

Upaya Peningkatan *Overall Equipment Effectiveness* Pada Mesin Pellet di PT X

Thymoti David Kembi¹, Benedictus Rahardjo²

Abstract: PT X is an industry that running the fodder production. Each machine in this industry has important role to produce the fodder, so it has to be well maintain for the best performance and result. Overall Equipment Effectiveness (OEE) used to measure the machine effectiveness. Maintenance department has settle the target of OEE that is 60%, but in realization pellet machine 1 and 8 only got 59.6% and 56.32%. An effort to improve OEE is for minimize the biggest losses from six big losses and the biggest Downtime from pellet machine 1 and 8. The biggest losses that causing OEE getting low at pellet machine 1 and 8 is because small stop and slow running losses, while the top downtime from both of the machine is cooler clean-up and waiting for mixer. Main cause from the problem above is obtained by using the fishbone diagram. Each cause is analyzed to obtain the solution. One of the solution is to provide time on pellet machine 1 and 8 for clean-up, checking, and/or repairing by 1.61 hours and 0.9 hours at the same time. The solution resulted in an increase of OEE on pellet machine 1 and 8 by 3.44% and 4.54%.

Keywords: overall equipment effectiveness, six big losses, fishbone diagram.

Pendahuluan

Jumlah perusahaan pakan ternak pada tahun 2018 sebanyak 34 perusahaan, yaitu salah satunya adalah PT X. *Waste* diminimalkan dan sumber daya dimaksimalkan untuk dapat terus mengembangkan perusahaan dalam hal menjawab visi perusahaan. Salah satu sumber daya yang berperan penting dan perlu dimaksimalkan adalah mesin. Pemeliharaan mesin diperlukan untuk memperpanjang umur mesin dan meningkatkan performa mesin. PT X mengukur tingkat efektivitas mesin dengan salah satu metode pengukuran yang disebut *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Standar global untuk nilai OEE adalah sebesar 85% (Bhadury, [1]), sedangkan target nilai OEE PT X pada tahun 2018 adalah 60% untuk setiap mesinnya. Beberapa mesin pellet masih belum memenuhi target ini, sehingga diperlukan adanya peningkatan nilai OEE pada mesin pellet yang belum memenuhi target nilai OEE dari PT X, terlebih khusus dari departemen maintenance.

Metode Penelitian

Metode yang dilakukan adalah menghitung nilai OEE semua mesin, menentukan mesin pellet yang perlu difokuskan untuk ditingkatkan nilai

OEE mesin tersebut, menghitung *six big losses* mesin tersebut, menentukan *downtime* terbesar, mencari penyebab dari masalah yang ada menggunakan *fishbone diagram*, memberi usulan, dan menyimulasikan salah satu usulan untuk mengetahui dampaknya dalam meningkatkan nilai OEE.

Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall Equipment Effectiveness atau OEE merupakan suatu metode pengukuran di dalam mengidentifikasi tingkat efektivitas suatu mesin dalam beroperasi. OEE merupakan hasil dari *availability*, *performance efficiency*, dan *quality rate* yang dapat dilihat pada rumusan berikut (Hansen [2]):

$$OEE = A \times PE \times QR \quad (1)$$

$$A = \frac{(Tx - Td)}{Tx} \times 100\% \quad (2)$$

$$PE = \frac{Ct \times Q}{(Tx - Td)} \times 100\% \quad (3)$$

$$QR = \frac{Qp}{Q} \times 100\% \quad (4)$$

Keterangan:

A = *Availability*, yaitu tingkat kesediaan waktu mesin untuk beroperasi

Tx = Total waktu kerja

Td = Total *downtime*

^{1,2} Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Email: kembi.timothy@gmail.com, beni@petra.ac.id

- PE* = *Performance efficiency*, yaitu tingkat performa mesin dalam menghasilkan produk.
Q = Jumlah produk yang diproduksi
Ct = Waktu siklus
QR = *Quality rate*, yaitu tingkat keberhasilan produk yang diproduksi
Qp = Jumlah produk yang sesuai standar

Six Big Losses

Six big losses merupakan enam kerugian besar yang mempengaruhi tingkat efektivitas suatu mesin. Enam kerugian besar tersebut adalah *breakdown losses*, *setup and adjustment losses*, *small stop losses*, *slow running losses*, *start-up defect losses*, dan *production defect losses* (Badhury [1]).

Breakdown Losses

Breakdown losses merupakan kerugian yang diakibatkan karena adanya kerusakan secara mendadak pada mesin yang tidak direncanakan. Kerusakan ini menyebabkan mesin tidak beroperasi dan memerlukan waktu untuk perbaikan sehingga dapat beroperasi kembali. Hal ini mempengaruhi jumlah produk serta berdampak buruk juga pada tingkat *availability* mesin. Perhitungan persentase *breakdown losses* dapat dilihat pada rumusan berikut:

$$BL = \frac{T_{br}}{T_x} \times 100\% \quad (5)$$

Keterangan:

- BL* = Persentase *breakdown losses*
Tbr = Total waktu *breakdown machine*
Tx = Total waktu kerja

Setup and Adjustment Losses

Setup and adjustment losses merupakan kerugian yang diakibatkan dari tidak beroperasinya mesin karena pemeliharaan yang direncanakan. Pemeliharaan ini seperti pergantian atau penyesuaian *spare part* yang baru serta pembersihan rutin pada mesin. Kerugian dari adanya *setup and adjustment* pada mesin berdampak buruk juga pada tingkat *availability* mesin. Perhitungan persentase *setup and adjustment* dapat dilihat pada rumusan berikut:

$$SAL = \frac{T_{sa}}{T_x} \times 100\% \quad (6)$$

Keterangan:

- SAL* = Persentase *setup and adjustment losses*
Tsa = Total waktu *setup and adjustment*
Tx = Total waktu kerja

Small Stop Losses

Small stop losses merupakan kerugian yang diakibatkan karena terjadinya gangguan yang menyebabkan mesin tidak dapat beroperasi dalam jangka waktu yang kecil atau tidak beroperasi secara optimal. Gangguan tersebut pada umumnya berasal dari faktor eksternal mesin seperti tidak adanya tenaga listrik. *Small stops* juga terjadi jika terdapat *bottleneck* atau alur produksi yang terganggu. Kerugian dari terjadinya *small stops* pada mesin berdampak buruk juga pada tingkat *performance efficiency* mesin. Perhitungan persentase *small stops* dapat dilihat pada rumusan berikut:

$$SSL = \frac{T_{ss}}{T_x} \times 100\% \quad (7)$$

Keterangan:

- SSL* = Persentase *small stop losses*
Tsa = Total waktu *small stops*
Tx = Total waktu kerja

Slow Running Losses

Slow running losses merupakan kerugian yang diakibatkan karena mesin berjalan lebih lambat dari kecepatan idealnya. *Slow running* pada umumnya terjadi karena *start-up* dan *shutdown* suatu mesin, keadaan mesin tidak optimal, atau operator yang kurang berpengalaman dalam mengoperasikan suatu mesin. Kerugian dari adanya *slow running* pada mesin berdampak buruk juga pada tingkat *performance efficiency* mesin. Perhitungan persentase *slow running* dapat dilihat pada rumusan berikut:

$$SRL = \frac{T_x - T_d - (Ct \times Q)}{T_x} \times 100\% \quad (8)$$

Keterangan:

- SRL* = Persentase *slow running losses*
Tx = Total waktu kerja
Td = Total *downtime*
Ct = Waktu siklus
Q = Jumlah produk yang diproduksi

Start-up Defect Losses

Start-up defect losses merupakan kerugian yang diakibatkan karena terjadinya kecacatan terhadap produk pada waktu awal mesin beroperasi sampai pada titik waktu mesin beroperasi dengan stabil. Kerugian ini pada umumnya disebabkan karena jumlah *start-up* dan *shutdown* yang banyak, mesin yang membutuhkan pemanasan, atau pengaturan mesin yang tidak sesuai pada saat *start-up* mesin. Kerugian dari *start-up defects* suatu mesin berdampak buruk pada *quality rate* dalam perhitungan OEE. Perhitungan persentase *start-up defect losses* dapat dilihat pada rumusan berikut:

$$SDL = \frac{T_x - T_d - (C_t \times Q_{xs})}{T_x} \times 100\% \tag{9}$$

Keterangan:

SDL = Persentase *start-up defect losses*

T_x = Total waktu kerja

T_d = Total *downtime*

C_t = Waktu siklus

Q_{xs} = Jumlah produk cacat pada saat *start-up* mesin sampai mesin beroperasi secara stabil

Production Defect Losses

Production defect losses merupakan kerugian yang terjadi karena banyaknya produk yang cacat atau tidak sesuai kriteria dalam proses produksi yang stabil. Kerugian ini pada umumnya terjadi karena pengaturan mesin yang tidak sesuai, kondisi mesin yang tidak optimal, atau kesalahan operator. Kerugian dari *production defect* suatu mesin berdampak buruk juga pada *quality rate* dalam perhitungan OEE. Perhitungan persentase *production defect losses* dapat dilihat pada rumusan berikut:

$$PDL = \frac{T_x - T_d - (C_t \times Q_{xp})}{T_x} \times 100\% \tag{10}$$

Keterangan:

PDL = Persentase *production defect losses*

T_x = Total waktu kerja

T_d = Total *downtime*

C_t = Waktu siklus

Q_{xp} = Jumlah produk cacat pada saat mesin beroperasi secara stabil

Fishbone Diagram

Fishbone diagram merupakan metode pencarian penyebab yang kemungkinan merupakan akar dari masalah yang ada. *Fishbone diagram* berbentuk tulang ikan yang terdiri dari satu kepala ikan dan enam tulang besar ikan. Kepala ikan merupakan persoalan atau masalah yang perlu dicari penyebab-penyebabnya. Tulang besar merupakan kategori penyebab yang terdiri dari enam kategori, yaitu *man*, *method*, *machine*, *material*, *measurement*, dan *environment* (Montgomery [3]).

Hasil dan Pembahasan

Peningkatan nilai OEE dilakukan dengan menentukan mesin pellet yang perlu ditingkatkan dan bagaimana cara meningkatkannya. Hal ini diawali dengan melakukan perhitungan nilai OEE pada semua mesin.

Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Perhitungan nilai OEE dilakukan pada semua mesin produksi, yaitu *mesin extruder*, *hammer mill*, *roller mill*, *pellet*, dan *mixer*. Perhitungan nilai OEE pada semua mesin dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil perhitungan OEE mesin produksi

Nama Mesin	Hasil OEE
<i>Extruder A</i>	84,52%
<i>Hammer Mil 1</i>	84,70%
<i>Hammer Mil 2</i>	84,37%
<i>Hammer Mil 3</i>	70,67%
<i>Hammer Mil 4</i>	116,40%
<i>Mixer A</i>	74,56%
<i>Mixer B</i>	63,62%
<i>Mixer C</i>	67,19%
<i>Pellet 1</i>	59,60%
<i>Pellet 2</i>	73,58%
<i>Pellet 3</i>	63,14%
<i>Pellet 4</i>	61,70%
<i>Pellet 5</i>	66,28%
<i>Pellet 6</i>	81,19%
<i>Pellet 7</i>	85,33%
<i>Pellet 8</i>	56,32%
<i>Pellet 9</i>	80,74%
<i>Pellet 10</i>	82,04%
<i>Roller Mill</i>	64,39%
Average	74,75%

Quality rate diasumsikan 100% karena adanya suatu batasan masalah. Target OEE dari departemen *maintenance* adalah 60%, namun mesin pellet 1 dan 8 memiliki nilai OEE sebesar 59,60% dan 56,32%, sehingga tidak memenuhi target OEE.

Six Big Losses

Mesin pellet 1 dan 8 pada umumnya memiliki enam kerugian besar, yaitu *breakdown losses*, *setup and adjustment losses*, *small stops losses*, *slow running losses*, *startup defect losses*, dan *production defect losses*. Setiap kerugian dilakukan perhitungan untuk mengetahui dampak dari masing-masing kerugian dan menemukan kerugian yang paling besar dan berpengaruh terhadap nilai OEE mesin pellet 1 dan 8. Perhitungan khusus *start-up defect losses* dan *production defect losses* diasumsikan tidak ada kerugian karena adanya suatu batasan masalah. Perhitungan untuk *breakdown losses*, *setup and adjustment losses*, *small stops losses*, dan *slow running losses* pada mesin pellet 1 dan 8 dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Six big losses mesin pellet 1

Six Big Losses	Total Time Loss (Jam)	Percentage
Breakdown Losses	206,50	7,92%
Setup & Adjustment Losses	243,83	9,35%
Small Stop Losses	321,33	12,32%
Slow Running Losses	1836,95	70,42%
Total	2608,62	100%

Tabel 2 menunjukkan bahwa *small stop losses* dan *slow running losses* merupakan kerugian terbesar dari mesin pellet 1. Kedua kerugian terbesar tersebut perlu dilakukan tindakan lebih lanjut untuk memaksimalkan nilai OEE.

Tabel 3. Six big losses mesin pellet 8

Six Big Losses	Total Time Loss (Jam)	Percentage
Breakdown Losses	374,83	18,31%
Setup & Adjustment Losses	130,17	6,36%
Small Stop Losses	474,17	23,16%
Slow Running Losses	1068,05	52,17%
Total	2047,22	100%

Tabel 3 menunjukkan bahwa *small stop losses* dan *slow running losses* merupakan kerugian terbesar juga dari mesin pellet 8. Kedua kerugian terbesar tersebut perlu dilakukan tindakan lebih lanjut untuk memaksimalkan nilai OEE.

Downtime Mesin

Downtime mesin merupakan waktu di mana mesin pellet 1 atau 8 tidak beroperasi sesuai jadwal. *Downtime* disebabkan karena berbagai macam hal, baik dari internal mesin maupun dari eksternal mesin. Data *downtime* dari mesin pellet 1 dan 8 dapat dilihat pada Tabel 4 dan 5.

Tabel 4. List *downtime* mesin pellet 1

Keterangan	Downtime (Jam)	Percentage
Airlock Breakdown	1,00	0,13%
Maintenance	169,00	21,90%
Sifter Screen Chocked	6,83	0,89%
Sifter Screen Breakdown	1,17	0,15%
Computer Interface Mixer Failure	28,50	3,69%
Adjusting Rollers	20,67	2,68%
Changing Die	11,67	1,51%
Changing Rollers	6,33	0,82%
Cooler Clean-Up	204,17	26,46%
Pellet Mill Clean Up	1,00	0,13%
Waiting For Packing bin	133,83	17,34%
Waiting For Mixer/Mash Feed	149,83	19,42%
No Steam	1,00	0,13%
PLN Off	34,00	4,41%
Trafo PLN trip	2,67	0,35%
Total	771,67	100%

Tabel 4 menunjukkan *downtime* terbesar dalam periode satu tahun adalah *cooler clean-up*, yaitu sebesar 204,17 jam atau 26,46%. *Downtime* terbesar ini perlu dilakukan tindakan lebih lanjut untuk memaksimalkan nilai OEE.

Tabel 5. List *downtime* mesin pellet 8

Keterangan	Downtime (Jam)	Percentage
Maintenance	334,67	34,18%
Screw Feeder Breakdown	0,83	0,09%
Steam Boiler Installation Breakdown	2,33	0,24%
Computer Interface Mixer Failure	37,00	3,78%
Adjusting Rollers	18,33	1,87%
Changing Die	15,00	1,53%
Changing Rollers	15,83	1,62%
Cooler Clean-Up	81,00	8,27%
Waiting For Packing bin	61,83	6,31%
Waiting For Mixer/Mash Feed	368,67	37,65%
No Steam	1,67	0,17%
PLN Off	36,83	3,76%
Trafo PLN trip	5,17	0,53%
Total	979,17	100%

Tabel 5 menunjukkan *downtime* terbesar dalam periode satu tahun adalah *waiting for mixer atau mash feed*, yaitu sebesar 368,67 jam atau 37,65%. *Downtime* terbesar ini perlu dilakukan tindakan lebih lanjut untuk memaksimalkan nilai OEE.

Fishbone Diagram

Masalah yang perlu ditindaklanjuti untuk memaksimalkan nilai OEE adalah *small stop losses, slow running losses, downtime cooler clean-up, dan downtime waiting for mixer*. Hal ini dilakukan dengan menggunakan alat *fishbone diagram* untuk menemukan penyebab yang kemungkinan merupakan akar dari masalah tersebut. Penyebab-penyebab dari keempat masalah dibedakan menjadi enam kategori, yaitu *man, method, machine, material, measurement, dan environment*.

Man

Operator tidak selalu berada di depan monitor. Hal ini dikarenakan operator harus memperbaiki apabila ada kemacetan, mengecek hasil pakan sementara baik di bagian crumble atau pellet, atau melakukan kegiatan pribadi. Hal ini menyebabkan keterlambatannya dalam melakukan pengaturan mesin yang berujung pada kemacetan yang dapat dihindari.

Operator mesin pellet kurang mengomunikasikan kepada operator bagian mesin boiler apabila mesin pellet mau dijalankan atau dimatikan. Mesin boiler memerlukan waktu sekitar 2 jam untuk dapat menghasilkan *steam* dari tekanan 0 bar sampai ke tekanan 7 bar (tekanan stabil). Oleh karena itu, mesin boiler memerlukan pemberitahuan dari mesin pellet sekitar 1.5-2 jam sebelum mesin pellet dijalankan untuk dapat menyediakan *steam* kepada mesin pellet. Mesin boiler juga memerlukan pemberitahuan dari mesin pellet sekitar 15-30 menit sebelum mesin pellet dimatikan untuk dapat mempersiapkan pemberhentian mesin boiler juga. Hal ini dikarenakan mesin boiler memiliki salah satu *material* bahan bakar, yaitu batu bara yang perlu dimatikan lebih awal agar tidak beroperasi pada saat mesin pellet dimatikan. Kurangnya komunikasi dari operator pellet terhadap operator boiler juga disebabkan karena *shutdown* dan/atau *start-up* yang mendadak.

Operator kurang teliti dan presisi dalam mendata *downtime*. Beberapa *downtime* atau kemacetan kecil tidak didata sehingga mesin pellet terlihat masih beroperasi, tetapi tidak mengeluarkan hasil. *Downtime* yang didata juga kurang presisi, sehingga menunjukkan bahwa terdapat kemungkinan besar

bahwa *slow running* yang terdata lebih besar dari sebelumnya.

Operator tidak rutin dalam menjalankan jadwal kebersihan atau pemeliharaan, sehingga pada saat *cooler* macet atau harus segera dibersihkan secara mendadak, persiapan menjadi kurang dan pembersihan *cooler* pun semakin lama juga. Hal ini disebabkan karena kebiasaan operator dalam membersihkan *cooler* yang harus menunggu mesin mati terlebih dahulu.

Method

Tidak mempunyai standar pengerjaan yang detail terhadap jenis pakan tertentu. Hal ini dikarenakan setiap jenis pakan memiliki standar pengerjaan yang berbeda-beda. Jenis pakan yang mendapat perlakuan yang tidak sesuai menimbulkan kemacetan dalam waktu yang singkat.

SOP terhadap perawatan atau terjadinya kemacetan tertentu beberapa kurang detail dan beberapa tidak ada. Seperti contoh, SOP pada saat motor mesin pellet terjadi *overheat*. Operator pada umumnya sudah mengetahui langkah yang harus diambil ketika terjadinya kemacetan atau bagaimana caranya merawat mesin, tetapi hanya belum ada pengerjaan yang standar saja

Pembersihan dilakukan secara mendadak karena menunggu mesin cooler mati terlebih dahulu, bukan berdasarkan jadwal kebersihan. Hal ini menyebabkan pembersihan bagian cooler kurang maksimal karena persiapan yang kurang

Operator menunggu cooler dikosongkan terlebih dahulu untuk dapat membersihkan cooler. Hal ini membutuhkan waktu tambahan dan termasuk di dalam *downtime cooler clean-up*. Hal ini juga disebabkan karena pembersihan yang dilakukan secara mendadak, sehingga cooler yang masih ada isinya harus didinginkan dan dikosongkan terlebih dahulu

Operator menunggu pellet didinginkan terlebih dahulu sebelum cooler dikosongkan, sehingga *downtime cooler clean-up* semakin besar lagi. Hal ini juga disebabkan karena pembersihan yang dilakukan secara mendadak, sehingga cooler yang masih ada isinya harus didinginkan dan dikosongkan terlebih dahulu.

Tidak adanya standar pengerjaan dalam membersihkan cooler, sehingga variasi waktu dalam membersihkan cooler pun cukup beragam. Operator pada umumnya sudah mengetahui langkah

pengerjaan dalam membersihkan cooler, hanya belum ada standar atau SOP saja.

Proses mixer lebih mengutamakan jenis pakan tertentu untuk diproses sesuai perencanaan dari departemen PPIC. Jenis pakan tertentu juga berpengaruh terhadap letak mesin pellet yang dituju. Hal ini menyebabkan beberapa mesin pellet yang tidak didahulukan menjadi menunggu karena belum tersedianya pakan yang seharusnya diproses oleh mesin pellet, contohnya adalah pellet 8.

Proses *hand-add* dalam mixer dilakukan secara manual di mana proses ini sering kali membuat mesin mixer menunggu dan pada akhirnya membuat mesin pellet juga menunggu. Proses *hand-add* merupakan proses penimbangan beberapa komponen yang diperlukan untuk diproses ke dalam mesin mixer. *Hand-add* hanya diberlakukan terhadap beberapa komponen saja yang kuantitasnya kecil, sedangkan setiap jenis pakan memiliki komponen yang bermacam-macam. Proses *hand-add* juga memprioritaskan jenis pakan tertentu sesuai perencanaan dari PPIC.

Material

Tidak adanya listrik pada saat tertentu mengakibatkan mesin pellet berhenti beroperasi dalam waktu yang singkat. Hal ini dikarenakan adanya pemadaman dari pihak PLN. Pihak PLN pada umumnya memberi pemberitahuan sebelum melakukan pemadaman. Hal ini dilakukan supaya perusahaan dapat mempersiapkan setiap mesinnya untuk berhenti beroperasi pada saat waktu pemadaman listrik, sehingga mesin tidak mengalami kerusakan yang besar apabila mesin berhenti secara mendadak.

Pakan belum tersedia, sehingga mesin pellet belum bisa beroperasi. Hal ini dikarenakan proses operasi pakan sebelum mesin pellet memiliki kecepatan yang lebih lambat daripada proses operasi mesin pellet. Proses operasi sebelum mesin pellet adalah mixer.

Steam yang kurang tersedia pada saat mesin pellet beroperasi. Hal ini dikarenakan mesin boiler yang kekurangan waktu persiapan dalam menghasilkan steam. Hal ini juga disebabkan karena kurangnya komunikasi dari operator pellet kepada operator boiler.

Massa pakan yang berbeda, baik lebih berat maupun lebih ringan pada umumnya, menyebabkan beberapa kemacetan seperti *die* macet, motor *overheat*, atau kecepatan pellet yang tidak seimbang. Massa pakan yang lebih berat mengakibatkan mesin pellet harus bekerja lebih keras, sehingga kecepatan mesin pellet

perlu disesuaikan untuk mencegah adanya kemacetan, begitu juga dengan massa pakan yang lebih ringan pada umumnya. Hal ini juga mempengaruhi seberapa lama pakan dipanaskan dan didinginkan.

Pakan menggumpal di beberapa bagian cooler. Hal ini yang perlu dibersihkan dari cooler. Pakan menggumpal disebabkan karena terlalu berat dan basahnyanya suatu pakan, sehingga pada turun ke mesin cooler, terdapat uap dari pakan yang membuat pakan tersebut menggumpal di beberapa bagian. Hal ini juga disebabkan karena terdapat minyak atau CPO pada beberapa jenis pakan yang pada umumnya ditempatkan di pellet 3 dan 9.

Jumlah komposisi yang banyak menyebabkan proses *hand-add* semakin lama dan proses penuangan ke mesin mixer juga semakin lama. Hal ini pada akhirnya menyebabkan kurang tersedianya pakan di mesin pellet. Jumlah komposisi dari suatu jenis pakan ditentukan oleh departemen PPIC.

Jenis kandungan konsentrat pada suatu komposisi membuat proses *hand-add* semakin lebih lama. Suatu komposisi memiliki 2 jenis kandungan, yaitu butiran dan konsentrat. Jenis kandungan dari suatu komposisi ditentukan oleh departemen PPIC.

Machine

Kecepatan tidak seimbang antara mesin pellet, DDC, dan feeder. Hal ini dikarenakan setiap jenis pakan memerlukan perlakuan yang khusus. Massa dari jenis pakan berbeda-beda, sehingga kecepatan mesin pellet, DDC, dan feeder perlu disesuaikan dengan massa dari jenis pakan tertentu. Kecepatan yang tidak seimbang menyebabkan perbedaan jumlah pakan yang masuk ke mesin pellet sehingga menyebabkan beberapa kemacetan seperti motor *overheat* atau kemacetan pada komponen *die*.

Motor *overheat* dikarenakan melebihi batas arus listrik atau *ampere* pada motor mesin pellet. Batas arus listrik semua motor mesin pellet sama, yaitu 400 A, kecuali motor mesin pellet 8, yaitu 340 A. Hal ini menyebabkan motor mesin pellet 8 lebih sering terjadinya *overheat* dari motor mesin pellet yang lain. Motor *overheat* disebabkan juga karena massa pakan yang lebih berat pada umumnya, sehingga motor mesin pellet bekerja lebih keras dari sebelumnya dan mengakibatkan meningkatnya arus listrik.

Packing bin belum *ready*. Hal ini dikarenakan kecepatan produksi mesin pellet dan packing yang berbeda, sehingga menyebabkan *packing bin* yang masih full atau belum siap.

Komponen *die* yang macet. Hal ini dikarenakan massa pakan yang lebih berat pada umumnya, sehingga terjadinya penumpukan yang menghalangi dari terbentuknya pellet dan pada akhirnya mesin dihentikan sementara untuk pembersihan komponen *die*.

Beberapa komponen penting dalam menentukan kecepatan mesin seperti *die*, *roll*, dan *chain* mengalami aus. Komponen atau *spare part* yang semakin aus sejalan dengan berkurangnya kecepatan produksi mesin pellet. Komponen atau *spare part* tersebut dilakukan pergantian apabila mengalami kerusakan seperti patah atau tidak berfungsi sama sekali. Hal ini juga disebabkan karena jadwal pengecekan mesin oleh departemen maintenance tidak berjalan dengan baik di mana hal ini juga disebabkan karena mesin produksi yang belum diberhentikan karena lebih mengutamakan ketercapaian target produksi.

Batas *ampere* motor mempengaruhi kecepatan produksi mesin pellet, di mana semakin kecil batas *ampere* motor, semakin kecil juga kecepatan produksi mesin pellet. Semua mesin pellet memiliki batas *ampere* sebesar 400 A, kecuali mesin pellet 8, yaitu 340 A.

Komponen tidak original atau bisa dibilang tidak asli. Hal ini mempengaruhi kemampuan maksimal dari komponen atau *spare part* tersebut. Komponen yang tidak original disebabkan karena *spare part* original kurang tersedia pada saat kerusakan terjadi, terlebih khusus kerusakan yang terjadi secara mendadak atau *breakdown*. *spare part* yang tidak original juga disebabkan karena biayanya yang lebih murah dan lebih cepat didapatnya, sehingga pada saat terdapat kerusakan yang mendadak, kecepatan dalam membuat mesin berjalan kembalilah yang menjadi prioritas.

Bentuk cooler mempengaruhi lamanya pembersihan di dalam cooler tersebut. Bentuk mesin semua pellet sama, kecuali pellet 4 yang bentuknya lebih mempersulit dan tentunya lebih memperlama dalam melakukan pembersihan cooler.

Kecepatan produksi secara keseluruhan dari mesin pellet lebih cepat daripada kecepatan keseluruhan proses mixer. Hal ini dikarenakan ada beberapa proses mixer yang masih dilakukan manual oleh operator sehingga kecepatan produksi mixer pun ditentukan oleh kemampuan operator bekerja.

Measurement

Kemacetan kecil kurang terdata di mana kerugian dari *small stops* harusnya lebih besar dari yang

terdata. Hal ini mengakibatkan beberapa hal, salah satunya adalah sulitnya dalam melakukan tindak lanjut untuk kedepannya terhadap kemacetan kecil yang tidak terdata.

Kapasitas produksi ideal mesin pellet yang kurang diperbaharui, sehingga menunjukkan performa mesin yang tidak mencapai ekspektasi yang sesuai dengan kapasitas produksi ideal. Hal ini juga menimbulkan perhitungan *performance efficiency* yang kurang dari semestinya, sehingga terlihat bahwa mesin memiliki kerugian yang besar karena *slow running*.

Environment

Kurang pencahayaan di dalam cooler, sehingga memperlambat operator dalam melakukan pembersihan cooler.

Usulan Perbaikan

Usulan perbaikan dibuat berdasarkan penyebab-penyebab pada keempat masalah yang terlihat melalui *fishbone diagram*. Terdapat beberapa usulan perbaikan, tetapi hanya tujuh usulan yang dipilih dalam mewakili usulan-usulan yang lain. Ketujuh usulan tersebut dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. List usulan mesin pellet

Usulan	Keterangan
<i>Visual Management</i> Mesin Pellet	Menambah 4 lampu dengan warna yang berbeda
<i>Briefing</i> Operator Mesin Pellet	Melakukan <i>briefing</i> khusus operator mesin pellet setiap pergantian <i>shift</i>
Pilihan Tambahan di SERA	Menambah pilihan untuk menginformasikan estimasi waktu mesin pellet dimatikan atau dinyalakan kepada semua operator
Pelatihan Umum: Mesin Pellet	Melakukan pelatihan mengenai mesin pellet dan semua tugas operator
List Keterangan Kode <i>Downtime</i>	Mendefinisikan setiap kode <i>downtime</i>
Instruksi Kerja <i>Downtime</i>	Membuat SOP/IK pada setiap <i>downtime</i> yang sering terjadi
<i>Utilize Unavoidable Downtime</i>	Memanfaatkan setiap <i>downtime</i> yang sulit dihindari

Utilize Unavoidable Downtime

Salah satu usulan yang diambil untuk dilakukan simulasi perhitungan adalah *utilize unavoidable downtime* di mana departemen *feed processing*

menyediakan waktu pada mesin pellet 1 dan 8 sebesar 1.61 jam dan 0.9 jam untuk melakukan pembersihan cooler, pengecekan, dan perbaikan mesin. Hasil nilai OEE mesin pellet 1 dan 8 dapat dilihat pada Tabel 7 dan 8.

Tabel 7. Perubahan nilai OEE mesin pellet 1

Pellet 1	Sebelum Simulasi	Setelah Simulasi	Selisih
Working time (Jam)	6503,83	6503,83	
Downtime (Jam)	773,67	433,25	340,41
Tonnage produce (Ton)	65748	69654	3906
Net time (Jam)	5730,17	6070,58	340,41
Availability	88,25%	93,34%	5,09%
Performance Efficiency	67,53%	67,53%	
Rate Quality	100%	100%	
OEE	59,60%	63,03%	3,44%

Tabel 8. Perubahan nilai OEE mesin pellet 8

Pellet 8	Sebelum Simulasi	Setelah Simulasi	Selisih
Working time (Jam)	4757	4757	
Downtime (Jam)	979,17	646,25	332,92
Tonnage produce (Ton)	45213	49197	3984
Net time (Jam)	3777,83	4110,75	332,92
Availability	79,97%	86,41%	6,44%
Performance Efficiency	70,43%	70,43%	
Rate Quality	100%	100%	
OEE	56,32%	60,86%	4,54%

Tabel 7 dan 8 menunjukkan adanya peningkatan pada nilai OEE mesin pellet 1 dan 8, yaitu meningkat sebesar 3,44% dan 4,54%. Nilai OEE mesin pellet 1 dari 59,6% menjadi 63,03%. Mesin pellet 8 dari 56,32% menjadi 60,86%.

Simpulan

Rata-rata nilai OEE dari semua mesin produksi adalah 74,75%. Target nilai OEE dari departemen maintenance sebesar 60%, tetapi mesin pellet 1 dan 8 merupakan mesin yang memiliki nilai OEE di bawah target departemen maintenance tersebut, yaitu 59,60% dan 56,32%. Rendahnya nilai OEE disebabkan oleh berbagai macam penyebab yang dikategorikan menjadi 6

kerugian besar yang umum atau disebut *six big losses*. Kerugian atau *losses* terbesar dari mesin pellet 1 dan 8 adalah besarnya *small stop losses* dan *slow running losses* pada kedua mesin. *Small stop losses* dari mesin pellet 1 dan 8 adalah 321,33 jam (12,32%) dan 474,17 jam (23,16%), sedangkan *slow running losses* dari mesin pellet 1 dan 8 adalah 1836,95 jam (70,42%) dan 1068,05 jam (52,17%). Akar penyebab dari kedua kerugian tersebut didapat menggunakan *fishbone diagram*, sehingga hasilnya terdapat berbagai macam penyebab dari masing-masing kerugian.

Downtime mesin yang besar sangat mempengaruhi *six big losses* maupun nilai OEE mesin pellet. *Top downtime* dari mesin pellet 1 dan 8 adalah *cooler clean-up* dan menunggu mixer dengan nilai *downtime* sebesar 204,17 jam (26,46%) dan menunggu mixer 368,67 jam (37,65%). Akar penyebab dari kedua *top downtime* tersebut didapat menggunakan *fishbone diagram*, sehingga hasilnya terdapat berbagai macam penyebab dari masing-masing *losses*.

Usulan perbaikannya adalah *visual management*, *briefing operator*, pilihan tambahan di SERA, pelatihan umum, list keterangan kode *downtime*, instruksi kerja *downtime*, dan *utilize unavoidable downtime*. Salah satu usulan yang diambil untuk dilakukan simulasi perhitungan adalah *utilize unavoidable downtime* di mana departemen *feed processing* menyediakan waktu pada mesin pellet 1 dan 8 sebesar 1,61 jam dan 0,9 jam untuk melakukan pembersihan *Cooler*, pengecekan, dan perbaikan mesin. Hasil simulasi perhitungan adalah adanya peningkatan nilai OEE mesin pellet 1 dan 8 sebesar 3,44% dan 4,54%, sehingga nilai OEE mesin pellet 1 dan 8 dari 59,6% dan 56,32% menjadi 63,03% dan 60,86%.

Daftar Pustaka

1. Bhadury, B., *Principles and Practice of Total Productive Maintenance*, Allied Publishers Ltd., 1998.
2. Hansen R. C., *Overall Equipment Effectiveness: A Powerful Production/Maintenance Tool For Increased Profits*, Industrial Press Inc., 2002.
3. Montgomery, D. C., *Introduction to Statistical Quality Control, 4Th Ed.*, Wiley India Pvt. Limited., 2007.