

MEASUREMENT OF RAW MILL MACHINE EFFECTIVENESS USING TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM) METHOD

by Paper 7729

Submission date: 23-Oct-2022 03:30PM (UTC+0700)

Submission ID: 1932726827

File name: 7729-21409-1-RV_-_Edited.docx (752.01K)

Word count: 3638

Character count: 22900

MEASUREMENT OF RAW MILL MACHINE EFFECTIVENESS USING TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM) METHOD

PENGUKURAN EFEKTIVITAS MESIN RAW MILL MENGGUNAKAN METODE TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM)

ABSTRACT

PT Indocement Tunggul Prakarsa Tbk is a cement manufacturer. PT Indocement Tunggul Prakarsa Tbk experienced a loss of production caused by the high value of downtime. Based on downtime data, the largest machine downtime value is found in the raw mill machine, so the raw mill machine is the object of research. This study aims to measure the raw mill machine's effectiveness in applying Total Productive Maintenance (TPM). The method used is Overall Equipment Effectiveness (OEE) to measure engine effectiveness and loss factor analysis using the Six Big Losses method, as well as finding the root of the problem through a 5 whys and cause and effect diagram, so that recommendations for improvement can be drawn up. The results of the study found that the average OEE value in 2021 was below the international OEE standard of 85%, which was 72% for Raw Mill Plant 9 and 67% for Raw Mill Plant 10. The low performance of Raw Mill Plant 9 and Raw Mill Plant 10 machines is caused by breakdown losses and reduced speed losses. The root causes found were: lack of training for mechanics and no stock control for spare parts. The recommendations are to improve training programs and facilities, and create a spare parts inventory management system.

Keywords: TPM, OEE, Six Big Losses, 5 Whys, Cause and Effect Diagram

ABSTRAK

PT Indocement Tunggul Prakarsa Tbk merupakan perusahaan manufaktur semen. PT Indocement Tunggul Prakarsa Tbk mengalami loss production yang disebabkan oleh tingginya nilai downtime. Berdasarkan data downtime, nilai downtime mesin terbesar terdapat pada mesin Raw Mill, sehingga mesin Raw Mill dijadikan objek penelitian. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur efektivitas mesin Raw Mill dalam penerapan Total Productive Maintenance (TPM). Metode yang digunakan adalah Overall Equipment Effectiveness (OEE) untuk mengukur efektivitas mesin dan analisis faktor kerugian dengan metode Six Big Losses, serta menemukan akar masalah melalui 5 whys dan diagram sebab akibat, sehingga dapat disusun rekomendasi untuk perbaikan. Hasil penelitian menemukan bahwa nilai rata-rata OEE tahun 2021 berada di bawah standar OEE internasional 85%, yaitu sebesar 72% untuk Raw Mill Plant 9 dan 67% untuk Raw Mill Plant 10. Rendahnya kinerja mesin Raw Mill Plant 9 dan Raw Mill Plant 10 disebabkan oleh faktor breakdown loss dan faktor reduced speed loss. Akar penyebab yang ditemukan adalah kurang training untuk mekanik dan tidak ada stock control untuk sparepart. Rekomendasi yang diberikan adalah penerapan predictive maintenance, meningkatkan program dan fasilitas training, serta membuat sistem manajemen inventori sparepart.

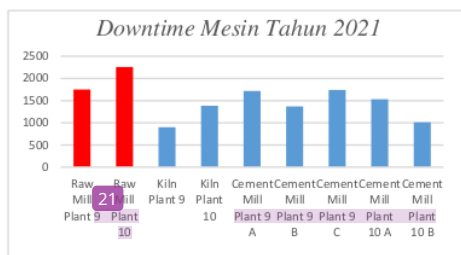
Kata Kunci: TPM, OEE, Six Big Losses, 5 Whys, Diagram Sebab Akibat

1. PENDAHULUAN

Salah satu perubahan paling signifikan dalam ekonomi dunia selama dua dekade terakhir adalah pertumbuhan globalisasi pasar dan industri (Wiersema & Bowen, 2008). Perusahaan industri dituntut untuk lebih kompetitif dalam persaingan pasar (Nisak, 2013). Persaingan pasar meningkat seiring

dengan pertumbuhan permintaan pasar, termasuk pasar semen di Indonesia (Naufal & Achmadi, 2017). Pertumbuhan konsumsi semen di Indonesia diperkirakan akan terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan ekonomi dengan target 8-9% pada periode 2015-2025 sesuai dengan Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI) 2011-2025 (Suwama & Pramudiana, 2013).

14 PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk merupakan perusahaan manufaktur semen sebagai salah satu pelaku utama yang menguasai pasar semen di Indonesia (Suarly et al., 2022). Pasar semen PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk pada tahun 2018 adalah sebesar 26,2% (Indocement, 2019). Nilai tersebut turun pada tahun 2020 menjadi 25,5% dan penyebabnya adalah terjadinya *loss production* (Indocement, 2022). Beyene et al. (2018) mengungkapkan bahwa *downtime* mesin ditemukan sebagai faktor yang memiliki pengaruh paling signifikan terhadap rendahnya produktivitas dan tingginya *production loss*. Di bidang manufaktur, timbulnya *downtime* mesin secara acak berdampak besar pada kinerja produksi (Li et al., 2015). Gambar 1 menunjukkan grafik nilai *downtime* untuk setiap mesin produksi di PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk Unit Cirebon pada tahun 2021.



Gambar 1. Downtime Mesin Produksi Semen pada Tahun 2021

22 Grafik pada Gambar 1 menunjukkan bahwa mesin *Raw Mill* merupakan mesin yang memiliki nilai *downtime* tertinggi dibandingkan dengan mesin yang lainnya. Mesin *Raw Mill plant 9* memiliki *downtime* sebesar 1750 jam dan *Raw Mill plant 10* memiliki *downtime* sebesar 2438 jam. Nilai *downtime* mesin yang tinggi akan menurunkan efektivitas mesin, sehingga output produksi mesin berkurang dan dapat menyebabkan tidak terpenuhinya target perusahaan atau permintaan konsumen (Puteri, 2014). Berdasarkan paparan tersebut, dapat diketahui bahwa permasalahan yang terjadi adalah tingginya nilai *downtime* yang menyebabkan penurunan efektivitas mesin yang dapat berdampak pada *loss production*.

Beberapa penelitian mengenai pengukuran efektivitas mesin pada perusahaan dalam negeri sudah pernah dilakukan. Febriyanti & Fatma (2018) pernah melakukan pengukuran

34 efektivitas mesin *blowing* pada pabrik pembuatan botol plastik menggunakan metode FMEA dan *logic tree analysis* untuk mencari akar masalah. Saipudin (2019) melakukan penelitian efektivitas mesin oven menggunakan metode FMEA dan diagram sebab akibat. Kedua metode tersebut membutuhkan *assessment* responden dari tim atau orang-orang dengan berbagai tanggung jawab dan tingkat pengalaman (Ben-Daya et al., 2009).

Beberapa penelitian sebelumnya membuat peneliti tertarik untuk melakukan pengukuran efektivitas mesin *raw mill*. Peneliti menggunakan metode yang berbeda dengan penelitian sebelumnya, yaitu *5 whys* dan diagram sebab akibat untuk mencari akar masalah. Peneliti beranggapan bahwa metode ini lebih mudah digunakan karena tidak melibatkan banyak responden. Dari asumsi tersebut, maka peneliti ingin mengukur efektivitas mesin *raw mill* apakah sudah sesuai dengan standar internal OEE saat ini. *Research questions* dalam penelitian ini adalah mengukur tingkat efektivitas mesin melalui perhitungan nilai OEE dengan atribut *availability*, *performance efficiency*, dan *rate of quality*, serta perhitungan faktor *loss* untuk mencari faktor *losses* dominan. Metode penelitian yang digunakan adalah analisis TPM dengan *tools OEE* dan *Six Big Losses* untuk mengukur nilai efektivitas mesinnya, serta *tools 5 whys* dan diagram sebab akibat untuk mencari akar penyebab masalahnya.

2. METODE

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan beberapa *tools* TPM, yaitu metode OEE untuk mengukur kinerja mesin dan *Six Big Loss* untuk mengukur nilai kerugian. *Tools* lain yang digunakan adalah diagram *pareto*, *5 whys*, dan diagram sebab akibat untuk mencari akar masalah. Alur penelitian ini adalah sebagai berikut:

2.1 Objek Penelitian

Objek penelitian pada penelitian ini adalah mesin *Raw Mill* di *Plant 9* (RM9) dan mesin *Raw Mill* di *Plant 10* (RM10) PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk.

2.2 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan berupa data primer melalui wawancara dengan operator dan mekanik yang berisi mengenai faktor penyebab kerusakan mesin. Data lain berupa data sekunder dari perusahaan mengenai data *downtime* mesin, data waktu operasi tersedia, data produksi, dan *defect product* periode Januari – Desember 2021.

2.3 Pengolahan Data

2.3.1 Overall Equipment Effectiveness

OEE merupakan ukuran performansi peralatan untuk mengevaluasi tingkat efektivitas peralatan berdasarkan pertimbangan ketersediaan waktu, kinerja kecepatan mesin, dan rasio non-defect peralatan. Secara keseluruhan, Nilai OEE sebesar 85% dianggap sebagai tolak ukur standar kelas dunia (Ben-Daya, et al., 2009). Rumus OEE adalah

$$OEE = Availability \times Performance\ efficiency \times Rate\ of\ Quality \quad (1)$$

Berdasarkan rumus tersebut, terdapat tiga elemen OEE, yaitu sebagai berikut:

a) *Availability* merupakan rasio lama waktu mesin beroperasi terhadap waktu operasi mesin tersedia yang sudah direncanakan. Rumus perhitungan *availability ratio*, yaitu:

$$Availability\ (\%) = \frac{operating\ time}{loading\ time} \times 100\% \quad (2)$$

b) *Performance efficiency* merupakan perbandingan tingkat produksi aktual dengan yang diharapkan pada periode tertentu. Rumus *performance efficiency*, yaitu:

$$Performance\ efficiency\ (\%) = \frac{processed\ amount \times ideal\ cycle\ time}{operating\ time} \times 100\% \quad (3)$$

c) *Rate of quality* merupakan rasio nondefect product dengan jumlah produk yang diproses (*processed amount*) Rumus *rate of quality*, yaitu:

$$Rate\ of\ quality\ (\%) = \frac{processed\ amount - defect\ amount}{processed\ amount} \times 100\% \quad (4)$$

2.3.2 Six Big Losses

Beberapa kerugian dalam perusahaan terkait dengan peralatan yang biasa disebut dengan *Six Big Losses*. Menurut Prabowo et al (2015), *six big losses* digolongkan menjadi enam macam, yaitu sebagai berikut:

1) *Breakdown loss* (BL), yaitu kerusakan mesin yang menyebabkan mesin berhenti beroperasi. Rumus *breakdown loss*, yaitu:

$$BL = \frac{Breakdown\ time}{loading\ time} \times 100\% \quad (5)$$

2) *Set up and adjustment loss* (SAL), yaitu kerugian yang disebabkan karena kegiatan *set-up* untuk persiapan dan penyesuaian konfigurasi mesin. Rumus *set up and adjustment loss*, yaitu:

$$SAL = \frac{setup\ \&\ adjusment\ time}{loading\ time} \times 100\% \quad (6)$$

3) *Idling and minor stoppage loss* (IMSL), yaitu kerugian yang disebabkan oleh mesin yang berhenti sejenak, kemacetan mesin, *idle time* mesin. Rumus *idling and minor stoppage loss*, yaitu:

$$IMSL = \frac{non\ productive\ time}{loading\ time} \times 100\% \quad (7)$$

4) *Reduced speed loss* (RSL) adalah kerugian yang diakibatkan oleh kecepatan aktual proses lebih rendah daripada kecepatan optimal/ kecepatan desain mesin yang menyebabkan proses produksi tidak berjalan optimal. Rumus *reduced speed loss*, yaitu:

$$RSL = \frac{(actual\ cycle\ time - ideal\ cycle\ time)}{loading\ time} \times processed\ amount \times 100\% \quad (8)$$

5) *Defect loss* (DL) adalah kerugian yang disebabkan oleh adanya produk yang cacat. Rumus *defect loss*, yaitu:

$$DL = \frac{total\ defect \times ideal\ cycle\ time}{loading\ time} \times 100\% \quad (9)$$

6) *Reduced yield loss* (RYL) adalah kerugian waktu dan material yang timbul selama proses produksi karena beberapa faktor, seperti tidak tepat dalam bongkar pasang mesin, kondisi operasi yang tidak stabil, dan *human error operator*. Rumus *reduced yield loss*, yaitu:

$$RYL = \frac{reduce\ yield \times ideal\ cycle\ time}{loading\ time} \times 100\% \quad (10)$$

2.3.3 Diagram Pareto

Menurut Ariani (2020), diagram Pareto merupakan diagram batang dan garis yang mengurutkan klasifikasi data dari kiri ke kanan menurut urutan ranking tertinggi hingga terendah dan dapat mengidentifikasi masalah yang paling penting dan memberikan petunjuk

dalam mengalokasikan sumber daya yang terbatas untuk menyelesaikan masalah. Menurut Ben-Daya et al. (2009), implementasi diagram ambang dalam TPM menggunakan ambang prinsip pareto atau yang dikenal dengan aturan 80/20 yang menggambarkan bahwa 80% masalah berasal dari 20% penyebabnya. Apabila ambang tersebut tidak cukup, Ben-Daya merekomendasikan untuk memilih dua *losses* terbesar.

2.3.4 5 whys

Menurut Harrington & Voehl (2016), 5 Whys adalah metode untuk mengidentifikasi penyebab yang mendasari suatu masalah. Praktikanya dengan menanyakan sebanyak lima kali atau lebih penyebab suatu kegagalan hingga menemukan penyebab sebenarnya suatu masalah.

2.3.5 Diagram sebab akibat

Diagram sebab akibat merupakan diagram garis dan simbol yang menunjukkan hubungan antara akibat dengan penyebab dari suatu masalah (Ariani, 2020). Diagram tersebut diaplikasikan untuk mengetahui akibat dari suatu masalah, sehingga dapat diambil tindakan perbaikan.

2.4 Analisis Hasil

Analisis hasil dilakukan dengan membandingkan nilai OEE dengan standar OEE kelas dunia dan menganalisis hasil *six big losses* untuk mencari penyebab kerugian paling dominan menggunakan diagram pareto. Analisis akar permasalahan dilakukan menggunakan 5 whys dan diagram sebab akibat.

2.5 Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini dilakukan penarikan kesimpulan berdasarkan analisis hasil yang telah dilakukan dan disusun rekomendasi perbaikan yang relevan, serta saran-saran yang berkaitan dengan penelitian berikutnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

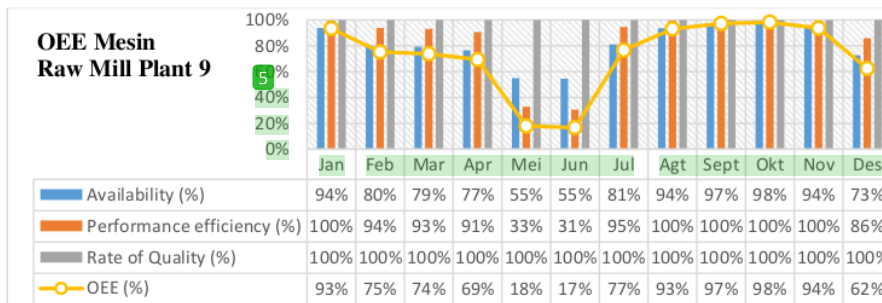
Data yang digunakan dalam penelitian ini tersaji pada Tabel 1. Data tersebut merupakan data *downtime*, data waktu operasi tersedia, data produksi, dan data *defect product* pada mesin RM9 dan RM10. Data tersebut kemudian diolah menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) untuk mengukur performansi efektivitas mesin. Ambang yang

digunakan dalam OEE adalah standar internasional yang ditetapkan oleh *Japan Institute of Plant Maintenance*. OEE memiliki standar *availability* 90%, *performance efficiency* 95%, dan *rate of quality product* 99%. Secara keseluruhan, Nilai OEE sebesar 85% dianggap sebagai tolak ukur standar kelas dunia (Ben-Daya, et al., 2009). Hasil perhitungan nilai OEE ditunjukkan pada Gambar 1 untuk perhitungan nilai OEE mesin *Raw Mill Plant* 9 dan Gambar 2 untuk perhitungan nilai OEE mesin *Raw Mill Plant* 10.

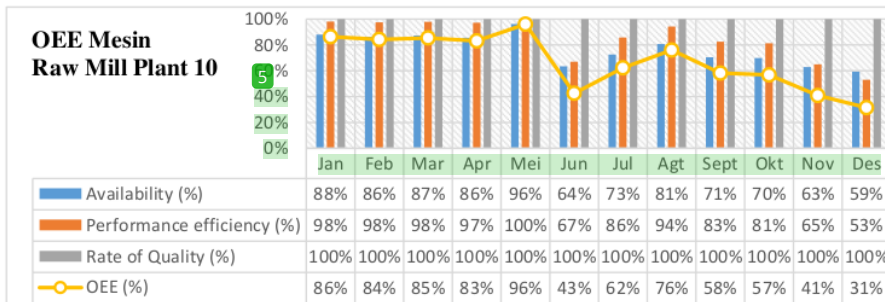
Gambar 1 dan Gambar 2 menunjukkan nilai *availability*, *performance efficiency*, dan *rate of quality* dari mesin RM9 dan RM10. Berdasarkan ketiga nilai tersebut, dihitung nilai OEE setiap periodenya. Grafik tersebut menunjukkan bahwa masih banyak nilai OEE yang dibawah 85% atau tidak memenuhi standar kelas dunia. Nilai OEE terendah pada RM9 adalah 17% pada bulan Juni dan nilai terendah untuk RM10 adalah 31% pada periode Desember. Penyebab rendahnya nilai OEE pada kedua periode tersebut adalah rendahnya nilai *performance efficiency* mesin. Nilai *performance efficiency*

8 **Label 1.** Data downtime mesin, data waktu operasi tersedia, data produksi, dan defect product tahun 2021

Periode		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sept	Okt	Nov	Des
Planned downtime (jam)	RM9	41,6	0	20,5	29,6	17,6	357,8	62,6	21,6	70,8	130,1	47,7	0
	RM10	484,8	24,1	0	57,2	33,6	224,0	28,7	0	17,5	0	0	0
Breakdown time (jam)	RM9	29,2	100,4	105,0	117,0	229,9	74,1	84,9	32,8	0	7	25,4	144,3
	RM10	8,9	70	73,6	70,9	19,5	104,2	143,5	104,6	156,8	179,8	204,1	224,5
Setup and adjustment time (jam)	RM9	2,5	4,5	0,4	0	0	3,3	3,3	0	12,3	0	3,5	0
	RM10	2,1	2	0	0,6	1,1	15,6	0	2,2	0,8	1,4	1	0
Unplanned downtime (jam)	RM9	31,7	104,9	105,4	117,0	229,9	77,4	88,2	32,8	12,3	7,0	28,9	144,3
	RM10	11,0	72,1	73,6	71,5	20,6	119,7	143,5	106,8	157,7	181,2	205,1	224,5
Loading time (jam)	RM9	510,5	528	507,5	498,4	510,4	170,2	465,4	506,4	457,2	397,9	480,3	528
	RM10	91,2	527,9	576	494,8	542,4	328,1	523,3	552	534,6	600	552	552
Operating time (jam)	RM9	478,8	423,1	402,1	381,5	280,5	92,9	377,2	473,6	444,9	390,9	451,4	383,7
	RM10	80,3	455,8	502,4	423,3	521,8	208,3	379,8	445,2	376,9	418,9	346,9	327,5
Processed amount (ton)	RM9	188141	155421	155061	158289	93490	56420	157973	157939	142658	139054	151944	129003
	RM10	34877	222401	214100	178570	212237	85981	189423	197577	177744	176210	144266	156089
Defect amount (ton)	RM9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RM10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Gambar 1. Perbandingan performansi mesin Raw Mill Plant 9



Gambar 2. Perbandingan performansi mesin Raw Mill Plant 10

yang rendah disebabkan oleh menurunnya kecepatan mesin, sehingga *output* produksi aktual tidak sesuai dengan kondisi idealnya.

Dari perspektif lain, nilai rata-rata OEE mesin RM9 dan mesin RM10 masing-masing adalah 72% dan 67%. Rata-rata penyebabnya adalah rendahnya nilai *availability*. Nilai *availability* yang rendah disebabkan oleh *downtime* yang berasal dari *breakdown* mesin dan *consecutive shutdown*, sehingga mesin perlu diperbaiki untuk memulai proses produksi kembali.

Atas dasar adanya nilai OEE dibawah standar kelas dunia, sehingga diperlukan pengolahan *six big losses* untuk mengetahui penyebab kinerja mesin tidak memenuhi standar. Hasil pengolahan *six big losses* disajikan pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2, nilai *breakdown loss* terbesar terjadi pada periode Mei untuk RM9 sebesar 45,05% dan Desember untuk RM10 sebesar 40,66%. Nilai tersebut disebabkan oleh tingginya *downtime* karena *breakdown maintenance* yang membuat mesin berhenti

Tabel 2. Rekapitulasi nilai Six Big Losses

Periode		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sept	Okt	Nov	Des
Breakdown loss (%)	RM9	5,72	19,01	20,69	23,46	45,05	43,50	18,25	6,48	0,00	1,76	5,28	27,33
	RM10	9,75	13,26	12,77	14,33	3,60	31,75	27,42	18,94	29,34	29,96	36,98	40,66
Reduced speed loss (%)	RM9	0,41	4,92	5,44	7,19	36,93	37,86	4,43	0,45	0,07	0,03	0,38	10,28
	RM10	1,64	2,16	1,87	2,44	0,15	20,97	10,35	4,64	12,34	13,06	21,98	27,87
Setup and adjustment loss (%)	RM9	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,00	0,04	0,00	0,01	0,00
	RM10	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Idle and minor stoppage loss (%)	RM9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	RM10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Defect loss (%)	RM9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	RM10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Reduced yield loss (%)	RM9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	RM10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

beroperasi, sehingga dapat mengakibatkan *loss production*.

Nilai *reduced speed loss* tertinggi untuk RM9, yaitu sebesar 37,86% pada periode Juni dan nilai tertinggi untuk RM10 sebesar 27,87% pada periode Desember. Hasil tersebut dipengaruhi oleh ketidaksesuaian waktu siklus aktual dengan waktu siklus ideal yang penyebabnya adalah banyak komponen mesin yang mengalami aus karena sudah memasuki akhir periode dari operasi mesin menjelang *overhaul* tahunan, sehingga terjadi perlambatan kecepatan putar mesin dan menurunkan output produksi yang lebih signifikan dibandingkan dengan periode lainnya.

Nilai *set up and adjustment loss* baik untuk RM9 maupun RM10 cenderung mendekati nol dan relatif bisa diabaikan. Hal ini dikarenakan manufaktur semen berorientasi pada sistem produksi *flow shop* dan variasi produk pada mesin *Raw Mill* hanya satu jenis, yaitu tepung baku, sehingga membuat mesin beroperasi terus-menerus dan sangat jarang berhenti untuk melakukan *set up*. Alasan yang sama dengan nilai *idle and minor stoppage loss* yang bernilai nol karena mesin beroperasi terus-menerus.

Kedua mesin *raw mill* memiliki nilai *defect loss* sebesar nol. Hal tersebut terjadi karena perusahaan telah mencapai salah satu dari tiga tujuan utama TPM, yaitu *zero defect* (Vardhan et al., 2015). *Zero defect* memungkinkan untuk dicapai dengan tidak membiarkan produk di luar spesifikasi standar mencapai langkah selanjutnya dalam proses produksi (Lindström et al., 2020). Begitu juga dengan nilai *reduced yield loss* sebesar nol karena tidak ada *yield*.

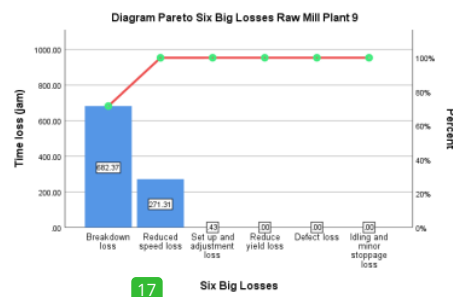
Persentase *six big losses* dikalikan dengan *operating time* kemudian ditotalkan untuk menghitung *time loss* dari setiap *losses* sebagai

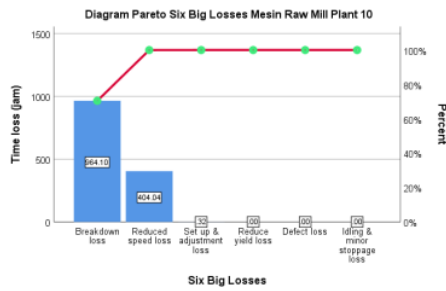
acuan dalam pembuatan diagram *pareto*. Hasil perhitungan *time loss* berdasarkan *six big losses* ditunjukkan pada Tabel 3. Tabel 3 menunjukkan nilai *time loss* yang disebabkan oleh *breakdown loss* sebesar 682 jam pada RM9 dan 964 jam pada RM10. Nilai tersebut menempati 70 – 72% dari keseluruhan *downtime* yang ada dan menjadi nilai terbesar.

Diagram *pareto six big losses* mesin *Raw Mill Plant 9* dan mesin *Raw Mill Plant 10* tersaji pada Gambar 3 dan Gambar 4.

Tabel 3. Rekapitulasi persentase dan *time loss*

Losses		Time loss (jam)	Persentase (%)	Kum. (%)
BL	RM9	682,4	72%	72%
	RM10	964,1	70%	70%
RSL	RM9	271,3	28%	100%
	RM10	404,0	30%	100%
SAL	RM9	0,4	0,05%	100%
	RM10	0,3	0,02%	100%
IMSL	RM9	0	0%	100%
	RM10	0	0%	100%
DL	RM9	0	0%	100%
	RM10	0	0%	100%
RYL	RM9	0	0%	100%
	RM10	0	0%	100%

Gambar 3. Diagram *pareto six big losses* RM9

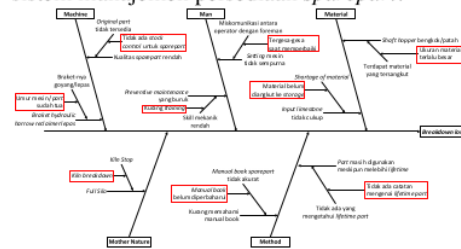


Gambar 4. Diagram pareto *six big losses* RM10

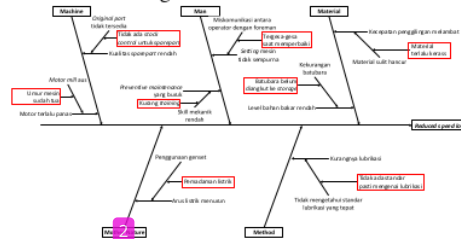
Berdasarkan Gambar 3 dan Gambar 4, urutan *losses* yang menyebabkan efektivitas mesin *raw mill* tidak memenuhi standar internasional dari terbesar ke terkecil baik mesin RM9 maupun RM10 terdapat pada *breakdown loss*, *reduced speed loss*, kemudian *set up and adjustment loss*. Dengan demikian, 13 faktor dominan yang dipilih dari 2 *losses* terbesar adalah *breakdown loss* dan *reduced speed loss*. Oleh karena itu, kedua *losses* tersebut perlu diteliti lebih lanjut mengenai akar penyebab masalahnya dan dijadikan fokus dalam menyusun rekomendasi untuk meningkatkan efektivitas mesin *raw mill*. *Losses* lainnya yang menyebabkan efektivitas mesin menurun adalah *set up and adjustment loss* sebesar 0,05% dan 0,02% yang relatif kecil dan bisa diabaikan.

Faktor *losses* dominan digunakan untuk mencari akar permasalahan menggunakan analisis 5 whys. Tabel 4 menunjukkan proses pencarian akar permasalahan yang paling mendasar dari dua faktor *losses* dominan. Berdasarkan Tabel 4, permasalahan kerusakan yang sering terjadi adalah kerusakan pada *belt conveyor* dan *reclaimer*. Jenis kerusakannya, seperti *belt chain* mengalami *loose* dan putus dan pada *reclaimer* mengalami permasalahan *drive chain* yang putus. Kerusakan tersebut dapat menyebabkan terhentinya aliran material yang akan diangkat dari *pile* ke mesin untuk diproses. Masalah lainnya adalah kesalahan teknisi dalam melakukan bongkar pasang saat *maintenance* yang membuat waktu *maintenance* lebih lama. Pemadaman listrik juga menjadi masalah karena harus berganti menjadi *generator set* dan arus listrik yang dihasilkan tidak sebesar sebelumnya, sehingga membuat mesin lebih lambat dan produktivitasnya menurun. Akar permasalahan selengkapanya dirangkum dalam diagram sebab akibat yang dirangkum pada 5M (*Man, Machine, Material,*

Method, dan *Mother Nature*) pada Gambar 5 dan Gambar 6. Diagram tersebut membuat penulis berpandangan bahwa akar permasalahan yang mendasari penurunan efektivitas mesin berasal dari mesin (*Machine*), manusianya (*Man*) dan metodenya (*Method*) karena ketiga faktor tersebut yang paling berpengaruh menyebabkan *downtime*. Sebagai contoh, akar permasalahan tidak adanya *stock control* untuk *sparepart* jika ditelusuri lebih lanjut, maka akan ditemukan bahwa hal tersebut disebabkan karena tidak adanya metode dan personel yang membuat sistem manajemen persediaan *sparepart*.



Gambar 5. Diagram sebab akibat *breakdown loss*



Gambar 6. Diagram sebab akibat *reduced speed loss*

Tabel 5. Rekomendasi peningkatan efektivitas mesin

Akar penyebab masalah	Rekomendasi
Kurang <i>training</i> untuk mekanik	Melakukan lebih banyak investasi untuk pengadaan program <i>training</i> mekanik yang lebih baik dan peningkatan fasilitas <i>training</i>
Mesin sudah tua	Penggantian <i>sparepart</i> yang sudah tua
Tidak adanya <i>stock control</i> untuk original <i>sparepart</i>	Membuat sistem perencanaan untuk persediaan <i>sparepart</i> mesin
<i>Manual book</i> belum diperbaharui	Memperbaharui setiap <i>manual book</i> menjadi lebih detail dan mudah dipahami secara rutin
Tidak ada catatan mengenai <i>lifetime part</i>	Membuat catatan mengenai <i>lifetime part</i> sebagai referensi untuk antisipasi kerusakan <i>part</i>
<i>Kiln breakdown</i>	Menerapkan sistem <i>predictive maintenance</i>
Tidak ada standar mengenai lubrikasi	Membuat standar dan penjadwalan lubrikasi
Pemadaman listrik	Mencari sumber energi baru yang dapat menggantikan listrik tanpa mengurangi efektivitasnya

Tabel 4. Analisis 5 whys faktor losses dominan

Losses	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
Breakdown losses	Sering berganti sparepart	Sparepart mudah aus/ rusak	Kualitas sparepart rendah	Original part tidak tersedia	Tidak ada stock control untuk sparepart
	Braket hydraulic harrow reclaimer lepas	Braketnya goyang/lepas	Umur mesin/part sudah tua		
	Raw Mill fan high vibration	Setting mesin tidak sempurna	Miskomunikasi antara operator dengan foreman	Tergesa-gesa dalam melakukan setting	
	Rantai belt conveyor sering putus	Belt joint-nya lepas	Preventive maintenance yang buruk	Skill mekanik rendah	Kurang training
	Hopper macet	Shaft hopper bengkok/patah	Terdapat material yang tersangkut	Ukuran material terlalu besar	
	Waiting karena material belum memenuhi standar drive chain apron feeder putus	Kadar CaO masih rendah	Input limestone tidak cukup	Shortage of material	Material belum diangkut ke storage
	Sparepart salah pasang	Part masih digunakan meskipun melebihi lifetime	Tidak ada yang mengetahui lifetime part	Tidak ada catatan mengenai lifetime part	
	Full Silo	Kurang memahami manual book	Manual book sparepart tidak akurat	Manual book belum diperbaharui	
		Kiln stop	Kiln breakdown		
	Reduced speed losses	Motor mill melambat	Sparepart mudah aus	Kualitas sparepart rendah	Original part tidak tersedia
Kecepatan penggilingan berkurang		Motor terlalu panas	Motor mill aus	Umur mesin sudah tua	
Raw Mill fan high vibration		Setting mesin tidak sempurna	Miskomunikasi antara operator dengan foreman	Tergesa-gesa dalam melakukan setting	
Rantai belt conveyor kendor		Belt joint-nya goyang	Preventive maintenance yang buruk	Skill mekanik rendah	Kurang training
Cycle time meningkat		Kecepatan penggilingan melambat	Material sulit hancur	Material terlalu keras	
Kinerja mesin menurun		Kurangnya energi panas	Level bahan bakar rendah	Kekurangan batubara	Batubara belum diangkut ke storage
Mesin aus		Kurangnya lubrikasi	Tidak mengetahui standar lubrikasi yang tepat	Tidak ada standar pasti mengenai lubrikasi	
Arus listrik menurun	Penggunaan genset	Pemadaman listrik			

Tabel 5 menunjukkan rekomendasi peningkatan efektivitas mesin berdasarkan akar masalah yang sudah dirumuskan. Penulis cenderung berfokus pada peningkatan berdasarkan mesin, metode, dan kualitas manusianya karena mudah diimplementasikan. Penulis memprioritaskan rekomendasi untuk pembuatan sistem manajemen persediaan sparepart karena sparepart dirancang untuk penggunaan spesifik, konsumsinya sangat acak, dan replenishment lead time-nya bervariasi atau bahkan tidak diketahui. Tujuan stok sparepart ini adalah untuk melindungi ketersediaan waktu operasi mesin dari lamanya waktu maintenance downtime dari kerusakan mesin yang datangnya secara acak, sehingga setiap kali terjadi kerusakan mesin, sparepart berkualitas akan selalu tersedia.

Rekomendasi lain yang juga penting adalah meningkatkan kualitas SDM melalui peningkatan program dan fasilitas training. Tujuannya adalah untuk mengurangi tingkat human error yang menyebabkan downtime mesin. Selain itu, salah satu pilar TPM, yaitu autonomus maintenance menuntut operator untuk dapat melakukan pembersihan,

pengecekan, penyetelan, dan perbaikan ringan pada mesin secara mandiri.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengolahan data disimpulkan bahwa selama periode Januari – Desember 2021, nilai Overall Effectiveness Equipment rata-rata untuk mesin Raw Mill Plant 9 dan Raw Mill Plant 10 masing-masing adalah 72% dan 67%. Kedua nilai tersebut berada tidak memenuhi standar OEE internasional, yaitu 85%. Faktor six big losses yang memengaruhi nilai OEE baik pada mesin Raw Mill Plant 9, maupun Raw Mill Plant 10 adalah Breakdown loss, reduced speed loss, dan setup and adjustment loss. Dua losses dominan berdasarkan diagram pareto adalah breakdown loss dan reduced speed loss. Berdasarkan faktor losses dominan, akar penyebab efektivitas mesin tidak memenuhi standar adalah kurang training, dan tidak adanya stock control untuk original sparepart. Rekomendasi yang diberikan untuk meningkatkan efektivitas mesin, yaitu membuat sistem manajemen

persediaan *sparepart* dan meningkatkan investasi untuk program dan fasilitas *training* yang menunjang implementasi TPM tingkat lanjut. Penulis memberikan saran kepada perusahaan untuk mengimplementasikan rekomendasi yang diberikan dan saran penelitian selanjutnya dapat berupa pengukuran efektivitas setelah perbaikan dan dibandingkan hasilnya. Selain itu, *benchmarking* serupa dapat dilakukan dengan objek dan metode penelitian yang berbeda, serta meneliti faktor lain penyebab *downtime* selain dari *six big losses*.

18

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis sampaikan kepada PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk yang telah mengizinkan penulis melaksanakan kerja praktik dan pengambilan data penelitian artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariani, D. W. (2020). *Manajemen Kualitas* (2nd ed.). Universitas Terbuka.
- Ben-Daya, M., Duffuaa, S. O., Raouf, A., Knezevic, J., Ait-Kadi, D., & Editors. (2009). *Handbook of Maintenance Management and Engineering*. In *Springer*.
https://www.researchgate.net/publication/269107473_What_is_governance/link/548173090cf22525dcb61443/download%0Ahttp://www.econ.upf.edu/~reynal/Civilwars_12December2010.pdf%0Ahttps://think-asia.org/handle/11540/8282%0Ahttps://www.jstor.org/stable/41857625
- Beyene, T. D., Gebeyehu, S. G., & Mengistu, A. T. (2018). Application of Failure Mode Effect Analysis (FMEA) to Reduce Downtime in a Textile Share Company. *Journal of Engineering, Project, and Production Management*, 8(1), 40–46.
<https://doi.org/10.32738/jepm.201801.0005>
- Febriyanti, D., & Fatma, E. (2018). Analisis Efektivitas Mesin Produksi Menggunakan Pendekatan Failure and Mode Effect Analysis dan Logic Tree Analysis. *JIEMS (Journal of Industrial Engineering and Management Systems)*, 11(1), 39–47.
<https://doi.org/10.30813/jiems.v11i1.1015>
- Harrington, H. J., & Voehl, F. (2016). *The Innovation Tools Handbook*. CRC Press.
<https://doi.org/10.1002/9781118823194.ch10>
- Indocement. (2019). *Ringkasan Keputusan RUPST Tahun Buku 2018*. Corporate Presentation.
- Indocement. (2022). *Paparan Publik PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk Tahun 2021*. Corporate Presentation.
- Li, Y., Chang, Q., Xiao, G., & Arinez, J. (2015). Data-Driven Analysis of Downtime Impacts in Parallel Production Systems. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 12(4), 1541–1547.
<https://doi.org/10.1109/TASE.2015.2443111>
- Lindström, J., Kyösti, P., Birk, W., & Lejon, E. (2020). An Initial Model for Zero Defect Manufacturing. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(13), 1–16.
<https://doi.org/10.3390/app10134570>
- Naufal, A. F., & Achmadi, F. (2017). Pasar Industri Semen di Jawa Timur (Studi Kasus Perusahaan “ A”). *Jurnal Bisma*, 11(2), 124–138.
- Nisak, Z. (2013). Analisis SWOT untuk Menentukan Strategi Kompetitif. *Jurnal Ekbis*, 9(2), 468–476.
- Prabowo, H. A., Farida, & Rahmawan, D. I. (2015). Improve the Work Effectiveness with Overall Equipment Effectiveness (OEE) as the Basis for Optimizing Production. *Jurnal Penelitian Dan Aplikasi Sistem & Teknik Industri (PASTI)*, IX(3), 286–299.
- Puteri, R. A. M. (2014). Analisis Pengaruh Nilai Availability dan Waktu Downtime terhadap Produktivitas Mesin pada Automatic Ampoule Filling Dan Sealing Machine Di PT Indofarma Tbk. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi 2014, November*, 1–4.
- Saipudin, S. (2019). *Analisis Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (Oee) Untuk Peningkatkan Nilai Efektivitas Mesin Oven Line 7 Pada PT . UPA*.
<http://mercubuana.ac.id>
- Suarly, I., Purba, J. T., Pramono, R., & Ugut,

- G. S. (2022). Strategi Menghadapi Badai Krisis Industri Semen di Indonesia Studi Kasus: SMGR dan INTP. *Jurnal Ilmiah Indonesia*, 7(3), 3309–3323.
- Suwarma, R. R., & Pramudiana, Y. (2013). Pemetaan Struktur, Perilaku, dan Kinerja Pada Industri Semen Indonesia. *Jurnal Manajemen Indonesia*, 12(4), 249–264.
- Vardhan, S., Gupta, P., & Gangwar, V. (2015). The impact of Quality Maintenance Pillar of TPM on Manufacturing Performance. *IEOM 2015 - 5th International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Proceeding*.
<https://doi.org/10.1109/IEOM.2015.7093741>
- Wiersema, M. F., & Bowen, H. P. (2008). Corporate Diversification: The Impact of Foreign Competition, Industry Globalization, and Product Diversification. *Strategic Management Journal*, 29(2), 115–132.
<https://doi.org/10.1002/smj.653>

MEASUREMENT OF RAW MILL MACHINE EFFECTIVENESS USING TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM) METHOD

ORIGINALITY REPORT

15%

SIMILARITY INDEX

15%

INTERNET SOURCES

5%

PUBLICATIONS

4%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repository.ub.ac.id Internet Source	1%
2	repository.usu.ac.id Internet Source	1%
3	publikasi.mercubuana.ac.id Internet Source	1%
4	repository.unugha.ac.id Internet Source	1%
5	unfcc.int Internet Source	1%
6	123dok.com Internet Source	1%
7	journal.atim.ac.id Internet Source	1%
8	ml.scribd.com Internet Source	1%
9	text-id.123dok.com Internet Source	<1%

10	docplayer.info Internet Source	<1 %
11	4swar.blogspot.com Internet Source	<1 %
12	johannessimatupang.wordpress.com Internet Source	<1 %
13	eprints.umg.ac.id Internet Source	<1 %
14	www.coursehero.com Internet Source	<1 %
15	qdoc.tips Internet Source	<1 %
16	ojs.ustj.ac.id Internet Source	<1 %
17	Submitted to Universitas Jember Student Paper	<1 %
18	docobook.com Internet Source	<1 %
19	Kiki Amilia, Said Salim Dahda, Elly Ismiyah. "ANALISIS KINERJA FASILITAS PRODUKSI DIOCTYLE PHTALATE DAN DIISONONYL PHTHALATE DENGAN MENGGUNAKAN METODE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS DI PT. PETRONIKA", JUSTI (Jurnal Sistem dan Teknik Industri), 2021	<1 %

20	repository.usahidsolo.ac.id Internet Source	<1 %
21	Submitted to Collège Alpin Beau Soleil Student Paper	<1 %
22	Submitted to Politeknik Negeri Bandung Student Paper	<1 %
23	ejournal.itn.ac.id Internet Source	<1 %
24	repository.its.ac.id Internet Source	<1 %
25	Submitted to Universitas Muhammadiyah Yogyakarta Student Paper	<1 %
26	karyailmiah.unisba.ac.id Internet Source	<1 %
27	ojs.uniska-bjm.ac.id Internet Source	<1 %
28	repository.radenintan.ac.id Internet Source	<1 %
29	repository.una.ac.id Internet Source	<1 %
30	www.jawaban.com Internet Source	<1 %

31	zombiedoc.com Internet Source	<1 %
32	ejournal.unib.ac.id Internet Source	<1 %
33	ersapertiwi.blogspot.com Internet Source	<1 %
34	journal.ubm.ac.id Internet Source	<1 %
35	www.daaam.info Internet Source	<1 %
36	Submitted to Politeknik Negeri Jember Student Paper	<1 %
37	adoc.pub Internet Source	<1 %
38	dspace.uui.ac.id Internet Source	<1 %
39	josi.ft.unand.ac.id Internet Source	<1 %
40	journal.umg.ac.id Internet Source	<1 %
41	repository.unair.ac.id Internet Source	<1 %
42	vdocuments.site Internet Source	<1 %

43 www.repository.trisakti.ac.id <1 %
Internet Source

44 core.ac.uk <1 %
Internet Source

45 jurnal.umj.ac.id <1 %
Internet Source

46 jurnal.yudharta.ac.id <1 %
Internet Source

47 Submitted to Belhaven University <1 %
Student Paper

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography On