

**EFISIENSI MESIN *VERTICAL ROLLER MILL* SEBAGAI UPAYA MEREDUKSI
DOWNTIME DENGAN PENDEKATAN OEE (*OVERALL EQUIPMENT
EFFECTIVENESS*) DAN *SIX BIG LOSSES*
(STUDI KASUS : PT. XYZ)**

Heri Awalul Ilhamsah¹, Samsul Amar², Ahmad Akromul Kirom³
^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri – Universitas Trunojoyo Madura

Email: ¹Heri.ilhamsah@trunojoyo.ac.id, ²samsul.amar@trunojoyo.ac.id

ABSTRAK

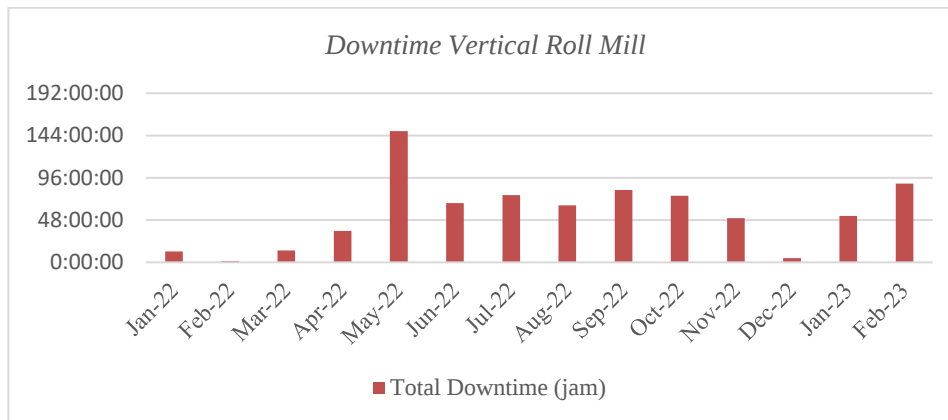
PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang industri bahan bangunan yaitu produk semen. Mesin Vertical Roller Mill di perusahaan tersebut seringkali mengalami *downtime*, kondisi dimana mesin mengalami kerusakan atau kegagalan sehingga mesin tidak dapat menjalankan pekerjaan sebagaimana mestinya. Untuk itu, diperlukan upaya penurunan *downtime* sehingga tingkat produktifitas tetap terjaga. Penelitian ini mengusulkan penggunaan Six Big Losses dan usulan prioritas perbaikan pada mesin VRM menggunakan diagram pareto dan FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) diharapkan menjadi solusi meningkatkan produktivitas mesin VRM agar bekerja secara efisien. Hasil pengukuran efektivitas mesin Vertical Roller Mill berdasarkan perhitungan matriks OEE pada bulan Januari 2022 sampai Desember 2022 memiliki nilai rata-rata efektivitas 68% sedangkan nilai Standar JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance) adalah 85%. Presentase six big losses terbesar terjadi pada reduce speed losses dengan 42% dan Equipment failure losses dengan presentase 24%. Pada kerugian reduce speed losses prioritas perbaikan dilakukan pada vibration VRM dengan nilai RPN 168 dan Insulasi motor VRM dengan nilai RPN sebesar 108. Pada kerugian Equipment failure losses prioritas perbaikan dilakukan pada seal haus/meleleh dengan nilai RPN 120 dan Deformasi tyre dengan nilai RPN 72.

Kata kunci: *Downtime*, OEE, *Six Big Losses*, FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

PENDAHULUAN

PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang industri bahan bangunan yaitu produk semen. PT. XYZ masih mengalami *downtime* pada sebagian mesin dan fasilitas produksinya yaitu pada mesin *Vertical Roller Mill*. Pabrik ini terus berupaya untuk melakukan pemacuan tingkat produksi hingga mencapai kapasitas produksi penuh sebesar 50.000 Ton/bulan. Kendati demikian dalam proses produksinya PT. XYZ masih mengalami *downtime* pada sebagian mesin dan fasilitas produksinya, dimana *downtime* yang terjadi merupakan suatu kondisi dimana mesin mengalami kerusakan atau kegagalan yang mengakibatkan mesin tidak dapat menjalankan tugas sebagaimana mestinya untuk kegiatan produksi. Adapun *downtime* tersebut terjadi pada mesin *Vertical Roller Mill* tertinggi terjadi pada bulan Mei 2022 dimana *downtime* mencapai 148.85 jam. Hal ini dapat menjadi kendala untuk tercapainya

target produksi yang telah ditentukan sebelumnya dikarenakan dengan sering terjadinya kerusakan dan kegagalan maka akan menurunkan nilai keandalan dari sebuah mesin itu sendiri, yang mana ini sesuai dengan pendapat Ferdinan (2020) [1] yang menyatakan jika suatu komponen mesin mengalami kerusakan maka akan berdampak pada terhentinya fungsi sistem serta dapat menurunkan nilai reliabilitas dari suatu mesin itu sendiri. Berikut ini merupakan data *downtime* mesin *Vertical Roller Mill* pada tahun 2022.



Gambar 1 Data downtime mesin *Vertical Roller Mill* bulan Januari 2022 – Desember 2022

Berdasarkan tabel 1 menjelaskan bahwa nilai downtime yang sangat tinggi seperti pada bulan Februari 2023 terjadi kerusakan mesin sehingga perlu melakukan perbaikan mesin selama 125.23 jam atau 41% dari waktu actual operasi mesin *Vertical Roller Mill* yaitu 475 jam yang menyebabkan produksi di PT. XYZ harus berhenti untuk melakukan perbaikan mesin dikarenakan pemeliharaan yang dilakukan belum maksimal atau belum memenuhi standar nilai downtime mesin. PT. XYZ memiliki target downtime sebesar 4% per bulan. Selama ini PT. XYZ menggunakan perawatan *planned maintenance* dan *breakdown maintenance* dimana perawatan mesin sudah terjadwal dan dilakukan perbaikan setelah mesin mengalami kerusakan. Dengan mereduksi downtime disana melalui penerapan OEE dan *six big losses* dan usulan prioritas perbaikan pada mesin VRM menggunakan diagram pareto dan FMEA diharapkan menjadi solusi meningkatkan produktivitas mesin VRM agar bekerja secara efisien.

TINJAUAN PUSTAKA

Total Productive Maintenance (TPM)

Menurut Priyono (2019) TPM tidak semata-mata terfokus pada optimalisasi produktivitas peralatan dan material yang terlibat dalam aktivitas kerja, tetapi juga menekankan pada peningkatan produktivitas pekerja atau operator yang bertanggung jawab menangani peralatan dan material tersebut. Metrik *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) digunakan untuk mengevaluasi efisiensi peralatan dengan mengidentifikasi kerugian produksi, biaya tidak langsung, dan kerugian tersembunyi yang secara signifikan berkontribusi terhadap total biaya produksi. Kerugian ini ditentukan oleh sekumpulan komponen unik yang saling terkait.

Maintenance

Menurut Asman (2021) proses pemeliharaan mesin dan fasilitas melibatkan pemulihannya ke fungsi standar aslinya untuk mencapai hasil terbaik [2]. Gagasan mendasar di balik pemeliharaan adalah untuk memastikan bahwa fasilitas produksi beroperasi tanpa masalah selama masa pakainya. Suatu perusahaan dapat dikatakan berhasil apabila dapat beroperasi secara terus menerus dan lancar, tanpa adanya gangguan produksi. Sistem pemeliharaan mesin biasanya dibagi menjadi dua kategori utama: pemeliharaan preventif dan pemeliharaan korektif.

Overall Equipment Effectivness (OEE)

Overall equipment effectiveness (OEE) adalah metrik yang digunakan untuk mengukur potensi efisiensi mesin atau peralatan. Seperti yang dijelaskan Jardin (2001), OEE menilai keefektifan pabrik dengan mengurangi kerugian yang disebabkan oleh *downtime* terjadwal dan tidak terjadwal, kinerja alat, dan kualitas. Pengukuran ini dapat membantu mengidentifikasi area yang memerlukan peningkatan atau koreksi untuk meningkatkan produktivitas alat berat (Hermastho, 2022) [3]. OEE dapat diukur dengan rumus sebagai berikut:

$$OEE = \text{Availability rate} \times \text{Performance rate} \times \text{Quality rate} \dots \dots \dots (1)$$

Availability Rate

Availability rate adalah ratio yang menunjukkan penggunaan waktu tersedia untuk kegiatan operasi mesin atau peralatan (Dewanti & Putra, 2019) [4]. Rumus yang digunakan untuk mengukur *availability rate* adalah sebagai berikut:

$$\text{Availability rate} = \frac{\text{Operation time}}{\text{Loading time}} \times 100 \% \dots \dots \dots (2)$$

$$\text{Operation time} = \text{Loading time} - \text{Downtime} \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

Operation time = Waktu operasi mesin actual

Loading time = Waktu mesin bekerja

Downtime = Waktu mesin tidak beroperasi

Performance Rate

Performance rate merupakan ratio yang menunjukkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan barang (Dewanti & Putra, 2019) [4]. rumus yang digunakan untuk mencari *performance rate* adalah sebagai berikut:

$$\text{Performance rate} = \frac{\text{Output mesin} \times \text{ideal cycle time}}{\text{operation time}} \times 100\% \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan:

Operation time = waktu operasi mesin actual

Output mesin = jumlah produksi mesin Vertical Roller Mill

Ideal cycle time = waktu idial kecepatan mesin beroperasi

Quality Rate

Quality Rate adalah ratio yang menunjukkan kemampuan mesin dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar (Dewanti & Putra, 2019) [4]. Rumus yang digunakan untuk mencari *quality rate* adalah sebagai berikut:

$$\text{Quality rate} = \frac{\text{Output} - \text{Reject yield}}{\text{Output}} \times 100\% \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan:

Output produksi = jumlah produksi

Reject yield = jumlah produk reject

Six Big Losses

Six Big Losses pada konsep *Total Productive Maintenance* (TPM) didefinisikan sebagai sekumpulan kerugian yang perlu dihilangkan. Kerugian ini termasuk kegagalan atau kerusakan peralatan, waktu penyetelan dan penyesuaian, pemalasan dan penghentian kecil, penurunan kecepatan, cacat kualitas, dan kerugian startup atau penurunan hasil. Tujuan utama TPM adalah untuk mengurangi atau sepenuhnya menghilangkan kerugian yang terkait dengan sistem manufaktur untuk meningkatkan Efektivitas (Wibisono, 2021) [5]. Pada tahap awal inisiatif TPM fokus pada menghilangkan *six big losses* yang meliputi:

Breakdown Losses

Breakdown losses adalah kerugian yang dikarenakan oleh kerusakan mesin ditengah-tengah produksi sehingga diperlukan perawatan khusus. Rumus yang digunakan untuk mengukur *breakdown losses* adalah sebagai berikut:

$$\text{Breakdown losses} = \frac{\text{Equipmen failure time}}{\text{Loading time}} \times 100\% \dots \dots \dots (6)$$

Setup and Adjustment Losses

Setup and adjustment losses adalah kerugian yang dikarenakan setting pada mesin/peralatan. Contoh dari *setup and adjustment* adalah setting mesin/peralatan, mengganti mesin/peralatan, membersihkan peralatan sebelum produksi, dan sebagainya. Rumus yang digunakan untuk mengukur *Setup and adjustment losses* adalah sebagai berikut:

$$\text{Setup and adjustment losses} = \frac{\text{Setup and adjustment losses}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots \dots \dots (7)$$

Idling and Minor Stoppage

Idling and minor stoppage adalah kerugian yang disebabkan oleh berhentinya produksi dengan waktu singkat tapi dengan frekuensi yang tinggi, contoh seperti sensor yang sering error. Masalah tersebut bisa diatasi ketika operator melakukan maintenance, dan proses bisa dilanjutkan setelahnya. Rumus yang digunakan untuk mengukur *Idling and minor stoppage* adalah sebagai berikut:

$$\text{Idling and minor stoppage} = \frac{\text{Idling and minor stoppage}}{\text{Loading time}} \times 100\% \dots \dots \dots (8)$$

Reduced Speed Loss

Reduced speed loss adalah kerugian yang disebabkan saat mesin tidak beroperasi pada ideal cycle time sehingga tidak beroperasi dengan normal. Hal ini menyebabkan mesin tidak bekerja dengan efisien untuk melakukan produksi. Rumus yang digunakan untuk mencari *Reduced speed loss* adalah sebagai berikut:

$$\text{Reduced speed loss} = \frac{\text{Operatin time performance} - \text{ideal cycle time}}{\text{Loading time}} \times 100\% \dots \dots \dots (9)$$

Quality Defect and rework

Quality defect and rework adalah kerugian yang disebabkan oleh hasil produksi mesin/peralatan yang tidak memenuhi kualitas yang diinginkan. Misalnya produk cacat memerlukan pengerjaan ulang atau *rework*. Rumus yang digunakan untuk mencari *Quality defect and rework* adalah sebagai berikut:

$$\text{Quality defect and rework} = \frac{\text{Total reject} \times \text{ideal cycle time}}{\text{loading time}} \times 100\% \dots \dots \dots (10)$$

Startup/Yield Losses

Startup atau yield losses adalah kerugian yang terjadi oleh mesin/peralatan yang menghasilkan produk yang tidak memenuhi standar pada awal produksi sampai kondisi stabil. Rumus yang

digunakan untuk mencari *Startup atau yield losses* adalah sebagai berikut:

$$\text{Startup atau yield losses} = \frac{\text{rework} \times \text{ideal cycle time}}{\text{Loading time}} \times 100\% \dots \dots \dots (11)$$

Diagram Pareto

Menurut Hairiyah (2019) diagram Pareto digunakan sebagai kombinasi grafik batang dan grafik garis yang menunjukkan bagaimana setiap kategori data dibandingkan dengan keseluruhan. Ini juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi 20% jenis cacat yang merupakan 80% dari semua cacat dalam proses produksi [6]. Tujuan utama dari bagan Pareto adalah untuk memprioritaskan dan mengatasi masalah kualitas dalam urutan kepentingannya.

FMEA (Failure Mode Effect and Analysis)

Menurut Hisprastin (2021) FMEA adalah metode pengelolaan risiko proaktif yang bertujuan untuk mengidentifikasi semua kemungkinan kegagalan yang dapat terjadi selama desain, proses produksi, atau produk [7]. Di sisi lain, diagram Ishikawa adalah metode pengelolaan risiko reaktif yang berfokus pada identifikasi potensi penyebab masalah karena penyimpangan selama proses produksi atau keluhan terkait produk. FMEA diakui secara luas dan digunakan di industri sebagai metode penilaian risiko proaktif. Mode kegagalan mengacu pada kegagalan suatu produk atau proses dalam kaitannya dengan fungsinya, atau penyebab kegagalan sementara, sedangkan analisis efek melibatkan analisis konsekuensi potensial dari setiap kegagalan.

$$\text{Risk Priority Number (RPN)} = S \times O \times D \dots \dots \dots (12)$$

Risiko kegagalan dan konsekuensinya ditentukan oleh tiga faktor:

1. Tingkat keparahan dari kegagalan jika terjadi (*severity*)
2. Frekuensi kegagalan yang terjadi (*occurrence*)
3. Kemungkinan kegagalan untuk terdeteksi sebelum kejadian (*detection*)

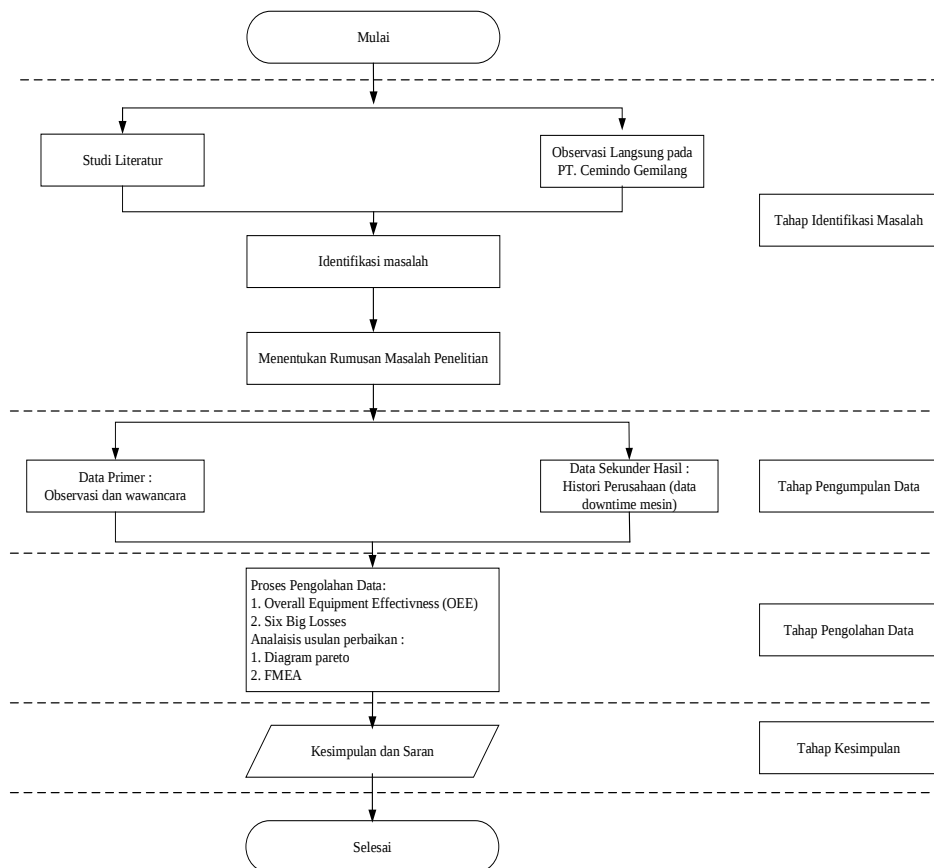
METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) merupakan metode yang digunakan dalam pengukuran tingkat efisiensi penggunaan suatu mesin dengan menambahkan sudut pandang berbeda dalam proses perhitungannya[1]. OEE adalah hasil yang dapat dikatakan sebagai rasio *output* aktual dari mesin dibagi dengan *output* maksimum yang dapat dihasilkan mesin dalam performa terbaik[3]. OEE didasarkan pada pengukuran tiga rasio utama yaitu *availability*, *performance efficiency*, dan *rate of quality product*. Adapun standar *world class* nilai OEE berdasarkan JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*) adalah sebagai berikut[4].

Tabel 1. World class OEE

OEE Factor	World Class OEE
Availability	$\geq 90\%$
Performance Efficiency	$\geq 95\%$
Rate of Quality	$\geq 99\%$
OEE	$\geq 85\%$

Setelah melakukan perhitungan OEE, dilanjutkan dengan metode *six big losses*. Metode *Six Big Losses* digunakan untuk mengetahui faktor kerugian terbesar yang menyebabkan efektivitas mesin menurun. Faktor kerugian tersebut meliputi *equipment failure, set up and adjustment loss, idling and minor stoppage, reduced speed, defect in proses*, dan *reduced yield*. Metode selanjutnya yaitu metode FMEA yang merupakan suatu cara yang sistematis, teratur, runtut, integral untuk mengidentifikasi serta menahan kemungkinan terbanyak failure (kegagalan)[5]. FMEA digunakan untuk menentukan komponen kritis berdasarkan nilai *risk priority number* (RPN). RPN merupakan indikator kekeritisan untuk menentukan tindakan pengurangan atau tindakan koreksi kegagalan sistem yang terjadi sesuai mode kegagalan[6]. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2. Flow chart penelitian

Pembahasan

Hasil dan pembahasan berisi perhitungan *overall equipment effectiveness* (OEE), perhitungan *six big losses*, dan FMEA

A. Pengumpulan Data

1. Data jam kerja

Tabel 2. Data *jam kerja*

Data Jam Kerja			
Bulan	Hari Kerja	Jam Kerja (jam)	Machine working time (jam)
Jan-22	29	19	551
Feb-22	25	19	475
Mar-22	30	19	570
Apr-22	29	19	551
May-22	27	19	513
Jun-22	29	19	551
Jul-22	29	19	551
Aug-22	30	19	570
Sep-22	30	19	570
Oct-22	29	19	551
Nov-22	30	19	570
Dec-22	30	19	570

2. Data Downtime

Tabel 3. Data *downtime*

Data Downtime					
Bulan	Breakdown Loss (jam)	Utility (jam)	Setting (jam)	Material (jam)	Total Downtime (jam)
Jan-22	12.30	0	0	0	12.30
Feb-22	1.35	0	0	0	1.35
Mar-22	13.43	0	0	0	13.43
Apr-22	35.70	3.10	0.71	25.27	64.77
May-22	148.97	72.00	3.70	34.97	259.63
Jun-22	31.10	0	0	59.02	90.12
Jul-22	76.50	0	0.75	65.12	142.37
Aug-22	52.67	17.03	0.56	185.53	255.79
Sep-22	82.15	0	5.48	84.92	172.54
Oct-22	49.52	0	3.30	0	52.82
Nov-22	1.18	0	0.08	0	1.26
Dec-22	4.67	0	0	0	4.67

3. Data Produksi

Tabel 4. Data produksi

Data Produksi	
Bulan	Output Keseluruhan (ton)
Jan-22	44709.15
Feb-22	30697.94
Mar-22	53003.65
Apr-22	50464.20
May-22	48826.18
Jun-22	69356.51
Jul-22	77970.55
Aug-22	65482.21
Sep-22	74046.24
Oct-22	56956.38
Nov-22	50089.52
Dec-22	50313.25
Jan-23	50473.92
Feb-23	38865.83

B. Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Perhitungan OEE dilakukan untuk mengetahui tingkat efektivitas dari mesin rokok MK-8 dalam memproduksi rokok sesuai standar yang diinginkan. Dalam perhitungan OEE terdapat tiga rasio atau faktor utama yang perlu diketahui nilainya terlebih dahulu yaitu *availability*, *performance efficiency*, dan *rate of quality*. Berikut perhitungan ketiga faktor tersebut sehingga dapat memperoleh nilai dari OEE.

Availability

$$Availability = \frac{Operating\ time}{Loading\ time} \times 100\% \dots \dots \dots (12)$$

$$Operating\ time = Loading\ time - Downtime \dots \dots \dots (13)$$

Keterangan:

Operating time = waktu operasi mesin aktual

Loading time = waktu operasi semestinya

Downtime = waktu tidak beroperasi

Berdasarkan persamaan (1) perhitungan *availability* secara matematis pada bulan Januari 2022 yaitu sebagai berikut.

$$\begin{aligned} Availability &= \frac{551\ jam - 12.30\ jam}{551\ jam} \times 100\% \\ &= \frac{538.70\ jam}{551\ jam} \times 100\% \\ &= 98\% \end{aligned}$$

Berikut ini rekapitan hasil perhitungan *availability* pada bulan Januari 2022 hingga Desember 2022.

Tabel 5. Perhitungan *availability*

Bulan	Loading Time (jam)	Downtime (jam)	Opertion time (jam)	Availability
Jan-22	551	12.30	538.70	98%
Feb-22	475	1.35	473.65	100%
Mar-22	570	13.43	556.57	98%
Apr-22	551	64.77	486.23	88%
May-22	513	259.63	253.37	49%
Jun-22	551	90.12	460.88	84%
Jul-22	551	142.37	408.63	74%
Aug-22	570	255.79	314.21	55%
Sep-22	570	172.54	397.46	70%
Oct-22	551	52.82	498.18	90%
Nov-22	570	1.26	568.74	100%
Dec-22	570	4.67	565.33	99%
Rata-rata				84%

Performance Efficiency

$$Performance\ Efficiency = \frac{Total\ Production \times Ideal\ Cycle\ Time}{Operating\ time} \times 100\% \dots \dots \dots (14)$$

Keterangan:

Total Production = jumlah produksi

Idle Cycle Time = waktu siklus ideal

Operating time = waktu operasi mesin actual

Ideal cycle time = $\frac{1 \text{ jam}}{150 \text{ ton/jam}} = 0,0067 \text{ jam/tom}$

Berdasarkan persamaan (3) perhitungan *performance efficiency* secara matematis pada bulan Januari 2022 yaitu sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Performance efficiency} &= \frac{44709.15 \text{ ton} \times 0,0067}{551 \text{ jam}} \times 100\% \\ &= 55\% \end{aligned}$$

Berikut ini rekap hasil perhitungan *performance efficiency* pada bulan Januari 2022 hingga Desember 2022.

Tabel 6. Perhitungan *performance efficiency*

Bulan	Output (ton)	Opertion time (jam)	Ideal Cycle Time (jam/ton)	Performan ce
Jan-22	44709.152	538.70	0.0067	55%
Feb-22	30697.943	473.65	0.0067	43%
Mar-22	53003.648	556.57	0.0067	63%
Apr-22	50464.204	486.23	0.0067	69%
May-22	48826.177	253.37	0.0067	128%
Jun-22	69356.511	460.88	0.0067	100%
Jul-22	77970.549	408.63	0.0067	127%
Aug-22	65482.213	314.21	0.0067	139%
Sep-22	74046.241	397.46	0.0067	124%
Oct-22	56956.377	498.18	0.0067	76%
Nov-22	50089.518	568.74	0.0067	59%
Dec-22	50313.247	565.33	0.0067	59%
Rata-rata				87%

*Nilai pada bulan Mei, Juli, Agustus dan September melebihi 100% karena jumlah produk pada bulan ini melebihi kapasitas mesin sedangkan waktu operasinya sedikit.

Rate Of Quality

$$Rate\ of\ quality\ product = \frac{Total\ Production - Total\ Defect}{Total\ Production} \times 100\% \dots \dots \dots (15)$$

Keterangan:

Total Production = jumlah produksi

Total Defect = jumlah produk cacat

Berdasarkan persamaan (4) perhitungan *rate of quality* secara matematis pada bulan Januari 2022 yaitu sebagai berikut.

$$Rate\ of\ quality = \frac{44709.15 - 0}{44709.15} \times 100\% = 100\%$$

Berikut ini rekap hasil perhitungan *rate of quality* pada bulan Februari 2022 hingga Januari 2023.

Tabel 7. Perhitungan *rate of quality*

Data Produksi 2022				
Bulan	Output (ton)	Rework (ton)	Reject (ton)	Quality Rate
Jan-22	44709.15	2235.46	0	100%
Feb-22	30697.94	1534.90	0	100%
Mar-22	53003.65	2650.18	0	100%
Apr-22	50464.20	2523.21	0	100%
May-22	48826.18	2441.31	0	100%
Jun-22	69356.51	3467.83	0	100%
Jul-22	77970.55	3898.53	0	100%
Aug-22	65482.21	3274.11	0	100%
Sep-22	74046.24	3702.31	0	100%
Oct-22	56956.38	2847.82	0	100%
Nov-22	50089.52	2504.48	0	100%
Dec-22	50313.25	2515.66	0	100%

Overall Equipment Effectiveness

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality \times 100\% \dots\dots\dots(16)$$

Berdasarkan persamaan (5) perhitungan OEE secara matematis pada bulan Januari 2022 yaitu sebagai berikut.

$$OEE = 95,09\% \times 78,20\% \times 97,99\% = 72,87\%$$

Berikut ini rekapan hasil perhitungan OEE pada bulan Januari 2022 hingga Desember 2022.

Tabel 8. Perhitungan *overall equipment effectiveness*

Bulan	Availability Rate	Performance Rate	Quality Rate	OEE
	JIPM $\geq 90\%$	JIPM $\geq 95\%$	JIPM $\geq 99\%$	
Jan-22	98%	55%	100%	54.09%
Feb-22	100%	43%	100%	43.08%
Mar-22	98%	63%	100%	61.99%
Apr-22	88%	69%	100%	61.06%
May-22	49%	128%	100%	63.45%
Jun-22	84%	100%	100%	83.92%
Jul-22	74%	127%	100%	94.34%
Aug-22	55%	139%	100%	76.59%
Sep-22	70%	124%	100%	86.60%
Oct-22	90%	76%	100%	68.91%
Nov-22	100%	59%	100%	58.58%
Dec-22	99%	59%	100%	58.85%
Rata-rata	84%	87%	100%	68%

Perhitungan Six Big Losses

Tabel 9. Perhitungan *overall equipment effectiveness*

Six Big Losses					
Equipment failure losses	Setup adjustment	Idle and minnor stoppage	Reduce speed losses	Defect Losses	Reduce yield
2%	0%	0%	44%	0%	3%
0%	0%	0%	57%	0%	2%
2%	0%	0%	36%	0%	3%
6%	0%	5%	27%	0%	3%
29%	1%	21%	-14%	0%	3%
6%	0%	11%	-0.3%	0%	4%
14%	0%	12%	-20%	0%	5%
9%	0%	36%	-21%	0%	4%
14%	1%	15%	-17%	0%	4%
9%	1%	0%	22%	0%	3%
0%	0%	0%	41%	0%	3%
1%	0%	0%	40%	0%	3%
8%	0%	8%	16%	0%	3%

Akumulasi *Six Big Losses*

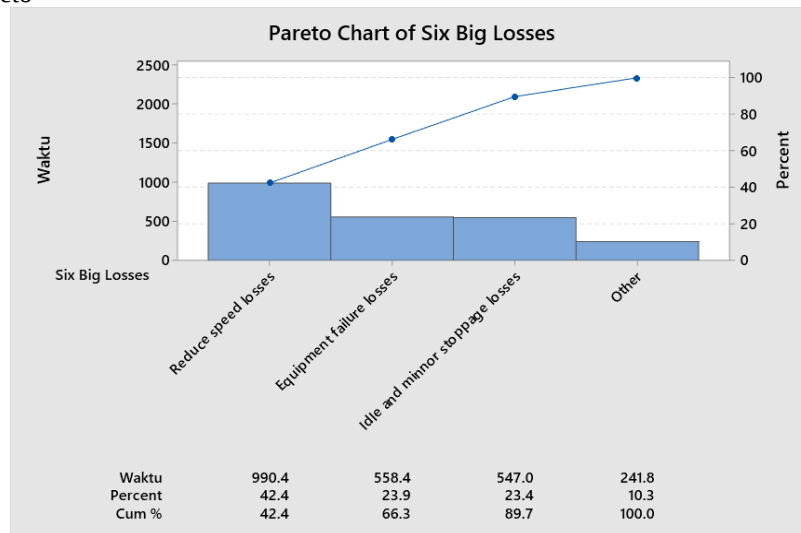
Akumulasi *six big losses* merupakan jumlah keseluruhan presentase dari losses akibat *Equipment Failure Losses, Setup and Adjustment Losses, Idling and Minor Stoppages, Reduce Speed Losses, Process Defects Losses, dan Reduce Yield Losses* yang memepengaruhi kinerja mesin *Vertical Roller Mill*.

Tabel 10. Akumulasi *six big losses* mesin VRM

Akumulasi Six Big Losses		
<i>Six Big Losses</i>	Total waktu	Presentase
<i>Equipment failure losses</i>	509.53	22%
<i>Set up adjusment losses</i>	14.57	1%
<i>Idle and minnor stoppage losses</i>	546.95	23%
<i>Reduce speed losses</i>	1042.51	45%
<i>Defect losses</i>	0.00	0%
<i>Reduce yield</i>	223.97	10%
Total	2337.53	100%

Tabel 10 merupakan akumulasi nilai *six big losses* pada mesin VRM. Diketahui presentase losses terbesar terjadi pada *reduce speed losses* dengan 42% dan *Equipment failure* dengan presentase 24% Dengan mengetahui nilai akumulasi *Six Big Losses*, perusahaan dapat menganalisis dan mengidentifikasi area-area utama yang menyebabkan kehilangan produksi dan kualitas.

Diagram Pareto



Gambar 3. Diagram pareto

Gambar 3 merupakan diagram paerto dari six big losses yang menunjukkan kerugian atau inefisiensi yang paling signifikan. Berdasarkan grafik diatas penyebab atau faktor yang paling signifikan, yang memberikan kontribusi terbesar terhadap total kerugian atau masalah adalah reduce speed losses dengan presentase 42.4% dan equipment failure losses 23.9%. Kedua losses tersebut menjadi prioritas pada perbaikan yang memberikan dampak terbesar pada masalah yang ada.

Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)

FMEA digunakan untuk mengidentifikasi dan mengurangi risiko kegagalan, mencegah kegagalan terjadi, dan meningkatkan keandalan dan kualitas sistem atau produk. Dengan menganalisis potensi kegagalan dan mengambil tindakan yang sesuai, etiap mode kegagalan diberi peringkat berdasarkan tingkat keparahan (severity), tingkat kemungkinan terjadinya (occurrence), dan tingkat kemampuan pendeteksian (detection) melalui proses wawancara dengan Kepala departemen maintenance. Dari peringkat-peringkat ini, diperoleh nilai Risk Priority Number (RPN) yang membantu menentukan prioritas tindakan perbaikan. Berikut adalah factor-faktor penyebab failure mode effect analysis

Tabel 11. FMEA komponen mesin

Jenis Kerugian	Failure Mode	Failure Effect	Failure Cause	S	O	D	RPN
Reduce Speed Losses	Vibration VRM lebih dari 3.50 m/s	Mesin VRM mati, hasil produksi yang tidak konsisten, ketidakakuratan dimensi, atau kualitas produk yang buruk	Overload material, blocking material, dan lainnya	6	7	4	168
	Insulasi Motor VRM	Penurunan efesiesnsi, arus bocor atau hubungan pendek dalam sistem	Overloading atau beban berlebih (kapasitas 150 ton/jam)	9	3	4	108
	Karakteristik bahan baku kurang baik (clinker : kandungan silika (SiO ₂) sebesar 20-25%, dll)	Memperlambat penggilingan semen	Pengadaan bahan baku	4	4	4	64
	Program control tidak sesuai	Mesin tidak bekerja sesuai ketentuan	Pemahaman operator VRM setting program control	4	3	3	36
	Total						376
Equipment Failure Losses	Seal aus/meleleh	Overheating komponen VRM	Panas yang berlebihan pada shaft	5	6	4	120
	Deformasi tyre (cekungan)	Putaran grinding macet	Beban yang berlebihan atau ketidakseimbangan mesin	9	2	4	72
	Karakteristik bahan baku kurang baik (clinker : kandungan silika (SiO ₂) sebesar 20-25%, dll)	kerusakan komponen mesin	Pengadaan bahan baku	4	4	4	64
	Sistem pengawasan proses kurang baik	kerusakan komponen mesin	Check list equipment tidak dilakukan dengan kontinu	5	2	2	20
	Total						276

Tabel 11 merupakan matrix *failure mode and effect analysis* yang menunjukkan prioritas perbaikan. Prioritas perbaikan diperoleh berdasarkan nilai RPN terbesar Nilai RPN diperoleh dari perkalian *Severity*, *Occurance* dan *Detection*. Berdasarkan table 4.26 terdapat 2 losses yang menjadi prioritas perbaikan yaitu *reduce speed losses* dan *equipment failure losses*. Pada kerugian *reduce speed losses* prioritas perbaikan dilakukan pada vibration VRM dengan nilai RPN 168 dan Insulasi motor VRM dengan nilai RPN sebesar 108. Pada kerugian *Equipment failure losses* prioritas perbaikan dilakukan pada *seal* haus/meleleh dengan nilai RPN 120 dan *Deformasi tyre* dengan nilai RPN 72.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pengukuran efektivitas mesin Vertical Roller Mill berdasarkan perhitungan matriks OEE pada bulan Januari 2022 sampai Desember 2022 memiliki nilai rata-rata efektivitas 68% sedangkan nilai Standar JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance) adalah 85%. Dalam situasi nilai OEE di bawah 60%, sehingga perusahaan perlu melakukan analisis menyeluruh untuk mengidentifikasi akar masalah dan mengambil langkah-langkah perbaikan yang diperlukan. Nilai OEE pada mesin VRM memiliki presentase yang rendah dikarenakan nilai availability rate yang rendah tiap bulannya.

Presentase six big losses terbesar terjadi pada reduce speed losses dengan 42% dan Equipment failure losses dengan presentase 24%. Kedua losses tersebut menjadi prioritas pada perbaikan yang memberikan dampak terbesar pada masalah yang ada. Dengan mengidentifikasi dan mengurangi Six Big Losses, perusahaan dapat meningkatkan efektivitas operasional dan produktivitas produksi.

Matrix failure mode and effect analysis menunjukkan prioritas perbaikan berdasarkan nilai RPN terbesar. Nilai RPN diperoleh dari perkalian Severity, Occurance dan Detection. Terdapat dua losses yang menjadi prioritas perbaikan yaitu reduce speed losses dan equipment failure losses. Pada kerugian reduce speed losses prioritas perbaikan dilakukan pada vibration VRM dengan nilai RPN 168 dan Insulasi motor VRM dengan nilai RPN sebesar 108. Pada kerugian Equipment failure losses prioritas perbaikan dilakukan pada seal aus/meleleh dengan nilai RPN 120 dan Deformasi tyre dengan nilai RPN 72.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Hermastho, *Manufacturing Excellence Pocket Book*, Mitra Cendekia Media, 2022.
- [2] G. K. Dewanti and M. F. Putra, Perhitungan Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) Mesin Printing Amplas Kertas, *Jurnal Optimasi Teknik Industri*, p. 2, 2019.
- [3] D. Wibisono, *Analisis Overall Equipment Effectiveness (OEE)*, *Jurnal Optimasi Teknik Industri*, p. 10, 2021.
- [4] C. P. Nabella and S. , Identifikasi Waktu Kerusakan Mesin Ditinjau dari Tingkat Keandalan, Waktu Perbaikan, dan Spesifikasi Mesin, p. 10, 2019.
- [5] F. A. F. Astuti and R. Fachrudin, *Manajemen Industri*, Klaten: Penerbit Lakeisha, 2020.
- [6] A. Setiawan and K. , Analisis Pengaruh Kerusakan Mesin dan Ketidaktersediaan Perkakas Potong Terhadap Overall Equipment Effectiveness pada Flexible Manufacturing System Mesin Paralel, *Jurnal Telematika edisi Industrial Engineering Seminar and Call for Paper (IESC)*, p. 29, 2018.
- [7] N. Hairiyah, R. R. Amalia and E. Luliyanti, Analisis Statistical Quality Control (SQC) pada Produksi Roti di Aremania Bakery, *Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*, p. 45, 2019.

- [8] Y. Hisprastin and I. Musfiroh, Ishikawa Diagram dan Failure Mode Effect Analysis (FMEA) sebagai Metode yang sering digunakan dalam Manajemen Risiko Mutu di Industri, pp. 2-3, 2021.
- [9] T. J. Wibowo, . S. Hidayatullah and A. Nalhadi, Analisa Perawatan pada Mesin Bubut dengan Pendekatan Reliability Centered Maintenance (RCM), *Jurnal Rekayasa Industri*, pp. 112-113, 2021.
- [10] A. R. Asman and E. Pudji, Analisis Kebijakan Perawatan Mesin Secara Corecctive dan Preventive dengan Metode RCM di CV XYZ, *Jurnal Manajemen Industri dan Teknologi*, pp. 25-26, 2021.
- [11] A. Kadim, Penerapan Manajemen Produksi & Operasi di Industri Manufaktur, Bogor: Mitra Wacana Media, 2017.
- [12] E. Nurhayati, Strategi Peningkatan Produktivitas Untuk Mencapai Target Produktivitas dan Efesiensi Perusahaan, *IEJST*, p. 62, 2018.
- [13] S. Priyono, M. and A. Maulana, Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) Pada Pabrik Gula Ranifasi di Indonesia, p. 266, 2019.
- [14] W. H. Afiva, . F. T. D. Atmaji and J. Alhilman, Usulan Interval Preventive Maintenance dan Estimasi Biaya Pemeliharaan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance dan FMECA, *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, pp. 213-214, 2019.