{560} \times 100\%$$

$$\text{Reduced Yield Losses} = 4,5\%$$

Hasil perhitungan *Reduced Yield Losses* selengkapnya sebagai berikut:

Tabel 11. Perhitungan *Reduced Yield Losses*

Tanggal	<i>Total Reject Product</i> (unit)	<i>Total Product Processed</i> (unit)	<i>Reduce Yield Losses</i> (%)
06/10/2025	25	560	4,5
07/10/2025	22	550	4,0
08/10/2025	24	565	4,2

Tanggal	Total Reject Product (unit)	Total Product Processed (unit)	Reduce Yield Losses (%)
09/10/2025	28	530	5,3
10/10/2025	21	580	3,6
11/10/2025	26	540	4,8
13/10/2025	23	560	4,1
14/10/2025	24	555	4,3
15/10/2025	30	520	5,8
16/10/2025	22	550	4,0
17/10/2025	20	585	3,4
18/10/2025	23	565	4,1
20/10/2025	25	540	4,6
21/10/2025	27	530	5,1
22/10/2025	22	570	3,9
23/10/2025	24	560	4,3
24/10/2025	26	545	4,8
25/10/2025	19	590	3,2
27/10/2025	23	555	4,1
28/10/2025	24	565	4,2
29/10/2025	28	530	5,3
30/10/2025	25	570	4,4
31/10/2025	21	585	3,6
01/11/2025	26	545	4,8
03/11/2025	22	560	3,9
04/11/2025	24	550	4,4
<b>rata-rata</b>	<b>24</b>	<b>556</b>	<b>4%</b>

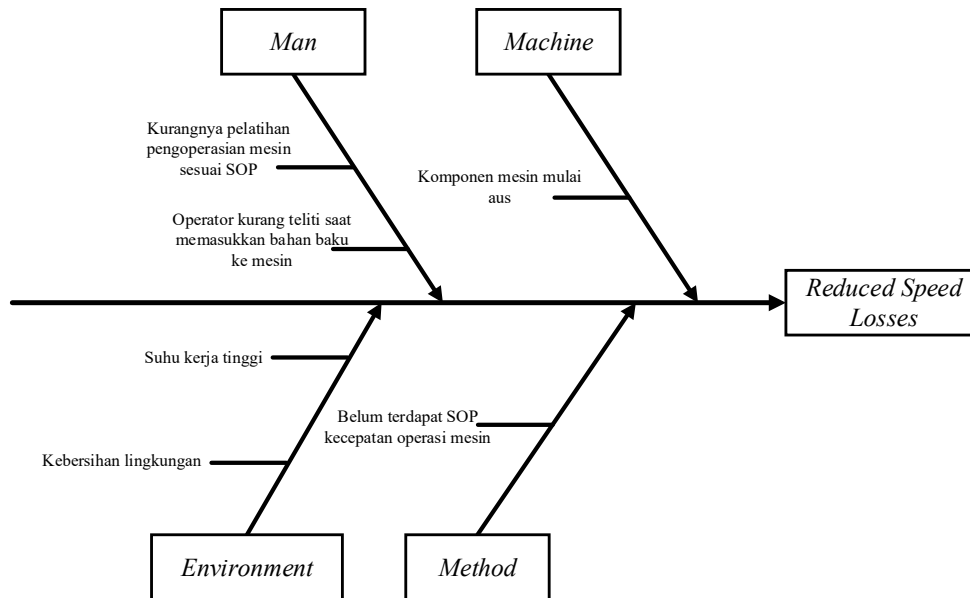
Berdasarkan hasil perhitungan *Six Big Losses* pada penelitian ini, bahwa *Reduced Speed Losses* merupakan faktor yang paling dominan memengaruhi nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) mesin *rolling* otomatis. Kerugian ini menyebabkan kehilangan waktu sebesar 54 menit per hari, atau setara dengan 15% dari total *loading time*, sehingga memberikan kontribusi terbesar dibandingkan jenis kerugian lainnya. Dapat dilihat pada Tabel. 12 berikut:

Tabel 12. Total Time Losses

Jenis Losses	Rata-rata Losses (%)	Loading Time (menit)	Total Time Losses (menit/hari)
<i>Equipment Failure</i>	3	360	10,8
<i>Setup &amp; Adjustment Losses</i>	2	360	7,2
<i>Idling &amp; Minor Stoppage Losses</i>	3	360	10,8
<i>Reduced Speed Losses</i>	15	360	54
<i>Quality Defect &amp; Rework Losses</i>	3	360	10,8
<i>Reduced Yield Losses</i>	4	360	14,4
<b>Total</b>	<b>30%</b>		<b>108 menit</b>

### ***Fishbone Diagram***

Berdasarkan hasil perhitungan *Six Big Losses*, diketahui bahwa *Reduced Speed Losses* merupakan kerugian paling dominan dengan kehilangan waktu kerja sebesar 54 menit per hari yang memengaruhi nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) mesin *rolling* otomatis di UD Putra Delta. Oleh karena itu, dilakukan analisis menggunakan diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*) untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab terjadinya penurunan kecepatan operasi mesin. Hasil analisis menunjukkan bahwa *Reduced Speed Losses* dipengaruhi oleh 4 faktor (*man, machine, method, dan environment*) yang secara keseluruhan menyebabkan mesin tidak dioperasikan pada kecepatan idealnya. Berikut disajikan *fishbone diagram* dapat dilihat pada Gambar. 2 sebagai berikut:



Gambar 2. *Fishbone Diagram*

Hasil analisis akar penyebab menunjukkan bahwa rendahnya kinerja mesin *rolling* otomatis dipengaruhi oleh beberapa faktor utama.

1. Aspek manusia (*man*), kurangnya pelatihan pengoperasian mesin sesuai standar prosedur menyebabkan operator belum memahami pengaturan kecepatan optimal. Kondisi ini mendorong operator menjalankan mesin pada kecepatan di bawah standar untuk menghindari kesalahan. Selain itu, kurangnya ketelitian operator saat memasukkan bahan baku sering menyebabkan penumpukan lebih dari satu lembar aluminium, sehingga mengganggu kelancaran proses pengoperasian mesin.
2. Aspek mesin (*machine*), keausan pada beberapa komponen utama menyebabkan penurunan kestabilan mesin saat dioperasikan pada kecepatan tinggi. Akibatnya, kecepatan operasi mesin terpaksa diturunkan untuk menjaga keamanan dan mencegah kerusakan lanjutan.
3. Aspek metode (*method*), belum tersedianya standar operasional prosedur (SOP) terkait kecepatan operasi mesin menyebabkan tidak adanya acuan baku bagi operator, sehingga pemilihan kecepatan kerja cenderung bersifat subjektif dan berada di bawah kondisi ideal.
4. Aspek lingkungan (*environment*) juga berpengaruh terhadap kinerja mesin. Suhu kerja yang relatif tinggi menurunkan tingkat fokus operator serta meningkatkan risiko mesin mengalami *overheating*. Selain itu, kondisi lingkungan kerja yang kurang bersih turut menghambat kelancaran proses produksi dan berpotensi meningkatkan gangguan operasional.

Hasil analisis menunjukkan bahwa *reduced speed losses* merupakan kerugian paling dominan yang menurunkan nilai *performance rate*. Penurunan kecepatan mesin terjadi sebagai bentuk penyesuaian terhadap kondisi aktual mesin dan proses produksi. Secara teknis, keausan pada beberapa komponen seperti *roller* dan sistem penggerak menyebabkan mesin kurang stabil saat dioperasikan pada kecepatan tinggi, sehingga berisiko menimbulkan getaran, cacat produk, atau gangguan mendadak. Dari sisi operasional, operator juga sengaja menurunkan kecepatan untuk menjaga kualitas produk dan mengurangi potensi kesalahan, terutama karena belum adanya standar kecepatan yang terdokumentasi secara jelas. Temuan ini menunjukkan bahwa *reduced speed losses* dipengaruhi oleh kombinasi faktor teknis dan perilaku operator. Oleh karena itu, peningkatan efektivitas mesin memerlukan rekomendasi perbaikan menggunakan 5W+1H dan

pemeliharaan sekaligus penetapan standar operasional yang jelas agar mesin dapat dijalankan mendekati kecepatan ideal tanpa mengorbankan kualitas.

### **5W+1H**

Setelah penyebab utama tingginya *downtime* diketahui, kemudian dilakukan rekomendasi perbaikan dengan menggunakan metode 5W+1H. Melalui pendekatan ini, usulan perbaikan disusun secara lebih terarah dan sesuai dengan kondisi nyata di lapangan, sehingga diharapkan mampu mengurangi *downtime* dan meningkatkan efektivitas kinerja mesin.

1. Aspek manusia (*man*), permasalahan utama berasal dari kurangnya pelatihan pengoperasian mesin sesuai standar operasional prosedur. Kondisi ini menyebabkan operator belum memahami pengaturan mesin secara optimal, sehingga berpotensi menimbulkan kesalahan pengoperasian dan keterlambatan dalam penanganan gangguan selama proses rolling berlangsung. Selain itu, kurangnya ketelitian operator saat memasukkan bahan baku juga sering menyebabkan penumpukan material yang mengakibatkan mesin berhenti sementara. Oleh karena itu, perbaikan difokuskan pada pelaksanaan pelatihan pengoperasian mesin secara berkala untuk meningkatkan pemahaman SOP dan keterampilan operator.
2. Aspek mesin (*machine*), keausan pada beberapa komponen utama seperti roller, bearing, dan sistem penggerak menyebabkan penurunan stabilitas mesin saat dioperasikan. Kondisi ini meningkatkan risiko gangguan dan berhentinya mesin selama produksi berlangsung. Rekomendasi perbaikan pada aspek ini diarahkan pada penerapan perawatan berkala dan penggantian komponen yang telah aus guna menjaga keandalan dan kestabilan mesin.
3. Aspek metode (*method*), belum tersedianya SOP terkait kecepatan operasi mesin menyebabkan operator menjalankan mesin berdasarkan perkiraan masing-masing. Hal ini mengakibatkan variasi kecepatan kerja yang berdampak pada penurunan performa mesin. Oleh karena itu, disarankan agar manajemen menyusun dan menetapkan SOP kecepatan operasi mesin sebagai acuan baku dalam proses produksi.
4. Aspek lingkungan (*environment*), suhu yang relatif tinggi di area produksi menurunkan kenyamanan dan konsentrasi operator serta meningkatkan risiko mesin mengalami overheating. Selain itu, kondisi kebersihan lingkungan yang kurang optimal berpotensi mengganggu kelancaran proses produksi dan meningkatkan risiko gangguan mesin. Rekomendasi perbaikan pada aspek ini meliputi penambahan ventilasi di area kerja serta penerapan jadwal pembersihan rutin yang melibatkan seluruh karyawan di area produksi.

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

### ***Kesimpulan***

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja mesin *rolling* otomatis pada proses produksi rantang tunggal di UD Putra Delta menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan analisis *Six Big Losses*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mesin *rolling* otomatis masih mengalami *downtime* yang relatif tinggi, sehingga mengurangi waktu operasi efektif dan berdampak pada penurunan produktivitas. Nilai OEE yang diperoleh sebesar 74% masih berada di bawah *standar world class* sebesar 85%, yang menandakan bahwa kinerja mesin belum optimal. Analisis *Six Big Losses* menunjukkan bahwa *Reduced Speed Losses* merupakan kerugian paling dominan, yang disebabkan oleh pengoperasian mesin pada kecepatan di bawah kondisi ideal. Hasil analisis akar penyebab menunjukkan bahwa tingginya *Reduced Speed Losses* dipengaruhi oleh faktor manusia, mesin, metode, dan lingkungan kerja. Perumusan usulan perbaikan menggunakan pendekatan 5W+1H memberikan dasar yang sistematis dalam menyusun langkah perbaikan yang realistis dan berkelanjutan guna meningkatkan efektivitas mesin *rolling* otomatis.

### ***Saran***

Berdasarkan hasil penelitian, UD Putra Delta disarankan untuk menyusun dan menerapkan SOP kecepatan operasi mesin *rolling* otomatis sebagai acuan baku bagi operator guna meminimalkan *Reduced Speed Losses*. Selain itu, peningkatan kompetensi operator melalui pelatihan berkala serta penerapan pemeliharaan preventif pada komponen mesin yang kritis perlu dilakukan untuk menjaga kestabilan dan performa mesin. Perusahaan juga perlu memperhatikan kondisi lingkungan kerja, khususnya pengaturan suhu dan kebersihan area produksi, guna mendukung kenyamanan dan fokus operator. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar analisis diperluas pada mesin lain dalam lini produksi serta dikombinasikan dengan pendekatan perbaikan berkelanjutan seperti TPM atau *Lean Manufacturing*.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] I. N. Jayanti and D. Nurkertamanda, “Penerapan TPM Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness ( OEE ) dan Six Big Losses pada PT Bimuda Karya Teknik,” 2023.
- [2] M. R. Akbar and W. Widiasih, “Analisis Perawatan Mesin Bubut Dengan Metode Preventive Maintenance Guna Menghindari Kerusakan Secara Mendadak Dan Untuk Menghitung Biaya Perawatan,” *J. SENOPATI*, vol. 1, no. 2, pp. 32–45, 2022, [Online]. Available: [ejurnal.itats.ac.id/senopati](http://ejurnal.itats.ac.id/senopati)
- [3] S. Iskandar and R. R. Padmakusumah, “Analisis Progress Implementasi TPM ( Total Productive Maintenance ) dan Proyeksi Manfaatnya bagi Peningkatan Produktivitas ( Studi Kasus pada Perusahaan X ),” pp. 2532–2547, 2023.
- [4] A. P. Bidari and Suseno, “Evaluasi Pengaruh Autonomous Maintenance terhadap Kinerja Mesin Bubut dalam Penerapan Total Productive Maintenance di PT XYZ,” pp. 117–125, 2025.
- [5] E. Hafidah, “Analisis Total Productive Maintenance Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness Pada Mesin Oliver 566SD di CV. DMP,” 2025.
- [6] Y. Supriyanti and W. A. Fahrudin, “Analisis Efektivitas Kinerja Mesin Dengan Metode Total Productive Maintenance di PT . BII,” vol. 6, pp. 252–260, 2025, doi: 10.37373/jenius.v6i2.1868.
- [7] P. Suwardiyanto, D. Siregar, and D. Umar, “Analisis Perhitungan OEE dan Menentukan Six Big Losses pada Mesin Spot Welding Tipe X,” vol. 1, no. 1, 2020.
- [8] S. Rahayu and A. L. Miftahuddin, “Analisis Total Productive Maintenance Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Six Big Losses Pada Mesin Curing Tire Press di PT.XYZ,” vol. 3, no. 01, pp. 62–70, 2025.
- [9] M. D. Nugraha, “Analisis Efektivitas Mesin Boiler Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness ( OEE ) dan Six Big Losses di PT . Ciomas Adisatwa,” 2024.
- [10] Y. A. Sujarwo and A. Ratnasari, “Aplikasi Reservasi Parkir Inap Menggunakan Metode Fishbone Diagram dan QR-Code,” *J. SISFOKOM*, vol. 09, pp. 302–309, 2020.
- [11] N. Franciska, “Analisis Faktor – Faktor Penyebab Terjadinya Selisih Jumlah Stock Barang di Gudang PT. Solo Murni Boyolali Menggunakan Metode 5W+1H dan Fishbone Diagram,” *J. Ilm. Ekon. Manaj. Bisnis dan Akunt.*, vol. 2, no. 2, pp. 74–87, 2025, doi: <https://doi.org/10.61722/jemba.v2i2.785>.
- [12] Hasmar, A. B. Tumpu, and Erniati, “Penerapan Teknik What, Why, Where, Who, Hhen+How (5W+1H) dalam Meningkatkan Keterampilan Menulis Cerpen Siswa di Sekolah Menengah Kejuruan,” *ISOLEK J. Pendidikan, Pengajaran, Bhs. dan Sastra*, vol. 1, 2023.