

## **Analisa Total Productive Maintenance (TPM) Menggunakan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Mesin CNC Milling**

### ***Total Productive Maintenance Analysis to Measure the Overall Equipment Effectiveness (OEE) on a CNC Milling Machine***

**<sup>1</sup>Dian F. Hidayat, <sup>2</sup>Joko Hardono, <sup>3</sup>Wahyu Argi Wijaya**

<sup>1</sup>Universitas Muhammadiyah Tangerang, JL.Perintis Kemerdekaan I no.33 Cikokol Tangerang

<sup>2</sup>Universitas Muhammadiyah Tangerang, JL.Perintis Kemerdekaan I no.33 Cikokol Tangerang

<sup>3</sup>Universitas Muhammadiyah Tangerang, JL.Perintis Kemerdekaan I no.33 Cikokol Tangerang

e-mail : [Dianfriana@gmail.com](mailto:Dianfriana@gmail.com), [jhardono@yahoo.com](mailto:jhardono@yahoo.com), [wahyu.agi01@gmail.com](mailto:wahyu.agi01@gmail.com)

#### **Abstract**

*PT. JNA is engaged in the packaging machinery industry with products produced, namely semi automation, full automation packaging machines, gallon filling machines, etc. The production process of spare parts and their spare parts is through a CNC lathe machine and a CNC Milling machine. The observations on the MV40 CNC Milling machine process because of the higher amount of downtime. The method used in this research is Overall Equipment Effectiveness (OEE) to measure the effectiveness of the MV40 CNC Milling machine. From the calculation results show the average value of the effectiveness level of the MV40 CNC Milling machine in the period December 2018 - November 2019 is 76.84%. After that, the analysis was carried out using Pareto Diagram tools and Fishbone Diagrams. As a result, the alarm (emergency stop) axis z over travel and the hydraulic pump motor is broken, which is the main factor causing the biggest downtime. The root causes of these problems include (Human: inexperience, ignorant / indifferent operators), (Method: No SOP) and from these data a design proposal for improvement using the 5W + 1H method was made.*

**Keywords:** Downtime, Overall Equipment Effectiveness (OEE), Diagram Pareto, Diagram Fishbone.

#### **Abstrak**

PT. JNA bergerak dalam bidang industri mesin kemasan dengan produk yang dihasilkan yaitu mesin *packaging semi automation, full automation*, mesin pengisian gallon, dan lainnya. Proses produksi sparepart dan suku cadangnya melalui mesin *cnc lathe* dan mesin *CNC Miling*. Pengamatan dilakukan pada proses mesin *CNC Miling MV40* karena jumlah *downtime* yang lebih lebih tinggi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* untuk mengukur efektivitas mesin *CNC Miling MV40*. Dari hasil perhitungan menunjukkan nilai rata-rata tingkat efektivitas mesin *CNC Miling MV40* pada periode Desember 2018 – November 2019 adalah 76.84%. setelah itu dilakukan analisis menggunakan tools diagram pareto dan diagram fishbone. Hasilnya alarm (emergency stop) axis z over travel dan motor pompa hidrolik jebol, menjadi faktor penyebab utama *downtime* terbesar. Akar penyebab dari masalah tersebut diantaranya 1. Manusia : Kurang pengalaman, Operator cuek / tidak peduli, 2. Metode : Tidak ada SOP. Dari data tersebut dibuat rancangan usulan perbaikan dengan menggunakan metode 5W + 1H.

**Kata Kunci:** Downtime, Overall Equipment Effectiveness (OEE), Diagram Pareto, Diagram Fishbone.

## PENDAHULUAN

PT. JNA merupakan sebuah perusahaan yang bergerak dalam bidang industri pembuatan mesin kemasan dengan produk yang dihasilkan yaitu mesin *packaging semi automation, full automation* dan mesin pengisian gallon. Salah satu produk *full automation* yaitu mesin *autocup* digunakan untuk pengemasan produk minuman gelas plastik, pengemasan saus gelas, pengemasan coklat. Mesin tersebut terdiri dari beberapa komponen seperti body mesin, body panel, dan sparepart mesin. Body mesin terbuat dari plat *stainless steel 304* dengan proses pemotongan bentuk pola dengan mesin *CNC laser cutting*, setelah itu proses penekukan dengan mesin *bending*, proses pengelasan untuk menyambungkan body, kemudian proses poles body agar dihasilkan body yang bersih. Body panel hanya melawati proses penekukan dan poles. Setelah itu proses produksi sparepart seperti *filig, filler cup, cup sealer, mold, photocell, plat* pisau, dudukan *servo* menggunakan mesin *CNC milling* dan *CNC* bubut. Selanjutnya proses perakitan seluruh sparepart ke body dan perakitan panel dilanjutkan proses pengujian, pemeriksaan kualitas, dan diakhiri oleh proses pengemasan.

Diantara semua mesin yang digunakan, mesin *CNC milling* merupakan mesin yang paling tinggi jam operasionalnya karena tidak hanya menghasilkan komponen yang dibutuhkan untuk perakitan mesin namun juga menghasilkan komponen cadangan sebagai pengganti komponen yang rusak karena umur pakai. Tingginya jam operasional mesin *CNC milling* berpengaruh pada kinerjanya sehingga perawatan berkala perlu dilakukan agar kendala pada proses produksi tidak terjadi. Berdasarkan data dilapangan pada Desember 2018 hingga November 2019, perusahaan memiliki 5 mesin *CNC milling*, di antaranya *CNC milling* Mori Seiki MV-40 memiliki nilai rata-rata *downtime* yang tinggi yaitu 47.567 jam setiap bulannya.

Salah satu pendekatan yang digunakan untuk menanggulangi permasalahan yang terjadi pada mesin *CNC milling* Mori Seiki MV-40 adalah dengan mengukur nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). OEE mengukur efektifitas secara total (*complete, inclusive, whole*) dari kinerja mesin terhadap pekerjaan yang sudah direncanakan, diukur dari data aktual terkait dengan *availability, performance efficiency, dan quality of product* (Williamson, 2006). (Nakajima, 1988) menyatakan bahwa *availability rate* menggambarkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin. *Performance rate* menggambarkan berapa banyak produk yang dihasilkan selama waktu produksi. *Quality rate* merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar. Dari hasil perhitungan OEE akan digunakan untuk mengidentifikasi dan melakukan pengelompokan penyebab rendahnya kinerja dari peralatan. Adapun penilaian terkait dengan OEE mesin mengikuti standar global adalah 90% untuk nilai *availability rate*, 95% *performance rate*, dan 99% untuk *quality rate* atau 85% untuk nilai OEE dari suatu peralatan.

Seperti yang dilakukan oleh (Habib & Supriyanto, 2012) yaitu mengukur nilai *overall equipment effectiveness* (OEE) sebagai pedoman perbaikan efektivitas mesin *CNC cutting* pada perusahaan yang memproduksi *boiler* berjenis *heat recovery system generator* dan *utility*. Adapun hasil pengukurannya diperoleh yaitu *availability rate* adalah 84,9%, *performance rate* sebesar 72,9%, *quality rate* sebesar 100%, dan OEE sebesar 61,8%. Penyebab belum

optimalnya nilai OEE mesin dilakukan analisa lebih lanjut dengan menggunakan tools seperti analisa akar masalah (*Root Cause Analysis*), FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), dan AHP (*Analytical Hierarchy Process*). Analisa penerapan *total productive maintenance* menggunakan *overall equipment effectiveness* dan *six big losses* juga dilakukan oleh (Rinawati & Dewi, 2014) pada mesin Cavitec di perusahaan pembuat filter PT. Essentra Surabaya, hasilnya menunjukkan bahwa rata-rata nilai OEE pada mesin Cavitec VD-02 sebesar 28,50 %, faktor terbesar yang mempengaruhi rendahnya nilai OEE adalah *performance rate* dengan faktor presentase *six big losses* pada *idling and minor stoppages loss* sebesar 41,08 % dari total *time loss*.

Berdasarkan temuan dilapangan dan tinjauan pustaka maka tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini yaitu dan dapat menganalisa kondisi perawatan mesin, mengetahui faktor-faktor penyebab menurunnya efektifitas mesin.

## METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tahapan didalam penelitian untuk mencapai tujuan yang telah dibuat dengan langkah-langkah yang jelas dan terukur sehingga penelitian dapat terlaksana secara efektif. Dimulai dari tinjauan lapangan dengan melakukan wawancara dan analisa data, kemudian tinjauan pustaka untuk memperoleh literature yang sesuai dengan permasalahan sehingga tujuan dapat dibuat. Adapun jenis data yang digunakan dan metode pengolahan serta analisisnya yaitu sebagai berikut;

### 2.1. Jenis Data

- a. Data Primer: Data yang diperoleh langsung dari sumbernya seperti wawancara
- b. Data Sekunder: Data yang diperoleh berdasarkan laporan perusahaan seperti data hasil produksi, data produk cacat, data *downtime*, dan lainnya.

### 2.2. Metode Pengolahan dan Analisa Data

Dari data yang telah diperoleh, data-data tersebut diolah untuk memperoleh tingkat efektivitas mesin *CNC miling* dengan cara menghitung masing-masing nilai seperti *Availability Rate*, *Performance Rate* dan *Quality Rate*. Analisa menggunakan diagram pareto dan diagram sebab akibat kemudian usulan untuk perbaikan menggunakan 5W+1H.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui efektivitas mesin *CNC miling* pada perusahaan maka perlu mengukur nilai *Overall Equipment Effectiveness* dengan cara mengkalikan semua parameter seperti *Availability Rate*, *Performance Rate* dan *Quality Rate*. Beberapa parameter tersebut dapat dihitung setelah data produksi, data *downtime*, data kualitas, diperoleh. Proses produksi yang dilakukan perusahaan selama jam kerja normal adalah 14 jam dalam sehari yang terdiri dari 2 shift.

Tabel 1 Data Produksi dan *Downtime* Mesin *CNC Milling MV40*  
Desember 2018 – November 2019

Bulan	Total produksi (pcs)	Data cacat (pcs)	Data produk bagus	Total Available Time (menit)	Downtime terencana (menit)	Downtime tidak terencana (menit)
Desember	1,230	5	1,225	18,960	2,625	2,320
Januari	1,590	2	1,588	20,880	2,482	60
Pebruari	1,310	3	1,307	18,360	2,452	930
Maret	1,400	3	1,397	19,800	2,572	1,170
April	1,230	4	1,226	18,360	2,272	2,070
Mei	1,250	4	1,246	19,200	2,525	2,420
Juni	1,050	3	1,047	15,000	2,172	970
Juli	1,410	2	1,408	21,720	2,552	2,990
Agustus	1,275	4	1,271	20,880	2,662	3,660
September	1,240	3	1,237	20,040	2,412	3,490
Oktober	1,445	5	1,440	21,720	2,732	2,390
Nopember	1,325	3	1,322	20,040	2,592	2,290
Total	15,755	41	15,714	234,960	30,050	24,760
Rata-rata	1,313	3	1,310	19,580	2,504	2,063

Sumber: Laporan perusahaan (2020)

Tabel 2 Keterangan *Downtime* Terencana

<i>Downtime</i> Terencana	Total <i>Downtime</i>
1 Setting ulang axis X,Y setiap 4 pcs	19,580
2 Jadwal <i>downtime</i> rutin oleh <i>maintenance</i>	1,560
3 Setting benda kerja, alat (ganti tipe)	8,910
Total	30,050

Sumber: Laporan perusahaan (2020)

Tabel 3 Keterangan *Downtime* Tidak Terencana

<i>Downtime</i> Tidak Terencana	Total <i>Downtime</i>
1 Alarm ( <i>emergency stop</i> ) axis z over travel	10,820
2 Motor pompa Hidrolik Jebol	8,600
3 Tidak bisa ganti alat (hidrolik spindel macet)	2,860
4 Alarm Limit MXZ1 Zero Destance Proses TAP	2,050
5 Lain-lain	430
Total	24,760

Sumber: Laporan perusahaan (2020)

### 1. Hasil Perhitungan Nilai *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

*Overall Equipment Effectiveness (OEE)* merupakan ukuran menyeluruh yang mengidentifikasi tingkat produktivitas mesin/ peralatan dan kinerjanya. Pengukuran ini sangat penting untuk mengetahui area mana yang perlu untuk ditingkatkan produktivitas ataupun efisiensi mesin atau peralatan dan juga dapat menunjukkan area *bottleneck* yang terdapat pada lintasan produksi. Namun sebelum itu, beberapa factor perlu diketahui nilainya, yaitu;

#### a. *Availability Rate*

Merupakan suatu rasio yang menggambarkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin atau peralatan. Pada *availabilityrate* ini sangat berhubungan erat dengan waktu efektif produksi dengan waktu *downtime*. Berikut perhitungannya, yaitu;

$$\text{Availability Rate} = \frac{\text{Operating time}}{\text{Net available time}} \times 100\%$$

Dimana;

$$\begin{aligned} \text{Operation time} &= \text{Net available time} - \text{Downtime tidak terencana} \\ \text{Net available time} &= \text{Total available time} - \text{Downtime terencana} \end{aligned}$$

Contoh Perhitungan Untuk Desember

Diketahui;

$$\begin{aligned} \text{Total available time (AT)} &= 18,960 \text{ menit} \\ \text{Downtime terencana (PD)} &= 2,625 \text{ menit} \\ \text{Downtime tidak terencana (UD)} &= 2,320 \text{ menit} \\ \text{Net available time (NA)} &= \text{AT} - \text{PD} = 18,960 - 2,625 = 16,335 \text{ menit} \\ \text{Operation time (OT)} &= \text{NA} - \text{UD} = 16,335 - 2,320 = 14,015 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\text{Maka, Availability Rate} = \frac{\text{Operating time}}{\text{Net available time}} \times 100\% = \frac{14,015}{16,335} \times 100\% = 85,80\%$$

#### b. *Performance Rate*

Merupakan ratio yang menggambarkan kemampuan dari peralatan dalam menghasilkan barang. Pada *performance rate* ini merupakan nilai dari hasil *output&capacity machine*. Berikut perhitungannya, yaitu;

$$\text{Performance Rate} = \frac{\text{Total Part Run} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Operation Time}} \times 100\%$$

Dimana;

$$\begin{aligned} \text{Total Part Run} &= \text{Jumlah Produksi} \\ \text{Ideal Cycle Time} &= \text{Waktu siklus ideal} \\ \text{Operation time} &= \text{Net available time} - \text{Downtime tidak terencana} \end{aligned}$$

$Net\ available\ time = Total\ available\ time - Downtime\ terencana$

Contoh Perhitungan Untuk Desember

Diketahui;

$Total\ available\ time\ (AT)$	$= 18,960\ menit$
$Downtime\ terencana\ (PD)$	$= 2,625\ menit$
$Downtime\ tidak\ terencana\ (UD)$	$= 2,320\ menit$
$Net\ available\ time\ (NA)$	$= AT - PD = 18,960 - 2,625 = 16,335\ menit$
$Operation\ time\ (OT)$	$= NA - UD = 16,335 - 2,320 = 14,015\ menit$
$Total\ Part\ Run$	$= 1,230\ unit$
$Ideal\ Cycle\ Time$	$= 10\ menit/unit$

Maka,

$$Performance\ Rate = \frac{Total\ Part\ Run \times Ideal\ Cycle\ Time}{Operation\ Time} \times 100\%$$

$$Performance\ Rate = \frac{1,230 \times 10}{14,015} \times 100\% = 87,76\%$$

c. *Quality Rate*

Merupakan rasio yang menggambarkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standart. Dalam perhitungan *QualityRate* erat kaitannya dengan data jumlah produksi dan hasil yang berkualitas baik serta ada pula data produk *reject* dari hasil komponen yang dibuat. Berikut perhitungannya, yaitu;

$$Quality\ Rate = \frac{Total\ Part\ Run - Total\ Defect}{Total\ Part\ Run} \times 100\%$$

Dimana;

$Total\ Part\ Run =$  Jumlah Produksi

$Total\ Defect =$  Jumlah Produk Cacat

Contoh Perhitungan Untuk Desember

Diketahui;

$Total\ Part\ Run = 1,230\ Unit$

$Total\ Defect = 5\ Unit$

$$Maka, Quality\ Rate = \frac{\sum Part\ Run - \sum Defect}{\sum Part\ Run} \times 100\% = \frac{1,230 - 5}{1,230} \times 100\% = 99,59\%$$

Untuk mengetahui tingkat efektivitas mesin *CNC Miling* secara keseluruhan pada perusahaan, maka formula yang digunakan yaitu:

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

Contoh Perhitungan Untuk Desember

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

$$OEE = 85,80\% \times 87,76\% \times 99,59\% = 74,99\%$$

Tabel 4 Perhitungan OEE Mesin CNC Miling MV40  
Desember 2018 – November 2019

Bulan	Availability Rate%	Perfomance Rate%	Quality Rate%	OEE %
Desember	85.80%	87.76%	99.59%	74.99%
Januari	99.67%	86.71%	99.87%	86.31%
Februari	94.15%	87.46%	99.77%	82.16%
Maret	93.21%	87.18%	99.79%	81.09%
April	87.13%	87.74%	99.67%	76.21%
Mei	85.49%	87.69%	99.68%	74.72%
Juni	92.44%	88.55%	99.71%	81.62%
Juli	84.40%	87.16%	99.86%	73.46%
Agustus	79.91%	87.58%	99.69%	69.77%
September	80.20%	87.71%	99.76%	70.17%
Oktober	87.41%	87.06%	99.65%	75.84%
November	86.88%	87.41%	99.77%	75.77%
Rata - rata	88.06%	87.50%	99.74%	76.84%

Sumber: Pengolahan Data (2020)

Pada Tabel 4 dapat diketahui besar nilai rata-rata OEE adalah 76.84%, nilai ini tidak memenuhi ketetapan standar nilai OEE yaitu 85%. Nilai OEE tertinggi berada pada Januari yaitu sebesar 86.31% dan nilai OEE terendah pada Agustus yaitu sebesar 69.77%. Nilai availability rate adalah yang paling berpengaruh pada rendahnya nilai OEE pada Agustus 2019.

## 2. Analisa Data

### a. Diagram Pareto

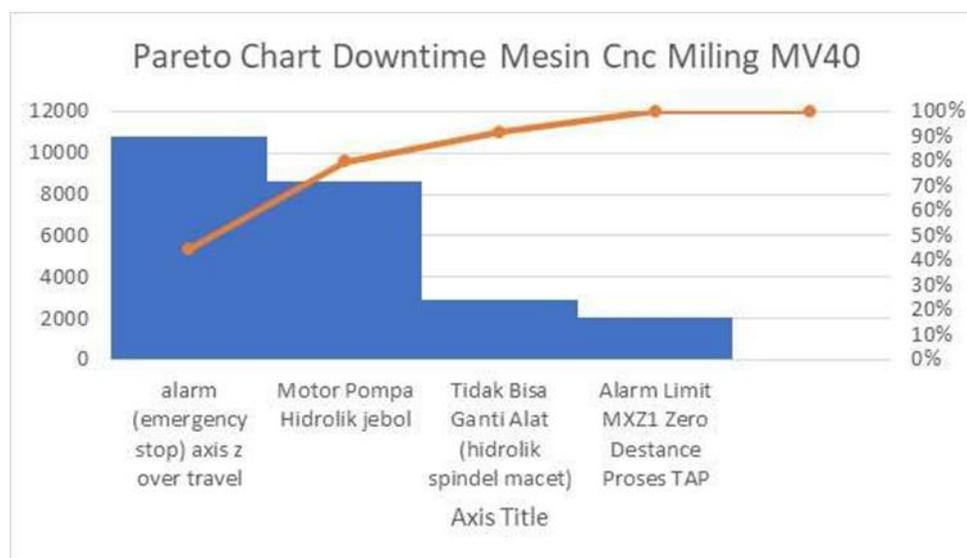
Berdasarkan data *downtime* mesin CNC *milingmv40* yang didapat periode Desember 2018 hingga November 2019, diketahui bahwa kerusakan yang terjadi dikategorikan menjadi 5 *downtime* yaitu :

Tabel 5 Keterangan *Downtime* Tidak Terencana

<i>Downtime</i> Tidak Terencana		Total <i>Downtime</i>
1	Alarm (emergency stop) axis z over travel	10,820
2	Motor pompa Hidrolik Jebol	8,600
3	Tidak bisa ganti alat (hidrolik spindel macet)	2,860
4	Alarm Limit MXZ1 Zero Destance Proses TAP	2,050
5	Lain-lain	430
<b>Total</b>		<b>24,760</b>

Sumber: Laporan perusahaan (2020)

Setelah mengetahui *downtime* yang terjadi, digunakan diagram pareto untuk melihat penyebab utama masalah dengan cara mengklasifikasikan masalah tersebut ke dalam bentuk persen kumulatif.



Sumber: Olah Data (2020)

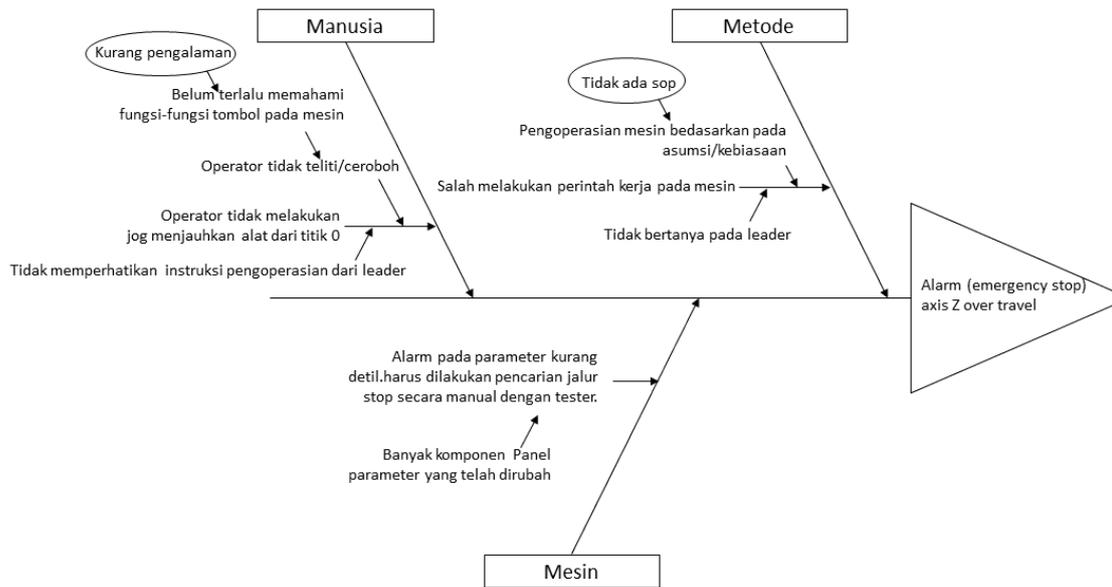
Gambar 1 Diagram Pareto Downtime Mesin CNC Miling MV40

Dari diagram pada gambar 2 dapat dilihat bahwa faktor penyebab terbesar adalah masalah :

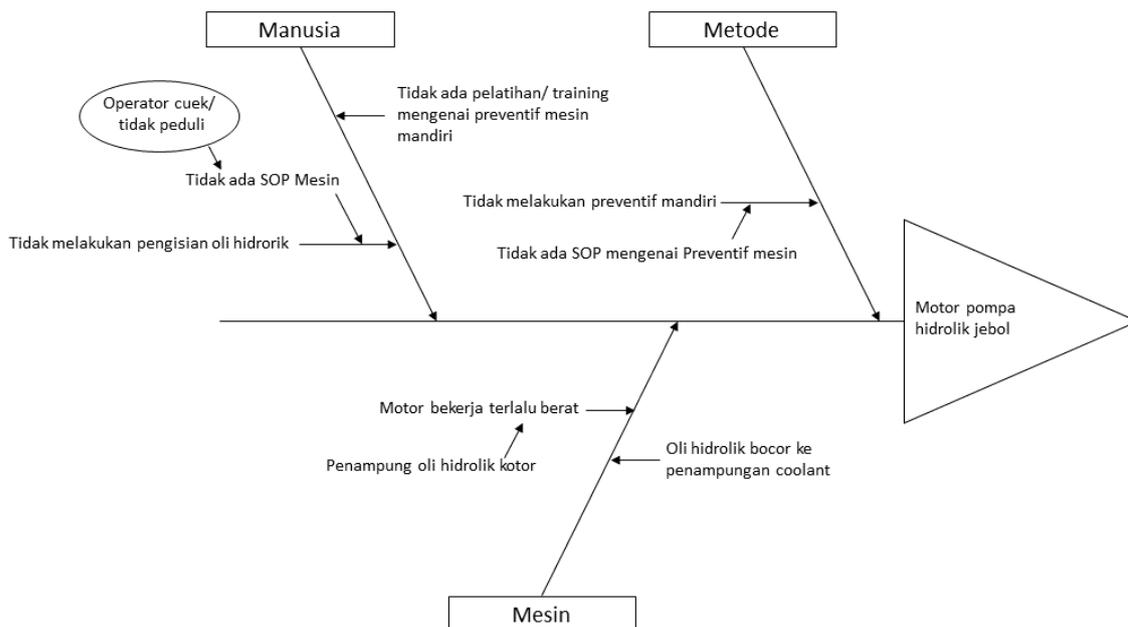
1. *Alarm (emergency stop) axis z over travel* hal ini disebabkan *switch limit sensor Z* melewati batas maksimal sehingga PLC memutuskan arus agar *servo drive* berhenti bergerak dan mengunci.
2. Motor pompa hidrolik jebol, disebabkan oleh oli pelumas hidrolik yang kering karna adanya kebocoran yang tidakdiketahui dan komponen gasket, o-ring yang sudah mulai getas.

b. Diagram Sebab Akibat

Agar perbaikan dapat segera dilakukan, maka analisa terhadap penyebab faktor- faktor yang mengakibatkan rendahnya efektivitas mesin dalam perhitungan OEE dilakukan dengan menggunakan diagram sebab akibat (*fishbone*). Setelah mengetahui penyebab yang memiliki kontribusi besar pada efektivitas mesin tersebut, berdasarkan hasil diagram pareto 2 jenis *downtime* terbesar adalah alarm (*emergency stop*) axis z over travel 44% dan Motor pompa hidrolik jebol 35% menjadi fokus permasalahan yang akan dibahas selanjutnya. Oleh karena itu downtime tersebut akan dianalisa dengan diagram sebab akibat untuk mengetahui akar permasalahan yang terjadi.



Gambar 2 Diagram Fishbone untuk Alarm (Emergency Stop) Axis Z Over Travel



Gambar 3 Diagram Fishbone untuk Motor Pompa Hidrolik Jebol

Dari data hasil pembahasan pada Gambar 2 dan Gambar 3, ditemukan faktor penyebab utama downtime terbesar pada mesin CNC milling MV40, yaitu; kurangnya pengalaman, pperator cuek / tidak peduli, dan tidak ada SOP. Data faktor penyebab utama downtime terbesar selanjutnya akan diolah untuk membuat usulan perbaikan menggunakan metode 5W + 1H.

c. Usulan perbaikan dengan 5W + 1H

Berdasarkan analisa dari diagram *fishbone* yang telah dibuat, data tersebut digunakan untuk membuat usulan perbaikan menggunakan 5W + 1H. Berikut rincian perbaikannya.

No	Masalah	WHY	WHAT	WHERE	WHEN	WHO	HOW
		Mengapa Perlu Dilakukan Perbaikan	Apa Yang Harus Dilakukan	Dimana Melakukan Perbaikan	Kapan Dilakukan Perbaikan	Siapa Yang Melakukan Perbaikan	Bagaimana Melakukannya
<b>Manusia</b>							
1	Kurang pengalaman	Agar tidak terjadi kesalahan yang sama	Harus memperhatikan SOP	Bagian CNC miling	Segera mungkin	Operator CNC	Lebih hati-hati pada setiap pengoperasian mesin, memperhatikan instruksi dari leader team, dan mengikuti standar pengoperasian mesin SOP
2	Operator cuek/tidak peduli	Agar tidak terjadi lagi problem yang sama	Perlu dilakukan Training mengenai perawatan	Operator CNC	Segera mungkin	Divisi HR dan Maintenance	Dilakukan penjadwalan training yang membahas tentang preventif mesin mandiri
<b>Metode</b>							
3	Tidak ada SOP pengoperasian mesin	Agar menjadi acuan kerja dalam pengoperasian mesin CNC miling	Membuat SOP pengoperasian mesin	Di bagian CNC miling	Segera mungkin	Divisi maintenance development	Membuat susunan kerja pengoperasian mesin dan perawatan mesin ( <i>automomous maintenance</i> ), melakukan wawancara kepada tenaga ahli (leader).

Sumber: Data diolah (2020)

### SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan dari hasil pengamatan yang telah dilakukan untuk menemukan tingkat efektivitas (OEE) pada mesin *CNC milling MV40* di dapatkan kesimpulan sebagai berikut :

- a. Nilai *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* mesin *CNC milling MV40* periode Desember 2018 – November 2019 adalah 76.84% nilai tersebut dibawah standart *OEE world class*. Penyebab dari rendahnya nilai tersebut adalah *availability & performance* yang tidak memenuhi standar. Nilai *availability rate* sebesar 88.06% dan nilai *performance rate* sebesar 87.50% sedangkan standart *OEE world lean siqma enterprise* sebesar  $\geq 90\%$  untuk *availability rate* dan *performance rate*  $\geq 95\%$ . Dari nilai tersebut dapat diketahui bagaimana kondisi aktual mesin dalam menghasilkan produk.
- b. Berdasarkan hasil dengan menggunakan diagram fishbone diperoleh bahwa faktor dominan dalam menghasilkan rendahnya nilai OEE yaitu disebabkan oleh Alarm (*Emergency Stop*) *Axis Z Over Travel* dan Motor Pompa Hidrolik Jebol dengan akar permasalahan ada pada faktor manusia seperti kurang pengalaman dan operator cuek/tidak peduli, dan faktor metode seperti Tidak ada SOP pengoperasian mesin.

### DAFTAR PUSTAKA

- Habib, A. S., & Supriyanto, H. har. (2012). Pengukuran Nilai Overall Equipment Effectiveness ( OEE ) Sebagai Pedoman Perbaikan Efektivitas Mesin CNC Cutting. *Jurnal Teknik Pomits*, 1(1), 1–6.
- Nakajima, S. (1988). *Implementing Total Productive Maintenance*. Productivity Press, Inc.
- Rinawati, D. I., & Dewi, C. N. (2014). Total productive maintenance. *SAE Technical Papers*, 21–26. <https://doi.org/10.4271/982092>
- Williamson, R. . (2006). *Using Overall Equipment Effectiveness: the Metric and the Measures*. <http://www.swspitcrew.com>