



Peningkatan *overall equipment effectiveness* (OEE) mesin *grinding* pada produksi coklat bubuk di PT ABC

Bambang Herry Purnomo, Noer Novijanto, Fikria Silfa Maeline*

Teknologi Industri Pertanian, Universitas Jember, Jember, Indonesia

Article history

Diterima:

14 Juli 2022

Diperbaiki:

26 Oktober 2022

Disetujui:

15 November 2022

Keyword

Grinding machine;

OEE;

Six big losses;

Fault tree analysis;

Total productive

maintenance

ABSTRACT

Maintenance of production machines is the key to success for increasing the efficiency of production machines. The value of OEE (overall Equipment Effectiveness) is an important indicator of the level of effectiveness of production machines. The grinding machine at the cocoa powder company PT ABC Sidoarjo is a production machine that is considered to have the greatest contribution to achieving OEE values. However, up to now, the machine maintenance is only corrective so it has the potential to harm the company. The purpose of this study is to determine the effectiveness of the grinding machine and formulate recommendations for improvement. The method used is the six big losses analysis technique to identify the dominant type of loss, and the FTA (Fault Tree Analysis) technique to determine the root cause. The results of the analysis show that the OEE value of the grinding machine is only 45% (low). The types of losses that contributed greatly to these conditions were reduced speed losses by 41% and were categorized as bad. This is due to the absence of regular replacement of the grinding machine blades so that their performance is less stable. In addition, the values of idling and minor stoppages and set up and adjustment losses are also categorized as bad because of the frequent occurrence of wasted processing time. Only rework losses are categorized as good. A low OEE value indicates that the machine is still not working effectively. Recommendations for improvements that can be done are performing independent maintenance, forming a competent small group, arranging planned maintenance for replacing machine blades and installing vibrators on peripheral pipes.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

* Penulis korespondensi

Email : silfamaeline@gmail.com

DOI 10.21107/agrointek.v17i3.15521

PENDAHULUAN

Persaingan industri pangan di Indonesia kian meningkat seiring berjalannya waktu. Peningkatan efisiensi proses terus dilakukan untuk meningkatkan produktivitas agar dapat memenuhi target produksi dan unggul dari kompetitor lainnya. Perawatan seluruh aset perusahaan dilakukan guna menjaga proses produksi tetap berjalan lancar dengan meningkatkan efektivitas mesin. Perawatan adalah aktivitas yang dilakukan oleh perusahaan sebagai upaya memelihara fasilitas maupun mesin produksi sekaligus melakukan perbaikan maupun penggantian yang diperlukan (Ahmadi and Hidayah 2017). Pendekatan perawatan atau pemeliharaan alat-alat penunjang produksi secara efektif yang sering dilakukan oleh perusahaan manufaktur di Jepang dikenal dengan *Total Productive Maintenance* (TPM) (Mendez 2017).

TPM adalah pengembangan ide dari *productive maintenance*, yaitu metode pemeliharaan mesin serta alat-alat produksi. Tujuan dari penerapan pendekatan ini adalah mencapai *zero breakdown* dan *zero defect* (Wafa and Purwanggono 2017). Metode yang digunakan sebagai alat ukur keberhasilan dari penerapan TPM secara menyeluruh adalah *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), yaitu perbandingan waktu efektif suatu mesin yang memproduksi suatu barang berkualitas baik (*good product*) dibandingkan dengan total waktu yang tersedia. Metode ini biasa digunakan untuk menganalisis efektivitas mesin yang didasari pada tiga parameter utama, yaitu *availability*, *performance efficiency*, dan *rate of quality* (Winarno and Ferdiansyah 2018). Nilai OEE dapat mengindikasikan apakah tingkat efisiensi produksi di sebuah perusahaan tergolong ke dalam level sempurna, wajar, atau rendah. Standar yang digunakan sebagai ukuran OEE adalah *benchmark world class* yang disarankan oleh JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*), yaitu lebih dari 85 % (Musyafa'ah *et al.* 2022). Nilai OEE yang rendah menunjukkan efektivitas mesin produksi yang rendah pula (Jamkhaneh *et al.* 2018). Untuk membantu mengidentifikasi akar penyebabnya dapat digunakan analisis *six big losses* (Dipa *et al.* 2022) maupun *Fault Tree Analysis* (FTA) (Suliantoro *et al.* 2017).

Six big losses adalah kerugian mesin atau alat-alat produksi karena waktu yang terbuang atau produk cacat. Kerugian disebabkan karena

adanya waktu henti terencana (*planned downtime*), waktu henti tak terencana, berhenti temporer (*minor stop*), rugi karena mesin berjalan lambat (*speed loss*), rugi karena kerja ulang (*rework loss*), dan rugi karena barang cacat (*reject loss*) (Zott *et al.* 2019). Kerugian tersebut akan berkontribusi tersebut nilai OEE. Apabila jenis kerugian telah teridentifikasi, maka akar penyebabnya dapat ditelusuri dengan menggunakan metode FTA. Menurut Shahhosseini *et al.* (2018), metode FTA merupakan teknik analisis secara grafis untuk mencari penyebab terjadinya sistem menggunakan gerbang *or* atau *and*. Akar penyebab kegagalan ditunjukkan oleh *basic event* pada struktur kegagalan sistem.

Penelitian ini merupakan studi kasus yang dilakukan pada perusahaan penghasil cokelat bubuk PT ABC yang terletak di Kota Sidoarjo. Kapasitas produksi perusahaan ini mencapai 15.000 – 19.000 MT (Metrik Ton). Salah satu mesin yang digunakan pada proses produksi adalah mesin penggiling kakao yang disebut mesin *grinding* ICM (*impact classifier mill*). Mesin ini terletak pada lini penggilingan kakao, yaitu lini yang terdiri dari serangkaian mesin untuk proses penggilingan hingga menghasilkan cokelat bubuk. Mesin *grinding* memiliki peran paling penting di pabrik ini karena jika terjadi gangguan (*breakdown*) akan langsung menyebabkan *delay* produksi.

Selama ini, sistem perawatan mesin *grinding* hanya bersifat perawatan korektif, yaitu hanya melakukan perbaikan apabila terjadi kerusakan dengan asumsi menghemat biaya perawatan. Sistem ini sangat berisiko karena akan berpotensi menimbulkan kerugian apabila terjadi kerusakan secara mendadak. Oleh karena itu perlu dilakukan sistem perawatan yang bersifat *preventive* atau pencegahan. TPM adalah pendekatan yang dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi mesin dengan mendukung sistem ini. Menurut Zott *et al.* (2019) TPM adalah pendekatan holistik untuk pemeliharaan mesin dan peralatan untuk mencapai produksi yang sempurna, tanpa gangguan (*breakdown*), tanpa perhentian, dan tanpa cacat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan nilai efektivitas dari mesin *grinding* menggunakan metode OEE dan merumuskan rekomendasi perbaikannya melalui analisis *six big losses* dan FTA.

METODE

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dimulai dengan melakukan observasi lapang di PT ABC, dilanjutkan dengan pengumpulan data primer dan sekunder. Data primer berisi hasil *brainstorming* kerusakan-kerusakan mesin *grinding* beserta penyebabnya, sedangkan data sekunder berupa data jumlah produksi keseluruhan, jumlah produksi rusak/ cacat, *operation time*, *planned downtime*, *loading time*, *setup time*, *actual cycle time*, *ideal cycle time* dan lama kerusakan mesin pada bulan Juli sampai Desember 2021. Selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan perhitungan *six big losses* dan perhitungan OEE. Tahapan yang terakhir adalah melakukan analisis akar penyebab masalah menggunakan FTA dilanjutkan dengan penyusunan rekomendasi perbaikan.

Metode Analisis

Data pada penelitian ini yaitu jumlah produksi keseluruhan, jumlah produksi rusak/ cacat, *operation time*, *planned downtime*, *loading time*, *setup time*, *actual cycle time*, *ideal cycle time* dan lama kerusakan mesin pada bulan Juli sampai Desember 2021.

Perhitungan OEE

Nilai OEE bergantung dari tiga faktor, yaitu *Availability Rate* (AR), *Performance Rate* (PR), dan *Quality Rate* (QR). Formula matematis untuk menentukan nilai OEE dirumuskan sebagai berikut.

$OEE = AR \times PR \times QR \times 100\%$	(1)
---	-----

Faktor OEE dapat dirumuskan sebagai berikut (Herry and Lutfia 2018):

$AR = \frac{Operation\ time}{Loading\ time} \times 100\%$	(2)
---	-----

Operation time adalah pengurangan *loading time* dengan waktu *downtime* mesin). *Loading time* merupakan waktu yang ada (*availability time*) setiap hari atau setiap bulan dikurangi menggunakan waktu *downtime* mesin yang ditetapkan (*planned downtime*). Sementara itu, *downtime* mesin merupakan waktu proses yang seharusnya dipakai oleh mesin untuk melakukan proses produksi akan tetapi disebabkan adanya gangguan pada mesin/peralatan (*equipment*

failures) mengakibatkan tidak ada *output* yang dihasilkan.

$PR = \frac{hasil\ produksi \times\ ideal\ cycle\ time}{Operation\ time} \times 100\%$	(3)
--	-----

Hasil produksi yaitu jumlah produk yang dihasilkan, *ideal cycle time* yaitu waktu ideal normal dalam memproduksi.

$QR = \frac{processed - defect}{processed} \times 100\%$	(4)
--	-----

Defect Amount yaitu produk cacat yang dihasilkan. Standart yang digunakan sebagai standar *benchmark world class* yang disarankan JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*), yaitu OEE = 85 %.

Perhitungan Six big losses

Perhitungan *six big losses* dapat dilakukan melalui rumus (Ariyanto 2017):

Equipment failure (EF) atau *breakdown* yaitu kegagalan proses produksi akibat adanya kerusakan pada mesin atau alat-alat industri.

$EF = \frac{Total\ breakdown}{Loading\ time} \times 100\%$	(5)
--	-----

Breakdown yaitu jam kerusakan mesin, *loading time* yaitu pengurangan jam kerja dengan *planned downtime*.

Set Up and Adjustment Losses (SAL) merupakan waktu guna melakukan penyesuaian atau penyetelan kembali terhadap mesin.

$SAL = \frac{set\ up\ \&\ adjustment}{Loading\ time} \times 100\%$	(6)
--	-----

Set up & adjustment yaitu waktu yang digunakan untuk penyetelah mesin.

Idling and Minor Stoppages (IMS) yaitu kerugian *idling* yang timbul pada saat mesin berjalan tanpa menghasilkan *output*. Sedangkan kerugian *minor stoppages* adalah kerugian yang timbul akibat mesin yang mengalami kendala sehingga terhenti secara berulang-ulang (Ariyanto 2017).

$IMS = \frac{Nonproductive}{Loading\ time} \times 100\%$	(7)
--	-----

Non-productive (jam) = *breakdown* + *set up* + *planned downtime*

Reduced speed losses (RSL) merupakan kondisi mesin tidak berjalan optimum.

Disebabkan adanya selisih antara waktu kecepatan produksi aktual dengan kecepatan produksi ideal mesin (Ariyanto 2017).

$$RSL = \frac{(ACT-ICT) \times total\ produksi}{loading\ time} \times 100\% \quad (8)$$

Actual Cycle Time (ACT) adalah waktu yang sebenarnya digunakan untuk produksi. *Ideal Cycle Time* (ICT) adalah waktu ideal normal dalam memproduksi.

Rework loss (RL) merupakan kerugian yang muncul karena *output* yang dihasilkan oleh mesin teridentifikasi cacat dan memerlukan pengerjaan ulang (Ariyanto 2017).

$$RL = \frac{Ideal\ cycle\ time \times rework}{Loading\ time} \times 100\% \quad (9)$$

Rework merupakan jumlah produk cacat dan pengerjaan ulang

Yield atau scrap loss (SL) adalah kerugian yang muncul saat proses produksi baru dijalankan. Proses yang belum stabil akan menghasilkan produk yang kualitasnya berbeda dibandingkan proses yang telah stabil (Ariyanto 2017).

$$SL = \frac{Ideal\ cycle\ time \times Reject}{Loading\ time} \times 100\% \quad (10)$$

Reject adalah jumlah produk cacat

Fault Tree Diagram

Fault Tree Diagram (FTA) merupakan metode yang mengidentifikasi hubungan faktor-faktor penyebab kegagalan dan ditampilkan dengan bentuk pohon kesalahan yang melibatkan gerbang logika sederhana (Shahhosseini et al. 2018).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Six big losses

Identifikasi nilai *six big losses* bertujuan untuk menentukan faktor dominan yang berpengaruh terhadap efisiensi mesin grinding. Faktor yang terpilih selanjutnya ditelusuri akar penyebabnya sehingga dapat ditentukan rekomendasi perbaikannya secara tepat. Untuk menghitung nilai ini digunakan data riwayat mesin grinding ICM selama enam bulan, mulai dari bulan Juli hingga Desember 2021. Dalam satu hari kerja terdapat tiga shift, setiap shift terdiri dari tujuh jam kerja, sehingga dalam enam bulan terdapat 552 shift kerja. Tabel 1 adalah data riwayat mesin yang diperoleh guna menghitung nilai *six big losses*.

Tabel 1 Perolehan data *six big losses*

Bulan	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
<i>Breakdown time</i> (jam)	33,5	28,07	40,87	13,58	26,73	14,05
<i>Loading time</i> (jam)	637	637	616	637	616	637
<i>Setup and adjustment</i> (jam)	22	35	12	18	42	17
<i>Planned downtime</i> (jam)	14	14	14	14	14	14
<i>Actual time</i> (jam/ton)	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75
<i>Ideal cycle</i> (jam/ton)	1	1	1	1	1	1
Produksi (ton)	305	353	378	375	285	356
<i>Rework</i> (ton)	5,4	0	0,75	5,25	1,95	27,8
<i>Reject</i> (ton)	45	50	47	72	74	48
<i>Operation time</i> (jam)	335	368	383	398	288	363

Tabel 2 *Breakdown losses* mesin grinding periode Juli sampai Desember 2021

Bulan	<i>Breakdown losses</i> (%)
Juli	5%
Agustus	4%
September	7%
Oktober	2%
November	4%
Desember	2%

Tabel 3 Set up and adjustment losses mesin grinding periode Juli – Desember 2021

Bulan	<i>Set up & adjustment (%)</i>
Juli	3%
Agustus	6%
September	2%
Oktober	3%
November	7%
Desember	3%

Tabel 4 Idling and minor stoppages losses mesin grinding periode Juli – Desember 2021

Bulan	<i>Idling & minor stoppages (%)</i>
Juli	11%
Agustus	12%
September	11%
Oktober	7%
November	13%
Desember	7%

Downtime losses

Downtime losses merupakan kerugian yang timbul dari waktu yang terbuang karena terdapat kendala pada mesin.

Equipment failure atau breakdown

Hasil pengukuran *equipment failure* mesin *grinding* dari Juli sampai Desember 2021 ditunjukkan pada Tabel 2.

Rata-rata *breakdown losses* mesin *grinding* pada periode Juli sampai Desember 2022 adalah 4%. Pada bulan September yang menyebabkan tingginya angka *breakdown losses*, yaitu terjadinya kebakaran pada *lini* penggilingan sebanyak dua kali, sehingga mesin produksi terpaksa berhenti selama dua hari setiap terjadi kebakaran.

Set up and adjustment losses

Hasil pengukuran *set up and adjustment losses* mesin *grinding* dari bulan Juli sampai Desember 2021 bisa dilihat di Tabel 3.

Rata-rata waktu *set up & adjustment losses* pada mesin *grinding* yaitu sebesar 4%. Tingginya persentase pada bulan November disebabkan oleh sering dilakukan pembongkaran pada mesin *grinding* akibat adanya bahan yang lengket pada mesin. Sedangkan pada bulan Agustus disebabkan karena dilakukan penggantian dan penyetelan ulang terhadap pisau mesin. Akibat belum adanya

planned downtime untuk penggantian pisau mesin *grinding* menyebabkan jika terjadi kerusakan terhadap pisau atau dinding mesin *grinding*, karyawan *maintenance* perlu membongkarnya terlebih dahulu dan membuat pisau mesin yang baru sehingga membutuhkan waktu yg lama.

Speed losses

Speed losses merupakan kerugian yang terjadi ketika mesin beroperasi lebih lambat dari kecepatan normal.

Idling and minor stoppages losses

Hasil pengukuran *idling and minor stoppages losses* mesin *grinding* dari bulan Juli sampai Desember 2021, bisa dilihat di Tabel 4.

Rata-rata yang diperoleh dari persentase *idling and minor stoppages losses* yaitu sebesar 10 %. Penyebabnya yaitu bahan baku macet di segitiga periferik, yang membedakan dari setiap bulan adalah frekuensi bahan macet dan menyebabkan *losses*. Segitiga periferik merupakan mesin transportasi yang dilewati bahan sebelum menuju mesin *grinding*, sehingga mesin *grinding* sering berjalan tanpa produk dan berhenti secara berulang-ulang.

Reduced speed losses

Hasil pengukuran *reduced speed losses* mesin *grinding* dari bulan Juli sampai Desember 2021 bisa dilihat di Tabel 5.

Tabel 5 Reduced speed losses mesin grinding periode Juli – Desember 2021

Bulan	Reduced speed loss
Juli	36%
Agustus	42%
September	46%
Oktober	44%
November	35%
Desember	42%

Tabel 6 Scrap loss mesin grinding periode Juli–Desember 2021

Bulan	Yield (%)
Juli	7%
Agustus	8%
September	8%
Oktober	11%
November	12%
Desember	8%

Rata-rata *reduced speed losses* mesin *grinding* pada bulan Juli sampai Desember 2021 yaitu 41%. Pengurangan kecepatan produksi ini diduga karena terlalu banyak waktu yang terbuang (*non-productive time*) selama proses produksi. Besarnya *gap* antara *ideal cycle time* dan *actual cycle time* menyebabkan besarnya persentase dari *reduced loss*. Mesin *grinding* sering berhenti akibat kerusakan karena komponennya ataupun karena kerusakan pada mesin lain, hal ini menyebabkan besarnya waktu *gap* yang dihasilkan.

Yield/scrap loss

Hasil pengukuran *scrap loss* mesin *grinding* dari bulan Juli sampai Desember 2021 bisa dilihat di Tabel 6.

Rata-rata yang dihasilkan *scrap loss* yaitu 9%. Tingginya persentase pada bulan November disebabkan mesin belum sepenuhnya kering saat dijalankan setelah proses *cleaning*, sehingga banyak bahan baku yang lengket pada dinding mesin *grinding* dan tempering, selain itu disebabkan produk yang terkontaminasi bakteri setelah dilakukan pengecekan oleh tim *quality control*.

Defect Losses

Defect losses merupakan kerugian yang timbul akibat *output* yang dihasilkan oleh mesin tidak sesuai dengan spesifikasi serta standar.

Rework loss

Hasil pengukuran *rework loss* mesin *grinding* dari bulan Juli sampai Desember 2021 bisa dilihat di Tabel 7.

Rata-rata persentase kerugian *rework* yaitu satu persen. Sebagian besar produk yang mengalami pengerjaan ulang berasal dari bahan baku AK 135. Bahan baku tipe AK-135 memiliki kandungan lemak kakao paling tinggi dengan rata-rata 14%. Lemak yang tinggi akan mudah menggumpal selama penggilingan. Hal ini akan menghasilkan *fineness* yang tidak sesuai standar yang diharapkan.



Gambar 1 Kakao AK-135

Tabel 7 *Rework loss* mesin *grinding* periode Juli–Desember 2021

Bulan	<i>Rework losses</i>
Juli	1%
Agustus	0
September	0,12%
Oktober	1%
November	0,32%
Desember	4%

Tabel 8 *Avability ratio* mesin *grinding* periode Juli–Desember 2021

Bulan	Availability (%)
Juli	53%
Agustus	58%
September	62%
Oktober	62%
November	47%
Desember	57%

Tabel 9 *Performance ratio* mesin *grinding* periode Juli–Desember 2021

Bulan	<i>Performance rate</i>
Juli	91%
Agustus	96%
September	99%
Oktober	94%
November	99%
Desember	98%

Penentuan Nilai OEE

Availability ratio adalah rasio yang menjelaskan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk aktivitas operasi mesin atau peralatan. Nilai parameter ideal *availability* adalah lebih dari 90% (Ika and Cyintia 2014). Hasil pengukuran *avability ratio* mesin *grinding* dari bulan Juli sampai Desember 2021 bisa dilihat di Tabel 8.

Rata-rata *availability rate* dari mesin *grinding* adalah 56 %. Hasil tersebut masih jauh dari standar ideal. Hal ini diduga karena banyaknya waktu yang terbuang untuk kerusakan mesin pada lini penggilingan dan adanya kegiatan pembersihan (*cleaning*). Jika terdapat kerusakan yang cukup besar dari mesin lain, maka seluruh mesin pada lini penggilingan juga ikut berhenti. Hal inilah yang menyebabkan berkurangnya waktu operasi dari mesin *grinding* dan mengakibatkan nilai *availability rate* kecil. *Cleaning* pada lini penggilingan dilakukan selama

satu *shift* atau 7 jam kerja, tetapi bisa lebih saat kendala belum berhasil diselesaikan.

Performance ratio adalah rasio yang menjelaskan kemampuan dari mesin dalam menghasilkan produk. Nilai parameter ideal dari *performance ratio* adalah lebih dari 95 % (Ika and Cyintia 2014). Hasil pengukuran *performance ratio* mesin *grinding* dari bulan Juli sampai Desember 2021 bisa dilihat di Tabel 9.

Rata-rata *performance rate* periode Juli sampai Desember 2021 yaitu 96%. Mesin *grinding* mampu menghasilkan produk dengan rata-rata satu ton/jam saat mesin sudah bisa beroperasi dengan baik. Tabel 9 menunjukkan bahwa nilai *performance rate* mesin *grinding* sudah ideal.

Quality ratio adalah rasio yang menjelaskan kemampuan mesin dalam menghasilkan produk sesuai dengan standar. Idealnya parameter *quality product* > 99. Hasil pengukuran *quality ratio*

mesin *grinding* dari Bulan Juli sampai Desember 2021 bisa dilihat di Tabel 10.

Rata-rata *quality rate* mesin *grinding* periode Juli sampai Desember 2021 adalah 83%. Nilai *quality rate* paling rendah terjadi pada bulan November, yaitu 74%. Rendahnya nilai tersebut disebabkan karena produk cacat yang dihasilkan mesin sangat tinggi akibat kontaminasi mikroba patogen. Mikroba ini timbul akibat proses *cleaning* yang dilakukan tidak maksimal. Hal ini menyebabkan pada saat proses berjalan, terdapat bagian mesin yang masih kotor. Setelah diperoleh nilai *availability rate*, *performance rate* dan *quality rate*, selanjutnya dapat dilakukan perhitungan OEE.

Berdasarkan Tabel 11 diperoleh bahwa rata-rata nilai OEE bulan Juli hingga Desember 2021 adalah sebesar 45 %. Hal ini menunjukkan bahwa OEE mesin *grinding* masih jauh dari standar yang telah ditetapkan oleh *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM), yaitu sebesar 85 % (Ika and Cyintia 2014). Nilai OEE paling rendah terdapat pada bulan November. Hal ini disebabkan karena persentase nilai *availability rate* dan *quality rate* yang rendah, yaitu 47 % dan 74 %. Rendahnya nilai *availability rate* disebabkan karena nilai *setup and adjustment losses* yang sangat tinggi. Sementara itu, nilai *quality rate* yang rendah disebabkan karena tingginya *scrap losses*.

Rekomendasi Perbaikan

Reduced speed loss menghasilkan persentase paling besar terhadap kegagalan sehingga faktor ini menjadi prioritas untuk diperbaiki guna meningkatkan efektivitas mesin *grinding*. Kecepatan putaran pisau mesin *grinding* yang lambat menjadi penyebab utama tingginya nilai *reduced speed loss*. Gambar 2 menunjukkan FTA untuk penelusuran penyebab lambatnya putaran mesin *grinding*.

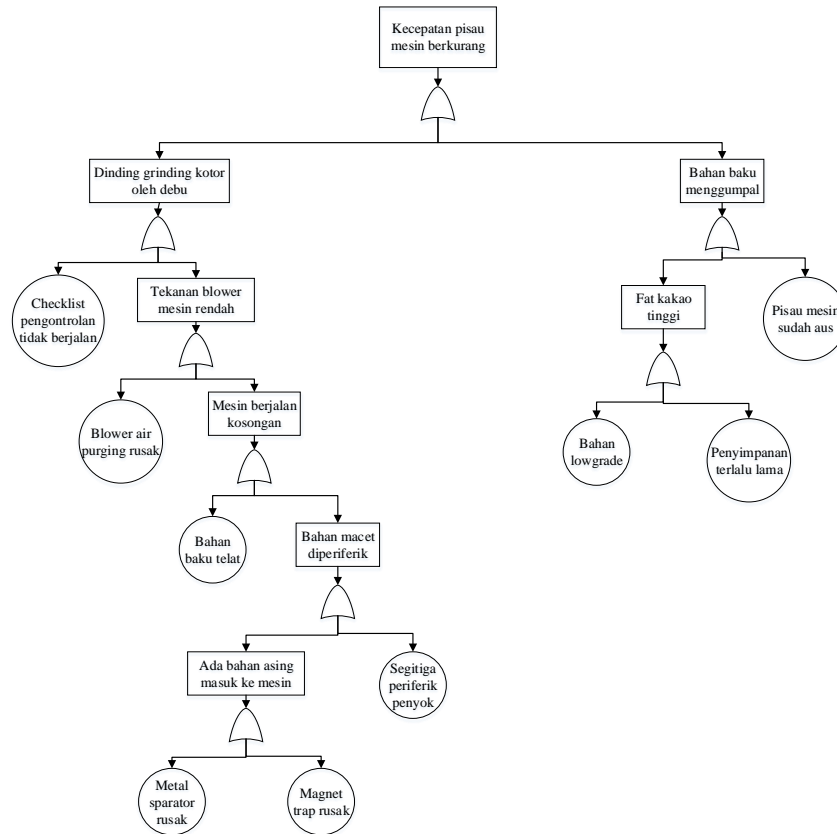
Penyebab yang pertama yaitu dinding *grinder* kotor oleh debu atau gumpalan kakao. Terdapat enam potensi akar penyebab mengapa hal ini terjadi, yaitu a) pengontrolan mesin yang tidak rutin; b) *blower air purging* rusak; c) bahan baku telat; d) segitiga periferik penyok; e) metal separator rusak; dan f) magnet trap rusak. Sebagai contoh, dinding mesin yang kotor disebabkan karena *checklist* pengontrolan mesin tidak dijalankan oleh operator sesuai jadwal. Demikian juga rusaknya *blower air purging* juga disebabkan karena kurang perawatan. Penyebab lainnya seperti segitiga periferik penyok akibat dipukul pekerja saat bahan baku macet di lokasi tersebut. *Metal separator* atau magnet trap rusak disebabkan oleh adanya bahan asing yang masuk ke mesin *grinding*.

Tabel 10 *Quality ratio* mesin *grinding* periode Juli–Desember 2021

Bulan	<i>Quality Rate</i> (%)
Juli	85%
Agustus	83%
September	88%
Oktober	81%
November	74%
Desember	87%

Tabel 11 Hasil OEE mesin *grinding* periode Juli-Desember 2021

Bulan	AR	PR	QR	OEE
Juli	53%	91%	85%	41%
Agustus	58%	96%	83%	46%
September	62%	99%	88%	54%
Oktober	62%	94%	81%	48%
November	47%	99%	74%	34%
Desember	57%	98%	87%	48%
Rata-rata	56%	96%	83%	45%



Gambar 2 Fault tree analysis mesin grinding

Penyebab yang kedua adalah adanya bahan baku yang menggumpal pada dinding mesin. Terdapat tiga akar penyebab yang menyebabkan hal ini terjadi, yaitu a) pisau mesin *grinding* aus; b) bahan *low grade*; dan c) penyimpanan terlalu lama. Pisau mesin yang sudah aus dapat mengakibatkan gumpalan bahan karena terlalu banyak mengalami gesekan antara pisau mesin dengan bahan. Hal ini terjadi karena perusahaan belum memiliki rencana penggantian pisau mesin *grinding* secara berkala. Perusahaan hanya akan mengganti pisau jika sudah terjadi kerusakan dan kemacetan. Selain itu, mayoritas bahan baku yang dipakai pada PT ABC merupakan jenis bahan baku yang *lowgrade*, artinya kualitas bahan rendah, sehingga *fat* bahan baku juga tidak stabil. Penggunaan bahan *lowgrade* pada PT ABC ini bertujuan agar perusahaan mengeluarkan biaya yang sedikit untuk membeli bahan baku, tetapi mendapatkan untung yang besar dari produk yang dihasilkan. Pada mesin grinding PT ABC, *fat* ideal bahan baku sebesar <12%, tetapi mayoritas bahan baku yang diolah memiliki *fat* sebesar >15%. Akar penyebab lainnya adalah karena penyimpanan yang terlalu lama. Apabila bahan disimpan terlalu lama pada suhu yang panas, maka *fat* kakao akan semakin meningkat.

Untuk meningkatkan nilai OEE mesin *grinding*, maka rekomendasi perbaikan adalah sebagai berikut:

Perawatan mandiri (autonomous maintenance / jishu hozen)

Pembuatan *checklist* komponen mesin pada lini penggilingan dapat menjadi kegiatan TPM perawatan mandiri. Konsistensi perawatan mandiri oleh operator harus dijaga, sehingga perlu adanya bantuan pemantauan oleh wakil kepala departemen *maintenance*. Pengontrolan setiap hari pada *magnet trap* dan *metal separator* juga harus selalu dilakukan, karena logam yang lolos ikut masuk ke dalam mesin *grinding* akan merusak dinding dan *fineness* produk.

Perbaikan terfokus (focused improvement / kobetsu kaizen)

Pembuatan kelompok yang lebih kompeten perlu dibentuk untuk menghasilkan perbaikan yang maksimal pula. Kelompok ini dapat berisi mandor dari setiap departemen yang dipercaya dan dipilih oleh setiap kepala departemen. Diharapkan *output* dari rekomendasi ini yaitu perbaikan yang telah dirancang oleh kelompok

kecil dapat terus dilaksanakan oleh seluruh departemen yang bersangkutan.

Perawatan terencana (*planned maintenance*)

PT ABC perlu memastikan lagi masa pakai dari pisau *grinding* ICM, sehingga dapat dilakukan perawatan terencana terkait penggantian rutin dari pisau serta dinding mesin *grinding* ICM.

TPM dalam administrasi (*TPM in administration*)

PT ABC harus melakukan peningkatan komunikasi dengan pihak *supplier* guna memastikan dan mengintensifkan pendataan kembali terkait kesiapan *vendor* untuk mensuplai.

Perawatan kualitas (*quality maintenance*)

Pemasangan alat vibrator pada dinding segitiga periferik dapat menjadi solusi karena akan menjadi sumber getaran otomatis saat bahan baku macet tanpa merusak periferik, sehingga *output* yang dihasilkan akan maksimal. Hal ini menjadi solusi agar pekerja tidak lagi memukul pipa periferik saat bahan macet.



Gambar 3 Segitiga periferik

KESIMPULAN

Analisis *six big losses* menunjukkan bahwa PT ABC mempunyai *reduced speed losses* sebesar 41 % dan berkategori “buruk”. Hal ini disebabkan karena belum adanya pergantian secara berkala terhadap pisau mesin *grinding* sehingga kinerjanya kurang stabil. Selain itu, nilai *idling*

and minor stoppages juga berkategori “buruk” dengan nilai 10 % disebabkan karena bahan sering mengalami kemacetan di pipa periferik. *Set up and adjustment losses* memiliki kategori “tidak terlalu buruk” dengan nilai 4 %, hal ini disebabkan oleh waktu perbaikan dan penyetulan pada mesin *grinding* setelah mengalami kebakaran. Sedangkan nilai *rework loss* berkategori “baik” dengan nilai 1%. Hasil tersebut mengakibatkan nilai OEE rendah yaitu 45% dengan nilai ideal 85%.

Nilai OEE yang rendah menunjukkan bahwa mesin masih belum efektif dalam bekerja. Rekomendasi perbaikan yang dapat dilakukan yaitu melakukan perawatan mandiri, membentuk kelompok kecil yang kompeten, menyusun *planned maintenance* penggantian pisau mesin dan memasang alat vibrator pada pipa periferik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi, N., and N. Y. Hidayah. 2017. Analisis pemeliharaan mesin blowmould dengan metode RCM di PT. CCAI. *Optimasi Sistem Industri* 16(2):167.
- Ariyanto, D. 2017. Optimalisasi Kinerja Mesin Dengan Pengukuran Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dan Minimalisasi *Six big losses* Pada Mesin Printing Sungan 2. *International Journal*.
- Dipa, M., F. D. Lestari, M. Faisal, M. Fauzi, T. Industri, F. Teknik, U. Widyatama, D. Losses, and S. B. Losses. 2022. ANALISIS OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) DAN *SIX BIG LOSSES* PADA MESIN WASHING VIAL DI PT . 2(1):61–75.
- Herry, A. P., F. F., and N. I. Lutfia. 2018. Performance analysis of TPM implementation through Overall Equipment Effectiveness (OEE) and *Six big losses*. *IOP Conf. Ser. Master. Sci. Eng* 453.
- Heru Winarno, and Faqi Ferdiansyah. 2018. Analisis Efektivitas Mesin Roughing Mill dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE). *Industrial Manufacturing* 3(2):67–78.
- Ika, R. D., and D. N. Cyintia. 2014. Analisis Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) Menggunakan Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan *Six big losses* pada Mesin Cavitec di PT Essentra Surabaya. *Prosiding SNATIF*.
- Jamkhaneh, H. B., J. K. Pool, S. M. S. Khaksar, S.

- M. Arabzad, and R. V Kazemi. 2018. Impacts of computerized maintenance management system and relevant supportive organizational factors on total productive maintenance. *Benchmarking: An International Journal*.
- Mendez, J. D. 2017. Total productive maintenance (TPM) as a tool for improving productivity: a case study of application in the bottleneck of an auto-parts machining line.
- Shahhosseini, V., M. R. Afshar, and O. Amiri. 2018. "The root causes of construction project failure",. *Scientia Iranica Scientia Iranica* 25(1):93–108.
- Sofiana, A., P. Studi, T. Industri, F. Teknik, and U. J. Soedirman. 2022. Analysis of Total Productive Maintenance (TPM) Application Using Overall Equipment Effectiveness (OEE) and *Six big losses* on Disamatic Machine PT . XYZ Analisis Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) Menggunakan Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan *Six big losses* pada Mesin Disamatic PT . XYZ 15(1):56–63.
- Suliantoro, H., N. Susanto, H. Prastawa, I. Sihombing, and M. Anita. 2017. PENERAPAN METODE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) DAN FAULT TREE ANALYSIS (FTA) UNTUK MENGUKUR EFEKTIFITAS MESIN RENG 12(2):105–118.
- Wafa, A. K., and B. Purwanggono. 2017. Perhitungan OEE (Overall Equipment Effectiveness) Pada Mesin Komuri 2 Lithrone S40 Dan Heidelberg 4we Dalam Rangka Penerapan Total Productive Maintenance (TPM). *Industrial Engineering Online Journal* 6(2).
- Zott, R. S., V. Y. Konyukhov, P. N. Konovalov, and E. A. Suvorova. 2019. Implementation of the Total Productive Maintenance System at Russian Enterprises. In " Humanities and Social Sciences: Novations, Problems, Prospects"(HSSNPP 2019):754–757.