



Analisis Total Productive Maintenance Overall Equipment Effectiveness Moulding PMS Line

Yudi Siswanto¹, Togik Hidayat², Dery Rahmat Setiya Budi³

¹Program Studi Teknik Mesin Politeknik Industri Logam Morowali, Morowali, 94974, Indonesia

^{2,3}Program Studi Teknik Mesin Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri, Bojonegoro, 62115, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima : 10 Juni 2023
Direvisi : 12 Agustus 2023
Diterbitkan : 18 Agustus 2023

KATA KUNCI

Moulding, Overall Equipment Effectiveness, Six Big Losses, Total Productive Maintenance

KORESPONDENSI

E-mail Author Korespondensi:
yudisiswanto53@gmail.com

A B S T R A K

Proses produksi PT.XYZ mengalami masalah produktivitas yang dikarenakan kurang efektifnya penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM). *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) mesin meliputi *availability*, *performance rate*, *quality rate* adalah indikator dalam mengukur tingkat keberhasilan penerapan TPM untuk menjamin dan meningkatkan efektifitas dan produktivitas operasional mesin. Penerapan TPM bertujuan untuk menjaga performa mesin produksi dengan meminimalisir *defect* dan *breakdown*. Penelitian dalam studi kasus ini dilakukan untuk mengetahui nilai OEE mesin PMS Line, Analisis OEE mesin, dan menentukan langkah perbaikan. Penelitian terdiri dari kegiatan rekapitulasi data produktivitas mesin PMS Line, menentukan nilai OEE dan analisis *six big losses* dalam menentukan tindakan perbaikan yang tepat untuk menjaga tingkat keandalan mesin PMS Line. Nilai OEE Moulding PMS Line PT. XYZ Bulan Januari - Oktober 2022 adalah *Availability Rate* 76,39 %, *Performance Rate* 5,60%, *Quality Rate* 99,95% dan *OEE* 42,21%. Sedangkan nilai rata-rata *OEE Six Big Losses* adalah *Breakdown Losses* 23,10%, *Idling and Minor Stoppages Loss* 1,27%, *Reduced Speed Losses* 0,48%, *Set Up and Adjustment Loss* 0,07%, *Defect Losses* 0,00%, *Yield/ Scrap* 0,00%. Faktor dominan *Six Big Losses* adalah pada *Breakdown Losses* dengan komulatif persentase sebab akibat 92,66 %. Perbaikan yang dapat dilakukan PT. XYZ meliputi factor Manusia/ Operator, Metode, Material, Mesin dan Lingkungan kerja.

PENDAHULUAN

Proses produksi sangat berpengaruh terhadap kualitas dan produktivitas (Hidayat & Utomo, 2020). Produk yang berkualitas sangat tergantung pada kualitas proses produksi yang dijalankan. Proses produksi juga haruslah berjalan dengan lancar untuk dapat memenuhi produk pesanan dari konsumen. Salah satu upaya yang ditempuh untuk mencapai hal tersebut adalah setiap perusahaan manufaktur harus dengan pintar dalam meningkatkan proses produksi dan menerapkan strategi yang efektif guna mendukung proses produksi.

Kualitas dan produktivitas merupakan hal terpenting dalam proses produksi, dalam meningkatkan kualitas dan produktivitas banyak perusahaan sering mengalami permasalahan tentang bagaimana memproduksi dan mengoptimalkan mesin-mesin produksi yang berkualitas baik dengan harga yang bersaing. Peningkatan produktivitas produksi mesin atau peralatan dalam perusahaan salah satunya dapat dilakukan dengan

penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM). TPM berfokus pada maksimalnya kerja seluruh peralatan dengan semua keterlibatan karyawan, dan tujuan penerapan TPM adalah meminimalkan terjadinya *defect* dan *breakdown* hingga *zero defect* dan *zero breakdown*. Oleh karenanya kerugian/ *losses* seperti *Downtime*, *Set-up and Adjustment*, *Idling and minor stoppages*, *Reduced speed*, *Process Defect*, dan *Reduced Yield* dapat dihindari karena dapat mengurangi keuntungan perusahaan pada proses produksi atau biasa disebut sebagai *six big losses* dari *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dalam TPM. *Six Big Losses* merupakan enam kerugian yang mungkin terjadi dan harus dihindari untuk dapat meningkatkan tingkat efektifitas dari operasional suatu mesin (Wasesa & Jumali, 2020).

Konsep penerapan TPM pada peralatan atau mesin produksi meliputi perawatan peralatan atau mesin, pemeliharaan dan peningkatan kualitas produksi dan perawatan lingkungan kerja (Siswanto, 2017). Penerapan TPM membuat perusahaan mempunyai program perawatan peralatan dan mesin produksi untuk memastikan



proses produksi dapat berjalan dengan efektif (Sukwandi, 2007).

Masalah yang banyak terjadi pada perusahaan manufaktur adalah adanya kerugian kegagalan peralatan, kerugian waktu akibat *breakdown* dan *set up* yang mengakibatkan proses produksi berhenti yang kurang efektif dan efisien. Untuk menjaga peralatan dibutuhkan sistem perawatan yang baik. Tujuan dari kegiatan perawatan adalah untuk menjaga fungsi dari peralatan dan mesin yang digunakan untuk proses produksi supaya memiliki nilai keandalan mesin, mesin produksi siap untuk digunakan dalam proses produksi secara optimum, menjamin kualitas hasil produksi sehingga dengan demikian kegiatan perawatan ini dapat meningkatkan masa penggunaan peralatan atau mesin dan menjadikan nilai ekonomis (Ahyari, 2006). Analisis aspek utama OEE diketahui *availability rate* adalah penyebab utama kegagalan TPM Mesin Moulding Disamatic yaitu sebesar 76,72 % dari target nilai *availability rate* Mesin Moulding Disamatic sebesar 85%, dianalisis kegagalan pada *availability rate* disebabkan oleh *losses breakdown* dan *set up and adjustments* mesin *Moulding Disamatic* (Togik Hidayat, 2018). Sehingga TPM pada peralatan atau mesin produksi guna perusahaan dapat meningkatkan kualitas produk dan produktivitas produksi.

Penerapan TPM tentunya harus dilakukan secara berkelanjutan, salah satu perusahaan yang berkelanjutan dalam penerapan TPM adalah PT.XYZ yang merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi *sparepart* alat berat. Produktivitas produksi *sparepart* di PT.XYZ sangat dipengaruhi oleh performa dari mesin yang digunakan. Mesin *moulding PMS line* merupakan salah satu mesin utama yang digunakan dalam proses produksi oleh PT.XYZ. Mesin *moulding* merupakan mesin pencetak dalam aktivitas proses produksi sering terjadi kerusakan mesin yang menyebabkan *downtime* sehingga untuk meminimalkan hal tersebut perlu dilakukan upaya perbaikan secara berkala dengan menerapkan TPM (Karmilawati et al., 2021).

Data produktivitas mesin *moulding PMS line* PT.XYZ pada tahun 2022 menunjukkan indikator kurang efektifnya proses produksi dilihat dari waktu *downtime* yang terjadi. TPM yang diterapkan Pada mesin dan peralatan di PT. XYZ selama ini adalah jenis perawatan secara preventive dengan penyesuaian pada jadwal produksi akan *downtime* pada mesin *moulding PMS Line* masih tinggi. *Downtime* pada mesin *moulding* sangat berkaitan dengan *breakdown losses, idling and minor stoppages loss, reduced speed losses, set up and adjustment loss, defect losses, yield/ scrap*. *Downtime* dipengaruhi oleh *set up* dari peralatan dan mesin yang digunakan dalam proses produksi (Alamsyah, 2015).

Berdasarkan masalah yang terjadi pada produktivitas mesin *moulding PMS Line* di PT. XYZ dan berdasarkan penelitian terdahulu sehingga perlu dilakukan penelitian terkait penerapan TPM OEE *six big losses*. Perlu dilakukan studi untuk menghitung nilai TPM mesin *moulding PMS Line* dan menentukan faktor-faktor yang menjadi penyebab menurunnya efektivitas mesin *moulding PMS Line* melalui pengukuran *six big losses* serta mengidentifikasi faktor dominan dari *six big losses* melalui diagram *fishbone*. Sehingga hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan dalam perencanaan TPM pada operasional produksi dari mesin *moulding PMS Line*.

METODE

Penelitian yang dilakukan pada TPM mesin *moulding PMS Line* PT. XYZ adalah jenis kuantitatif dan kualitatif berdasarkan data produksi dan TPM melalui OEE *Six big losses* pada tahun 2022. Metodologi penelitian disusun secara sistematis sehingga setiap tahap memiliki kaitan erat antar tahap lainnya dalam penerapan TPM Dengan perancangan metodologi penelitian yang sistematis diharapkan juga menjadikan penelitian yang akan dilakukan menjadi lebih terarah untuk mencapai tujuan sebagaimana yang diharapkan dalam perumusan tujuan. Desain metodologi pada penelitian ini diuraikan sebagai berikut:

1. Tahap Persiapan
 - a. Identifikasi Masalah
Identifikasi dalam penelitian ini dilakukan dengan cara wawancara dan pengamatan langsung pada divisi *maintenance* dan operator mesin *Moulding PMS Line*. Peralatan produksi atau Mesin yang diteliti dalam penelitian ini adalah *Moulding PMS Line*. Data yang dibutuhkan untuk menghitung nilai OEE yaitu data *breakdown, maintenance, waktu operasi, jumlah produksi dan jumlah cacat* selama bulan Januari – Oktober 2022.
 - b. Studi Literatur
Penelitian ini memerlukan tinjauan teori yang untuk pengerjaan penelitian dan ketepatan analisis atau hasil penelitian. Teori tersebut diperoleh dari buku atau artikel terkait TPM yang meliputi perhitungan TPM, Perhitungan nilai OEE *six big losses* pada mesin produksi yang meliputi perhitungan *breakdown losses, idling and minor stoppages loss, reduced speed losses, set up and adjustment loss, defect losses, yield/ scrap*., analisis sebab akibat, *fishbone diagram* atau metode analisis sebab akibat lainnya, dan tinjauan dari penerapan TPM pada peralatan dan mesin produksi lainnya.

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan meliputi data primer yang diperoleh dari laporan / *record* produksi mesin *moulding PMS Line* dan data sekunder dalam penelitian ini yaitu data terkait operasional produksi mesin *moulding PMS Line* yang diperoleh dari kuesioner atau wawancara dan *brainstroming*. Pengumpulan data dalam penelitian, baik data primer ataupun data sekunder diperoleh dengan metode/cara sebagai berikut, yaitu:

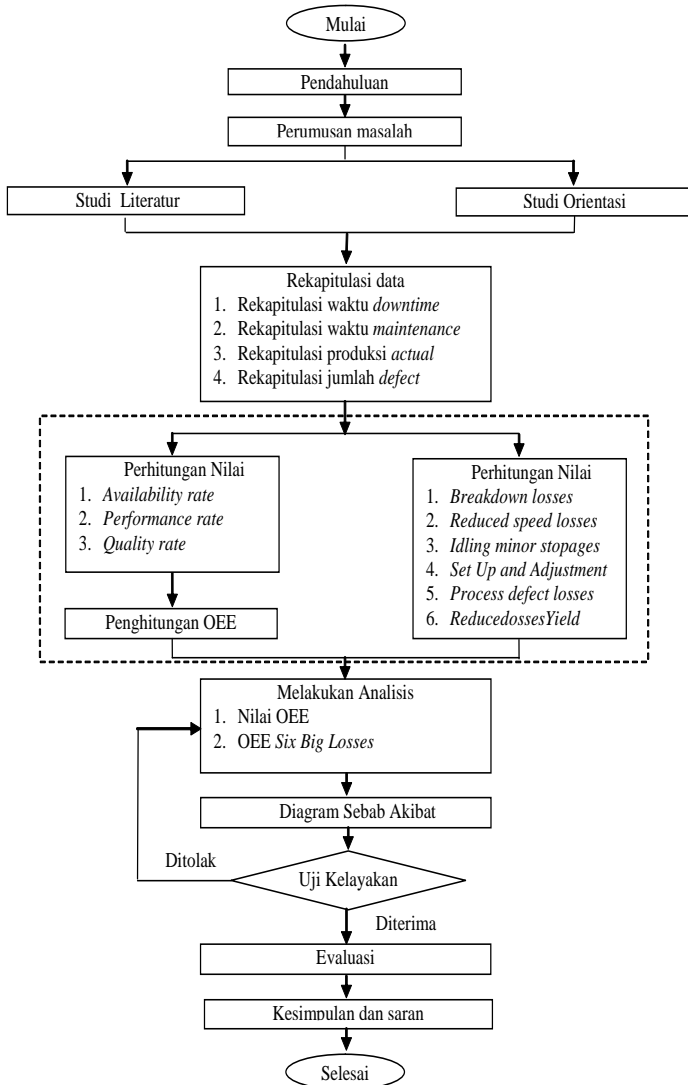
- a. Data primer dalam penelitian ini diperoleh dari penelitian atau pengamatan secara langsung pada proses produksi. Data primer dalam penelitian ini antara lain adalah data hasil produksi, data penerapan *maintenance*, jadwal *maintenance*, dan data – data lainnya yang terkait tentang proses produksi dan cara kerja mesin.
 - b. Data sekunder dalam penelitian ini adalah data berdasarkan dokumentasi perusahaan. Data sekunder dalam penelitian ini terdiri dari:
 - 1) Rekapitulasi data waktu kerusakan mesin *Moulding PMS Line* selama bulan Januari – Oktober 2022
 - 2) Rekapitulasi data waktu *maintenance* mesin *Moulding PMS Line* selama bulan Januari – Oktober 2022
 - 3) Rekapitulasi produksi aktual mesin *Moulding PMS Line* selama bulan Januari – Oktober 2022
 - 4) Rekapitulasi kecepatan produksi standar mesin *Moulding PMS Line*
 - 5) Rekapitulasi *defect amount* atau *rejection product* selama bulan Januari – Oktober 2022.
3. Pengolahan Data
- Tahap -tahap pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut:
- a. Pengumpulan data rekapitulasi laporan produksi mesin *Moulding PMS Line* selama Januari – Oktober 2022
 - b. Pengumpulan/ rekapitulasi data waktu kerusakan mesin *Moulding PMS Line* dan waktu *maintenance* dari mesin *Moulding PMS Line*.
 - c. Perhitungan nilai *availability* berdasarkan data *available time* dan total produksi mesin *Moulding PMS Line*.
 - d. Perhitungan nilai *performance rate* mesin *Moulding PMS Line* berdasarkan data laju produksi rencana dan laju produksi secara aktual.
 - e. Perhitungan nilai *quality rate* mesin *Moulding PMS Line* dari data total produk yang diproduksi dan total produk *reject*.
 - f. Perhitungan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) mesin *Moulding PMS Line*. berdasarkan nilai *availability*, *performance rate* dan *quality rate* yang dimiliki mesin.
 - g. Perhitungan nilai *OEE Six big losses* (*Breakdown Losses*) mesin *Moulding PMS Line* berdasarkan nilai *total downtime* dan *total production* mesin *Moulding PMS Line*.
 - h. Pengolahan nilai *OEE Six big losses* (*Set-Up And Adjustment Losses*) mesin *Moulding PMS Line*

berdasarkan nilai *total set-up and adjustment* dan *total production* mesin *Moulding PMS Line*.

- i. Pengolahan nilai *OEE Six big losses* (*Idling and Minor Stoppages Losses*) mesin *Moulding PMS Line*. Ditentukan berdasarkan dari nilai *total non-productive time* dan *total production* mesin *Moulding PMS Line*.
 - j. Pengolahan nilai *OEE Six big losses* (*Reduced Speed Losses*) mesin *Moulding PMS Line* berdasarkan nilai *Operational Time*, *Total Production*, *Ideal Cycling Time* dan *total production* mesin *Moulding PMS Line*.
 - k. Pengolahan nilai *OEE Six big losses* (*Defect Losses*) mesin *Moulding PMS Line* berdasarkan nilai *Loading Time*, *Total Rework* dan *Ideal Cycling Time* mesin *Moulding PMS Line*.
 - l. Pengolahan nilai *OEE Six big losses* (*Yield/ Scrap Losses*) mesin *Moulding PMS Line* ditentukan berdasarkan nilai *Loading Time*, *Total Yield/ Scrap* dan *ideal cycling time* mesin *Moulding PMS Line*.
4. Analisis Data
- Analisis data untuk pemecahan masalah yang dilakukan antara lain adalah sebagai berikut:
- a. Analisis hasil perhitungan OEE, yang mengacu pada kondisi ideal OEE yaitu sebagai berikut (Nakajima, 1988) .
 - Nilai *Availability Rate* > 90%
 - Nilai *Performance Efficiency* > 95%
 - Nilai *Quality Product* > 99%
 - Nilai *OEE* > 85%
 - b. Analisis *OEE Six Big Losses*, yang terdiri dari *Downtime*, *Set-up and Adjustment losses*, *Idling and minor stoppages losses*, *Reduced speed losses*, *Process Defect Losses*, dan *Reduced Yield losses*.
 - c. Analisis Diagram Sebab Akibat (*Fishbone Cause Effect Diagram*), Evaluasi/ menentukan rekomendasi dari hasil analisis sebab akibat untuk menentukan tindakan perbaikan. Penyusunan *Fishbone Cause Effect Diagram* berdasarkan data primer, data sekunder dan *brainstorming*.
5. Evaluasi
- Hasil analisis dengan menggunakan *Fishbone Cause Effect Diagram* kemudian dilakukan evaluasi bersama serta analisis melalui metode *brainstorming* dengan kepala *shift*, *supervisor*, asistan manager dan manager untuk menentukan prioritas pekerjaan *maintenance* yang memungkinkan dilakukan untuk pelaksanaan *total productive maintenance* pada bulan berikutnya.
6. Kesimpulan dan saran
- Kesimpulan dirumuskan berdasarkan tujuan yang ingin dicapai dan disesuaikan dengan hasil analisis data dan evaluasi yang telah dilakukan menggunakan *Fishbone Cause Effect Diagram*.

Secara umum tujuan penelitian yang telah dirumuskan dan direncanakan dalam penelitian ini yaitu mengetahui nilai TPM, *OEE Six Big Losses* mesin *PMS Line* dan menentukan faktor-faktor yang menjadi penyebab

menurunnya efektivitas mesin *moulding* PMS Line dengan pengukuran *six big losses* serta mengidentifikasi faktor dominan dari *six big losses* melalui diagram *fishbone* dicapai dengan sebuah perencanaan yang dituangkan dalam sebuah desain penelitian yang runtut/ sistematis dan mudah dimengerti. Desain penelitian disajikan dalam *flowchart* penelitian (Gambar 1.).



Gambar 1. *Flowchart* Penelitian

HASIL DAN DISKUSI

1. Perhitungan *Availability Rate*

Availability rate merupakan ukuran dari tingkat efektivitas *maintenance* peralatan/perengkapan produksi dalam kondisi produksi sedang berlangsung (Pomorski,1997). Nilai *availability rate* di hitung berdasarkan persamaan (1) (Triwardani et al., 2013). Nilai *availability rate* mesin *Moulding PMS Line* selama bulan Januari - Oktober 2022 dapat dilihat dalam Tabel 1. sebagai berikut.

$$Availability\ Rate = \frac{Operating\ Time}{Loading\ Time} \times 100 \quad (1)$$

Tabel 1. *Availability Rate Moulding PMS Line* Bulan Januari - Oktober 2022

Bulan	Operaitng Time (menit)	Loading Time (menit)	Availability Rate (%)
Januari	10142	12420	81.66
Februari	10767	12930	83.27
Maret	12432	14525	85.59
April	10944	13035	83.96
Mei	8803	11290	77.97
Juni	5748	7355	78.15
Juli	7596	11245	67.55
Agustus	8268	11730	70.49
September	7893	11340	69.60
Oktober	9202	14040	65.54

Berdasarkan tabel 1 dapat dilihat persentase *Availability Rate* / tingkat efektivitas *maintenance* mesin *Moulding PMS Line* Bulan Januari - Oktober 2022 selama produksi sedang menunjukkan bahwa nilai *Availability Rate* masih dibawah standard kondisi ideal OEE *Japan Institute of Plant Maintenance* untuk *availability* yaitu 90,00 %. sehingga secara keseluruhan harus dilakukan analisis penyebab rendahnya nilai *Availability Rate*.

2. Perhitungan *Performace Rate*

Performace rate merupakan ukuran seberapa efektif peralatan produksi yang digunakan (Pomorski,1997). Nilai *performace rate* di hitung berdasarkan persamaan (2) (Triwardani et al., 2013). Nilai *performace rate* mesin *Moulding PMS Line* dapat dilihat dalam Tabel 2. sebagai berikut.

$$Performane\ Rate = \frac{Actual\ Capacity\ Production}{Actual\ Cyle\ Time} \times 100\ % \quad (2)$$

$$Actual\ Capacity\ Production = \frac{Total\ Production}{Operating\ Time} \quad (3)$$

Tabel 2. *Performance Rate Moulding PMS Line* Bulan Januari - Oktober 2022

Bulan	Operaitng Time (menit)	Total Production n (mold)	Actual Capacity Production (mold/menit)	Actual Cycle Time (sec)	Performan ce Rate (%)
Januari	10142.02	17388	1.71	35.00	4.90
Februari	10767.17	17833	1.66	36.23	4.57
Maret	12432.28	20678	1.66	36.07	4.61
April	10943.73	18596	1.70	35.31	4.81
Mei	8803.30	16135	1.83	32.74	5.60
Juni	5747.62	11030	1.92	31.27	6.14
Juli	7595.55	14830	1.95	30.73	6.35
Agustus	8268.42	15729	1.90	31.54	6.03
Septemb er	7892.83	15193	1.92	31.17	6.18
Oktober	9201.83	18542	2.02	29.78	6.77

Berdasarkan perhitungan *performace rate* mesin *Moulding PMS Line* Bulan Januari - Oktober 2022 yang disajikan dalam Tabel 2. dengan membandingkan antara

standar kondisi ideal OEE Japan Institute of Plant Maintenance untuk untuk *performance rate* adalah 95,00 % maka bisa di ambil kesimpulan bahwa *performance rate* mesin *Moulding PMS Line* Bulan Januari - Oktober 2022 masih jauh dari standard yang harus terpenuhi dan harus dilakukan perbaikan atau evaluasi *Total Production Maintenance*.

3. Perhitungan Quality rate

Quality rate merupakan ukuran tingkat efektivitas proses manufaktur untuk mengeliminasi *scrap*, *rework*, dan *yield loss* (Tangen, 2004). Nilai *quality rate* di hitung berdasarkan persamaan (4). Nilai *quality rate* mesin *Moulding PMS Line* selama Bulan Januari - Oktober 2022 dapat dilihat dalam Tabel 3 sebai berikut.

$$\text{Quality Rate} = \frac{\text{Total Production} - \text{Defect}}{\text{Total Production}} \times 100 \% \quad (4)$$

Tabel 3. *Quality Rate Moulding PMS Line* Bulan Januari - Oktober 2022

Bulan	Total Production (mold)	Total Defect	Quality Rate (%)
Januari	17388	5.63	99.97
Februari	17833	6.50	99.96
Maret	20678	8.77	99.96
April	18596	8.03	99.96
Mei	16135	8.74	99.95
Juni	11030	7.23	99.93
Juli	14830	9.68	99.93
Agustus	15729	11.88	99.92
September	15193	8.30	99.95
Oktober	18542	0.00	100.00

Berdasarkan perhitungan *quality rate* mesin *Moulding PMS Line* Bulan Januari - Oktober 2022 yang disajikan dalam Tabel 3. dengan membandingkan pada kondisi ideal OEE berdasarkan standard TPM untuk *quality rate* adalah 99.90 % maka bisa di ambil kesimpulan bahwa *quality rate* mesin *Moulding PMS Line* Bulan Januari - Oktober 2022 sudah sesuai standard yang harus terpenuhi dalam *Total Production Maintenance*.

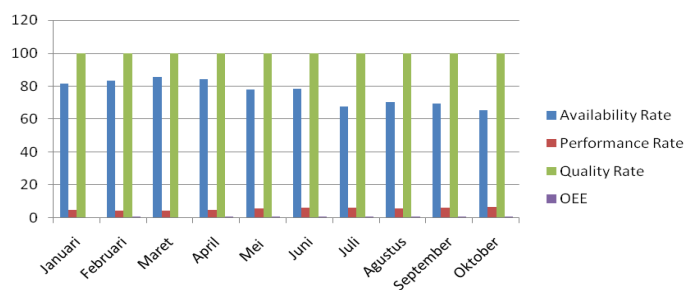
4. Perhitungan Overall Equipment Effectivitas (OEE)

OEE merupakan rasio dari nilai *availability rate*, *performance rate*, dan *quality rate* yang telah di dihitung dan diketahui untuk mengukur performa dari suatu sistem *maintenance*, dengan menggunakan metode ini maka dapat diketahui ketersediaan mesin/ peralatan, efisiensi produksi, dan kualitas *output* mesin/peralatan mesin *Moulding PMS Line*. Secara keseluruhan. OEE mesin *Moulding PMS Line* di hitung berdasarkan persamaan 5. Nilai OEE mesin *Moulding PMS Line* Bulan Januari - Oktober 2022 dapat dilihat dalam Tabel 4. dan untuk melihat performa/ keefektivitasan dari mesin *Moulding PMS Line* dapat dilihat Gambar 2.

$$\text{OEE} (\%) = \text{Availability} (\%) \times \text{Performance Efficiency} \times \text{Rate Of Quality Product} (\%)$$

Tabel 4. *OEE Moulding PMS Line* Bulan Januari - Oktober 2022

Bulan	Availability Rate (%)	Performance Rate (%)	Quality Rate (%)	OEE
Januari	81.66	4.90	99.97	39.99%
Februari	83.27	4.57	99.96	38.06%
Maret	85.59	4.61	99.96	39.45%
April	83.96	4.81	99.96	40.39%
Mei	77.97	5.60	99.95	43.63%
Juni	78.15	6.14	99.93	47.94%
Juli	67.55	6.35	99.93	42.89%
Agustus	70.49	6.03	99.92	42.48%
September	69.6	6.18	99.95	42.96%
Oktober	65.54	6.77	100.00	44.35%



Gambar 2. Grafik *OEE Moulding PMS Line* Bulan Januari - Oktober 2022

OEE mesin *Moulding PMS Line* Bulan Januari - Oktober 2022 menunjukkan nilai yang masih di bawah standard kondisi ideal OEE berdasarkan standard TPM yaitu 85% yang artinya mesin *Moulding PMS Line* Bulan Januari - Oktober 2022 harus dilakukan analisis dan perbaikan *Total Production Maintenance*. Perbaikan terhadap kurang efektif dan handalnya *Total Production Maintenance* mesin *Moulding PMS Line* dianalisis berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhi nilai *availability rate*, *performance rate* dan *quality rate* yang terdiri dari OEE six big losses mesin *Moulding PMS Line*.

5. Perhitungan Overall Equipment Effectivitas (OEE) Six Big Losses

a. Breakdown Losses

Persentase efektifitas mesin *Moulding PMS Line* yang hilang diakibatkan oleh *equipment failure* dihitung dengan persamaan (5) sebagai berikut:

$$\text{Breakdown Losses} = \frac{\text{Total Downtime}}{\text{Loading Time}} \times 100 \% \quad (5)$$

Faktor penyebab terjadinya *breakdown losses* pada mesin *Moulding PMS Line* terdiri dari *power cut off* dan terjadinya kerusakan mesin/ peralatan meliputi *Melting Rusak*, *Moulding Rusak*, *Pouring Rusak*, *After Proses Rusak*, *Sand Treatment Rusak*. Secara rinci, total

Breakdown Losses mesin Moulding PMS Line selama Bulan Januari - Oktober 2022 dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Breakdown Losses Moulding PMS Line Januari - Oktober 2022

Bulan	Downtime (menit)	Loading Time (menit)	Breakdown Losses (%)
Januari	2102.98	12420	17
Februari	2051.43	12930	16
Maret	1735.40	14525	12
April	2100.09	13035	16
Mei	2474.71	11290	22
Juni	1602.48	7355	22
Juli	3649.45	11245	32
Agustus	3461.70	11730	30
September	3442.90	11340	30
Oktober	4838.17	14040	34

b. Set-Up and Adjustment Losses

Perhitungan set-up and adjustment loss, waktu set-up mesin Moulding PMS Line. Untuk mengetahui persentase efektivitas mesin yang hilang diakibatkan set-up and adjustment, maka digunakan persamaan (6) sebagai berikut:

$$\text{Set Up and Adjustment Loss} = \frac{\text{Total Set Up and Adjustment}}{\text{Loading Time}} \times 100 \tag{6}$$

Perhitungan Set-Up and Adjustment Loss mesin Moulding PMS Line selama Bulan Januari - Oktober 2022 disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Set-Up and Adjustment Loss Moulding PMS Line Januari - Oktober 2022

Bulan	Set Up and Adjustment			Total Set Up and Adjustment	Loading Time (Menit)	Set Up and Adjustment Loss (%)
	Schedule Shutdown (Menit)	Setting Sparepart (Menit)	Warm-Up Time (Menit)			
Januari	0.00	0.00	0.00	0.00	12420	0.00
Februari	0.00	93.00	0.00	93.00	12930	0.72
Maret	0.00	0.00	0.00	0.00	14525	0.00
April	0.00	0.00	0.00	0.00	13035	0.00
Mei	0.00	0.00	0.00	0.00	11290	0.00
Juni	0.00	0.00	0.00	0.00	7355	0.00
Juli	0.00	0.00	0.00	0.00	11245	0.00
Agustus	0.00	0.00	0.00	0.00	11730	0.00
Sep.	0.00	0.00	0.00	0.00	11340	0.00
Oktober	0.00	0.00	0.00	0.00	14040	0.00

c. Idling and Minor Stoppages losses

Persentase faktor idling and minor stoppages losses dalam mempengaruhi efektivitas mesin Moulding PMS Line selama, maka digunakan persamaan (7) sebagai berikut:

$$\text{Idling and Minor Stoppages Losses} = \frac{\text{Non productive Time}}{\text{Loading Time}} \times 100 \tag{7}$$

Berdasarkan data delay mesin Moulding PMS Line yang diketahui, dianalisis terdapat faktor non-productive time mesin Moulding PMS Line yaitu kegiatan cleaning. Melalui persamaan perhitungan idling and minor stoppages losses, dengan cara yang sama, Idling and Minor Stoppages mesin Moulding PMS Line untuk Bulan Januari - Oktober 2022 disajikan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Idling And Minor Stoppages Losses Moulding PMS Line Januari - Oktober 2022

Bulan	Non-Productive Time (menit)	Loading Time (Menit)	Idling And Minor Stoppages Loss (%)
Januari	96.07	12420.00	0.77
Februari	196.08	12930.00	1.52
Maret	139.83	14525.00	0.96
April	107.01	13035.00	0.82
Mei	115.34	11290.00	1.02
Juni	148.13	7355.00	2.01
Juli	215.25	11245.00	1.91
Agustus	97.42	11730.00	0.83
September	106.55	11340.00	0.94
Oktober	273.83	14040.00	1.95

d. Reduced speed losses

Perhitungan persentase dari faktor Reduced speed losses dalam mempengaruhi efektivitas mesin Moulding PMS Line dihitung menggunakan persamaan (8) sebagai berikut :

$$\text{Reduced speed losses} = \frac{\text{Operation Time} - (\text{Ideal Cycling Time} \times \text{Total Product})}{\text{Loading Time}} \times 100 \tag{8}$$

Perhitungan persentase Reduced Speed Losses mesin Moulding PMS Line untuk Bulan Januari - Oktober 2022 disajikan dalam Tabel 8.

Tabel 8. Reduced Speed Losses Moulding PMS Line Januari - Oktober 2022

Bulan	Operating Time (menit)	Loading Time (menit)	Ideal Cycle Time	Total Production (Mould)	Reduced speed losses (%)
Januari	10142	12420	0.57	17388	2.33
Februari	10767	12930	0.57	17833	5.12
Maret	12432	14525	0.57	20678	4.92
April	10944	13035	0.57	18596	3.11
Mei	8803	11290	0.53	16135	1.75
Juni	5748	7355	0.53	11030	-1.84
Juli	7596	11245	0.53	14830	-2.79
Agustus	8268	11730	0.53	15729	-1.03

Bulan	Operaitng Time (menit)	Loading Time (menit)	Ideal Cycle Time	Total Production (Mould)	Reduced speed losses (%)
September	7893	11340	0.53	15193	-1.85
Oktober	9202	14040	0.53	18542	-4.89

e. Defect Losses

Perhitungan persentase dari faktor *defect losses* dalam mempengaruhi efektivitas mesin *Moulding PMS Line*. Faktor yang dikategorikan ke dalam *defect losses* adalah *rework loss* dan *ideal cycling time loss* dihitung menggunakan persamaan (9) sebagai berikut:

$$\text{Defect Losses} = \frac{\text{Ideal Cycling Time} \times \text{Re work}}{\text{Loading Time}} \times 100 \tag{9}$$

Perhitungan persentase *defect losses* mesin *Moulding PMS Line* untuk Bulan Januari - Oktober 2022 disajikan dalam Tabel 9.

Tabel 9. Defect Losses mesin Moulding PMS Line

Bulan	Ideal Cycle Time (Menit)	Total Rework	Loading Time (Menit)	Deffect Losses (%)
Januari	0.57	0.00	12420.00	0.00
Februari	0.57	0.00	12930.00	0.00
Maret	0.57	0.00	14525.00	0.00
April	0.57	0.00	13035.00	0.00
Mei	0.53	0.00	11290.00	0.00
Juni	0.53	0.00	7355.00	0.00
Juli	0.53	0.00	11245.00	0.00
Agustus	0.53	0.00	11730.00	0.00
September	0.53	0.00	11340.00	0.00
Oktober	0.53	0.00	14040.00	0.00

f. Yield / Scrap Losses

Persentase dari faktor *Yield/ Scrap Losses* dalam mempengaruhi efektivitas mesin *Moulding PMS Line*. Faktor yang dikategorikan ke dalam *Yield/ Scrap Losses* adalah *scrap* dan *ideal cycling time* dihitung menggunakan persamaan (10) sebagai berikut:

$$\text{Yield/ Scrap Losses} = \frac{\text{Ideal Cycling Time} \times \text{Scrap}}{\text{Loading Time}} \times 100 \tag{10}$$

Perhitungan persentase *Yield/ Scrap Losses* mesin *Moulding PMS Line* untuk Bulan Januari - Oktober 2022 disajikan dalam Tabel 10.

Tabel 10. Yield/ Scrap Losses mesin Moulding PMS Line

Bulan	Ideal Cycle Time (Menit)	Total Scrap	Loading Time (Menit)	Yield/ Scrap (%)
Januari	0.57	0.00	12420.00	0.00
Februari	0.57	0.00	12930.00	0.00

Maret	0.57	0.00	14525.00	0.00
April	0.57	0.00	13035.00	0.00
Mei	0.53	0.00	11290.00	0.00
Juni	0.53	0.00	7355.00	0.00
Juli	0.53	0.00	11245.00	0.00
Agustus	0.53	0.00	11730.00	0.00
September	0.53	0.00	11340.00	0.00
Oktober	0.53	0.00	14040.00	0.00

6. Analisis OEE six big losses

Rekapitulasi Persentase *time losses* dari OEE Six Big Losses lebih jelas diperlihatkan dalam bentuk tabel yang disajikan pada Tabel 11.

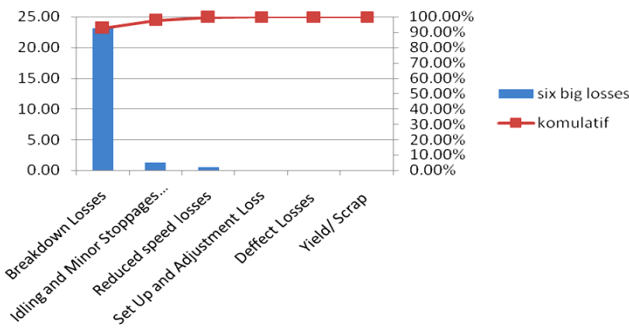
Tabel 11. OEE Six Big Losses mesin Moulding PMS Line

Bulan	Breakdown Losses (%)	Set Up and Adjustm Losses (%)	Idling and minor stoppages Losses (%)	Reduced speed losses (%)	Deffect Losses (%)	Yield/ Scrap Losses (%)
Januari	17.00	0.00	0.77	2.33	0.00	0.00
Februari	16.00	0.72	1.52	5.12	0.00	0.00
Maret	12.00	0.00	0.96	4.92	0.00	0.00
April	16.00	0.00	0.82	3.11	0.00	0.00
Mei	22.00	0.00	1.02	1.75	0.00	0.00
Juni	22.00	0.00	2.01	-1.84	0.00	0.00
Juli	32.00	0.00	1.91	-2.79	0.00	0.00
Agustus	30.00	0.00	0.83	-1.03	0.00	0.00
Septem ber	30.00	0.00	0.94	-1.85	0.00	0.00
Oktober	34.00	0.00	1.95	-4.89	0.00	0.00
Rata-rata	23.10	0.07	1.27	0.48	0.00	0.00

Nilai Rata- Rata OEE six big losses dalam Tabel 11 yang diperoleh dari perhitungan kemudian di rekap dalam tabel rata- rata OEE six big losses dan disajikan dalam Tabel 12 serta di cari sebab akibat menggunakan diagram *Pareto* yang disajikan dalam Gambar 3 sebagai berikut.

Tabel 12. Rekapitulasi Rata- Rata OEE Six Big Losses mesin Moulding PMS Line

Six Big Losses	Rata -rata Losses	Persentase	Kumulatif Persentase
Breakdown Losses	23.10	92.66%	92.66%
Idling and Minor Stoppages Losses	1.27	5.11%	97.77%
Reduced speed Losses	0.48	1.94%	99.71%
Set Up and Adjustment Losses	0.07	0.29%	100.00%
Deffect Losses	0.00	0.00%	100.00%
Yield/ Scrap Losses	0.00	0.00%	100.00%

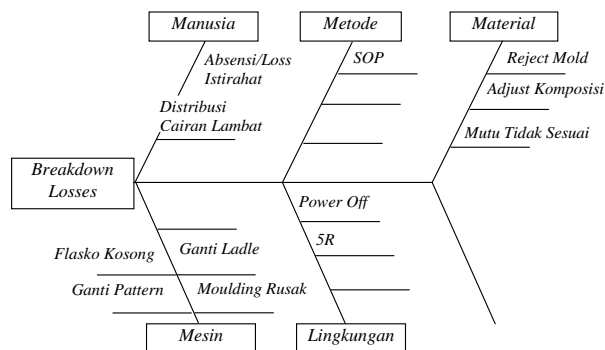


Gambar 3. Diagram Pareto Six Big Losses

Melalui diagram pareto *six big losses* tingkat keefektifitasan mesin *Moulding PMS Line* dapat diketahui bahwa faktor yang menjadi penyebab terbesar dari *six big losses* terdiri dari *breakdown losses idling and minor stopages*, dan *reduced speed losses*. Menurut aturan Pareto (aturan 80%), maka nilai persentase kumulatif mendekati atau sama dengan 80% menjadi prioritas permasalahan yang harus diselesaikan. Sehingga dalam analisis *six big losses* mesin *Moulding PMS Line* difokuskan pada factor *breakdown losses* yang selanjutnya dicari sebab akibat faktor *breakdown losses* menggunakan *fishbone* diagram.

7. Analisis Sebab Akibat

Fishbone diagram atau diagram sebab akibat *breakdown losses* ditentukan berdasarkan data *stop time* mesin *Moulding PMS Line* serta *brainstorming* dengan supervisor, kepala shift, operator dan bagian *maintenance*, *fishbone* diagram (Gambar 4.).



Gambar 4. Fishbone Diagram Breakdown Losses

Berdasarkan *Fishbone* diagram (Gambar 4.), dilakukan analisis penyebab terjadinya *breakdown losses* pada mesin *moulding PMS Line* di PT.XYZ sebagai berikut:

1. Manusia/ Operator, menyebabkan kurang efektifnya total productive maintenance dan produksi dari factor manusia/ operator adalah masih adanya beberapa operator yang *loss* pada istirahat.
2. Metode, Proses *maintenance* mesin *moulding PMS Line* dinilai kurang berjalan baik karena SOP untuk setiap jenis kerusakan pada mesin belum tersusun dan diterapkan oleh bagian *maintenance*.
3. Material, terjadinya *reject mold*, ketidaksesuaian mutu dan *adjust* komposisi bahan/ material menjadikan

kurang efektifnya proses produksi mesin *Moulding PMS Line*.

4. Mesin, beberapa kerusakan yang dialami mesin selama periode Januari – Oktober tahun 2022 yang disebabkan oleh distribusi cairan lambat, ganti *ledle*, *moulding* rusak, *flasko* kosong, dan ganti *pattern*.
5. Lingkungan, terjadinya *power off* dari sumber daya menyebabkan proses produksi harus terhenti dan mengakibatkan *product reject* serta *setting* mesin harus dilakukan ulang dan perlunya penerapan 5R dalam TPM mesin *moulding PMS line* harus dilakukan untuk menciptakan lingkungan yang kondusif untuk produksi serta memudahkan operator dalam bekerja.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan Nilai rata-rata *OEE Moulding PMS Line PT. XYZ* Bulan Januari - Oktober 2022 adalah *Availability Rate* 76,39 %, *Performance Rate* 5,60%, *Quality Rate* 99,95%, dan *OEE* 42,21%, Sedangkan nilai rata-rata *OEE Six Big Losses* adalah *Breakdown Losses* 23,10%, *Idling and Minor Stoppages Loss* 1,27%, *Reduced Speed Losses* 0,48%, *Set Up and Adjustment Loss* 0,07%, *Defect Losses* 0,00%, *Yield/ Scrap* 0,00%. Faktor dominan yang mempengaruhi *OEE six big losses* adalah pada terjadinya *breakdown losses* yang memiliki kumulatif persentase nilai sebab akibat sebesar 92.66 %.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada PT.XYZ yang telah memberikan kesempatan untuk pelaksanaan penelitian tentang TPM ini, Politeknik Industri Logam Morowali dan Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri yang telah bersinergi dalam penelitian bersama.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahyari, A. (2006). Manajemen Produksi, Pengendalian Produksi. In *Yogyakarta: BPEE*. (Vol. 4, Issue 2).
- Alamsyah, F. (2015). Analisis Akar Penyebab Masalah dalam Meningkatkan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Mesin Stripping Hipack III dan Unimach di PT PFI Firman. *Jurnal OE, VII*(3).
- Hidayat, T., & Cahyo utomo, M. C. (2020). OPTIMASI PRODUKSI TUNGGAK JATI MELALUI RANCANGAN TATA LETAK FASILITAS PRODUKSI DENGAN BANTUAN SOFTWARE EXPERT CHOICE 11 (STUDY KASUS CV. XYZ). *MATRIK*, 20(2). <https://doi.org/10.30587/matrik.v20i2.1062>
- Jati Abdi Wasesa, A., & Abdul Jumali, M. (2020). ANALISA PRODUKTIFITAS MESIN DIGITAL PRINTING “SAKURAI OLIVER 458 – EII” DI PERUSAHAAN PERCETAKAN SIDOARJO. *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, 18(1), 46–51. <https://doi.org/10.36456/waktu.v18i1.2375>
- Karmilawati, E. K., Mulyono, K. M., & Nugroho, S. N. (2021). Pendekatan OEE (Overall Equipment

- Effectiveness) Untuk Mengurangi Losses Pada Mesin Moulding Cerex. *Jurnal Optimasi Teknik Industri (JOTI)*, 3(2).
<https://doi.org/10.30998/joti.v3i2.8576>
- Nakajima, S. (1988). An Introduction to Total Productive Maintenance (TPM). In *The plant maintenance resource center*.
- Sukwandi, R. (2007). Analisis Perbedaan Antara Faktor – Faktor Kinerja Perusahaan Sebelum Dan Sesudah Menerapkan Strategi Total Productive Maintenance (TPM). *Tesis, 1*.
- Togik Hidayat, P. E. Y. R. A. P. (2018). ANALISIS TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM) DENGAN OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) PADA MOULDING DISAMATIC (STUDI KASUS: PT.XYZ). *Proceeding Seminar Nasional IENACO - 2018*, 301–308.
- Triwardani, D. H., Rahman, A., & Tantrika, C. F. M. (2013). Analisis Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dalam Meminimalisi Six Big Losses Pada Mesin Produksi Dual Filters DD07. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Sistem Industri, 1*(2).
- Yudi Siswanto, S. R. P. (2017). Analisis Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) dengan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Pompa Sentrifugal Studi Kasus: PT. XYZ. *Seminar Dan Konferensi Nasional IDEC 2017*, 470–479.

BIOGRAFI PENULIS (OPTIONAL)



Yudi Siswanto

Yudi Siswanto lahir di Nganjuk tanggal 10 Juni 1987. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknik Perawatan Mesin, Politeknik Industri Logam Morowali. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Teknik Mesin dan melanjutkan S2 pada Jurusan Teknik Industri. Penulis menekuni bidang Teknik Perawatan Mesin Industri Logam. Riwayat pekerjaan sebagai Manajer Projek di PT. Jaya Mulya Group, direktur CV. Permata Abdi, Foreman PT. Wilmar Nabati Indonesi.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

(Halaman ini sengaja dikosongkan)