

Analisis Perawatan Mesin *Casting* Melalui Pendekatan *Total Productive Maintenance* (TPM)

Sukirno¹, Fuad Achmadi²

¹ Departemen Teknik Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Surabaya

² Departemen Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional Malang, Malang

Email korespondensi: sukir45@gmail.com

Abstrak

Beberapa permasalahan-permasalahan yang sering timbul saat berlangsungnya proses produksi adalah permasalahan kerusakan mesin, kelalaian operator, tidak patuhnya operator terhadap aturan-aturan yang telah ditetapkan dan bahkan banyak operator-operator yang dengan sengaja mengabaikan penerapan SOP pada mesin sehingga proses produksipun akan menjadi terhambat. Dalam penelitian ini akan menggunakan pendekatan TPM (*Total Productive Maintenance*) untuk meningkatkan pemanfaatan mesin casting dan tenaga kerja di PT. Prima Alloy Steel Universal, Tbk. Sehingga dapat diketahui seberapa besar kerugian dalam proses produksi dengan menggunakan metode OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) yang akhirnya akan tumbuh beberapa saran solusi untuk mengatasi berbagai masalah yang menyebabkan kerugian tersebut. Hasil dari presentase perhitungan *availability* antara 24,22% - 95,37%, sedangkan hasil presentase dari perhitungan nilai *performance efficiency* antara 104,85% - 412,90%, serta hasil dari perhitungan nilai *rate of quality* sebesar 91,27% - 97,82%. Tingkat efektifitas dari keempat mesin yang digunakan pada *line casting* mesin yang memiliki *total time losses* terbesar adalah mesin MT-17 dengan nilai sebesar 1243,75 jam. Sedangkan untuk mesin yang memiliki *total time losses* terkecil adalah mesin MT-16 dengan nilai sebesar 1205 jam. Sedangkan untuk *losses* terbesar adalah *rework losses* dengan *total time losses* sebesar 1441,25 jam dan *yield/scrap loss* menjadi yang terkecil dengan *total time losses* sebesar 74 jam. Untuk meningkatkan efektivitas produksi, Operator sebaiknya diberikan pengetahuan *skill* tentang tanda-tanda kerusakan yang mungkin akan terjadi khususnya pada *spare part* mesin casting dan kekuatan cetakan. Melakukan uji kemampuan produksi dan pengaturan ulang sangat perlu dilakukan secara berkala dan berkelanjutan.

Kata Kunci: Casting, Maintenance, TPM, OEE, Efektifitas

Abstract

Some of the problems that often arise during the production process are problems with machine breakdowns, operator negligence, operator disobedience to the rules that have been set and even many operators deliberately ignore the application of SOPs on machines so that the production process will be hampered. In this study will use the TPM (Total Productive Maintenance) approach to increase the use of casting machines and labor at PT. Prima Alloy Steel Universal, Tbk. So that it can be seen how much loss in the production process by using the OEE (Overall Equipment Effectiveness) method which will eventually grow some suggestions for solutions to overcome the various problems that cause these losses. The results of the percentage calculation of availability between 24.22% - 95.37%, while the percentage results from the calculation of the value of performance efficiency ranged from 104.85% - 412.90%, and the results of the calculation of the value of the rate of quality were 91.27% - 97.82%. The effectiveness level of the four machines used in the line casting machine with the largest total time losses was the MT-17 machine with a value of 1243.75 hours. Meanwhile, the machine with the smallest total time losses was the MT-16 machine with a value of 1205 hours. Meanwhile, the largest losses were rework losses with total

time losses of 1441.25 hours and yield / scrap loss being the smallest with total time losses of 74 hours. To increase production effectiveness, operators should be given skill knowledge about signs of damage that may occur, especially in casting machine spare parts and mold strength. In addition, it is very necessary to conduct a production capability test and rearrange it regularly and continuously.

Keywords: *Casting, Maintenance, TPM, OEE, Effectiveness*

1. Pendahuluan

Tingkat persaingan pasar dunia saat ini membuat perusahaan-perusahaan untuk terus berusaha dalam memenuhi permintaan pelanggan. Tetapi telah diamati banyak permasalahan yang timbul dan dapat menghambat jalannya produksi. Beberapa permasalahan-permasalahan yang sering timbul saat berlangsungnya proses produksi adalah permasalahan kerusakan mesin, kelalaian operator, tidak patuhnya operator terhadap aturan-aturan yang telah ditetapkan dan bahkan banyak operator yang dengan sengaja mengabaikan penerapan SOP pada mesin sehingga proses produksipun akan menjadi terhambat. Akibatnya, banyak ditemukan permasalahan pada suatu perusahaan bahwa kontribusi terbesar dari total biaya produksi adalah bersumber dari biaya pelaksanaan pemeliharaan peralatan, baik secara langsung maupun tidak langsung (Borris, 2006). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar kerugian dalam proses produksi dengan menggunakan metode OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) dan akhirnya akan tumbuh beberapa saran solusi untuk mengatasi berbagai masalah yang menyebabkan kerugian tersebut. Nilai OEE sebagai indikator serta mencari penyebab kurangnya efektivitas dari mesin tersebut dengan melakukan perhitungan six big losses yang ada. Dengan melakukan perhitungan OEE, perusahaan akan mengetahui dimana posisi mereka dan dimana titik kelemahan serta bagaimana cara melakukan perbaikan (Rinawati dan Dewi, 2014).

Dalam penelitian ini akan menggunakan pendekatan TPM (*Total Productive Maintenance*) untuk meningkatkan pemanfaatan mesin casting dan tenaga kerja di PT. Prima Alloy Steel Universal, Tbk. TPM juga akan digunakan sebagai *Learn Manufacturing*. TPM akan membantu untuk merubah proses produksi yang sistematis di dalam perusahaan yang dapat mengurangi kerugian dalam aktivitas produksi, meningkatkan umur peralatan, memastikan pemanfaatan peralatan seefektif mungkin dan membangun kedisiplinan karyawan. Dengan meningkatkannya umur peralatan mesin casting, pemanfaatan peralatan mesin casting seefektif mungkin dan karyawan yang disiplin terhadap aturan dan SOP (*Standart Operational Procedure*) yang telah ditetapkan maka secara tidak langsung akan mengurangi kerugian-kerugian di dalam proses produksi dan akan membuat produktivitas semakin membaik.

2. Landasan Teori

2.1. Total Productive Maintenance (TPM)

Total productive maintenance (TPM) merupakan suatu pendekatan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan mesin dalam rangka mendukung *total preventive maintenance system* yang melibatkan partisipasi semua departemen dan setiap orang di perusahaan mulai dari lantai produksi hingga *top management*. Tujuannya adalah untuk meningkatkan produksi serta meningkatkan moral tenaga kerja dan kepuasan kerjanya (Nakajima, 1988). TPM merupakan strategi improvement yang diperuntukkan bagi perusahaan secara menyeluruh, yang telah terbukti keberhasilannya, yang utamanya adalah melibatkan semua karyawan, tidak hanya karyawan bagian maintenance dan produksi (Hasriyono, 2009).

2.1. Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall equipment effectiveness (OEE) merupakan metode yang digunakan sebagai alat ukur dalam penerapan program *total productive maintenance* (TPM) guna menjaga peralatan pada kondisi ideal dengan menghapuskan *six big losses* (Jiwantoro, 2013). Dengan menghitung OEE, maka dapat diketahui 3 komponen penting yang mempengaruhi efektivitas mesin yaitu *availability* atau ketersediaan mesin, *performance rate* atau efisiensi produksi, dan *Quality rate* atau kualitas output mesin (Nakajima, 1988).

Availability

Ketersediaan mesin/peralatan merupakan perbandingan antara waktu operasi (*operation time*) terhadap waktu persiapan (*loading time*) dari suatu mesin/peralatan. Perhitungan *availability* dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

$$Availability = \frac{Operation\ Time}{Loading\ Time} \times 100$$

Performance Rate

Performance rate mempertimbangkan faktor yang menyebabkan berkurangnya kecepatan produksi dari kecepatan sebenarnya yang dapat dilakukan oleh mesin tersebut. Perhitungan *performance rate* menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Performance\ Rate = \frac{Total\ Produksi \times Siklus\ waktu\ ideal\ per\ unit}{Operation\ Time} \times 100$$

Quality Rate

Quality rate adalah perbandingan jumlah produk yang baik terhadap jumlah produk yang diproses. Perhitungan *quality rate* menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Quality\ Rate = \frac{Jumlah\ Produksi - Reject}{Jumlah\ Produksi} \times 100$$

Hubungan dari ketiga komponen tersebut dapat dilihat pada rumus berikut ini :

$$OEE = Availability \times Performance\ Rate \times Quality\ Rate$$

Analisis OEE dilakukan dengan cara membandingkan nilai OEE yang didapatkan dari hasil perhitungan dengan nilai OEE standar yang terdapat pada referensi-referensi yang ada. Apabila nilai OEE yang didapatkan lebih besar dari 85%, maka nilai OEE pada sistem perawatan tersebut dapat dikatakan sudah memenuhi standar, dan apabila nilai OEE yang didapatkan kurang dari 85 % maka dapat dikatakan nilai OEE tersebut dibawah standar dan perlu dilakukan penerapan TPM untuk meningkatkan nilai OEE tersebut (Ginting, 2007).

2.3. Six Big Losess

Tujuan utama dari TPM dan OEE adalah untuk mengurangi *six big losses* yang menjadi penyebab terjadinya kerugian efisiensi saat proses manufaktur. Dalam setiap komponen tersebut terdapat 6 kerugian yang dapat mempengaruhi efektivitas dari peralatan. Maka dapat diketahui pada komponen efektivitas mana yang memiliki nilai paling rendah kemudian di analisis penyebabnya (Arifinato, 2018).

1) *Breakdown Losses*

Kerugian yang disebabkan oleh kecacatan peralatan dan membutuhkan perbaikan. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Equipment\ Failur\ Losess = \frac{Down\ Time}{Loading\ Time} \times 100$$

2) *Set up and adjustment losses*

Kerugian waktu yang disebabkan oleh *set up* mesin sebelum memulai proses produksi. Rumus

yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Set Up and Adjustment Losses} = \frac{\text{Set Up Time}}{\text{Loading Time}} \times 100$$

3) *Idling and minor stoppage losses*

Kerugian yang disebabkan karena mesin berhenti dalam waktu yang singkat dan harus di restart dan tidak diperlukan perbaikan. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Idling and Minor Stoppages Losses} = \frac{\text{Non Productive Time}}{\text{Loading Time}} \times 100$$

4) *Reduced Speed losses*

Kerugian yang disebabkan karena mesin bekerja lebih lambat dari yang seharusnya. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Reduced Speed Losses} = \frac{\text{Operation Time} - (\text{Ideal cycle time} \times \text{Total produksi})}{\text{Loading Time}} \times 100$$

5) *Quality Defect and Rework*

Kerugian yang disebabkan karena produk tidak di produksi dengan benar dari awal proses. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Quality Defect (rework loss)} = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{defect}}{\text{loading time}} \times 100$$

6) *Yield/scrap Losses*

Kerugian yang disebabkan karena adanya kecacatan di awal proses produksi. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Yield /scrap} = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{scrap}}{\text{loading time}} \times 100$$

2.4. Diagram Sebab Akibat (*Fishbone*)

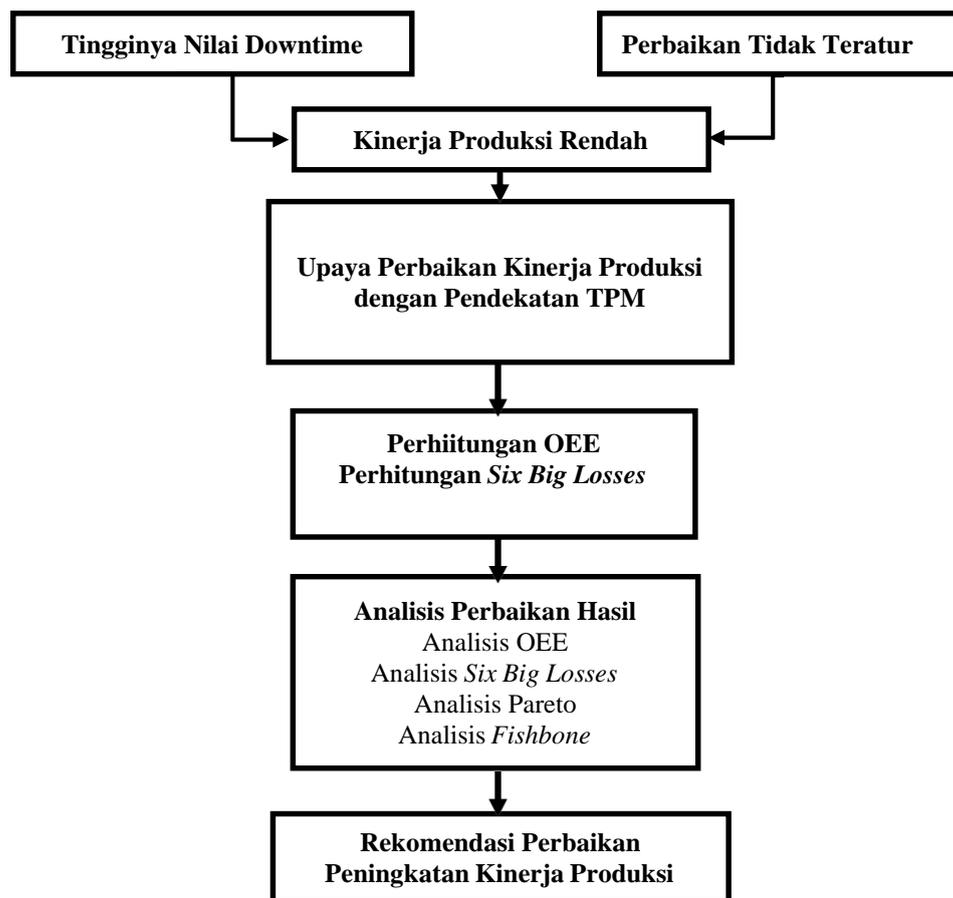
Diagram ini dikenal dengan istilah diagram tulang ikan (*fish bone diagram*) diperkenalkan pertama kalinya pada tahun 1943 oleh Prof. Kaoru Ishikawa (Tokyo University). Diagram ini berguna untuk menganalisa dan menemukan faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap penentuan karakteristik kualitas *output* kerja. Dalam hal ini metode sumbang saran akan cukup efektif digunakan untuk mencari faktor-faktor penyebab terjadinya penyimpangan kerja secara detail (Lisnawati, 2009).

Manfaat diagram tulang ikan yaitu (Fauziah, 2009):

- 1) Memperjelas sebab-sebab suatu masalah atau persoalan.
- 2) Dapat menggunakan kondisi yang sesungguhnya untuk tujuan perbaikan kualitas produk atau jasa, lebih efisien dalam penggunaan sumber daya, dan dapat mengurangi biaya
- 3) Dapat mengurangi dan menghilangkan kondisi yang menyebabkan ketidaksesuaian produk atau jasa, dan keluhan pelanggan.
- 4) Dapat membuat suatu standarisasi operasi yang ada maupun yang direncanakan.

3. Metodologi

Alur dari penelitian ini dimulai dari studi literature dan survey ke perusahaan. Berdasarkan hasil yang didapatkan dari survey kemudian dibuat perumusan masalah, tujuan dan batasan dari masalah yang diangkat sebagai penelitian. Setelah itu dilakukan pengumpulan data yang dibutuhkan untuk penelitian. Data yang digunakan terdiri dari dua jenis yaitu data primer dan sekunder. Data primer berupa wawancara dan observasi sedangkan data sekunder berasal dari data perusahaan. Setelah data-data yang dibutuhkan terkumpul kemudian dilakukan perhitungan OEE, *six big losses*, pembuatan diagram pareto dan diagram *fishbone*. Dari hasil tersebut kemudian dilakukan analisis. Tahap terakhir dari penelitian ini adalah membuat kesimpulan dan rekomendasi yang bisa diberikan untuk perusahaan.



Gambar 1. Kerangka Pemikiran

4. Hasil dan Diskusi

Penelitian dilakukan terhadap satu area produksi yaitu area casting 6 yang memproduksi velg setengah jadi. Selain itu tidak mempertimbangkan biaya-biaya yang terjadi dalam penelitian.

4.1. Hasil Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness*

Dengan menggunakan rumus *overall equipment effectiveness* seperti diatas, didapatkan nilai *overall equipment effectiveness* mesin MT-15, MT-16, MT-17 dan MT-18 selama periode April 2018 s/d Maret 2019 seperti yang ditunjukkan pada Tabel berikut:

Tabel 1. *Overall Equipment Effectiveness* Mesin MT-15 sampai MT-18

Bulan	MT -15	MT -16	MT-17	MT-18
April	96.79%	93.32%	91.72%	93.12%
Mei	91.65%	93.47%	97.51%	92.51%
Juni	97.03%	96.26%	92.85%	93.08%
Juli	92.76%	96.83%	97.46%	96.83%
Agustus	95.99%	94.50%	91.74%	90.90%
September	93.50%	91.77%	96.74%	96.58%
Oktober	94.32%	96.86%	93.92%	92.81%
November	93.30%	95.05%	94.64%	92.94%
Desember	92.51%	97.01%	93.49%	92.00%
Januari	97.35%	97.82%	96.83%	95.67%
Februari	93.79%	93.34%	91.27%	95.19%
Maret	92.51%	93.14%	91.94%	92.90%

Sumber: Data Diolah 2021

4.2. Hasil Perhitungan Six Big Losses

Setelah dilakukan perhitungan losses kemudian dilakukan analisis kerugian apa yang paling berdampak pada perusahaan. Hanya terdapat kerugian yang terjadi pada PT. Prima Alloy Steel Universal, Tbk. kerugian tersebut adalah *equipment failure losses, set up and adjustment losses, idling and minor stoppages losses, reduced speed losses* dan *defect losses* Tidak terdapat *yield/scrap losses*. Dikarenakan produk yang tidak lolos quality control dikategorikan produk repair atau defect sehingga langsung dilakukan perbaikan di stasiun kerja repair. Berikut data *Six Big Losses*. Berikut persentase dari six big losses untuk mesin-mesin pada area dari mesin-mesin pada area *casting 6* :

Tabel 2. Presentasi Kumulatif *Six Big Losses* Mesin MT-15 sampai MT-15

Six Big Losses	Total Time Losses	Persentase	Presentase Kumulatif
<i>Equipment Failure Loss</i>	533	0.328	0.328
<i>Setup / Adjustment Loss</i>	268	0.165	0.493
<i>Idling And Minor Stoppages</i>	327	0.201	0.694
<i>Reduce Speed Loss</i>	92.5	0.057	0.751
<i>Rework Loss</i>	385.75	0.237	0.988
<i>Yield / Scrap Loss</i>	19	0.012	1
Total	1625.25		

Dari faktor *six big losses* diatas dapat diketahui bahwa faktor *losses* terbesar pada mesin MT-15 apa pada *Equipment Failure Loss* yaitu sebesar 32.8 %

Tabel 3. Presentasi Kumulatif *Six Big Losses* Mesin MT-15 sampai MT-16

Six Big Losses	Total Time Losses	Persentase	Presentase Kumulatif
<i>Equipment Failure Loss</i>	135	0.112	0.112
<i>Setup / Adjustment Loss</i>	287	0.238	0.350
<i>Idling And Minor Stoppages</i>	330	0.274	0.624
<i>Reduce Speed Loss</i>	101	0.084	0.708
<i>Rework Loss</i>	348	0.289	0.997
<i>Yield / Scrap Loss</i>	4	0.003	1
Total	1205		

Dari faktor *six big losses* diatas dapat diketahui bahwa faktor *losses* terbesar pada mesin MT-16 apa pada *Rework Loss* yaitu sebesar 28.9 %

Tabel 4. Presentasi Kumulatif *Six Big Losses* Mesin MT-15 sampai MT-17

Six Big Losses	Total Time Losses	Persentase	Presentase Kumulatif
<i>Equipment Failure Loss</i>	75.5	0.061	0.061
<i>Setup / Adjustment Loss</i>	299.5	0.241	0.302
<i>Idling And Minor Stoppages</i>	387	0.311	0.613
<i>Reduce Speed Loss</i>	96.5	0.078	0.690
<i>Rework Loss</i>	352.25	0.283	0.973
<i>Yield / Scrap Loss</i>	33	0.027	1
Total	1243.75		

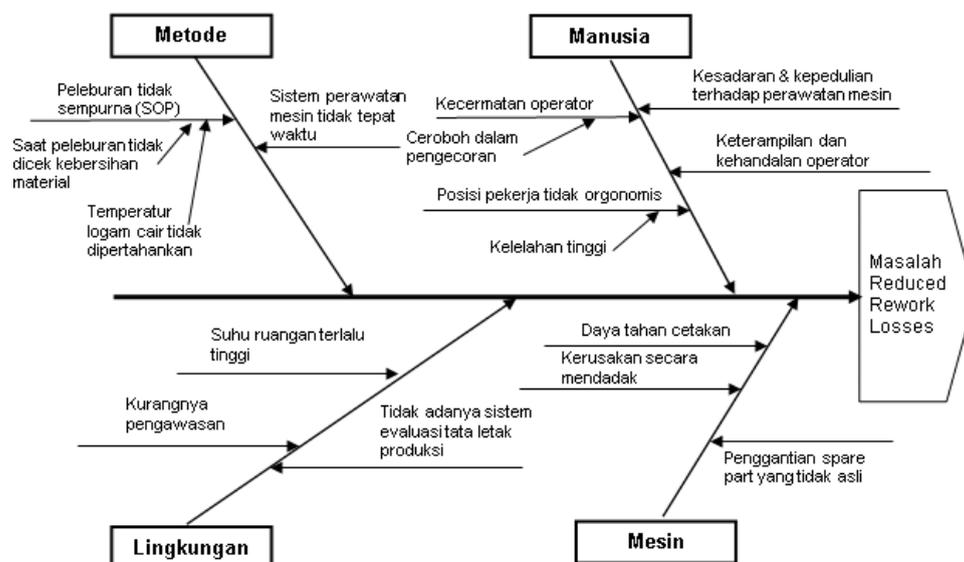
Dari faktor *six big losses* diatas dapat diketahui bahwa faktor *losses* terbesar pada mesin MT-17 apa pada *Idling Minor* yaitu sebesar 31,1 %

Tabel 5. Presentasi Kumulatif *Six Big Losses* Mesin MT-15 sampai M -18

Six Big Losses	Total Time Losses	Persentase	Presentase Kumulatif
<i>Equipment Failure Loss</i>	51	0.045	0.045
<i>Setup / Adjustment Loss</i>	297	0.261	0.305
<i>Idling And Minor Stoppages</i>	340	0.298	0.604
<i>Reduce Speed Loss</i>	78.5	0.069	0.673
<i>Rework Loss</i>	355.25	0.312	0.984
<i>Yield / Scrap Loss</i>	18	0.016	1
Total	1139.75		

Dari faktor *six big losses* diatas dapat diketahui bahwa faktor *losses* terbesar pada mesin MT-18 apa pada Rework Loss yaitu sebesar 31.2 %. Dari keempat mesin yang digunakan pada line mesin casting mesin yang memiliki *total time losses* terbesar adalah mesin MT-17 dengan *total time losses* sebesar 1243,75 jam. Sedangkan untuk mesin yang memiliki *total time losses* terkecil adalah mesin MT-16 dengan *total time losses* sebesar 1205 jam .Sedangkan untuk *Losses* terbesar adalah *rework losses* dengan *total time losses* sebesar 1441,25 jam dan *Yield / Scrap Loss* menjadi yang terkecil dengan *total time losses* sebesar 74 jam.

4.3. Anlisa Diagram Sebab Akibat (*Fish Bone*)



Gambar 2. Diagram Sebab Akibat (*Fishbone*) *Reduced Rework Losses*

Berdasarkan diagram sebab akibat diatas menerangkan bahwa penyebab mesin mengalami kerugian atau *losses* oleh karena 4 kategori yaitu manusia, mesin, metode dan lingkungan. Hal ini bisa terjadi karena disebabkan oleh :

1) Manusia

Setiap pekerjaan yang dilakukan sangat membutuhkan pengawasan, baik memantau seberapa besar kemampuan karyawan dengan tujuan mengkoordinir proses dengan baik. Hasil pengamatan yang dilakukan, operator kurang cermat dalam merawat dan membersihkan mesin dan area sekitarnya. Dimana masih ada terlihat kotoran seperti kerak pada mesin dan juga debu menempel. Hal ini disebabkan karena operator kurang fokus dalam melakukan pekerjaannya bisa saja karena kelelahan. Sementara faktor yang lain adalah jika terjadi suatu kerusakan, teknisi dari pabrik tersebut kurang sigap dalam menanganinya. Hal ini menyebabkan lamanya penanganan terhadap kerusakan mesin tersebut, sehingga menyebabkan banyak *losses*.

2) Mesin

Bilamana terjadi kerusakan pada mesin ini dan harus mengganti suku cadang, maka diganti dengan suku cadang yang tidak berdasarkan standar pabrik pembuat mesin tersebut. Hal ini dikarenakan harga suku cadang tersebut relative sangat mahal dan susah didapatkan. Sementara faktor lain adalah adanya gangguan secara tiba – tiba. Dikarenakan didalam sebuah pabrik tersebut merupakan sebuah system yang memiliki keterikatan satu sama lain, maka kerusakan mesin pada sebuah stasiun juga mengakibatkan pemberhentian mesin casting ini dan dibebankan pada mesin casting lainnya. Hal ini akan menyebabkan *Losses* karena harus beralih lagi ke mesin casting yang lainnya pada pabrik tersebut.

3) Metode

Metode maintenance yang digunakan saat ini adalah metode periodic maintenance. *Staff maintenance* sudah memiliki jadwal perawatan yang harus di patuhi dan dikerjakan oleh seluruh *staff maintenance*. Metode yang digunakan oleh bagian *maintenance* masih bisa ditingkatkan lagi. Sementara dari buku laporan yang dicatat oleh operator bahkan melebihi waktu dari SOP tersebut. Jika ini terus terjadi maka akan menyebabkan performa mesin kurang prima dan menyebabkan *losses*.

4) Lingkungan

Faktor lingkungan juga dapat berpengaruh pada rendahnya nilai overall equipment effectiveness. Suhu ruangan di dalam pabrik perusahaan cukup membuat operator kurang nyaman dalam bekerja. Didalam setiap stasiun kerja line produksi di pasang sebuah kipas angin. Namun kipas angin ini sering mengalami kerusakan karena dinyalakan terus menerus selama proses produksi. Selain itu penyebabnya adalah kurangnya disiplin operator dalam menjaga kebersihan dikarenakan

5. Kesimpulan

Dari analisa hasil penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- a. Hasil dari presentase perhitungan *availability* antara 24,22% - 95,37%, sedangkan hasil presentasedari perhitungan nilai *performance efficiency* berkisar antara 104,85% - 412,90%, serta hasil dari perhitungan nilai *rate of quality* sebesar 91,27% - 97,82%.
- b. Tingkat efektifitas dari keempat mesin yang digunakan pada line mesin casting mesin yang memiliki total *time losses* terbesar adalah mesin MT-17 dengan total *time losses* sebesar 1243,75 jam. Sedangkan untuk mesin yang memiliki total *time losses* terkecil adalah mesin MT-16 dengan total *time losses* sebesar 1205 jam. Sedangkan untuk *Losses* terbesar adalah *rework losses* dengan total *time losses* sebesar 1441,25 jam dan *Yield / Scrap Loss* menjadi yang terkecil dengan total *time losses* sebesar 74 jam.
- c. Untuk meningkatkan efektivitas line produksi, Operator sebaiknya diberikan pengetahuan skill tentang tanda-tanda kerusakan yang mungkin akan terjadi khususnya pada spare part mesin casting dan kekuatan cetakan. Sehingga apabila muncul tanda-tanda tersebut operator bisa langsung melaporkan kepada bagian maintenance untuk ditindak lanjuti. Selain itu operator juga diberikan tugas tambahan untuk melakukan perawatan terhadap peralatan yang biasa digunakan dalam proses produksi sehingga pekerjaan bagian *maintenance* bisa lebih terfokus pada masalah yang lebih diutamakan. Perawatan yang direncanakan untuk aktivitas perawatan aktual adalah sebagai berikut :
- d. Ketika terjadi kerusakan, operator memastikan, mesin dan selanjutnya mencari dan menghubungi bagian mekanik.
 - 1) Identifikasi kebutuhan peralatan pendukung dan spare part
 - 2) Melakukan aktivitas perbaikan sesuai dengan tindakan yang tepat
 - 3) Melakukan uji kemampuan produksi dan pengaturan ulang.

Daftar Pustaka

- Arifianto.A. 2018. Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) dengan menggunakan metode Overall Equipment Effectiveness (Studi Kasus: PT. Triangle Motorindo). *Tugas Akhir Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.*
- Borris, S. 2006. *Total Productive Maintenance*.1 ed. New York: McGraw-Hill. doi: 10.1036/0071467335.
- Corder, Antony. 1996. Teknik Manajemen Pemeliharaan. Jakarta : Erlangga
- Fauziah, Naily. 2009. Aplikasi Fishbone Analysis Dalam Meningkatkan Kualitas Produksi Teh Pada Pada PT. Rumpun Sari Kemuning, Kabupaten Karanganyar. *Universitas Sebelas Maret.* Surakarta
- Ginting, Rosnani. *Sistem Produksi.* Yogyakarta. 2007.
- Hasriyono, Miko. (2009). Evaluasi Efektivitas Mesin Dengan Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) Di PT. Hadi Baru. *Tugas Akhir Sarjana pada Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.*
- Jiwantoro, Agus, Bambang D.A., Wahyunanto A.N. (2011). Analisis Efektivitas Mesin Penggiling Tebu Dengan Penerapan Total Productive Maintenance. *Jurnal Penelitian pada Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya*
- Nakajima, S. 1988. Introduction to TPM (Total Productive Maintenance). *Productivity Press, Cambridge, MA.*
- Rinawati, D. I. dan Dewi, N. C. (2014) “Analisis Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) Menggunakan Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Six Big Losses pada Mesin Cavitec di PT. Essentra Surabaya,” in *Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Informatika.* Kudus: Universitas Muria Kudus, hal. 21–26.
- Springer. 2003. Handbook of reliability engineering. New Jersey USA : Sunrise Setting Ltd, Torquay, Devon, UK
- S., Nehete, E., Narhede, and K., *Mahajan. Total Productive Maintenance: A Critical Review.*