

PENERAPAN METODE *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* (OEE) DAN *FAULT TREE ANALYSIS* (FTA) DALAM MENGUKUR EFEKTIVITAS MESIN CNC DMG MORI PADA PROSES *MACHINING* BOGIE DI PT. BARATA INDONESIA (PERSERO)

Rizal Rahman¹⁾, Ellysa Nursanti²⁾, Soemanto³⁾

^{1,3)} Program Studi Teknik Industri S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang

²⁾ Program Studi Teknik Industri S-2, Program Pascasarjana, Institut Teknologi Nasional Malang

Email : rizalrahman.1928@gmail.com

Abstrak, PT. Barata Indonesia (Persero) merupakan perusahaan yang bergerak dibidang jasa manufaktur, pengecoran baja, dan *Engineering Procurement Construction* (EPC). Dalam proses *machining bogie* pada mesin CNC DMG Mori, PT. Barata Indonesia (Persero) menetapkan target produksi sebesar 18 pcs per hari. Kendala pada mesin CNC DMG Mori disebabkan karena waktu *downtime* yang tinggi. Pada penelitian ini bertujuan mengukur nilai efektivitas mesin CNC DMG Mori dengan menggunakan metode *overall equipment effectiveness* dan menganalisa faktor *six big losses*. Perhitungan diawali dengan pengukuran nilai *overall equipment effectiveness*, dilanjutkan dengan perhitungan nilai dari masing-masing faktor *six big losses*, dan menganalisa setiap faktor penyebab dari nilai *six big losses* menggunakan metode *fault tree analysis*. Data yang digunakan merupakan data sekunder pengerjaan *machining bogie* pada bulan Mei 2022 yang didapat melalui kunjungan langsung ke perusahaan. Hasil penelitian menunjukkan nilai *overall equipment effectiveness* mesin CNC DMG Mori PT. Barata Indonesia (Persero) sebesar 52,7%, dengan faktor *six big losses* tertinggi yaitu *setup and adjustment losses* dengan persentase 25,2%. Nilai *overall equipment effectiveness* masih di bawah nilai standar perusahaan dunia yakni sebesar 85%, kemudian dari analisa menggunakan *fault tree analysis* untuk mengetahui faktor penyebab kerugian pada *setup and adjustment losses* ditemukan beberapa penyebab yakni *setting bolster* yang lama dikarenakan *loading crain*, adanya pembersihan mesin, dan *setting insert*. Hal ini dapat menyebabkan kerugian waktu dan jumlah produksi yang dihasilkan, maka dari itu diberikan usulan perbaikan dengan menyediakan *crain* khusus, melakukan pembersihan area mesin yang memungkinkan terlebih dahulu, dan melakukan pengecekan terhadap stok *insert* yang tersedia di stasiun kerja secara berkala.

Kata kunci : *Overall Equipment Effectiveness, Six Big Losses, Fault Tree Analysis*

PENDAHULUAN

Adanya tuntutan dalam melakukan percepatan produksi membuat perusahaan banyak menggunakan tenaga mesin dengan teknologi terbaru untuk mengefisienkan proses produksi. PT. Barata Indonesia (Persero) merupakan salah satu perusahaan yang memanfaatkan teknologi mesin untuk proses *machining bogie* yang terletak di Kabupaten Gresik. Mesin yang digunakan untuk proses *machining bogie* yaitu mesin CNC DMG Mori. Perusahaan menetapkan target produksi *machining bogie* sebesar 18 pcs per hari. Berdasarkan survei yang dilakukan, diketahui masalah yang terjadi pada mesin CNC DMG Mori adalah tingginya waktu *downtime*. Kondisi tersebut disebabkan karena persiapan dan penyetelan mesin, maupun pemberhentian yang tidak direncanakan karena kegagalan pada mesin sehingga mempengaruhi pemanfaatan waktu dan jumlah produksi yang dihasilkan.

Tabel 1 Data produksi dan data *downtime* pada bulan Mei 2022

Tanggal	Jumlah produksi (pcs)	Target produksi (pcs)	<i>Downtime</i> (menit)
09.05.2022	12	18	578
10.05.2022	14	18	428
11.05.2022	12	18	576
12.05.2022	13	18	452
13.05.2022	12	18	546
14.05.2022	16	18	292
16.05.2022	14	18	330
17.05.2022	14	18	320
18.05.2022	13	18	446
19.05.2022	10	18	602
20.05.2022	14	18	429
21.05.2022	13	18	510
23.05.2022	13	18	509
24.05.2022	12	18	537
25.05.2022	13	18	549
26.05.2022	12	18	537

Tanggal	Jumlah produksi (pcs)	Target produksi (pcs)	Downtime (menit)
27.05.2022	14	18	360
28.05.2022	12	18	556
30.05.2022	12	18	559
31.05.2022	12	18	519
Total	257	360	9635

Sumber : PT. Barata Indonesia (Persero)

Data yang terdapat pada tabel 1 merupakan data produksi aktual dan data *downtime* yang diperoleh dari PT. Barata Indonesia (Persero). Diketahui produksi *machining bogie* pada bulan Mei 2022 belum mencapai target yang telah ditetapkan perusahaan. Total jumlah produksi *machining bogie* pada bulan Mei 2022 sebesar 257 pcs dari target produksi sebesar 360 pcs dengan total waktu *downtime* sebesar 9635 menit. Produksi terendah terjadi pada tanggal 19 Mei 2022 sebesar 10 pcs yang disebabkan karena tingginya waktu *downtime* yakni sebesar 602 menit, sedangkan produksi tertinggi terjadi pada tanggal 14 Mei 2022 sebesar 16 pcs dikarenakan waktu *downtime* hanya sebesar 292 menit. Faktor yang mempengaruhi jumlah produksi *machining bogie* pada mesin CNC DMG Mori adalah waktu *downtime*. Semakin tinggi waktu *downtime*, maka semakin rendah jumlah produksi yang dihasilkan.

Berdasarkan hal tersebut, PT. Barata Indonesia (Persero) memerlukan adanya analisis efektivitas mesin CNC DMG Mori yang digunakan pada proses *machining bogie* untuk meningkatkan produktivitas pengerjaan mesin. Selama ini belum pernah dilakukan analisis terhadap kondisi yang mempengaruhi efektivitas pengerjaan dari mesin tersebut. Penelitian ini dilakukan untuk mengukur nilai *overall equipment effectiveness*, menganalisa faktor penyebab dari nilai efektivitas mesin menggunakan perhitungan *six big losses*, dan menganalisa penyebab dari nilai *six big losses* menggunakan *fault tree analysis*, kemudian analisa dari *fault tree analysis* tersebut digunakan untuk menentukan usulan perbaikan yang akan diberikan.

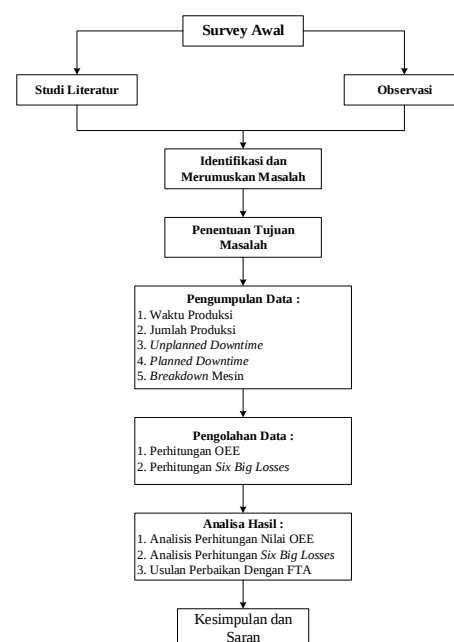
METODE

Penelitian ini merupakan penelitian *problem solving* yaitu bertujuan memaparkan pemecahan masalah aktual yang ada untuk dapat memberikan perbaikan terkait permasalahan tersebut. Penelitian ini dilakukan

di PT. Barata Indonesia (Persero) dengan objek penelitian mesin CNC DMG Mori. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer yaitu data yang didapatkan dari perusahaan mengenai kondisi dan masalah sebenarnya yang ada di perusahaan. Pada penelitian ini yaitu masalah pada mesin, sedangkan data sekunder yaitu data yang sudah diolah oleh pihak lain, pada penelitian ini yaitu *available time*, *downtime*, *failure time*, *setup and adjustment time*, *operation time*, dan jumlah produksi. Data tersebut merupakan data mesin CNC DMG Mori pada bulan Mei 2022. Data didapat dengan menggunakan beberapa metode yaitu observasi langsung dengan melihat catatan *logbook* harian operator mesin dan intranet yang terhubung dengan mesin, wawancara dengan supervisor dan operator mesin, serta dokumentasi di PT. Barata Indonesia (Persero).

Pengolahan data diawali dengan perhitungan nilai efektivitas mesin CNC DMG Mori menggunakan metode *overall equipment effectiveness*, dilanjutkan dengan perhitungan faktor penyebab dari nilai efektivitas mesin menggunakan perhitungan *six big losses*, dan menganalisa setiap faktor penyebab dari nilai *six big losses* menggunakan metode *fault tree analysis*.

Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan dari data yang telah dikumpulkan selanjutnya dilakukan pengolahan data diawali dengan mengukur efektivitas mesin CNC DMG Mori dengan menggunakan metode perhitungan *overall equipment effectiveness*, dilanjutkan perhitungan *losses* yang terjadi dengan menggunakan perhitungan *six big losses*, dan menganalisa setiap penyebab nilai *six big losses* menggunakan metode *fault tree analysis*.

Overall Equipment Effectiveness

Overall Equipment Effectiveness merupakan sebuah metode yang digunakan untuk mengetahui besarnya nilai efektivitas mesin atau peralatan secara keseluruhan (Hidayat, dkk., 2020). Tahap awal perhitungan nilai OEE yaitu dengan melakukan perhitungan *availability rate*, *performance rate*, dan *quality rate*. Masing-masing nilai dari ketiga rasio tersebut akan digunakan untuk mengetahui nilai efektivitas mesin atau nilai *overall equipment effectiveness* dari mesin CNC DMG Mori. Nilai standar *overall equipment effectiveness* dari perusahaan kelas dunia adalah 85%. Dengan rincian seperti pada tabel berikut:

Tabel 2 Standar dunia nilai OEE

Deskripsi	Standar Dunia
<i>Availability Rate</i>	> 90%
<i>Performance Rate</i>	> 95%
<i>Quality Rate</i>	> 99%
<i>OEE</i>	> 85%

Sumber: Kennedy, (2018)

Perhitungan nilai dari *availability rate*, *performance rate*, *quality rate* dan *overall equipment effectiveness* adalah sebagai berikut:

1. Availability Rate

Merupakan rasio yang menggambarkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi suatu mesin atau peralatan. *Availability rate* bertujuan untuk mendefinisikan masalah pemanfaatan waktu dalam kegiatan operasi suatu mesin atau peralatan (Rifaldi, 2020).

Dalam mengukur *availability rate* dibutuhkan data *operation time* dan *loading time*. *Operation time* didapatkan dari hasil *loading time* dikurangi dengan *downtime*, dan *loading time* didapatkan dari hasil *available time* dikurangi *planned downtime*.

Contoh dari perhitungan *availability rate* pada tanggal 9 Mei 2022 sebagai berikut :

$$\text{Operation time} = \text{Loading time} - \text{Downtime}$$

$$\text{Operation time} = 1440 - 578 = 862 \text{ menit}$$

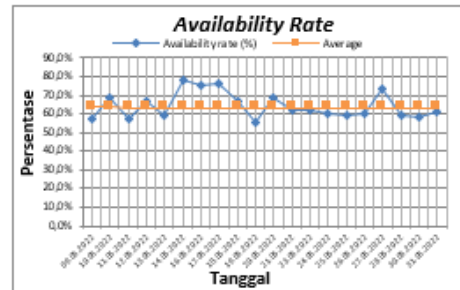
$$\text{Loading time} = \text{Available time} - \text{Planned downtime}$$

$$\text{Loading time} = 1440 - 0 = 1440 \text{ menit}$$

$$\text{Availability Rate} = \frac{\text{Operation time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

$$\text{Availability rate} = \frac{862}{1440} \times 100\%$$

$$\text{Availability rate} = 59,9\%$$



Gambar 2 Grafik Availability rate

Sumber: Pengolahan data Ms. Excel 2010

Pada gambar 2 menunjukkan nilai rata-rata *availability rate* mesin CNC DMG Mori di PT. Barata Indonesia (Persero) pada bulan Mei 2022 sebesar 66,2%. Nilai tersebut masih dibawah rata-rata nilai standar dunia yaitu 90%. Nilai *availability rate* tertinggi sebesar 79,7% dan nilai terendah sebesar 58,2%.

2. Performance rate

Merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan dari suatu mesin atau peralatan dalam menghasilkan produk. *Performance rate* bertujuan untuk menganalisis seberapa banyak mesin menghasilkan produk selama waktu produksi (Rifaldi, 2020).

Dalam mengukur *performance rate* dibutuhkan data *total part run* (jumlah produksi), *operation time*, dan *ideal cycle time*. *Ideal cycle time* yang dibutuhkan mesin dalam memproduksi *bogie* adalah 60 menit/pcs. Contoh dari perhitungan *performance rate* pada tanggal 9 Mei 2022 sebagai berikut :

$$\text{Total part run} = 12 \text{ pcs}$$

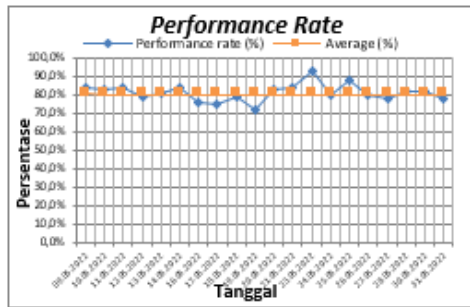
$$\text{Ideal cycle time} = 60 \text{ menit/pcs}$$

$$\text{Operation time} = 862 \text{ menit}$$

$$\text{Performance rate} = \frac{\text{Total part run} \times \text{Ideal cycle time}}{\text{Operation time}} \times 100\%$$

$$\text{Performance rate} = \frac{12 \times 60}{862} \times 100\%$$

$$\text{Performance rate} = 83,5\%$$



Gambar 3 Grafik *Performance Rate*
Sumber: Pengolahan data Ms. Excel 2010

Pada gambar 3 menunjukkan rata-rata nilai *performance rate* pada mesin CNC DMG Mori di PT. Barata Indonesia (Persero) pada bulan Mei 2022 sebesar 81,1%. Nilai ini masih berada dibawah nilai standar dunia yaitu 95%. Dengan nilai tertinggi 92,7% dan nilai terendah 71,6%.

3. *Quality Rate*

Merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan dari suatu mesin atau peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai standar. *Quality rate* bertujuan untuk menganalisis kualitas produk yang dihasilkan sesuai standar (Rifaldi, 2020).

Dalam mengukur *quality rate* dibutuhkan data *total part run* (jumlah produksi) dan *defect amount* (jumlah produk cacat). Contoh dari perhitungan *quality rate* pada tanggal 10 Mei 2022 sebagai berikut :

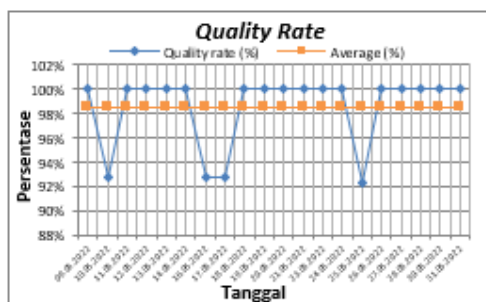
Total part run = 14

Defect amount = 1

$$\text{Quality rate} = \frac{\text{Total part run} - \text{Defect amount}}{\text{Jumlah produksi}} \times 100\%$$

$$\text{Quality rate} = \frac{14 - 1}{14} \times 100\%$$

$$\text{Quality rate} = 92,2\%$$



Gambar 4 Grafik *Quality Rate*
Sumber: Pengolahan data Ms. Excel 2010

Pada gambar 4 menunjukkan nilai tertinggi *quality rate* pada mesin CNC DMG

Mori di PT. Barata Indonesia (Persero) pada bulan Mei 2022 sebesar 100% dan nilai terendah sebesar 92,3% dengan nilai rata-rata sebesar 98,5%. Nilai ini masih dibawah nilai standar dunia yaitu sebesar 99%.

4. *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dapat diperoleh setelah mengetahui tiga nilai rasio.

$$OEE = \text{Availability} \times \text{Performance} \times \text{Quality}$$

Contoh perhitungan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada tanggal 9 Mei 2022 sebagai berikut :

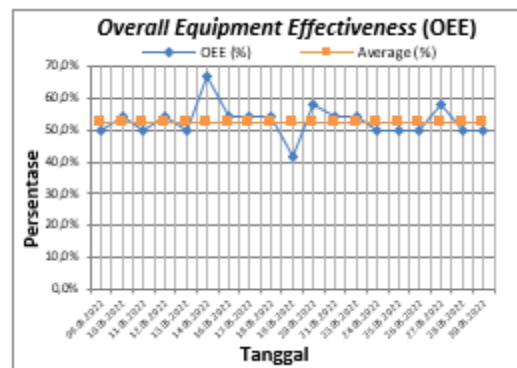
Availability rate = 59,9%

Performance rate = 83,5%

Quality rate = 100%

$$OEE = 59,9\% \times 83,5\% \times 100\%$$

$$OEE = 50,0\%$$



Gambar 5 Grafik *Overall Equipment Effectiveness*
Sumber: Pengolahan data Ms. Excel 2010

Pada grafik 5 menunjukkan rata-rata nilai OEE mesin CNC DMG Mori pada bulan Mei 2022 sebesar 52,7% dengan nilai tertinggi yaitu sebesar 66,7% dan nilai terendah yaitu sebesar 41,7%. Nilai tersebut masih dibawah rata-rata nilai standar dunia yaitu sebesar 85%. Rendahnya nilai OEE tersebut disebabkan karena rendahnya nilai *availability rate* yang berarti rendahnya pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin dalam pengerjaan *machining bogie*. Berdasarkan ketetapan JIPM, jika OEE belum memenuhi nilai standar 60% maka nilai tersebut dianggap rendah sehingga perlu adanya *improvement* dengan mengidentifikasi dan menangani sumber penyebab secara langsung sebagai upaya untuk meningkatkan nilai OEE.

Six Big Losses

Six big losses merupakan enam kerugian yang harus dihindari oleh perusahaan karena dapat mengurangi nilai efektivitas suatu mesin atau peralatan. Enam kerugian tersebut dikategorikan dalam 3 kategori besar yaitu sebagai berikut :

1. Downtime Losses

a. Equipment Failure Losses (EFL)

Merupakan kerugian atau kerusakan mesin diakibatkan karena mesin berhenti secara mendadak pada saat proses produksi. *Equipment Failure Losses* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$EFL = \frac{\text{Total failure time}}{\text{Total Loading time}} \times 100\%$$

Dimana :

Total *failure time* = 2376 menit

Total *loading time* = 28800 menit

$$EFL = \frac{2376}{28800} \times 100\%$$

$$EFL = 8,3\%$$

b. Setup and Adjustment Losses (SAL)

Merupakan kerugian yang diakibatkan karena adanya persiapan dan penyetelan mesin oleh operator. *Setup and Adjustment Losses* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$SAL = \frac{\text{Setup and Adjustment}}{\text{Total Loading time}} \times 100\%$$

Dimana :

Total *setup and adjustment time* = 7259 menit

Total *loading time* = 28800 menit

$$SAL = \frac{7259}{28800} \times 100\%$$

$$SAL = 25,2\%$$

2. Speed Losses

a. Idle and Minor Stoppages Losses (IMSL)

Merupakan kerugian yang diakibatkan karena adanya pemberhentian mesin sejenak, kemacetan mesin, dan mesin menganggur. *IMSL* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$IMSL = \frac{(\text{Jumlah target} - \text{jumlah produksi}) \times ICT}{\text{Total Loading time}} \times 100\%$$

Dimana :

Jumlah target produksi = 360 pcs

Jumlah produksi = 257 pcs

Ideal cycle time (ICT) = 60 menit

Total *loading time* = 28800 menit

$$IMSL = \frac{(360 - 257) \times 60}{28800} \times 100\%$$

$$IMSL = \frac{6180}{28800} \times 100\%$$

$$IMSL = 21,5\%$$

b. Reduced Speed Losses (RSL)

Merupakan kerugian yang diakibatkan karena penurunan kecepatan mesin pada saat operasi sehingga mesin tidak bekerja secara normal. *Reduced speed losses* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$RSL = \frac{(\text{ACT} - \text{ICT}) \times \text{Jumlah produksi}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

Dimana :

Actual cycle time (ACT) = 80 Menit

Ideal cycle time (ICT) = 60 Menit

Jumlah produksi = 257 pcs

Total *loading time* = 28800 Menit

$$RSL = \frac{(80 - 60) \times 257}{28800} \times 100\%$$

$$RSL = \frac{5140}{28800} \times 100\%$$

$$RSL = 17,8\%$$

3. Quality Losses

a. Defect Losses (DL)

Merupakan kerugian yang diakibatkan karena produk hasil produksi memiliki kekurangan (cacat) setelah keluar dari proses produksi. *Defect losses* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$DL = \frac{(\text{Total defect amount} \times \text{Ideal cycle time})}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

Dimana :

Total *defect amount* = 4 pcs

Ideal cycle time = 60 menit

Total *loading time* = 28800 menit

$$DL = \frac{4 \times 60}{28800} \times 100\%$$

$$DL = \frac{240}{28800} \times 100\%$$

$$DL = 0,8\%$$

b. Reduced Yield (RY)

Merupakan kerugian yang diakibatkan karena produk yang dihasilkan tidak sesuai standar, karena terjadi perbedaan kualitas antara waktu mesin pertama kali dinyalakan dengan pada saat mesin tersebut sudah stabil beroperasi. *Reduced yield* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$RY = \frac{(\text{Jumlah cacat awal produksi} \times \text{ICT})}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

Dimana :

Jumlah cacat awal produksi = 0 pcs

Ideal cycle time (ICT) = 60 menit

Total *loading time* = 28800 Menit

$$RY = \frac{0 \times 60}{28800} \times 100\%$$

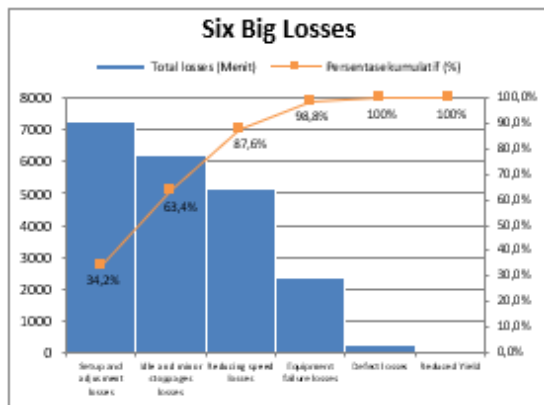
$$RY = \frac{0}{28800} \times 100\%$$

$$RY = 0\%$$

Tabel 3 Akumulasi nilai *six big losses*

No	Six big losses	Total losses (Menit)	Persentase (%)	Persentase terhadap losses (%)	Persentase kumulatif (%)
1	Setup and adjusment losses	7259	25,2	34,2	34,2
2	Idle and minor stoppages losses	6180	21,5	29,2	63,4
3	Reducing speed losses	5140	17,8	24,3	87,7
4	Equipment failure losses	2376	8,3	11,2	98,9
5	Defect losses	240	0,8	1,1	100
6	Reduced Yield	0	0	0	100
Total		21195	73,6	100	100

Sumber: Pengolahan data Ms. Excel 2010



Gambar 6 Diagram pareto *six big losses*
Sumber: Pengolahan data Ms. Excel 2010

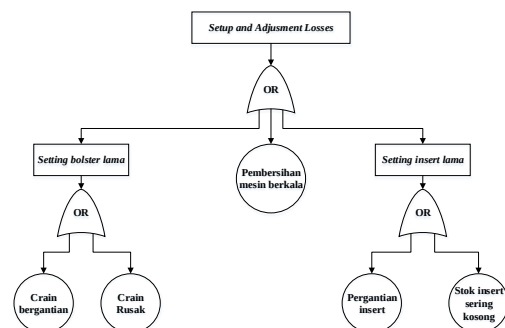
Berdasarkan dari hasil perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* pada PT. Barata Indonesia (Persero) periode bulan Mei 2022 selanjutnya dilakukan perhitungan lebih lanjut mengenai faktor penyebab rendahnya nilai yang didapatkan melalui perhitungan *six big losses*. Dari tabel 3 dan gambar 6 menunjukkan data hasil perhitungan nilai *six big losses*. Nilai losses tertinggi yaitu *setup and adjustment losses* atau waktu yang terbuang karena adanya persiapan dan penyetelan mesin oleh operator dengan persentase sebesar 25,2% atau total hilang waktu sebesar 7259 menit, kemudian diikuti dengan losses lain yaitu *Idle and Minor Stoppages Losses* dengan persentase sebesar 21,5%, *Reducing Speed Losses* dengan persentase sebesar 17,8%, *Equipment Failure Losses* dengan persentase sebesar 8,3%, *Defect*

Losses dengan persentase sebesar 0,8%, dan *Reduced Yield* dengan persentase 0%.

Fault Tree Analysis

Fault tree analysis atau “Analisis pohon kesalahan” merupakan suatu metode yang digunakan untuk mencari dan mengidentifikasi risiko faktor penyebab dari kegagalan atau kerugian dari masalah itu sendiri. Setelah diketahui nilai tertinggi dari *six big losses*, selanjutnya dilakukan analisa penyebab dari nilai *six big losses*. Berikut adalah analisa menggunakan *fault tree analysis* (FTA) dari masing-masing losses yang terjadi :

1. Setup and Adjusment Losses (SAL)

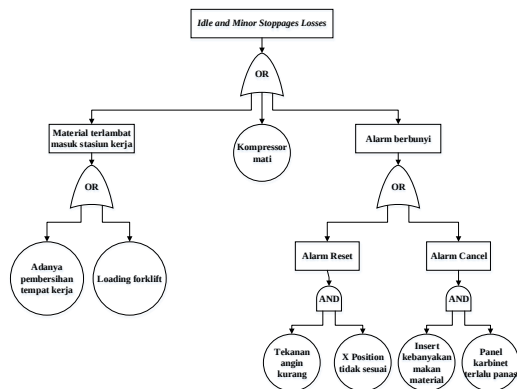


Gambar 7 FTA SAL

Sumber: Pengolahan data Ms. Visio 2013

Dari gambar 7 menunjukkan ada 3 jenis kerugian yang disebabkan dari *setup and adjustment losses* yaitu *setting bolster* yang lama, *pembersihan mesin berkala*, dan *setting insert* yang lama.

2. Idle and Minor Stoppages Losses (IMSL)

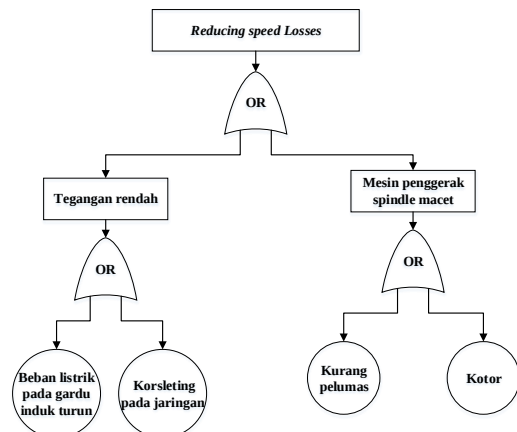


Gambar 8 FTA IMSL

Sumber: Pengolahan data Ms. Visio 2013

Dari gambar 8 menunjukkan ada 3 jenis kerugian yang disebabkan dari *idle and minor stoppages losses* yaitu material terlambat masuk stasiun kerja, kompresor mati, dan alarm berbunyi.

3. Reducing speed losses (RSL)

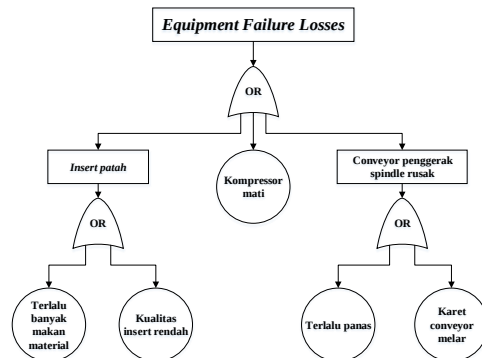


Gambar 9 FTA RSL

Sumber: Pengolahan data Ms. Visio 2013

Dari gambar 9 menunjukkan ada 2 jenis kerugian yang disebabkan dari *reducing speed losses* yaitu tegangan rendah dan mesin penggerak *spindle* macet.

4. Equipment failure losses (EFL)

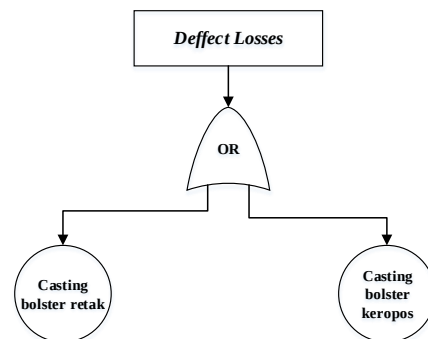


Gambar 10 FTA EFL

Sumber: Pengolahan data Ms. Visio 2013

Dari gambar 10 menunjukkan ada 3 jenis kerugian yang disebabkan dari *equipment failure losses* yaitu *insert patah*, kompresor mati, dan *conveyor penggerak spindle* rusak.

5. Defect losses (DL)



Gambar 11 FTA DL

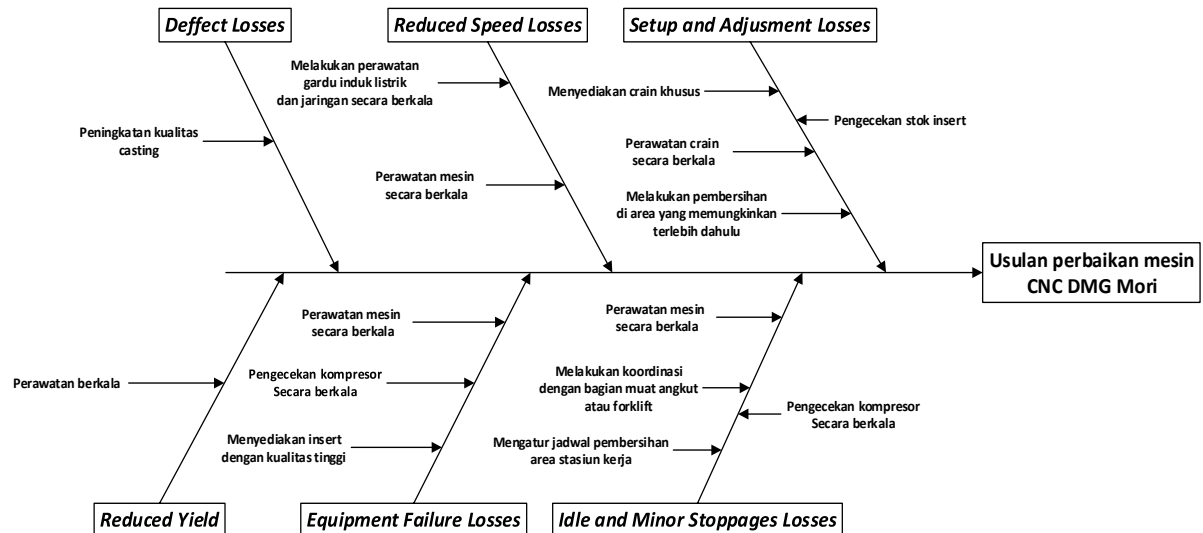
Sumber: Pengolahan data Ms. Visio 2013

Dari gambar 11 menunjukkan ada 2 penyebab utama dari *defect losses* yaitu *casting bolster* retak dan *casting bolster* keropos.

6. Reduced Yield

Pada hasil analisa perhitungan *six big losses* nilai dari *reduced yield* sebesar 0% artinya tidak terdapat faktor *reduced yield* yang menyebabkan rendahnya nilai OEE sehingga tidak dilakukan analisa faktor penyebab menggunakan *fault tree analysis* (FTA).

Diagram *Fishbond* Usulan Perbaikan



Gambar 12 Diagram *Fishbond* Usulan Perbaikan
Sumber: Pengolahan data Ms. Visio 2013

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Adapun hasil dari penelitian ini didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

- Hasil dari perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada mesin CNC DMG Mori periode bulan Mei 2022 menunjukkan nilai rata-rata dari *availability rate* sebesar 66,2%, nilai tersebut masih dibawah nilai standar dunia yaitu 90%. Rata-rata *performance rate* sebesar 81,1%, nilai tersebut masih dibawah nilai standar dunia yaitu 95%. Rata-rata *quality rate* sebesar 98,5%, nilai tersebut masih dibawah nilai standar dunia yaitu 99%. Dan rata-rata nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) sebesar 52,7%, nilai tersebut masih jauh dari nilai rata-rata standar dunia yaitu sebesar 85%.
- Hasil perhitungan nilai *six big losses* menunjukkan bahwa *losses* atau kerugian tertinggi yang menyebabkan rendahnya nilai OEE disebabkan oleh *setup and adjustment losses* dengan nilai sebesar 25,2% atau total hilang waktu sebesar 7295 menit.
- Usulan perbaikan terkait masalah yang terjadi pada mesin CNC DMG Mori adalah sebagai berikut :

a. *Setup and adjustment losses*

- Perusahaan dapat menyediakan *crain* khusus untuk mesin CNC DMG Mori dan melakukan perawatan *crain* secara berkala.

- Operator mesin melakukan pembersihan area mesin yang memungkinkan terlebih dahulu untuk menghemat waktu total pembersihan.
- Operator mesin dapat melakukan pengecekan terhadap stok *insert* yang tersedia di area tempat kerja secara berkala.

b. *Idle and minor stoppages losses*

- Mengatur kembali jadwal pembersihan area stasiun kerja agar tidak terjadi pembersihan saat proses produksi dan berkoordinasi terlebih dahulu dengan bagian muat angkut atau *forklift* agar tidak sampai terjadi kekosongan pengerjaan.
- Perusahaan dapat melakukan pengecekan secara berkala agar tidak terjadi kegagalan kompresor pada saat mesin beroperasi.
- Perusahaan dapat melakukan perawatan mesin secara berkala dengan menelusuri setiap penyebab alarm berbunyi.

c. *Reduced speed losses*

- Perusahaan dapat melakukan perawatan gardu induk listrik dan jaringannya secara berkala.
- Perusahaan dapat melakukan perawatan secara berkala pada mesin.

d. *Equipment failure losses* :

- Operator mesin dapat melakukan pergantian *insert* pada saat *insert*

- sudah dirasa tidak layak digunakan dan perusahaan dapat menyediakan *insert* dengan kualitas yang tinggi.
- Perusahaan dapat melakukan pengecekan secara berkala agar tidak terjadi kegagalan kompresor pada saat mesin beroperasi.
- Perusahaan dapat melakukan perawatan secara berkala pada mesin.
- e. *Deffect losses* :
 - Perusahaan dapat meningkatkan kualitas dari *casting bolster*.
- f. *Reduced yield*
 - Tetap melakukan perawatan secara berkala untuk mempertahankan nilai *reduced yield*.

Saran

1. Untuk PT. Barata Indonesia (Persero)
 - a. Perusahaan dapat melakukan evaluasi kinerja mesin CNC DMG Mori dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) untuk mengetahui efektivitas mesin CNC DMG Mori.
 - b. Perusahaan dapat menelusuri setiap penyebab masalah yang mengakibatkan rendahnya nilai efektivitas mesin dengan melakukan penjadwalan yang terstruktur dalam perawatan mesin agar dapat mendeteksi permasalahan lebih awal guna meminimalisir kegagalan pada mesin CNC DMG Mori.
2. Untuk penelitian selanjutnya dapat melakukan pengujian terhadap usulan perbaikan yang diberikan dalam penelitian ini dalam upaya meningkatkan nilai efektivitas pada mesin CNC DMG Mori di PT. Barata Indonesia (Persero).

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiady, T. K., dan Cudney, E. A. (2016). *Total Productive Maintenance : Strategies and Implementation Guide*. CRC Press, Boca Raton.
- Alfatih, Mega Yuni. (2018). Analisa Efektifitas Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan FMEA Pada Mesin Furnace di PT. Barata Indonesia (Persero). [Skripsi]. Universitas Muhammadiyah Gresik.
- Dwijaputra, A., Nursanti, E., dan Priyasmanu, T. (2022). Perencanaan Jadwal Pemeliharaan Mesin Cane Carrier dan IMC Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance II (RCM II) Pada Pg. Kebon Agung. *Jurnal Valtech*, 5(1), 1-10.
- Fauzi, H., Alhilman, J., dan Atmaji, F. (2021). Analisis Penerapan Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Overall Resource Effectiveness (ORE) Dalam Mengevaluasi Efektivitas Mesin CNC Millac di PT. Dirgantara Indonesia. *e-Proceeding of Engineering*, 8(1), 2107-2114.
- Hidayat, F., Hardono, J., dan Wijaya, Wahyu A. (2020). Analisa Total Productive Maintenance (TPM) Menggunakan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Mesin CNC Milling. *JT: Jurnal Teknik*, 9(2), 105-115.
- Hidayat, Jufriyanto, M., & Rizqi, A. (2020). Analisis Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Mesin CNC Cutting. *Jurnal Rotor*, 13(2), 61-66.
- Kennedy, R. K. (2018). *Understanding, Measuring, and Improving Overall Equipment Effectiveness*. CRC Press, Boca Raton.
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM*. Productivity Press, Portland.
- Nursanti, E., Avief, S., Sibut., dan Kertaningtyas, M. (2019). *Maintenance Capacity Planning Efisiensi & Produktivitas*. Dream Litera Buana, Malang.
- Nursanti, E., Ma'ruf, A., Simatupang, T., dan Iskandar, B. P. (2012). Cost and Availability Functions Using Imperfect Maintenance Policy For a Serial System. *IEEE Symposium on Business, Engineering and Industrial Application*. 386-391.
- Oktafianto, A., dan Puspitasari, D. (2018). Analisis Efektifitas Mesin Berdasarkan Perhitungan Nilai Overall Equipment Effectiveness pada Mesin Pembuat Rokok (Single Procession Unit 02 dan Single Procession Unit 03) di PT Djarum. *Industrial Engineering Online Journal*, 6(4), 1-11.
- Ramadhan, F. N., Budiasih, E., dan Pamoso, A. (2021). Evaluasi Efektivitas Pemanfaatan Mesin CNC Hurco Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Overall Resource Effectiveness (ORE). *e-*

- Proceeding of Engineering*, 8(5), 7048-7057.
- Ridloi, M., dan Jakaria, R. (2021). Analisis Total Productive Maintenance (TPM) Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Six Big Losses Pada Mesin Moulding Injection. *Procedia of Engineering and Life Science*, 1(2), 1-9.
- Rifaldi, Muhammad Rizki. (2020). Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Mesin Tandem 03 di PT. Supernova Flexible Packaging. *Jurnal Rekayasa Industri (JRI)*, 2(2), 67-77.
- Stamatis, D., H. (2010). *The OEE Primer : Understanding Overall Equipment Effectiveness, Reliability, and Maintainability*. Productivity Press, New York.
- Suliantoro, H., dan Novie, S. (2017). Penerapan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Fault Tree Analysis (FTA) Untuk Mengukur Efektivitas Mesin Reng. *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 12(2), 105-112.
- Triana, N. E., dan Amrina, Uly. (2019). Menghitung Efektifitas Mesin Laser Cutting Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness. *Jurnal Penelitian dan Aplikasi Sistem & Teknik Industri (PASTI)*, 13(2), 212-222.
- Tri Septiani, D., Nursanti, E., dan Galuh, H. (2020). Analisa Peningkatan Produktifitas Dengan Menggunakan Metode TPM Berdasarkan Nilai OEE dan Losses Mesin di Advertizing Ozy Bisa. *Jurnal Valtech*, 3(2), 41-45.