



Usulan Peningkatan Efektivitas Mesin dengan Metode *Overall Resource Effectiveness, Failure Mode Effect Analysis, dan Total Productive Maintenance*

Wahyu Eka Putra Sanjaya¹, Annisa Kesy Garside², Rahmad Wisnu Wardana³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang
Jl. Raya Tlogomas No. 246, Malang 65141

Email: wahyueps00@gmail.com, annisa@umm.ac.id, rahmadwisnu78@umm.ac.id

Abstract

PT XYZ is a company engaged in the wood industry which is marketed for export. In carrying out the production process losses often occur in multi drill machines thereby reducing the effectiveness of the machine. These losses arise because the machine is often adjusted and experiences breakdowns. Therefore, this study will analyze the effectiveness of the multi drill machine using the Overall Resource Effectiveness (ORE) method. Furthermore, fishbone diagrams, Failure Mode Effect Analysis (FMEA), and Total Productive Maintenance will be used as a method for providing improvement suggestions to increase machine effectiveness. From the calculation results, the ORE value is 59.58% (below the standard, which is 85%). Furthermore, by using the fishbone and FMEA methods, 3 failure modes with the largest RPN values were taken. Proposed improvements to increase the effectiveness of multi-bore machines are the application of autonomous maintenance, quality maintenance, preventive maintenance, and provision of safety stock.

Keywords: *maintenance, losses, overall resource effectiveness, failure mode effect analysis, total productive maintenance*

Abstrak

PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak pada industri kayu yang dipasarkan secara ekspor. Dalam melakukan proses produksi sering terjadi *losses* pada mesin multi bor sehingga menurunkan efektivitas dari mesin tersebut. *Losses* ini timbul karena mesin sering dilakukan penyetelan dan mengalami *breakdown*. Oleh karena itu, penelitian ini akan menganalisis efektivitas mesin multi bor dengan menggunakan metode *Overall Resource Effectiveness* (ORE). Selanjutnya diagram *fishbone*, *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA), dan *Total Productive Maintenance* akan digunakan sebagai metode untuk memberikan usulan perbaikan untuk meningkatkan efektivitas mesin. Dari hasil perhitungan diperoleh nilai ORE sebesar 59,58% (di bawah standar yaitu 85%). Selanjutnya dengan menggunakan *fishbone* dan metode FMEA diambil 3 *failure mode* dengan nilai RPN terbesar. Usulan perbaikan untuk meningkatkan efektivitas mesin multi bor adalah penerapan *autonomous maintenance, quality maintenance, preventive maintenance*, dan penyediaan *safety stock*.

Kata kunci: *perawatan, losses, overall resource effectiveness, failure mode effect analysis, total productive maintenance*

Pendahuluan

Perkembangan industri kayu semakin pesat di Indonesia, hal ini menyebabkan kompetisi juga semakin tinggi sehingga perusahaan dituntut untuk mampu memenuhi permintaan pasar. Kemampuan perusahaan dalam memproduksi dan menyediakan barang mewajibkan perusahaan untuk memiliki

produktivitas yang tinggi. Produktivitas yang tinggi ini bertujuan untuk menghasilkan produk sesuai dengan kebutuhan. Dalam meningkatkan produktivitas pada lini produksi, perusahaan tidak hanya menganalisis mesin tetapi juga harus memperhatikan faktor lain, seperti manusia, material dan metode yang

juga berperan penting dalam meningkatkan produktivitas ini.

PT XYZ merupakan salah satu industri kayu yang ada di Jawa Timur. Produk yang dihasilkan adalah *wood furniture* dan *wood panel*. Produk yang dihasilkan telah diekspor ke beberapa negara di Amerika dan Eropa. Berdasarkan data produksi pada bulan April 2022, mesin *multi bor* mengalami *losses* sebesar 3276 menit, dan nilai *losses* ini tidak jauh beda dengan bulan-bulan sebelumnya. Nilai *losses* ini merupakan yang paling tinggi dibandingkan dengan mesin lainnya. Hal ini dapat menyebabkan efektivitas lini produksi menurun. Penyebab terjadinya *losses* diantaranya umur mesin yang sudah tua karena telah digunakan selama kurang lebih 29 tahun sehingga sering terjadi *breakdown* dan penyetakan mesin.

Beberapa penelitian terdahulu telah menggunakan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) untuk mengukur kinerja dan efektivitas mesin diantaranya oleh Ahlaq *et al.* (2017), Mendrofa & Mulyanto (2020), Arif Rahman & Perdana (2019). Menurut Wardani *et al.* (2021), OEE merupakan metrik kuantitatif yang digunakan untuk mengontrol dan meningkatkan produktivitas suatu mesin. *Overall Resource Effectiveness* (ORE) adalah pengembangan dari metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Metode ORE memiliki tingkat keefektifan lebih tinggi dari pada OEE (Garza-Reyes, 2015).

Metode ORE memberikan evaluasi lebih lanjut dari metode OEE dengan mempertimbangkan berbagai variabel baru meliputi ketersediaan manusia, mesin, material, dan metode (Eswaramurthi & Mohanram, 2013). Metode ORE terdiri atas tujuh faktor yaitu *readiness*, *availability of facility*, *changeover efficiency*, *availability of material*, *availability of manpower*, *performance efficiency* dan *quality rate* (Pandey & Sridhar, 2019). Sehingga penggunaan metode ORE dapat mencari faktor lain yang mempengaruhi efektivitas mesin.

Wardani *et al.* (2021) mengusulkan kombinasi ORE dan Total Productive Maintenance (TPM) untuk meningkatkan efektivitas mesin. Penelitian yang dilakukan oleh Sunarya *et al.* (2022) dan Zulfatri *et al.* (2020) menghitung efektivitas mesin dengan menggunakan metode OEE dan ORE. Karena nilai OEE dan ORE masih di bawah standar,

kedua peneliti kemudian menghitung persentase *six big losses*. Selanjutnya Sunarya *et al.* (2022) mengusulkan penjadwalan dengan algoritma GUPTA untuk meminimalkan *losses*. Sedangkan Zulfatri *et al.* (2020) menggunakan *Fishbone diagram* untuk mengidentifikasi penyebab tingginya *losses* dan memberikan usulan untuk meminimasi *reduced speed* dan *idling and minor stoppages*.

Berdasarkan beberapa penelitian tersebut menunjukkan metode ORE telah dikombinasikan dengan metode *Fishbone diagram* dan TPM untuk meningkatkan efektivitas mesin. Penelitian ini akan mengusulkan kombinasi dari metode ORE, *fishbone diagram*, FMEA, dan TPM. *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) merupakan pendekatan rekayasa yang digunakan untuk menetapkan, mengidentifikasi dan menghilangkan *losses* terbesar (Hasanah *et al.*, 2020). Sehingga dalam penelitian ini, FMEA akan digunakan untuk menentukan prioritas mode kegagalan yang menyebabkan rendahnya nilai ORE. Selanjutnya usulan perbaikan diberikan berdasarkan pilar-pilar TPM berdasarkan prioritas tersebut.

Metode Penelitian

Penelitian terdiri dari beberapa tahapan untuk mencapai tujuan penelitian, yaitu :

- 1) Tahap survei perusahaan merupakan tahap paling awal yang dilakukan dengan melakukan observasi pada proses produksi.
- 2) Pengumpulan data dilakukan melalui observasi terkait kondisi mesin, jumlah produksi dan jumlah produk cacat. Penelitian dikhususkan pada mesin multi bor pada perusahaan *furniture* berdasarkan data dari observasi langsung di perusahaan selama 30 hari kerja.
- 3) Perhitungan nilai pada masing-masing faktor ORE dengan persamaan 1-8 (Pandey & Sridhar, 2019).
- 4) Pembuatan *fishbone diagram* untuk mengidentifikasi akar penyebab rendahnya ORE pada faktor ORE yang nilainya paling rendah. *Fishbone diagram* merupakan teknik representasi grafis yang tepat dan umum untuk mengeksplorasi dan mengategorikan akar penyebab masalah potensial yang dialami perusahaan (Coccia, 2018). Identifikasi akar penyebab melalui *brainstorming* dengan pihak perusahaan.

$$R = \frac{PPT}{TT} \quad \text{Pers.1}$$

Keterangan:

R = *Readiness*PPT = *Planned Production Time*TT = *Total Time*

$$A_f = \frac{LT}{PPT} \quad \text{Pers.2}$$

Keterangan:

A_f = *Availablity of Facility*LT = *Loading Time*PPT = *Planned Production Time*

$$C = \frac{OT}{LT} \quad \text{Pers.3}$$

Keterangan:

C = *Changeover Efficiency*OT = *Operation Time*LT = *Loading Time*

$$A_m = \frac{RT}{OT} \quad \text{Pers.4}$$

Keterangan:

A_m = *Availability of Material*RT = *Running Time*OT = *Operation Time*

$$A_{mp} = \frac{RAT}{RT} \quad \text{Pers.5}$$

Keterangan:

A_{mp} = *Availability of Manpower*ART = *Actual Running Time*RT = *Running Time*

$$P = \frac{ET}{ART} \quad \text{Pers.6}$$

Keterangan:

P = *Performance Efficiency*ET = *Earned Time*ART = *Actual Running Time*

$$Q = \frac{QPA}{QPP} \quad \text{Pers.7}$$

Keterangan:

Q = *Quality Rate*QPA = *Quantity of Parts Accepted*QPP = *Quantity of Parts Produced*

$$ORE = R \times A_f \times C \times A_m \times A_{mp} \quad \text{Pers.8}$$

$$x P \times Q \times 100\%$$

5) Penentuan prioritas mode kegagalan dengan metode FMEA. Akar penyebab dari *fishbone diagram* selanjutnya menjadi *failure mode* dan *failure cause* pada FMEA (Krisnanti & Garside, 2022). Langkah berikutnya adalah menentukan nilai *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D) dari tiap *failure mode* (mode kegagalan). Penentuan nilai S, O, dan D melalui *brainstroming* dengan pihak perusahaan. Selanjutnya RPN dihitung dengan persamaan 9 (Peeters *et al.*, 2018). Nilai RPN menunjukkan tingkat prioritas dari peralatan maupun mesin yang memiliki risiko yang paling tinggi (Ouyang *et al.*, 2022).

$$RPN = Severity (S) \times Occurance (O) \times Detection (D) \quad \text{Pers.9}$$

6) Pemberian usulan perbaikan berdasarkan mode kegagalan yang memiliki nilai RPN tertinggi. Dalam penelitian ini akan menerapkan pilar-pilar *Total Productive Maintenance* (TPM).

Hasil dan Pembahasan

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data observasi harian pada akhir Agustus sampai awal Oktober 2022 (Tabel 1). Hasil penjumlahan *planned downtime*, *facilities downtime*, *setup & adjustment*, *material shortages*, *manpower absence* mulai tanggal 29/08/22 sampai 1/10/23 sebesar 3081 menit. Nilai ini mewakili *losses* selama 1 bulan. Jika dibandingkan dengan *losses* pada bulan April 2022 maka besarnya masih sama berkisar 3000 menit. Selanjutnya dengan menggunakan persamaan 1 sampai 8 diperoleh hasil perhitungan ORE pada mesin multi bor ditunjukkan pada Tabel 2. Nilai ORE harian kemudian dirata-rata untuk mendapatkan nilai ORE secara keseluruhan pada masing-masing faktor, seperti dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 1. Data observasi

No	Tanggal	Total Time (Menit)	Planned Downtime (Menit)	Jumlah Produksi (Part)	Produk Cacat (Part)	Facilities Downtime (Menit)	Setup & Adjustment (Menit)	Material Shortages (Menit)	Manpower Absence (Menit)	Cycle Time
1	29/08/22	480	21	405	19	30	10	0	15	0,9
2	30/08/22	480	34	260	8	47	25	0	5	1,22
3	31/08/22	480	26	91	8	27	18	61	0	3,38
4	1/9/2022	480	35	476	22	31	23	0	5	0,77
5	2/9/2022	480	34	261	14	28	10	0	8	1,27
6	3/9/2022	480	31	99	15	34	67	23	17	2,9
7	5/9/2022	480	34	457	12	44	10	0	0	0,76
8	6/9/2022	480	28	134	7	28	7	47	9	2,55
9	7/9/2022	480	12	209	8	28	13	0	12	1,6
10	8/9/2022	480	24	289	22	38	15	0	13	1,27
11	9/9/2022	480	20	99	2	39	29	51	0	3,16
12	10/9/2022	480	25	250	13	21	11	0	0	1,31
13	12/9/2022	480	22	328	9	29	24	0	13	1,01
14	13/09/22	480	35	71	1	41	13	61	13	4,13
15	14/09/22	480	26	185	7	33	24	21	0	1,94
16	15/09/22	480	31	191	7	44	20	12	0	1,89
17	16/09/22	480	15	157	10	38	15	15	21	2,15
18	17/09/22	480	24	307	11	41	12	67	0	0,89
19	19/09/22	480	29	547	15	21	8	0	0	0,71
20	20/09/22	480	25	240	11	28	28	0	18	1,36
21	21/09/22	480	28	127	9	38	26	38	0	2,32
22	22/09/22	480	20	253	10	25	22	0	0	1,55
23	23/09/22	480	23	250	11	31	18	0	0	1,47
24	24/09/22	480	31	155	3	21	19	0	5	2,32
25	26/09/22	480	35	154	5	44	17	31	14	2,16
26	27/09/22	480	23	310	10	45	22	0	11	0,97
27	28/09/22	480	26	291	12	26	7	0	7	1,32
28	29/09/22	480	21	179	5	46	51	40	17	1,58
29	30/09/22	480	22	127	3	20	26	0	19	2,78
30	1/10/2022	480	16	258	5	30	30	0	0	1,5
Jumlah		14400	776	7160	294	996	620	467	222	

Tabel 2. Perhitungan ORE per-hari

No.	Tanggal	R (%)	Af (%)	C (%)	Am (%)	Amp (%)	P (%)	Q (%)	ORE(%)
1	29/08/22	95,63	93,46	97,67	100,00	96,42	89,75	95,31	72,00
2	30/08/22	92,92	89,46	93,73	100,00	98,66	75,93	96,92	56,58
3	31/08/22	94,58	94,05	95,78	85,09	100,00	76,44	91,21	50,54
4	01/09/22	92,71	93,03	94,44	100,00	98,72	88,37	95,38	67,78
5	02/09/22	92,92	93,72	97,61	100,00	98,04	82,75	94,64	65,26
6	03/09/22	93,54	92,43	83,86	93,39	94,77	78,41	84,85	42,69
7	05/09/22	92,92	90,13	97,51	100,00	100,00	88,90	97,37	70,70
8	06/09/22	94,17	93,81	98,35	88,73	97,57	53,05	94,78	37,81
9	07/09/22	97,50	94,02	97,05	100,00	97,19	80,34	96,17	66,80

No.	Tanggal	R (%)	Af (%)	C (%)	Am (%)	Amp (%)	P (%)	Q (%)	ORE(%)
10	08/09/22	95,00	91,67	96,41	100,00	96,77	79,97	92,39	60,03
11	09/09/22	95,83	91,52	93,11	86,99	100,00	86,51	97,98	60,22
12	10/09/22	94,79	95,38	97,47	100,00	100,00	77,64	94,80	64,86
13	12/09/22	95,42	93,67	94,41	100,00	96,79	81,33	97,26	64,59
14	13/09/22	92,71	90,79	96,78	84,40	96,06	75,39	98,59	49,09
15	14/09/22	94,58	92,73	94,30	94,71	100,00	89,76	96,22	67,65
16	15/09/22	93,54	90,20	95,06	96,88	100,00	80,00	96,34	59,89
17	16/09/22	96,88	91,83	96,49	96,36	94,71	54,04	93,63	39,64
18	17/09/22	95,00	91,01	97,11	83,37	100,00	81,70	96,42	55,14
19	19/09/22	93,96	95,34	98,14	100,00	100,00	91,56	97,26	78,29
20	20/09/22	94,79	93,85	93,44	100,00	95,49	83,44	95,42	63,19
21	21/09/22	94,17	91,59	93,72	90,21	100,00	70,57	92,91	47,81
22	22/09/22	95,83	94,57	94,94	100,00	100,00	95,16	96,05	78,64
23	23/09/22	95,21	93,22	95,77	100,00	100,00	70,29	95,60	57,12
24	24/09/22	93,54	95,32	95,56	100,00	98,78	66,58	98,06	54,96
25	26/09/22	92,71	90,11	95,76	91,93	96,03	84,07	96,75	57,45
26	27/09/22	95,21	90,15	94,66	100,00	97,18	79,58	96,77	60,81
27	28/09/22	94,58	94,27	98,36	100,00	98,34	72,61	95,88	60,04
28	29/09/22	95,63	89,98	87,65	88,95	94,72	88,79	97,21	54,84
29	30/09/22	95,42	95,63	94,06	100,00	95,39	64,76	97,64	51,77
30	01/10/22	96,67	93,53	93,09	100,00	100,00	86,31	98,06	71,24

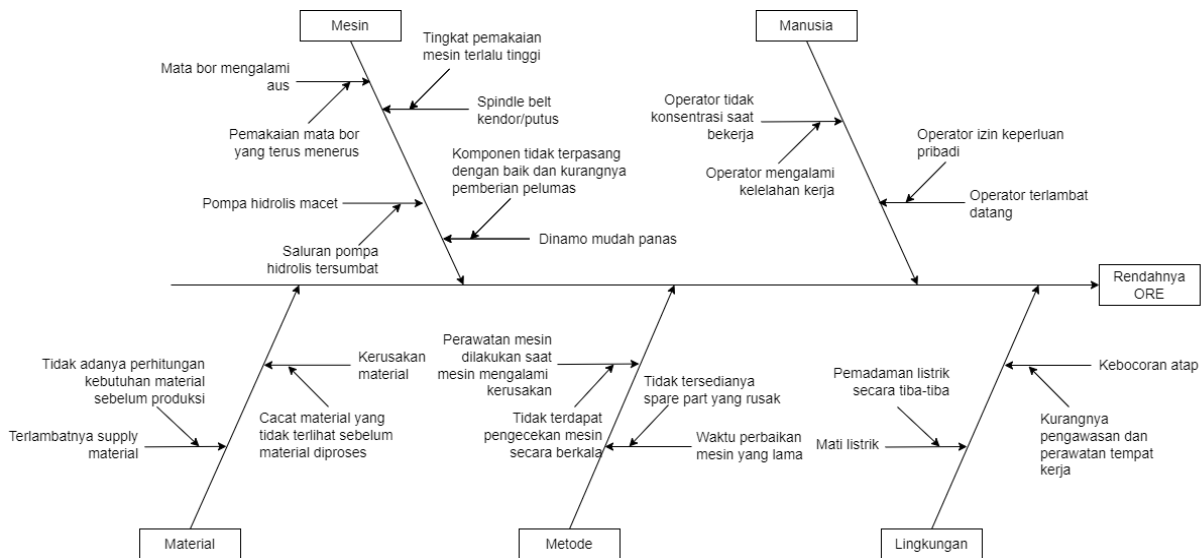
Tabel 3. Nilai rata-rata masing-masing faktor

No.	Faktor	Nilai (%)
1	Readiness (R)	94,61
2	Availability Of Facility (Af)	92,68
3	Changeover Efficiency (C)	95,08
4	Material Availability (AM)	96,03
5	Man Power Availability (AMP)	98,05
6	Performance Efficiency (P)	79,13
7	Quality Losses (Q)	95,59
	ORE	59,58

Berdasarkan hasil yang tercantum pada Tabel 3, nilai rata-rata *Overall Resource Effectiveness* (ORE) yaitu sebesar 59,58%. Sedangkan standar yang telah ditetapkan oleh JIPM yaitu sebesar 85%, maka nilai ORE ini masih perlu ditingkatkan. Dari seluruh faktor pada *Overall Resource Effectiveness* (ORE), faktor *performance efficiency* memiliki nilai paling kecil. Oleh karena itu, penelitian ini akan berfokus pada faktor-faktor penyebab rendahnya ORE dari faktor *performance efficiency*.

Fishbone diagram merupakan diagram yang digunakan untuk menganalisis sebab dan akibat dari permasalahan yang ada dengan mengutamakan beberapa aspek yaitu mesin, manusia, metode, lingkungan, dan material (Dharma *et al.*, 2019). Gambar 1 menunjukkan akar penyebab rendahnya ORE pada masing-masing faktor penyebab utama yaitu manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan.

Setelah mengetahui akar penyebab, langkah selanjutnya adalah melakukan prioritas mode kegagalan dengan menggunakan metode FMEA. Dengan menggunakan persamaan 9 diperoleh nilai RPN seperti ditunjukkan pada Tabel 4. Didapatkan tiga mode kegagalan yang dianggap paling kritis karena memiliki nilai RPN terbesar yaitu, mata bor mengalami aus memiliki nilai RPN tertinggi yaitu 288, perawatan mesin hanya dilakukan saat mesin mengalami kerusakan memiliki nilai RPN sebesar 240, waktu perbaikan mesin yang lama memiliki nilai RPN 175.



Gambar 1. Fishbone diagram rendahnya ORE pada mesin multi bor

Tabel 4. Perhitungan risk priority number

No	Faktor Penyebab Losses	Number of Failure	Failure Mode	Effect of Failure	Severity	Cause of Failure	Occurrence	Current Process Control Detection	Detection	RPN	Rank
1	Manusia	1A	Operator tidak konsentrasi saat bekerja	Produk cacat karena tidak sesuai	2	Operator mengalami kelelahan kerja	6	Tidak menerapkan lembur kerja	5	60	10
		1B	Operator terlambat datang	Waktu produksi berkurang	1	Operator izin keperluan pribadi	5	Memberikan izin jika terdapat keperluan mendesak	7	35	11
2	Mesin	2A	Mata bor mengalami aus	Hasil bor tidak rapi	6	Pemakaian mata bor yang terus menerus	6	Penggantian mata bor baru yang telah diasah oleh divisi maintenance	8	288	1
		2B	Pompa hidrolis macet	Mengganggu kinerja mesin	5	Saluran pompa hidrolis tersumbat	5	Penggantian saluran hidrolis	6	150	5
		2C	Spindle belt kendor/putus	Mesin mengalami penurunan kecepatan hingga tidak bergerak	8	Tingkat pemakaian mesin terlalu tinggi	5	Penggantian spindle belt	4	160	4
		2D	Dinamo mudah panas	Mesin cepat rusak dan kinerja mesin menurun	6	Komponen tidak terpasang dengan baik dan kurangnya pemberian pelumas	4	Dilakukan service dinamo	5	120	7
3	Material	3A	Terlambatnya supply material	Produksi Berhenti	6	Tidak adanya perhitungan kebutuhan material sebelum produksi	6	Segera memproses material dari stasiun kerja sebelumnya	4	144	6
		3B	Kerusakan material	Jumlah produksi berkurang	3	Cacat material yang tidak terlihat sebelum material diproses	6	Pengecekan material	5	90	9

No	Faktor Penyebab Losses	Number of Failure	Failure Mode	Effect of Failure	Serivity	Cause of Failure	Occurrence	Current Process Control Detection	Detection	RPN	Ran k
4	Metode	4A	Perawatan mesin dilakukan saat mesin mengalami kerusakan	Penurunan waktu produksi perusahaan	5	Tidak terdapat pengecekan mesin secara berkala	8	Perawatan mesin secara <i>corrective maintenance</i>	6	240	2
		4B	Waktu perbaikan mesin yang lama	Proses produksi terhambat	7	Tidak tersedianya <i>spare part</i>	5	Pembelian <i>spare part</i> secara langsung	5	175	3
5	Lingkungan	5A	Mati listrik	Mesin mati dan tidak dapat beroperasi	8	Pemadaman listrik secara tiba-tiba (tanpa pemberitahuan sebelumnya)	4	Produksi berhenti sementara dan menunggu listrik nyala	3	96	8
		5B	Kebocoran atap	Kenyamanan lingkungan kerja menurun	1	Kurangnya pengawasan dan perawatan tempat kerja	5	Penambalan atap	6	30	12

Berdasarkan *brainstoming* dengan pihak perusahaan didapatkan usulan perbaikan guna meningkatkan efektivitas mesin multi bor yaitu:

Usulan Perbaikan 1: Menerapkan *Autonomous Maintenance* dan *Quality Maintenance*

Mode kegagalan pertama yaitu mata bor sering mengalami aus yang menyebabkan proses produksi lebih lama terutama pada saat proses pelubangan kayu, sehingga dapat mengurangi jumlah produksi yang dihasilkan oleh perusahaan. Hal ini disebabkan oleh perawatan mesin yang kurang terencana, mata bor baru akan diganti jika mata bor telah mengalami aus yang parah, penggantian mata bor sering dilakukan secara mendadak pada saat proses produksi sedang berlangsung, mata bor yang digunakan juga memiliki kualitas yang rendah yang menyebabkan mata bor mudah aus.

Sesuai dengan pilar TPM maka usulan yang diberikan adalah menerapkan *Autonomous Maintenance* (AM). Dimana perawatan dilakukan oleh operator mesin dan bukan oleh teknisi perawatan. Hal ini memberi operator 'kepemilikan' atas mesin serta meningkatkan pengetahuan dan keterampilan operator tentang mesin mereka sendiri (Agustiady & Cudney, 2018). Ada tujuh langkah dalam pelaksanaan AM, yaitu pembersihan awal, penanggulangan pada sumber masalah, standar pembersihan dan pelumasan, inspeksi umum (*general inspection*), inspeksi otonom (*autonomous inspection*), organisasi dan

kerapian, pemeliharaan otonom penuh (*full autonomous maintenance*).

Dengan melakukan langkah tersebut, operator mesin multi bor diberi tanggung jawab tambahan untuk melakukan pengecekan dan penggantian mata bor (jika diperlukan) tanpa harus menunggu divisi maintenance. Oleh karena itu, operator mesin multi bor harus mengikuti pelatihan *basic maintenance* sehingga dapat menjalankan tanggung jawab tersebut.

Sedangkan *quality maintenance* berfungsi untuk mengevaluasi kembali kualitas mata bor yang digunakan apakah memiliki masa pakai yang optimal dibandingkan mata bor merek lain. Jika terdapat mata bor lain yang memiliki masa pakai yang lebih optimal maka perlu dilakukan penggantian mata bor merek lain.

Usulan Perbaikan 2: Menerapkan *Preventive Maintenance*

Mode kegagalan kedua yaitu perawatan mesin hanya dilakukan saat mesin mengalami kerusakan (*corrective maintenance*). Sehingga perusahaan perlu menerapkan *preventive maintenance* untuk mengurangi waktu produksi yang hilang karena *downtime* mesin. Oleh karena itu, perusahaan harus menghitung interval waktu perawatan mesin multi bor berdasarkan data historis kerusakan. Selain itu metode yang dapat digunakan adalah *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dan *Maintenance Value Stream Mapping* (Lukodono *et al.*, 2013).

Usulan Perbaikan 3: Menyediakan *Safety Stock*

Mode kegagalan ketiga disebabkan oleh waktu perbaikan mesin yang lama dikarenakan tidak tersedianya *spare part*. Dalam mengatasi *losses* ini, perusahaan perlu menyediakan *safety stock* untuk mengatasi kebutuhan *spare part* secara mendadak. Dalam penyediaan ini dapat digunakan metode *Reliability Centered Spares (RCS)* yang berguna dalam memastikan stok *spare part* dalam kurun waktu tertentu (Atmaji & Ngurah, 2018).

Kesimpulan

Hasil perhitungan *Overall Resource Effectiveness (ORE)* mesin multi bor sebesar 59,58%. Dari ketujuh faktor ORE, faktor performansi memiliki nilai paling kecil. Penyebab dari rendahnya nilai ORE yaitu mata bor sering mengalami aus, perawatan mesin dilakukan saat mesin mengalami kerusakan, dan waktu perbaikan mesin yang lama. Dengan demikian usulan yang diberikan untuk meningkatkan efektivitas mesin multi bor adalah mengimplementasikan *autonomous maintenance* dan *quality maintenance*, menerapkan *preventive maintenance* serta menyediakan *safety stock*. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah menggunakan konsep pareto untuk menentukan faktor-faktor pada metode ORE yang akan dianalisis lebih lanjut bukan hanya didasarkan pada faktor yang memiliki nilai paling rendah.

Daftar Pustaka

- Agustiady, T. K., & Cudney, E. A. (2018). Total Productive Maintenance. *Total Quality Management & Business Excellence*, 1–8. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/14783363.2018.1438843>
- Ahlaq, M. A. S., Cahyadi, D., & Handika, F. S. (2017). Analisa Perawatan Mesin Pulper Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE). *INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 3(2), 49–54.
- Atmaji, F. T. D., & Ngurah, A. A. (2018). Kebijakan Persediaan Suku Cadang di PT ABC Menggunakan Metode RCS (Reliability Centered Spares). *Jurnal Manajemen Industri dan Logistik (JMIL)*, 2(1), 90–102.
- Coccia, M. (2018). The Fishbone Diagram to Identify, Systematize and Analyze the Sources of General Purpose Technologies. *Journal of Social and Administrative Sciences*, 4(4), 291–303.
- Dharma, F. P., Ikatrinasari, Z. F., Purba, H. H., & Ayu, W. (2019). Reducing Non Conformance Quality of Yarn Using Pareto Principles and Fishbone Diagram in Textile Industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 508(1), 12092.
- Eswaramurthi, K. G., & Mohanram, P. V. (2013). Improvement of Manufacturing Performance Measurement System and Evaluation of Overall Resource Effectiveness (ORE). *American Journal of Applied Sciences*, 10(2), 131–138.
- Garza-Reyes, J. A. (2015). From Measuring Overall Equipment Effectiveness (OEE) to Overall Resource Effectiveness (ORE). *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 21(4), 506–527.
- Hasanah, T. U., Wulansari, T., Putra, T., & Fauzi, M. (2020). Penerapan Lean Manufacturing dengan Metode Takt Time dan FMEA untuk Mengidentifikasi Waste pada Proses Produksi Steril di Industri Farmasi. *JRSI (Jurnal Rekayasa Sistem Dan Industri)*, 7(02), 88–94.
- Krisnanti, E. D., & Garside, A. K. (2022). Penerapan Lean Manufacturing untuk Meminimasi Waste Percetakan Box. *INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 8(2), 99–108. <https://doi.org/https://doi.org/10.30656/intech.v8i2.4780>
- Lukodono, R. P., Pratikto, P., & Soenoko, R. (2013). Analisis Penerapan Metode RCM dan MVSM untuk Meningkatkan Keandalan Pada Sistem Maintenance (Studi Kasus PG. X). *Jurnal Rekayasa Mesin*, 4(1), 43–52.
- Mendrofa, A. J., & Mulyanto, T. (2020). Analisis Pengukuran Total Efektivitas Mesin Flame Cutting dan Plasma Cutting pada Perusahaan Industri Strategis. *Jurnal Ilmiah Industri*, 8(3), 172–184.
- Ouyang, L., Che, Y., Yan, L., & Park, C. (2022). Multiple Perspectives on Analyzing Risk Factors in FMEA. *Computers in Industry*, 141, 103712.
- Pandey, R., & Sridhar, K. (2019). Evaluating The Performance of Plant by Overall Equipment Effectiveness & Overall Resource Effectiveness: A Case Study. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 6(6), 2656–2663.

- Peeters, J. F. W., Basten, R. J. I., & Tinga, T. (2018). Improving Failure Analysis Efficiency By Combining FTA and FMEA in a Recursive Manner. *Reliability Engineering & System Safety*, 172, 36–44.
- Rahman, A., Darwiyanto, E., & Junaedi, D. (2016). Analisis dan Implementasi Sistem Rekomendasi Pemilihan Vendor untuk Pengadaan Alat Menggunakan Metode Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) dan Fuzzy AHP (Studi Kasus: PT Universal Tekno Reksajaya). *E-Proceedings of Engineering*, 3(2).
- Rahman, A., & Perdana, S. (2019). Analisis Produktivitas Mesin Percetakan Perfect Binding Dengan Metode OEE dan FMEA. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri (Jurnal Keilmuan Teknik dan Manajemen Industri)*, 7(1), 34–42.
- Sunarya, S., Hunusalela, Z. F., & Ruslan, H. (2022). Pengukuran Efektivitas Mesin Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness, Overall Resource Effectiveness dan Gupta Pada Mesin Injection Molding PT. Neohyolim Platech. *Jurnal KaLIBRASI-Karya Lintas Ilmu Bidang Rekayasa Arsitektur, Sipil, Industri*, 5(2), 160–170.
- Wardani, I. K., Atmaji, F. T. D., & Alhilmman, J. (2021). An Autonomous Maintenance Design Based on Overall Resource Effectiveness (ORE) Analysis: A Case Study of Paving Molding Machine. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 20(2), 173–183.
- Zulfatri, M. M., Alhilmman, J., & Atmaji, F. T. D. (2020). Pengukuran Efektivitas Mesin dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Overall Resource Effectiveness (ORE) Pada Mesin PL1250 di PT XZY. *Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 7(2), 123–131.

This page is intentionally left blank.