Implementasi Metode *Overall Equipment Effectiveness* Berbasis *Six Big Losses* Guna Mengevaluasi Efektivitas Mesin *Packing Semen*

Septia Priambodo^{1*}, Nina Aini Mahbubah^{2*}

^{1,2}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Gresik
Jl. Sumatera 101 GKB Gresik – Indonesia 61121

*Koresponden email: n.mahbubah@umg.ac.id; septiapriambodo12@gmail.com

Diterima: 7 September 2021

Disetujui: 14 Oktober 2021

Abstract

Integrated maintenance management is an important factor in maintaining the stability of machine operations in manufacturing companies. PT AAAA Factory Gresik is a cement manufacturing company, where the Section Division of Gresik Finish Mill & Packer Operation has a problem of downtime cement packing machine 40 kg and causes production delay. This study aims to evaluate the effectiveness of the 40kg cement packing machine as well as to calculate losses due to unproductiveness of the packing machine. Overall Equipment Effectiveness (OEE), Six Big Losses, and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) were used as research method. This study found that OEE value for January-December 2019 of 41.25% are considered as lower percentage in compare with the ideal value of international standards which is 85%. Moreover, the largest average losses are found, namely reduce speed losses, idle and stoppages minor losses and defects in process with percentage in following order, 4.49%, 4.49% and 2.76%. Result from FMEA analysis have been identified 3 highest Risk Priority Number (RPN), namely transportation with an RPN value of 294, the second RPN value of 288 is a blockage in the packing machine, finally the engine button is jammed with an RPN value of 252. The proposed improvement scenario is the start of the engine operating operators checking and cleaning machines regularly and the marketing division expands the sales market.

Keywords: Downtime, OEE, FMEA, maintenance, packing machine, six big losses

Abstrak

Manajemen perawatan terpadu merupakan faktor penting dalam menjaga kestabilan beroperasinya mesin pada industri manufaktur. PT. AAAA pabrik Gresik merupakan perusahaan pembuatan semen, pada *Section of Gresik Finish Mill & Packer Operation* memiliki masalah *downtime* mesin packing semen 40kg dan menyebabkan hambatan hasil produksi. Penelitian ini bertujuan melakukan evaluasi efektivitas mesin *packing* semen 40kg sekaligus menghitung kerugian akibat ketidakefektifan mesin *packing*. Metode *Overall Equipment Effectiveness*, *Six Big Losses*, dan *Failure Mode and Effect Analysis* digunakan dalam menganalisis keandalan mesin *packing*. Hasil nilai OEE untuk Januari-Desember 2019 yaitu 41,25% masih jauh dari nilai ideal standar internasional yaitu 84%. Dari perhitungan *Six Big Losses*, rata-rata kerugian terbesar terdapat pada *reduce speed losses*, *idle and stoppages*, *minor losses*, dan *defect in process* sebesar 4,49%, 4,49% dan 2,76%. Nilai RPN dengan nilai kegagalan tertinggi yaitu pertama belum ada angkutan dengan nilai RPN 294, kedua nilai RPN 288 yaitu tersumbatnya pada mesin *packing*. Terakhir tombol mesin macet dengan nilai RPN 252. Skenario perbaikan diusulkan yaitu ada awal operasi mesin agar operator mengecek dan membersihkan, secara berkala dan divisi pemasaran memperluas pasar penjualan.

Kata Kunci: Kegagalan, OEE, FMEA, perawatan, mesin *packer*, *six big losses*

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi permesinan di perusahaan manufaktur berdampak positif dalam hal kecepatan dan keakuratan *output* produksi. Kemampuan memenuhi permintaan konsumen secara cepat dan tepat merupakan keuntungan bagi perusahaan dari penggunaan mesin produksi tersebut. Aktivitas mesin produksi tidak berhenti dalam satu hari, dan melakukan proses produksi secara terus menerus dalam memenuhi *output* produksi. untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi dari suatu mesin dan dilakukan dengan keikutsertaan seluruh pekerja [1]. Perusahaan menerapkan jadwal perawatan secara berkala agar tidak terjadi kerusakan mesin yang berakibat terhambatnya proses produksi [2]. Aktivitas perawatan mesin secara berkala bertujuan untuk menekan tingkat biaya perawatan serendah mungkin, dengan melakukan kegiatan *maintenance* secara efektif dan efisien [3].

PT AAAA merupakan produsen semen di wilayah Kabupaten Gresik yang telah beroperasi selama lebih dari 60 tahun. Dilokasi industri tersebut terdapat *Section of Gresik Finish Mill & Packer Operation* merupakan penggilingan akhir dan pengemasan semen sesuai berat yang ditentukan. Divisi *Finish Mill and Packer Operation* merupakan bagian penggilingan akhir. Proses produksi semen dimulai dengan pencampuran *gypsum, klinker, tras, dan batu kapur* dicampurkan sesuai dengan kualitas dan spesifikasi semen. Hasil penggilingan dan pencampuran tersebut selanjutnya di pindahkan oleh *bucket elevator* menuju *separator* yang berfungsi memisahkan antara semen dengan ukuran sesuai standar dan yang tidak sesuai standar. Semen yang cukup halus dikirim ke *cyclone*, dilanjutkan dengan pemisahan pada *bag filter* dan selanjutnya ditransportasikan ke dalam *silo*.

Pengemasan semen dibagi menjadi 2, yaitu pengemasan dengan menggunakan sak dan pengemasan dalam bentuk curah. Semen dalam bentuk sak akan didistribusikan ke distributor khusus dan distributor seperti toko bangunan melalui truk yang berkapasitas 100-800 sak. Semen dalam bentuk curah akan didistribusikan ke proyek-proyek melalui truk tangki *bulk*. Tahapan proses pengemasan dimulai dari *silo* semen, tempat penyimpanan produk dilengkapi dengan sistem aerasi untuk menghindari koagulasi semen yang dapat disebabkan oleh air dari luar, dan pelindung dari udara *ambient* yang memiliki kelembaban tinggi. Selanjutnya semen dalam *silo* dikeluarkan dengan menggunakan udara bertekanan dari semen silo lalu dibawa ke *bin* penampungan sementara sebelum masuk ke mesin *packer* atau *loading* ke truk. Pada aktivitas proses *packing*, setiap *packer* mengoperasikan 1 mesin *packing*. Jumlah mesin *packing* ada 6. Mesin 1 sampai 5 di gunakan untuk mengemas semen abu-abu dan mesin ke 6 untuk mengemas semen putih. Setiap operator mesin memiliki target tersendiri saat mengemas karena tergantung pesanan yang akan di kerjakan mulai dari 100-800 sak. Aktivitas proses *packing* berhenti ketika mesin *packing* mengalami *trouble* yang mengakibatkan terhentinya proses produksi. Pada tahun 2019 tercatat mesin mengalami *shut down* setiap bulan dapat dilihat di **Tabel 1**.

Tabel 1. Data *Unplanned downtime* di divisi mill dan packing tahun 2019

Bulan	Total Unplanned Downtime (Menit)
Januari	9.068
Februari	8.670
Maret	1.109
April	6.500
Mei	5.467
Juni	4.356
Juli	4.556
Agustus	6.533
September	5.356
Oktober	5.446
November	6.453
Desember	4.343

Sumber: Data internal perusahaan

Unplanned downtime tersebut mengakibatkan tidak tercapainya target jumlah output semen kemasan sak dikarenakan mesin terhenti dan memerlukan waktu untuk perbaikan. Kekurangan *stock* semen kemasan sak mengakibatkan keterlambatan pengiriman pada distributor, sehingga berdampak pada kekosongan stock semen sak pada pelanggan akhir dan konsumen beralih pada semen merk lain dikarenakan ketidaktersediaan stock tersebut. Selain hal tersebut, kerusakan mesin *packing* mengakibatkan material tertahan di *silo*, dan mengakibatkan semua proses produksi berhenti sampai mesin *packing* mampu beroperasi kembali. Divisi *Maintenance* perusahaan telah melakukan upaya penjadwalan perbaikan guna mengatasi permasalahan *unplanned downtime* mesin tersebut tetapi masih belum optimal. Selama ini perusahaan menerapkan sistem perawatan secara berkala hanya sebatas perawatan rutin dan melakukan *corrective maintenance* berupa penggantian *sparepart* jika terjadi kerusakan mesin.

Permasalahan ketidak efektifan mesin memerlukan suatu pendekatan guna mengevaluasi keandalan mesin *packing*. Metode OEE merupakan suatu pendekatan yang digunakan untuk menganalisis efektivitas mesin[4]. Hasil evaluasi menggunakan pendekatan OEE dan SBL dapat digunakan sebagai masukan dalam hal pengelolaan perawatan di Divisi *finish mills dan packing*. Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) selanjutnya digunakan sebagai pendekatan analisis performansi mesin dengan mempertimbangkan faktor kerusakan komponen mesin *packing* sehingga didapatkan skenario perbaikan guna melakukan evaluasi sistem perawatan mesin yang dilakukan saat ini.

Nakajima memperkenalkan metode OEE sebagai rasio antara *output* aktual dibagi *output* maksimum dari peralatan pada kondisi kinerja yang terbaik [5]. Tujuan dari OEE adalah sebagai alat ukur performa dari suatu sistem *maintenance* [6]. Rendahnya produktivitas peralatan berefek kerugian bagi perusahaan yang diakibatkan oleh penggunaan peralatan yang tidak *efektif* diklasifikasikan dalam 6 faktor yaitu *equipment failure, setup and adjustment losses, idling and minor stoppage losses, reduced speed losses, process defect losses, reduced yield losses* [7]. FMEA merupakan salah satu pendekatan dalam melakukan evaluasi risiko pada sistem [8]. FMEA terbukti memiliki keakuratan dalam mengevaluasi dan menganalisis komponen pada sistem sehingga dapat meminimalkan risiko dan dampak dari suatu tingkat kegagalan sebagai metode pendukung penilaian performansi pada suatu sistem [2], [8].

Pendekatan OEE dan SBL merupakan suatu metode dalam evaluasi efektivitas mesin yang telah diimplementasikan sebagai dasar kebijakan pengelolaan *maintenance* di berbagai perusahaan manufaktur [9][10][11]. Implementasi OEE mampu mengevaluasi tingkat efektivitas mesin *CETC 02 Coloring* 3 % diatas standar efektivitas rujukan [9]. Implementasi OEE dan SBL terbukti mampu mengevaluasi tingkat efektivitas Mesin *Kiln* di PT Semen Padang sebesar 92 % sampai 94%, serta menemukan kondisi bahwa jenis kerusakan kategori *breakdown loss* sebesar 95% adalah tingkat *losses* tertinggi yang memerlukan evaluasi lebih lanjut [10]. *Performance efficiency* dan nilai *breakdown losses* pada mesin *Turbin Gas* berkontribusi paling besar dan memerlukan analisis lebih lanjut guna menghindari kerugian akibat berhentinya mesin produksi pada produsen Gas Alam [11].

Tujuan penelitian ini untuk mengevaluasi efektivitas mesin *packing* semen menggunakan pendekatan OEE sekaligus mengevaluasi dampak dari ketidakefektifan mesin tersebut menggunakan metode SBL. Meskipun pendekatan OEE dan SBL merupakan pendekatan umum yang digunakan dalam penelitian terdahulu, akan tetapi metode tersebut masih signifikan untuk digunakan dalam menganalisis efektivitas mesin. Penelitian ini juga menggunakan pendekatan FMEA sebagai alat analisis dalam mendeteksi secara mendalam komponen yang mengalami kerusakan, dan pendekatan FMEA tidak dilakukan pada penelitian sebelumnya [9][10][11]. Evaluasi mesin *packer* yang menjadi obyek di penelitian ini berbeda dengan obyek evaluasi mesin *mills* [2] dan mesin *kiln* [10] meskipun memiliki kesamaan evaluasi pada mesin produksi semen. FMEA terbukti sebagai sistem deteksi *sparepart lifetime* pada suatu mesin berbasis pendekatan *predictive maintenance* yang berdasarkan hasil analisis *Risk Priority Number* yang tertinggi [12]. Efektivitas OEE diperlukan pengujian lebih lanjut besarnya nilai *losses* dan nilai kerusakan komponen paling tinggi sehingga dapat ditentukan skenario perbaikan dan jadwal *preventive maintenance* secara lebih akurat dan komprehensif [13]. Penelitian ini menggunakan data relatif baru yang didapat dari *Divisi Finish Mills and Packer Operation*, sehingga diharapkan berkontribusi terhadap implementasi metode OEE, SBL dan FMEA pada industri semen dan industri lain yang menggunakan mesin *packing* dalam proses produksi.

2. Metode Penelitian

Obyek, Responden, dan Instrumen Penelitian

Descriptive dan *explanatory* merupakan pendekatan penelitian yang berbasis pada data dan penelitian empiris dan diimplementasikan pada obyek yang berbeda sebagai bagian dari studi kasus. Obyek penelitian ini yaitu mesin *packer* pada Divisi *Finish Mills and Packing Operation Plant Gresik*. Dalam penelitian ini dilakukan *walk through survey* saat beroperasinya mesin *packing* semen 40kg yang terjadi dalam proses produksi semen pada periode bulan Januari - Desember 2019. Tahapan lain yang dilakukan selain observasi langsung yaitu *brainstorming* dengan 4 responden bagian Produksi dan *Maintenance* Bapak SS selaku pelaksana pada divisi *Packing* dan pengalaman kerja selama 21 tahun, kedua yaitu bapak MT sebagai Pelaksana pada divisi *Packing* berpengalaman kerja selama 25 tahun, bapak DF selaku Pelaksana pada divisi *Packing* berpengalaman kerja selama 23 tahun, dan bapak IK selaku pelaksana pada divisi *Packing* berpengalaman kerja selama 20 tahun. Data historis didapatkan dari data internal perusahaan yaitu data hasil produksi, produk cacat, mesin *running*, *unplanned downtime* dan *plant downtime* mesin.

Prosedur Penelitian

Tahapan penelitian ini diklasifikasikan dalam 3 tahap, yaitu implementasi OEE, dilanjutkan dengan tahap kedua implementasi SBL dan ketika tahapan FMEA. Sebelum dilakukan perhitungan ketiga tahap tersebut, data historis perusahaan yang didapatkan yaitu hasil produksi, produk cacat, mesin *running*, *unplanned downtime* dan *plan downtime* mesin. Tahapan OEE dilakukan perhitungan *availability*, *performance efficiency*, *quality rate* dan nilai OEE. Data-data yang dibutuhkan untuk perhitungan OEE yaitu jumlah hari dan *breakdown shift* kerja, waktu ketersediaan mesin, jadwal *maintenance* dan *breakdown* mesin, waktu *loading* selama satu tahun 2019. Selanjutnya dilakukan perhitungan *availability ratio* adalah rasio yang menunjukkan penggunaan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin atau peralatan. Perhitungan nilai *Availability Ratio* sebagai berikut: [5][14][15]

$$\text{Availability} = \frac{\text{loading time} - \text{downtime}}{\text{loading time}} \times 100\% \quad (1)$$

Pengukuran Nilai *Performance Efficiency* rasio merupakan perhitungan kedua, menunjukkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang dinyatakan dengan persentase sebagai berikut: [5][14][15]

$$\text{Performance} = \frac{\text{Proses Amount: Ideal Cycletime}}{\text{Operating time}} \times 100\% \quad (2)$$

Rate of Quality Product adalah perhitungan ketiga, merupakan rasio yang menunjukkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar dihitung dengan rumus sebagai berikut [5][14][15] :

$$\text{Quality} = \frac{\text{Proses Amount} - \text{Defect Amount}}{\text{Proses Amount}} \times 100\% \quad (3)$$

Setelah melakukan perhitungan *Availability Rate*, *Performance Rate*, dan *Quality Rate*, maka dapat diketahui nilai OEE dengan rumus sebagai berikut [5][14][15]:

$$\text{OEE} = \text{Availability \%} \times \text{Performance efficiency \%} \times \text{Rate of quality product \%} \quad (4)$$

Tahapan kedua yaitu penentuan nilai *losses*. Perhitungan *six big losses* dimulai dengan menghitung *unplanned Loss*, Merupakan kerusakan mesin atau peralatan secara tiba-tiba yang mengakibatkan produksi tidak dapat beroperasi, perhitungan sebagai berikut [3]:

$$\text{Unplanned Loss} : \frac{\text{Total Unplanned downtime}}{\text{loading time}} \times 100\% \quad (5)$$

Setup & Adjustment Loss merupakan kerugian dikarenakan Adanya waktu yang yang digunakan akibat setup dan waktu setup yang lama, Perhitungan sebagai berikut [3]:

$$\text{Setup \& Adjustment Loss} : \frac{\text{Total Setup \& Adjustment Loss}}{\text{loading time}} \times 100\% \quad (6)$$

Idling & Minor Stoppage Loss merupakan kerugian akibat mesin mengalami pemberhentian sesaat, dengan perhitungan sebagai berikut [3]:

$$\text{Idling \& Minor Stoppage Loss} : \frac{(\text{Total target} - \text{total produksi}); \text{Ideal Cycletime}}{\text{loading time}} \times 100\% \quad (7)$$

Reduced Speed Loss merupakan kerugian disebabkan mesin Mengalami penurunan kecepatan perhitungan sebagai berikut [3]:

$$\text{Reduced Speed Loss} : \frac{\text{Operating time} - (\text{Proses Amount}; \text{Ideal Cycletime})}{\text{loading time}} \times 100\% \quad (8)$$

Defect In Process adalah kerugian dikarenakan produk hasil produksi mengalami kekurangan atau cacat setelah keluar dari proses produksi perhitungan sebagai berikut [3]:

$$\text{Defect In Process} : \frac{\text{Ideal Cycletime} \times \text{Total Defect In Process}}{\text{loading time}} \times 100\% \quad (9)$$

Reduced Yield Loss adalah kerugian akibat perbedaan kualitas produk dari mesin pertama kali dinyalakan dengan mesin stabil.

Tahap ketiga yaitu perhitungan FMEA. Tahapan ketiga dimulai dengan melakukan *brainstorming* guna menghasilkan desain kuesioner FMEA. *Brainstorming* dilakukan guna menentukan nilai prioritas berdasarkan hasil dari perhitungan *losses*. Penentuan nilai prioritas tersebut berdasarkan *breakdown* komponen-komponen dari mesin *packer* berdasarkan nilai *losses*. *Occurrence* merupakan kejadian kerusakan menggunakan skala 1-10. Selanjutnya, ditentukan nilai tingkat keparahan (*severity*) dari

kerusakan tersebut dengan skala 1 sampai 10. Deteksi kejadian kerusakan (*detection*) menggunakan skala 1-10 dan penentuan apakah kejadian kerusakan tersebut merupakan kerusakan yang dapat diprediksikan sebelumnya atau kejadian tiba-tiba, maka *detection* menggunakan skala 1-10 [16]. Setelah menentukan nilai *detection*, langkah selanjutnya adalah menentukan nilai RPN. Nilai RPN menunjukkan keseriusan dari jenis kerugian merupakan perkalian antara *occurrence*, *severity* dan *detection* dirumuskan sebagai berikut [16]:

$$RPN = S \times O \times D \quad (10)$$

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil OEE

Data-data internal yang diperlukan dalam perhitungan OEE dapat dilihat pada **Tabel 2**. Dari **Tabel 2** yaitu data jumlah hari kerja dan *breakdown shift* kerja, waktu ketersediaan mesin, jadwal *maintenance* dan *breakdown* mesin, dan waktu *loading* selama satu tahun (2019).

Tabel 2. Data jumlah hari kerja, *availability time*, *planned downtime*, *set up and adjustment*, *unplanned* dan *loading time mesin packing* periode Januari – Desember 2019

Bulan	Jumlah Hari	Shift/hari	jam/shift	Total Availability Time (Menit)	Total Planned Downtime (menit)	Total Setup and Adjustment (menit)	Unplanned downtime (menit)	Loading time (menit)
Januari	31	3	8	44640	2340	1560	9068	42300
Februari	28	3	8	40320	2400	1434	8670	37920
Maret	31	3	8	44640	2340	923	1109	42300
April	30	3	8	43200	2340	1045	6500	40860
Mei	31	3	8	44640	2400	1423	5467	42240
Juni	30	3	8	43200	2340	1534	4356	40860
Juli	31	3	8	44640	2340	1234	4556	42300
Agustus	31	3	8	44640	2400	1657	6533	42240
September	30	3	8	43200	2340	1436	5356	40860
Oktober	31	3	8	44640	2340	1398	5446	42300
November	30	3	8	43200	2400	1223	6453	40800
Desember	31	3	8	44640	2340	1097	4343	42300

Sumber: Data Internal PT AAAA, 2019

Hasil perhitungan *availability ratio* dapat dilihat pada **Gambar 1**. yang menunjukkan penggunaan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin atau peralatan. Perhitungan nilai *availability ratio* pada *packing* semen 40kg. Contoh perhitungan nilai *availability* bulan Januari 2019 dihitung berdasarkan persamaan (1) sebagai berikut:

$$Availability = \frac{31672 \text{ menit}}{42300 \text{ menit}} \times 100\% = 74,87\%$$

Gambar 1 dapat dilihat bahwa nilai *availability rate* masih lebih rendah dari *standar Japan Institute of Plan Maintenance (JIPM)*, dimana ditentukan nilai tersebut sebesar 90% [6]. *Availability rate* terendah terjadi pada bulan Maret sebesar 71,5% dan tertinggi mendekati standar JIPM pada Desember 2019 sebesar 87,74%.

Gambar 1. Nilai *availability rate* mesin *packer* periode Januari – Desember 2019
Sumber: Data diolah

Gambar 2 merupakan hasil perhitungan *Performance efficiency Rate*, suatu rasio yang menunjukkan kemampuan mesin packing dalam menghasilkan produk. Contoh perhitungan bulan Januari 2019 dihitung berdasarkan persamaan (2):

$$Performance = \frac{44.540:2,79}{31672} \times 100\% = 50,57 \%$$

Gambar 2. *Performance Efficiency Rate* mesin *packing* periode Januari – Desember 2019
Sumber: Data diolah

Gambar 2 dapat dilihat nilai *Performance rate* berkisar pada nilai 50 % sepanjang Bulan Januari sampai Juni 2019. Kenaikan performansi paling tinggi terjadi pada Bulan Agustus sebesar 61% dan memiliki kestabilan nilai performansi pada angka 60% sampai Desember 2019. Nilai *Performance rate* mesin *packing* diketahui berada di bawah standar JIPM yaitu senilai 95% [6].

Hasil perhitungan *Rate of Quality Product*, rasio kemampuan mesin *packing* dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar. Contoh perhitungan bulan Januari 2019 sesuai persamaan (3):

$$Quality = \frac{44640-5200}{44640} \times 100\% = 88,35 \%$$

Hasil perhitungan bulan Januari – Desember 2019 dapat dilihat di **Gambar 3**.

Gambar 3. *Quality Product Rate* mesin *packing* periode Januari – Desember 2019
Sumber: Data diolah

JIPM menetapkan standar *Quality Product Rate* sebesar 99% [6]. Berdasarkan **Gambar 3** diketahui bahwa mesin *packing* mencapai *rate* tertinggi sebesar 97% Bulan Maret 2019, dan terendah senilai 88% pada Bulan Januari 2019. *Rate Quality Product* berada pada angka 90 persen dan pada Desember 2019 senilai 95%.

Hasil perhitungan OEE pada **Gambar 4**, perhitungan OEE Mesin *packing* periode Januari – Desember 2019 didapatkan setelah melakukan perhitungan *availability rate*, *performance rate*, dan *quality rate*. Sesuai rumus persamaan (4) maka contoh perhitungan OEE Bulan Januari 2019 yaitu:

$$\text{OEE} : 81,09 \times 54,92 \times 92,45 = 41,25\%.$$

Dengan menggunakan persamaan yang sama, maka dapat diketahui nilai OEE 33,4% bulan Januari 2019 merupakan nilai terendah sepanjang tahun tersebut. Nilai OEE mengalami peningkatan 1 persen dan mencapai peningkatan sebesar 10% pada Juli 2019. Selanjutnya bulan Oktober merupakan pencapaian nilai 49% dan Desember 2019 mencapai nilai OEE tertinggi sebesar 51% pada tahun 2019.

Gambar 4. Nilai *Overall Equipment Effectiveness*
Sumber: Data diolah

Meskipun nilai OEE mengalami pertumbuhan positif dan naik gradual sepanjang tahun 2019, akan tetapi nilai OEE tersebut masih di bawah standar JIPM OEE sebesar 85% [6].

Perhitungan Nilai SBL

Perhitungan SBL ini berguna untuk mengidentifikasi kerugian seperti kerusakan alat, kerugian persiapan, kerugian kerusakan produk akibat efektivitas mesin menurun. *Unplanned Loss* merupakan kerusakan mesin atau peralatan secara tiba-tiba yang mengakibatkan produksi tidak dapat beroperasi, Contoh perhitungan *unplanned loss* pada bulan Januari 2019 berdasarkan persamaan (5):

$$\text{Unplanned Loss} : \frac{9068}{42300} \times 100\% = 21\%$$

Setup & Adjustment Loss merupakan kerugian dikarenakan adanya waktu yang digunakan akibat setup dan waktu setup yang lama. Contoh perhitungan *setup & adjustment loss* pada bulan Januari 2019 berdasarkan persamaan (6):

$$\text{Setup & Adjustment Loss} : \frac{1560}{42300} \times 100\% = 4\%$$

Downtime Loss merupakan istilah yang digunakan pada klasifikasi *unplanned loss* dan *setup & adjustment loss*. Selanjutnya penentuan *Idling & Minor Stoppage Loss* merupakan kerugian akibat mesin mengalami pemberhentian saat mesin packing. Contoh perhitungan *Idling & Minor Stoppage Loss* pada bulan Januari 2019 berdasarkan persamaan (7):

$$\text{Idling & Minor Stoppage Loss} : \frac{(88.276 - 44.640); 2,79}{42300} \times 100\% = 37\%$$

Reduced Speed Loss merupakan kerugian disebabkan mesin mengalami penurunan kecepatan akibat setelah mesin *shutdown*. Contoh perhitungan *Reduced Speed Loss* pada bulan Januari 2019 berdasarkan persamaan (8):

$$\text{Reduced Speed Loss} : \frac{31672 - (44.640; 2,79)}{42300} \times 100\% = 37\%$$

Speed Loss merupakan group dari kategori *idling & minor stoppage loss* dan *reduced speed loss*. Hasil perhitungan *Defect In Process* merupakan kerugian dikarenakan produk hasil produksi *out-spec* setelah melalui mesin packing. Contoh berikut merupakan perhitungan *Defect In Process* pada bulan Januari 2019 berdasarkan persamaan (9) :

$$\text{Defect In Process} : \frac{2,79 \times 5200}{42300} \times 100\% = 34\%$$

Reduced yield loss kerugian akibat perbedaan kualitas produk dari mesin pertama kali dinyalakan dengan mesin stabil. Pada *reduced yield loss* dianggap bernilai 0% karena pada proses produksi di PT AAAA saat pertama kali penyalan mesin, sampai mesin stabil produk langsung tercampur semua dalam sak. *Quality loss* merupakan pengelompokan kategori *losses defect* dan *reduced yield*. Hasil SBL dari bulan Januari-Desember 2019 dapat di lihat di **Tabel 3**.

Tabel 3. Nilai *downtime loss*, *speed loss* dan *quality loss* mesin packing
Periode Januari – Desember 2019

Periode	Downtime Loss		Speed loss		Quality Loss	
	<i>Unplanned downtime</i> (%)	<i>Setup Loss</i> (%)	<i>Idling & Minor Stoppage Loss</i> (%)	<i>Reduced Speed Loss</i> (%)	<i>Defect in Process</i> (%)	<i>Reduce Yield Loss</i> (%)
Januari	21	4	37	37	34	0
Februari	23	4	37	37	26	0
Maret	3	2	46	46	05	0
April	16	3	40	40	20	0
Mei	13	3	41	41	27	0
Juni	11	4	42	42	25	0
Juli	11	3	44	44	17	0
Agustus	15	4	31	31	31	0
September	13	4	35	35	28	0

Oktober	13	3	31	31	26	0
November	16	3	32	32	21	0
Desember	10	3	33	33	16	0

Sumber: Data diolah

Hasil *losses* dari kategori SBL tersebut selanjutnya digambarkan dalam Diagram Pareto guna mengetahui tingkat *losses* tertinggi yang memerlukan analisis lebih lanjut. Pendekatan Pareto menggunakan persamaan (8), dimana pada suatu sistem diketahui bahwa 80 persen terganggunya proses pengepakan tersebut disebabkan oleh 20% *losses*. **Gambar 5** menunjukkan Diagram Pareto SBL.

Gambar 5. Diagram Pareto SBL Mesin *Packing* Periode Januari – Desember 2019

Sumber: Data diolah

Berdasarkan **Gambar 5** diketahui bahwa *idling & minor stoppage* dan *reduced speed loss*, dan *defect in process* merupakan tiga faktor *losses* yang memerlukan analisis lebih lanjut.

Perhitungan FMEA

Perhitungan FMEA didapatkan dari penyebaran dan pengumpulan kuesioner FMEA oleh karyawan pelaksana yang sudah berpengalaman di bidangnya yang bekerja rata-rata lebih dari 20 tahun. Kolom deskripsi proses menunjukkan proses terjadinya kegagalan proses, kolom *mode* kegagalan menunjukkan jenis kegagalan yang terjadi, kolom efek kegagalan menunjukkan akibat yang ditimbulkan jika terjadi mode kegagalan. Kolom penyebab kegagalan menunjukkan faktor potensial yang menyebabkan terjadinya mode kegagalan. Hasil identifikasi akibat kegagalan mesin *packing* dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Identifikasi kegagalan dan penyebab kegagalan mesin *packing*

Tabel 11 Identifikasi kegagalan dan penyebab kegagalan mesin packing			
Equipment	Failure Mode	Effect of Failure	Cause of Failure
Mesin Packing Semen	Mesin packing semen 40kg	Berhentinya proses packing	Kerusakan pada bagian mesin packing
			Tersumbat pada mesin packing
		Terganggunya proses packing	Rotari mesin packing macet
			<i>Belt conveyor</i> terjepit
	Komponen kelistrikan yang menunjang mesin packing	Berhentinya proses packing	Mesin motor conveyor rusak
			Tombol mesin macet
	Kendaraan yang memuat produk	Tidak ada proses packing	Komponen panel kelistrikan trouble
			Tombol conveyor macet
		Belum ada angkutan	
		Sopir tidak ada	

Sumber: Data diolah

Berdasarkan **Tabel 4**, terlihat bahwa terdapat tiga jenis kegagalan pada mesin *packing* dan akibat dari kegagalan tersebut disebabkan oleh komponen kelistrikan, kendaraan, dan mesin *packing*. Langkah

selanjutnya yaitu melakukan penentuan *severity*, *occurrence* dan *detection* yang telah diisi oleh responden *expert* dari divisi tersebut. Selanjutnya menentukan nilai RPN berdasarkan persamaan (10). Nilai RPN menunjukkan keparahan dari jenis kerugian. Semakin besar nilai RPN menunjukkan semakin besar nilai masalah. Rekapitulasi nilai RPN dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Nilai *risk priority number* mesin *packing* semen

<i>Equipment</i>	<i>Failure Mode</i>	<i>Effect of Failure</i>	<i>Cause of Failure</i>	(S)	(O)	(D)	RPN
Mesin Packing Semen	Kendaraan yang memuat produk	Tidak ada proses <i>packing</i>	Belum ada angkutan	7	7	6	294
	Mesin <i>packing</i> semen 40kg	Berhentinya proses <i>packing</i>	Tersumbat pada mesin <i>packing</i>	8	6	6	288
	Komponen kelistrikan mesin <i>packing</i>	Terganggunya proses <i>packing</i>	Tombol mesin macet	6	6	7	252
	Mesin <i>packing</i> semen 40kg	Berhentinya proses <i>packing</i>	Kerusakan pada bagian mesin <i>packing</i>	7	5	6	210
			Rotari mesin <i>packing</i>	5	6	6	180
			macet	7	5	5	175
	Komponen kelistrikan mesin <i>packing</i>	Terhentinya proses <i>packing</i>	<i>Belt conveyor</i> terjepit	7	6	4	168
			Komponen panel kelistrikan <i>trouble</i>	6	5	5	150
	Mesin <i>packing</i> semen 40kg	Berhentinya proses <i>packing</i>	Mesin motor <i>conveyor</i> rusak	6	4	6	144
	Kendaraan yang memuat produk	Tidak ada proses <i>packing</i>	Sopir tidak ada	4	2	3	24

Sumber: Data diolah

Analisis dan Diskusi

Analisis dan usulan perbaikan yang diajukan untuk melakukan perbaikan dalam mengurangi *six big losses* berdasarkan *failure cause* dengan 3 nilai teratas yaitu pertama belum ada angkutan dengan nilai RPN 294. Belum adanya angkutan atau angkutan dalam perjalanan. Sebaiknya pada divisi pemasaran agar memperluas pasar penjualan agar angkutan atau pemasok akan selalu meminta produk dan mengurangi waktu *unpland downtime*. Kedua yaitu tersumbat pada mesin *packing* dengan nilai RPN 288. Tersumbatnya mesin *packing* bisa terjadi pada screen atau penyaring semen dan pembuangan di mesin. Sebaiknya pada awal operasi mesin agar operator mengecek dan membersihkan pada *screen* dan pembuangan agar lancar saat beroperasi. Ketiga yaitu tombol mesin macet dengan nilai RPN 252. Tombol mesin macet atau eror. Sebaiknya dilakukan pembersihan dan pengecekan secara berkala agar tidak sering mengalami error atau macet saat proses produksi.

4. Kesimpulan

Tiga poin simpulan dihasilkan dalam penelitian ini dan dijabarkan sebagai berikut. Rata-rata nilai OEE untuk bulan Januari-Desember 2019 yaitu 41,25% masih jauh dari nilai ideal OEE menurut standar JIPM yaitu 85%. Rata – rata OEE berada pada kisaran setengah dari nilai OEE ideal yang seharusnya dicapai oleh perusahaan standar internasional.

Poin kedua didapatkan hasil bahwa *six big losses*, rata-rata kerugian terbesar pada perusahaan terdapat pada *reduce speed losses*, *idle and stoppages minor losses* dan *defect in process* yaitu sebesar 44%, 9%, 44,9%, dan 27,6%. Risiko penyebab kegagalan utama berdasarkan hasil rekapitulasi nilai RPN terdapat 3 dengan nilai kegagalan yang paling kritis, yaitu belum ada angkutan dengan nilai RPN 294, dan peringkat kedua yaitu tersumbat pada mesin *packing* mendapatkan nilai RPN sebesar 288, dan ketiga dengan nilai RPN 252 yaitu tombol mesin macet. Meskipun ketiga nilai kegagalan tersebut merupakan penyebab kegagalan tertinggi, akan tetapi perusahaan harus tetap memperhatikan kegagalan lain yang mengakibatkan terhambatnya pencapaian target produksi dikarenakan kerusakan mesin *packing*.

Usulan skenario perbaikan berdasarkan hasil analisis efektivitas mesin *packing* yaitu pertama dilakukan pembersihan dan pengecekan secara berkala agar tidak sering mengalami *error* atau macet saat proses produksi. Pada awal operasi mesin agar operator mengecek dan membersihkan pada *screen* dan pembuangan agar lancar saat beroperasi. Selanjutnya, divisi pemasaran agar memperluas pasar penjualan agar angkutan atau pemasok akan selalu meminta produk dan mengurangi waktu *unplan downtime*.

Kelemahan penelitian ini yaitu evaluasi efektivitas mesin hanya dilakukan pada mesin *packing* dan tidak dilakukan pada mesin lain sepanjang alur proses produksi semen. Kelemahan penelitian selanjutnya yaitu tidak dilakukan perhitungan keandalan mesin dan evaluasi terhadap metode manajemen pemeliharaan mesin yang dilakukan oleh perusahaan. Penelitian selanjutnya sebaiknya menekankan pada evaluasi efektivitas pada divisi lain di perusahaan. Perhitungan keandalan dengan pendekatan *Reliability Centre Maintenance* dan *Lean Maintenance* merupakan pendekatan yang digunakan dalam penelitian selanjutnya agar implementasi metode perawatan dapat komprehensif memecahkan permasalahan pengelolaan perawatan pada industri manufaktur tersebut.

5. Daftar Pustaka

- [1] J. Ditazha and I. Iftadi, "Analisis Efektivitas Continuous Casting Machine 3 Menggunakan Overall Equipment Effectiveness pada PT. Krakatau Steel (Persero) Tbk," *Teknoin*, vol. 26, no. 1, pp. 57–65, 2020, doi: 10.20885/teknoin.vol26.iss1.art6.
- [2] S. A. Seagal, A. C. Sembiring, and I. Budiman, "Perencanaan Pemeliharaan Mesin Cement Mill Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness Di Industri Manufaktur Semen," *JURITI PRIMA (Jurnal Ilm. Tek. Ind. Prima)*, vol. 4, no. 2, pp. 23–29, 2021, doi: <https://doi.org/10.34012/juritiprima.v4i2.1736>.
- [3] D. Wibisono, "Analisis Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dalam Meminimalisasi Six Big Losses Pada Mesin Bubut (Studi Kasus di Pabrik Parts PT XYZ)," *J. Optimasi Tek. Ind.*, vol. 03, no. 01, pp. 7–13, 2021, doi: <http://dx.doi.org/10.30998/joti.v3i1.6130>.
- [4] T. Taufik and S. Septyani, "Penentuan Interval waktu Perawatan Komponen Kritis Pada Mesin Turbin di PT PLN (Persero) Sektor Pembangkit Ombilin," *J. Optimasi Sist. Ind.*, vol. 14, no. 2, pp. 238–258, 2015.
- [5] E. Eddy and C. Chairunissa, "Peningkatan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Mesin Molding Melalui Perbaikan Six Six Big Losses Di PT.CWI," *J. Optim.*, vol. 7, no. 1, pp. 100–118, 2021, doi: <https://doi.org/10.35308/jopt.v7i1.2537>.
- [6] S. E. Swara, O. Novareza, and S. Y. Gita, "Evaluasi Efektivitas Lini Produksi Beton Pra-Cetak Menggunakan Overall Equipment Effectiveness (OEE)," *Tekmapro J. Ind. Eng. Manaj.*, vol. 16, no. 01, pp. 94–105, 2021, doi: <https://doi.org/10.33005/tekmapro.v16i1.184>.
- [7] M. Siddiq, F. T. D. Atmaji, and J. Alhilman, "Usulan Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) untuk Meningkatkan Efektivitas Mesin dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) pada Plant Large Volume Parenteral PT Sanbe Farma Cimareme Unit III," *e-Proceeding Eng.*, vol. 5, no. 2, pp. 2982–2990, 2018.
- [8] J. A. Septian, K. L. Mandagie, and W. T. Bhirawa, "Analisis Sistem Pemeliharaan Pada Mesin Mounter Chip Menggunakan Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE) di PT. Dharma Anugerah Indonesia," *J. Tek. Ind.*, vol. 10, no. 1, pp. 32–47, 2021, doi: <https://doi.org/10.35968/jtin.v10i1.707>.
- [9] I. Saharani and S. Sukanta, "analisis efektivitas mesin pewarna serat optik dengan metode overall equipment effectiveness (OEE) (Studi Kasus PT. Voksel Electric Tbk)," *STRING (Satuan Tulisan Ris. dan Inov. Teknol.)*, vol. 5, no. 3, pp. 263–273, 2021, doi: <http://dx.doi.org/10.30998/string.v5i3.8531>.
- [10] A. Rahayu, "Evaluasi Efektivitas Mesin Kiln Dengan Penerapan Total Productive Maintenance Pada Pabrik II/III PT Semen Padang," *J. Optimasi Sist. Ind.*, vol. 13, no. 1, pp. 454–485, 2014.
- [11] I. Pratiwi, "Usulan Penerapan Total Productive Maintenance Pada Mesin Turbin Gas," *J. Optimasi Sist. Ind.*, vol. 18, no. 1, pp. 37–47, 2019, doi: 10.2507//josi.v18.n1.p37-47.2019.
- [12] A. Nugroho and Y. Nastangin, "Sistem Peringatan Dini Untuk Mendeteksi Lifetime Sparepart Pada Mesin TR Osawa," *J. Optimasi Sist. Ind.*, vol. 16, no. 2, pp. 131–139, 2017, doi: doi.org/10.2507//josi.v16.n2.p131-139.2017.
- [13] D. Mulyati, P. D. Sentia, I. Irhamni, and Z. A., "Analisis Perawatan Mesin Pendistribusian Air Bersih Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada PDAM Unit Lambaro," *Serambi Eng.*, vol. II, no. 4, p. 176, 2017, doi: <https://doi.org/10.32672/jse.v2i4.491>.
- [14] M. B. Anthony, "Analisis Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) Menggunakan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dan Six Big Losses Pada Mesin Cold Leveller PT.KPS," *JATI UNIK J. Ilm. Tek. dan Manaj. Ind.*, vol. 2, no. 2, pp. 94–103, 2019, doi: <http://dx.doi.org/10.30737/jatiunik.v2i2.333.g393>.
- [15] T. B. Agung, M. Imtihan, and S. Nugroho, "Usulan Perbaikan Melalui Penerapan Total Productive Maintenance Dengan Metode OEE Pada Mesin Twin Screw Extruder PVC di PT. XYZ,"

-
- TEKNOSAINS J. Sains, Teknol. dan Inform.*, vol. 8, no. 1, pp. 10–22, 2021, doi: <https://doi.org/10.37373/tekno.v8i1.78>.
- [16] R. I. Yaqin, Z. Z. Zamri, J. P. Siahaan, Y. E. Priharanto, M. S. Alirejo, and M. L. Umar, “Pendekatan FMEA dalam Analisa Risiko Perawatan Sistem Bahan Bakar Mesin Induk: Studi Kasus di KM. Sidomulyo,” *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 9, no. 3, pp. 189–200, 2020, doi: [10.26593/jrsi.v9i3.4075.189-200](https://doi.org/10.26593/jrsi.v9i3.4075.189-200).