



## **IMPLEMENTASI PENJADWALAN PREVENTIVE MAINTENANCE UNTUK MENINGKATKAN NILAI EFEKTIVITAS MESIN PADA MESIN CNC MILLING VL-10i**

**Fredy Sumasto<sup>1\*</sup>, Rafi Ramadhani Jiwanto<sup>2</sup>, B. Handoko Purwojatmiko<sup>3</sup>, Indra Rizki Pratama<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup>Program Studi Teknik Industri Otomotif, Politeknik STMI Jakarta

\*Korespondensi Penulis, E-mail: [f-sumasto@kemenperin.go.id](mailto:f-sumasto@kemenperin.go.id)

### **Abstract**

*The purpose of this research is to increase the effectiveness of the machine on the VL-10i Computer Numerical Control (CNC) Milling machine through the implementation of Total Productive Maintenance (TPM). The application of the TPM approach was carried out in an automotive component manufacturing company in Indonesia which produces plastic injection, mold & dies, and jigs & fixtures. The problem that occurs in the VL-10i CNC Milling machine is reduced speed losses of 12.93% based on the analysis of six big losses from the initial Overall Equipment Effectiveness (OEE) results of 74.32%. Based on these data, the factors that cause reduced speed losses are analyzed using a fishbone diagram, and 4 influencing factors are obtained, namely method, man, environment, and machine. The results of the fishbone diagram are further analyzed using 5W+1H to produce suggestions for improvement. The proposed improvement implemented in this study is preventive maintenance of the machine factor in the form of a preventive maintenance check sheet. The results of the implementation show an increase in machine effectiveness based on OEE of 15.91% from 74.32% to 90.23%.*

**Keywords:** CNC milling, OEE, total productive maintenance, preventive maintenance

### **Abstrak**

*Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan efektivitas mesin pada mesin (Computer Numerical Control) CNC Milling VL-10i melalui implementasi Total Productive Maintenance (TPM). Penerapan pendekatan TPM dilakukan di sebuah perusahaan manufaktur komponen otomotif di Indonesia yang memproduksi injection plastic, mold & dies, dan jig & fixture. Permasalahan yang terjadi pada mesin CNC Milling VL-10i adalah reduced speed losses sebesar 12,93% berdasarkan analisis six big losses dari hasil Overall Equipment Effectiveness (OEE) awal sebesar 74,32%. Berdasarkan data tersebut, faktor-faktor yang menyebabkan reduced speed losses dianalisis menggunakan fishbone diagram dan didapat 4 faktor yang mempengaruhi yaitu method, man, environment, dan machine. Hasil dari fishbone diagram dianalisis lebih lanjut menggunakan 5W+1H untuk menghasilkan usulan perbaikan. Usulan perbaikan yang diimplementasikan pada penelitian ini adalah preventive maintenance dari faktor machine dalam bentuk check sheet preventive maintenance. Hasil dari implementasi menunjukkan peningkatan efektivitas mesin berdasarkan pada OEE sebesar 15,91% dari 74,32% menjadi 90,23%.*

**Kata kunci:** CNC milling, OEE, total productive maintenance, preventive maintenance

### **1. Pendahuluan**

Persaingan dalam perkembangan industri manufaktur di Indonesia saat ini menuntut para pelaku industri manufaktur atau setiap perusahaan untuk dapat menghasilkan produk yang dapat sesuai dengan penjadwalan yang telah direncanakan [1], [2]. Perencanaan produksi memiliki ketergantungan terhadap kapasitas yang dapat diperoleh dari suatu proses produksi terutama dari mesin dan manusia. Oleh karena itu, faktor tingkat produktivitas serta efisiensi suatu mesin atau fasilitas penunjang produksi dapat sangat berpengaruh dalam proses sistem produksi yang berjalan. Pentingnya untuk melakukan perawatan serta pemeliharaan fasilitas produksi dan fasilitas penunjang dalam suatu perusahaan adalah salah satu kunci dalam peningkatan



efektivitas produksi, penerapan yang dapat dilakukan dalam meningkatkan produktivitas mesin maupun fasilitas penunjang produksi adalah dengan *Total Productive Maintenance* (TPM) [3]–[5]. Pemanfaatan pendekatan TPM menjadi salah satu pondasi dalam perbaikan proses pada industri otomotif [6]–[8].

PT Bahana Global Mandiri merupakan salah satu perusahaan yang membuat komponen otomotif dan alat bantu proses produksi di Indonesia. Aktivitas produksi yang dilakukan oleh PT Bahana Global Mandiri meliputi proses produksi *injection plastic, mold & dies*, dan *jig & fixture*. Perusahaan dituntut harus dapat menciptakan sistem produksi yang produktif, efisien, dan dapat memenuhi kebutuhan *customer* berdasarkan *quantity, quality*, serta waktu penjadwalan yang telah disepakati. Berdasarkan sistem produksi yang dilakukan tersebut, terdapat potensi permasalahan-permasalahan yang timbul dan mengakibatkan proses produksi mengalami penurunan tingkat produktivitas serta efektivitas dan mengakibatkan terjadinya suatu kerugian bagi perusahaan [9].

Mesin (*Computer Numerical Control*) *CNC Milling VL-10i* ini merupakan salah satu mesin utama di PT Bahana Global Mandiri yang digunakan dalam proses produksi pembuatan produk *Jig & Fixture* terutama untuk produk *Checking Fixture*. Proses produksi *checking fixture* yang dilakukan oleh mesin *CNC Milling VL-10i* ini berfokus pada proses pengolahan bahan material dural (sebagai *base* dari produk *checking fixture*), kemudian resin (sebagai *body* dari produk *checking fixture*), dural sebagai *stand base* dari produk *checking fixture*), dan dural (sebagai *pin storage* dari produk *checking fixture*).

Masalah yang dialami dalam proses produksi *checking fixture* oleh mesin *CNC Milling VL-10i* adalah belum adanya *preventive maintenance* yang dilakukan untuk perawatan dan pemeliharaan mesin *CNC Milling VL-10i* yang terdapat di PT Bahana Global Mandiri. Perusahaan masih menerapkan sistem *breakdown maintenance* untuk melakukan perawatan dan pemeliharaan mesin, di mana *maintenance* baru akan dilakukan ketika mesin dalam keadaan tidak bisa digunakan atau terjadi sebuah kerusakan, sehingga hal tersebut dapat mengakibatkan menurunnya produktivitas serta efektivitas produksi mesin, menghambat proses produksi, pengiriman produk tidak sesuai dengan waktu yang telah dijadwalkan dan disepakati kedua belah pihak, serta meningkatkan *cost* untuk perawatan mesin *CNC Milling VL-10i* tersebut.

Penanganan yang dapat dilakukan untuk permasalahan yang terjadi di dalam proses produksi yang dilakukan oleh Mesin *CNC Milling VL-10i* di PT Bahana Global Mandiri yaitu diperlukan adanya pemeliharaan dan perawatan mesin yang baik agar efektivitas mesin dan produksi dapat berjalan dengan optimal dan tidak menciptakan kerugian-kerugian yang dapat terjadi pada perusahaan tersebut. Salah satu metode yang digunakan dalam proses peningkatan produktivitas mesin adalah dengan penerapan TPM untuk pengukuran efektivitas secara keseluruhan adalah dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) [5], [8], [10]–[13].

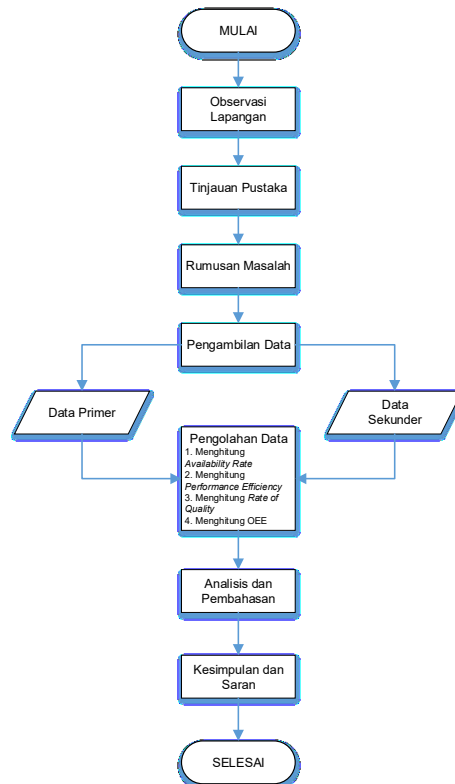
Pengukuran OEE mengacu pada pengukuran tiga rasio utama yang harus dicari, yaitu nilai *availability ratio*, nilai *performance efficiency*, dan nilai *rate of quality*. Hasil dari perhitungan OEE yang telah diolah dapat diidentifikasi permasalahan yang menjadi titik penyebab adanya *delay* pada proses produksi yang berlangsung. Hasil dari perhitungan OEE tersebut juga dapat merealisasikan untuk perhitungan *six big losses*. Perhitungan yang terdapat pada *six big losses* tersebut meliputi perhitungan *equipment failure, set up and adjustment loss, idling and minor stoppage, reduced speed, defect in process* dan *reduced yield*. Hasil dari perhitungan *six big losses* yang telah diolah dapat diidentifikasi kerugian apa saja yang dihasilkan dan terjadi karena adanya proses produksi yang tidak berjalan secara optimal. Berdasarkan pada kondisi tersebut, maka diusulkan untuk dapat menerapkan metode TPM di perusahaan agar nilai efektivitas dari permasalahan mesin *CNC Milling VL-10i* dapat diminimalisir atau dihilangkan. Penerapan TPM ini diharapkan mampu memberikan dampak positif terhadap kegiatan



pemeliharaan dan perawatan mesin sehingga dapat menunjang bisnis berkelanjutan dari perusahaan.

## 2. Metode Penelitian

Metode penelitian ini menggunakan pendekatan *Total Productive Maintenance* yang didukung dengan data primer dan data sekunder untuk Mesin CNC Milling VL-10i. Diagram alir penelitian ini ditampilkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Diagram Alir Penelitian

Tahap yang pertama sebelum menentukan rumusan permasalahan yaitu melakukan observasi lapangan dan tinjauan pustaka terkait dengan implementasi TPM. Tahap selanjutnya adalah pengambilan data sekunder seperti data *running time*, data produksi, dan data *breakdown time*. Selain itu, data primer seperti data *cycle time* dan data *setup & adjustment time* juga diperlukan. Tahap ketiga adalah pengolahan data dengan perhitungan nilai *availability rate*, nilai *performance efficiency*, dan nilai *rate of quality*. Hasil dari pengolahan data tersebut diolah untuk mengetahui nilai *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* dan nilai *six big losses*.



**Gambar 2.** Mesin CNC Milling VL-10i

Hasil dari tahap ketiga selanjutnya digunakan untuk analisis pada tahap keempat untuk dapat memformulasikan perbaikan dalam meningkatkan efisiensi mesin. Pada tahapan ini, perhitungan dari OEE dan *six big losses* dianalisis. Hasil analisis digunakan kembali untuk melihat faktor penyebab permasalahan dengan menggunakan *fishbone diagram* dan analisis 5W+1H. Perbaikan dilakukan sesuai dengan usulan dari hasil analisis 5W+1H untuk meningkatkan efisiensi pada mesin CNC Milling VL-10i.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Dalam penelitian ini, mesin CNC Milling VL-10i bekerja selama 8 jam per hari dan 5 hari dalam seminggu, sehingga total waktunya adalah 40 jam per minggu. Namun secara actual, mesin CNC Milling VL-10i pada GT Global Mandiri memiliki data *running time* sebesar 467,19 menit per hari. Permasalahan serta kerusakan yang terjadi pada mesin CNC Milling di PT Bahana Global Mandiri meliputi, permasalahan pada program mesin CNC, kebocoran oli yang terjadi pada mesin CNC, permasalahan pada *Power Supply* yang *drop* atau tidak mampu mengaktifkan mesin CNC, dan pemadaman listrik yang sering terjadi. Total *breakdown time* dari Maret – April 2023 pada mesin CNC Milling VL-10i sebesar 475 menit. Untuk mendapatkan nilai waktu (menit) dari *setup and adjustment* mesin dilakukan dengan pengambilan data secara langsung menggunakan stopwatch. Tabel 1. menunjukkan data *setup and adjustment time* mesin CNC Milling VL-10i.

**Tabel 1.** Data *setup and adjustment time* mesin CNC Milling VL-10i

Bulan	Tanggal	Waktu Setup dan Adjustment Time	Aktualisasi <i>Setup and Adjustment Time</i> (menit)
Februari	16	08.20 - 08.35	15
Februari	22	08.00 - 08.20	20
Februari	24	10.20 - 11.00	40
Maret	7	09.40 - 10.00	20
Maret	8	09.45 - 10.15	30
Maret	9	10.00 - 10.30	30
Maret	14	09.05 - 09.40	35
Maret	29	08.25 - 08.50	25
April	6	11.30 - 12.05	35
April	8	10.20 - 11.15	55
April	14	08.40 - 09.20	40
April	21	08.50 - 09.40	50
April	26	10.50 - 11.30	40
<b>Total Waktu</b>			<b>435</b>



*Performance* atau kinerja merupakan tingkat kemampuan atau daya suatu mesin untuk memproses atau memproduksi suatu produk jadi dengan batasan standar yang telah ditetapkan oleh pihak perusahaan. Batasan standar pemrosesan suatu produk tersebut mengacu pada *cycle time* atau waktu siklus. Data *actual output*, *ideal cycle time*, dan *actual cycle time* pada bulan Februari – April 2022 dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Data *performance* mesin CNC Milling VL-10i

Bulan	Tanggal	Operating Time (menit)	Actual Operating Time (menit)	Actual Output	Ideal Cycle Time (menit)	Actual Cycle Time (menit)	Defect
Februari	14	480	400	8	41	60	-
	15	480	422	9	41	53,33	-
	16	480	420	10	41	48	2
	17	480	415	9	41	53,33	-
	18	480	405	11	41	43,64	2
	21	480	422	10	41	48	-
	22	480	430	9	41	53,33	1
	24	480	432	9	41	53,33	2
Maret	25	480	413	10	41	48	2
	1	480	400	9	41	53,33	-
	2	480	420	9	41	53,33	-
	3	480	425	7	41	68,57	-
	4	480	407	8	41	60	2
	7	480	425	9	41	53,33	1
	8	480	423	10	41	48	2
	9	480	440	8	41	60	1
	10	480	422	8	41	60	-
	11	480	416	10	41	48	2
	14	480	434	10	41	48	-
	15	480	401	8	41	60	-
	16	480	415	9	41	53,33	-
	17	480	417	8	41	60	-
	18	480	402	8	41	60	-
	21	480	426	8	41	60	-
	22	480	420	10	41	48	3
	23	480	420	7	41	68,57	-
	24	480	433	9	41	53,33	-
	25	480	390	8	41	60	1
28	480	415	7	41	68,57	-	
29	480	422	8	41	60	-	
30	480	405	10	41	48	-	
31	480	420	9	41	53,33	-	
April	1	480	395	9	41	53,33	-
	4	480	408	8	41	60	-
	5	480	422	9	41	53,33	3
	6	480	421	8	41	60,00	-
	7	480	415	8	41	60,00	-
	8	480	398	9	41	53,33	1
	11	480	419	9	41	53,33	-
	12	480	405	8	41	60,00	-



Bulan	Tanggal	Operating Time (menit)	Actual Operating Time (menit)	Actual Output	Ideal Cycle Time (menit)	Actual Cycle Time (menit)	Defect
	13	480	421	10	41	48,00	2
	14	480	436	8	41	60,00	1
	18	480	407	8	41	60,00	-
	19	480	402	7	41	68,57	-
	20	480	400	9	41	53,33	2
	21	480	405	9	41	53,33	-
	22	480	385	8	41	60,00	-
	25	480	406	10	41	48,00	1
	26	480	410	9	41	53,33	1
	27	480	404	9	41	53,33	-
	28	480	412	8	41	60,00	-

Informasi dan juga data yang telah didapatkan selama penelitian yang dilakukan di PT Bahana Global Mandiri kemudian diolah untuk mencari nilai dari nilai produktivitas mesin awal atau sebelum adanya perbaikan, *Availability Rate*, *Performance Efficiency*, *Rate of Quality*, *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* dan *Six Big Losses* yang terjadi pada mesin CNC Milling VL-10i di PT Bahana Global Mandiri.

### 3.1 Availability Rate

*Availability rate* merupakan pengukuran waktu secara keseluruhan yang memiliki batasan apabila suatu sistem tidak dapat beroperasi dengan baik dikarenakan terjadi kerusakan fasilitas produksi maupun fasilitas penunjang produksi. Nilai dari *availability rate* didapat berdasarkan hasil perhitungan dari *operating time* (waktu operasi) dan *loading time*. *Loading time* merupakan waktu tersedia untuk mesin beroperasi. Nilai *loading time* dapat ditemukan dengan hasil perhitungan nilai waktu tersedia dikurangi dengan *planned downtime*. Nilai *availability rate* awal pada mesin CNC Milling VL-10i adalah 96,06%.

### 3.2 Performance Efficiency

*Performance efficiency* merupakan nilai rasio kecepatan ideal dari suatu mesin atau suatu peralatan penunjang produksi berdasarkan kapasitas produksi yang berjalan di suatu perusahaan. Faktor-faktor yang mendukung untuk dapat dilakukannya perhitungan dalam mencari nilai *performance efficiency* meliputi nilai *ideal cycle time*, *operation time*, dan *processed amount*. Nilai *performance efficiency* awal pada mesin CNC Milling VL-10i adalah 83,26%.

### 3.3 Performance Rate of Quality

*Rate of quality* merupakan nilai rasio yang menunjukkan tingkat kemampuan dari suatu mesin atau suatu alat penunjang produksi untuk dapat menghasilkan suatu produk yang sesuai dengan standar yang telah ditentukan oleh pihak perusahaan. Faktor-faktor yang mendukung untuk dapat dilakukannya perhitungan dalam mencari nilai *rate of quality* meliputi nilai *processed amount* dan *defect amount*. Nilai *rate of quality* awal pada mesin CNC Milling VL-10i adalah 92,93%.

### 3.4 Performance Rate of Quality

Berdasarkan perolehan nilai yang didapatkan dari hasil perhitungan *Availability Rate*, *Performance Efficiency*, dan *Rate of Quality*. Berdasarkan nilai-nilai tersebut,





dapat dilakukan perhitungan untuk memperoleh nilai dari *Overall Equipment Effectiveness* (OEE).

$$\begin{aligned} \text{OEE} &= \text{Availability Rate} \times \text{Performance Efficiency} \times \text{Rate of Quality} \\ &= 96,06\% \times 83,26\% \times 92,93\% \\ &= 74,32\% \end{aligned}$$

### **3.5 Performance Rate of Quality**

*Six Big Losses* atau 6 kerugian besar merupakan kerugian-kerugian yang harus dihindari oleh setiap perusahaan. Kerugian-kerugian tersebut dapat meminimalisir tingkat keefektifan suatu alat atau mesin. Dengan menggunakan metode perhitungan *six big losses* (6 kerugian besar), perusahaan dapat mengidentifikasi kerugian-kerugian yang terjadi akibat dari nilai *overall equipment effectiveness* (OEE) yang berada dibawah nilai standar. Perhitungan *six big losses* meliputi *breakdown losses*, *set up and adjustment losses*, *idling and minor stoppages*, *reduced speed losses*, *defect in process*, dan *reduced yield*.

#### **3.5.1 Breakdown losses**

Untuk mengetahui besaran nilai *breakdown losses* yang terjadi pada suatu mesin atau alat penunjang produksi tersebut maka data yang diperlukan untuk perhitungannya adalah total *breakdown time* dan *loading time* yang dijalankan oleh suatu mesin atau alat penunjang produksi tersebut. Nilai *breakdown losses* pada mesin CNC Milling VL-10i adalah 2,05%.

#### **3.5.2 Set Up and Adjustment Time Losses**

*Set up and adjustment time losses* juga termasuk kedalam waktu berlebih dalam proses mengganti suatu jenis produk dengan jenis produk lain yang akan diproses menggunakan mesin atau alat penunjang proses produksi tersebut. *Set up and adjustment time losses* merupakan total waktu yang dibutuhkan suatu mesin atau alat penunjang produksi untuk tidak melakukan proses produksi karena adanya pergantian *dies* (peralatan) untuk memproses suatu jenis produk hingga dapat memproduksi jenis produk yang lainnya. Nilai *set up and adjustment time losses* pada mesin CNC Milling VL-10i adalah 1,88%.

#### **3.5.3 Idling and Minor Stoppages Losses**

*Idling and minor stoppages losses* adalah kerugian yang disebabkan oleh adanya suatu kejadian seperti mesin yang tidak dapat beroperasi sejenak dan mengakibatkan *idle time* (waktu menganggur). Nilai *idling and minor stoppages losses* pada mesin CNC Milling VL-10i adalah 2,79%.

#### **3.5.4 Reduced Speed Losses**

*Reduced speed losses* merupakan kerugian yang disebabkan oleh menurunnya keoptimalan mesin atau menurunnya kecepatan mesin dalam menjalankan suatu proses produksi. Nilai *reduced speed losses* pada mesin CNC Milling VL-10i adalah 12,93%.

#### **3.5.5 Defect in Process**

*Defect in process* merupakan waktu yang terbuang untuk memproduksi suatu produk, namun menghasilkan produk cacat. Produk cacat yang dihasilkan tersebut dapat mengakibatkan kerugian bagi perusahaan. Kerugian yang dihasilkan dapat meliputi kerugian *cost* pengerjaan ulang, waktu yang dilakukan untuk memproduksi produk tersebut atau memperbaiki produk yang cacat, material untuk memproduksi kembali produk yang cacat, mengurangi jumlah produksi yang dapat dilakukan agar



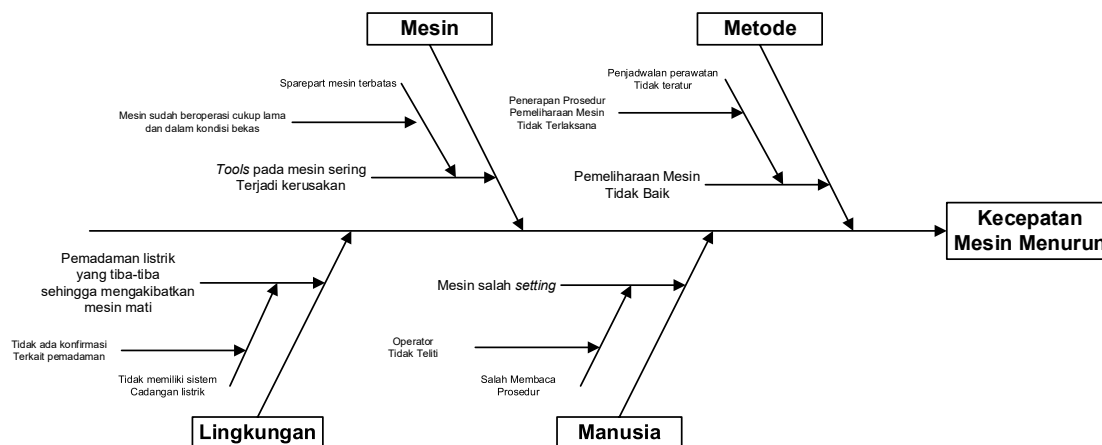
sesuai dengan penjadwalan yang telah ditetapkan perusahaan, limbah produksi yang dihasilkan dari proses produksi meningkat. Nilai *defect in process* pada mesin CNC Milling VL-10i adalah 5,67%.

### 3.5.5 Reduced Yield

*Reduced yield* merupakan kerugian material yang dihasilkan selama waktu yang dibutuhkan oleh suatu mesin atau alat penunjang produksi untuk menghasilkan produk baru sesuai dengan standar kualitas yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Berdasarkan rentang waktu penelitian yang dilakukan, tidak ada *scrap* pada produk sehingga nilai *reduced yield* pada mesin CNC Milling VL-10i adalah 0%.

### 3.6 Analisis Fishbone Diagram

Berdasarkan hasil pengolahan data dengan perhitungan nilai persentase *Six Big Losses*, didapatkan hasil nilai persentase kerugian tertinggi ada pada kecepatan mesin CNC Milling VL-10i mengalami penurunan sebesar 12,93%. Oleh karena itu, diperlukan penanganan untuk meningkatkan kecepatan mesin dengan mengetahui faktor penyebab permasalahan penurunan kecepatan mesin. Faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan mesin CNC Milling VL-10i dapat dilihat pada *fishbone diagram* pada Gambar 3.



**Gambar 3.** *Fishbone diagram* kecepatan mesin menurun

### 3.7 Usulan Perbaikan dengan Analisis 5W+1H

Berdasarkan hasil dari pengolahan data dan analisis perhitungan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dapat ditemukan penyebab terjadinya penurunan produktivitas dan tingkat keefisienan suatu mesin karena rendahnya nilai untuk faktor *performance efficiency*. Berdasarkan perhitungan nilai persentase *Six Big Losses*, dapat ditemukan kerugian terbesar yang terjadi pada menurunnya kecepatan mesin yang beroperasi sehingga menurunkan produktivitas. Perbaikan dapat diterapkan pada faktor-faktor yang menyebabkan kecepatan produktivitas mesin untuk beroperasi secara optimal. Faktor-faktor penyebab tersebut mengacu pada *man, machine, method, dan environment*. Perbaikan yang dapat diterapkan pada faktor-faktor penyebab tersebut dapat memaksimalkan upaya dalam meningkatkan nilai persentase *performance efficiency* dalam cakupan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Meningkatnya nilai persentase *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dapat menghasilkan kondisi sistem produksi yang berjalan secara optimal serta perusahaan dapat menghasilkan produk yang berkualitas dan sesuai dengan kebutuhan *customer*. Dalam peningkatan produktivitas mesin CNC Milling dengan pendekatan *Total Productive Maintenance* (TPM) usulan perbaikan yang dapat diusulkan adalah dengan menggunakan metode





*improvement 5W+1H* (Tabel 3.). *Improvement 5W+1H* ini mengacu pada faktor-faktor penyebab yang telah diperoleh dari analisis *fishbone diagram*.

**Tabel 3.** Usulan Perbaikan dengan Metode 5W+1H

Faktor	<i>What</i>	<i>Why</i>	<i>Where</i>	<i>Who</i>	<i>When</i>	<i>How</i>
Man	Operator kurang teliti	Operator terlalu terburu-buru dalam proses setting sehingga salah membaca prosedur	Mesin CNC Milling	Kepala Divisi Produksi atau Workshop Head	April 2022	Operator diberikan pengarahan untuk dapat mengikuti dan menjalankan SOP dengan baik
Method	Penerapan prosedur pemeliharaan mesin secara berkala belum terlaksana	Belum adanya penjadwalan yang baik dalam pemeliharaan mesin, sehingga pemeliharaan tidak teratur	Mesin CNC Milling	Divisi Produksi atau Divisi Maintenance, Project Control, Quality Assurance	Mei 2022	Melakukan perancangan Kembali terhadap prosedur pemeliharaan mesin
Environment	Tidak adanya konfirmasi dari pihak PLN dan lingkungan sekitar	Sering terjadi pemadam listrik secara mendadak	Perusahaan	Workshop Head atau Supervisor	April 2022	Melakukan konfirmasi dengan pihak PLN untuk adanya komunikasi yang baik dengan pihak perusahaan
Machine/Tools	Mesin sudah berumur dan pembelian dalam kondisi <i>second</i>	Pihak perusahaan membeli mesin dalam keadaan <i>second</i> dan di bawah harga pasar mesin CNC Milling yang baru	Mesin CNC Milling	Kepala Divisi Produksi atau Workshop Head	April 2022	Melakukan perawatan dan pemeliharaan mesin secara rutin dan menyeluruh

### 3.8 Implementasi *Preventive Maintenance*

Berdasarkan data yang telah diperoleh dari hasil penelitian, permasalahan yang terjadi pada mesin CNC Milling VL-10i dapat dilakukan sebuah perbaikan untuk pembuatan *check sheet* penjadwalan *preventive maintenance*. Pembuatan *check sheet* penjadwalan *preventive maintenance* merupakan suatu prosedur pemeliharaan mesin yang terencana dan bertujuan untuk dapat membantu meningkatkan nilai produktivitas serta efisiensi produksi yang berjalan pada mesin CNC Milling VL-10i di PT Bahana Global Mandiri. *Check sheet* penjadwalan *preventive maintenance* pada mesin CNC Milling VL-10i yang dapat diusulkan untuk rentang waktu 3 bulan ke depan yaitu Oktober-Desember 2022. Dalam *check sheet* dipertimbangkan *Mean Time To Repair (MTTR)* untuk lamanya perbaikan dan *Mean Time Between Failure (MTBF)* untuk mengetahui waktu rata-rata yang dilalui antara suatu permasalahan yang terjadi pada suatu mesin atau alat penunjang produksi ketika dilakukan perbaikan dan ketika waktu tersebut kembali terjadi.

Dalam tahap pengumpulan data, didapatkan data total waktu perbaikan selama 3 bulan yaitu 305 menit dengan total jumlah permasalahan yang terjadi sebanyak 4 kali. Berdasarkan data tersebut nilai MTTR dapat diketahui dengan membagi total waktu perbaikan dengan jumlah permasalahan yang terjadi dalam rentang waktu 3 bulan. Sehingga didapatkan nilai MTTR pada mesin CNC Milling VL-10i yaitu 76,25 menit. Nilai MTBF dalam rentang 3 bulan tersebut juga dapat dikalkulasikan dengan membandingkan selisih total waktu operasional mesin dan total waktu perbaikan dengan jumlah permasalahan. Dari data yang dikumpulkan diketahui waktu operasional mesin yaitu 21.563 menit. Sehingga nilai MTBF dari mesin CNC Milling VL-10i dalam rentang



waktu 3 bulan yaitu 5.314 menit. Berdasarkan data tersebut, penjadwalan *preventive maintenance* dibuat dalam bentuk *check sheet* dan pelaksanaan tiap 3 hari sekali. Tabel usulan *check sheet* dapat ditunjukkan pada Gambar 4.

Hasil dari implementasi *check sheet* penjadwalan *preventive maintenance* pada mesin CNC Milling VL-10i selama bulan Oktober 2022 memberikan dampak yang positif. Dampak tersebut dapat dilihat melalui data *running time* (Tabel 4.), *breakdown time*, *setup and adjustment time* (Tabel 5.), dan *performance* (Tabel 6.) dari mesin CNC Milling VL-10i. Breakdown time yang dialami oleh mesin pada bulan Oktober 2022 adalah 95 menit yang meliputi 30 menit dari *power supply drop* dan 65 menit dari pemadaman listrik.

No.	Check Point	Preventive Maintenance	Gambar	PM Frequency													
				Nov-22													
				Kamis, 3 Nov	Senin, 7 Nov	Kamis, 10 Nov	Senin, 14 Nov	Kamis, 17 Nov	Senin, 21 Nov	Kamis, 24 Nov	Senin, 28 Nov						
1	Oli Slide W	Melakukan pengecekan pada bagian celenoid mesin CNC Milling VL-10i															
2	Oli Spindle	Melakukan pengecekan pada bagian rumah spindle mesin CNC Milling VL-10i															
3	Oli Cooler	Melakukan pengecekan pada bagian tabung cooler mesin CNC Milling VL-10i															
4	Power Supply	Melakukan pengecekan pada bagian power supply dan stabilizer untuk kondisi tegangan listrik mesin CNC Milling VL-10i dalam keadaan baik															
5	Monitor Computerice	Melakukan pengecekan pada bagian monitor computerice mesin CNC Milling VL-10i untuk menghindari terjadinya program error															

**Gambar 4.** *Checksheet Maintenance* Mesin CNC Milling VL-10i

**Tabel 4.** Data perbandingan *runing time*

Data ke-	Working Hour (menit)	Aktual WH (Sebelum Perbaikan)	Aktual WH (Setelah Perbaikan)
1	480	442	470
2	480	474	480
3	480	474	474
4	480	470	470
5	480	475	450
6	480	445	480
7	480	473	480
8	480	472	415
9	480	472	470
10	480	470	465
11	480	471	457
12	480	475	478
13	480	475	470



14	480	470	480
15	480	445	480
16	480	470	480
17	480	470	460
18	480	474	450
19	480	475	476
20	480	476	475
21	480	472	475
Total Waktu (menit)	10080	9840	9835
Rata-rata	480	469	468

**Tabel 5.** Data perbandingan *setup and adjustment time*

Data Ke-	Waktu <i>Setup dan Adjustment Time</i>	Aktualisasi <i>setup dan adjustment time</i> (menit) (Sebelum Perbaikan)	Aktualisasi <i>setup dan adjustment time</i> (menit) (Setelah Perbaikan)
1	Waktu <i>Setup &amp; Adjustment 1</i>	15	25
2	Waktu <i>Setup &amp; Adjustment 2</i>	20	20
3	Waktu <i>Setup &amp; Adjustment 3</i>	40	15
4	Waktu <i>Setup &amp; Adjustment 4</i>	20	20
5	Waktu <i>Setup &amp; Adjustment 5</i>	30	15
Total Waktu (menit)		125	95
Rata-rata		25	19



**Tabel 6.** Data perbandingan *performance*

Data Ke-		<i>Operating Time</i> (menit)	<i>Actual Operating Time</i> (menit)	<i>Actual Output</i> (pcs)	<i>Ideal Cycle Time</i> (menit)	<i>Actual Cycle Time</i> (menit)	<i>Defect</i>
Sebelum Perbaikan	Total Waktu	10080	9593	217	861	774	11
	Rata-rata	480	457	10	41	48	2
Setelah Perbaikan	Total Waktu	10080	8773	178	861	732	22
	Rata-rata	480	418	8	41	56	2

Berdasarkan data-data yang telah diperoleh tersebut, maka dapat dilakukan perhitungan serta pengolahan data untuk mendapatkan nilai efektivitas setelah dilakukan implementasi pada mesin CNC *Milling* VL-10i di bulan Oktober 2022 dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Hasil dari perbaikan menghasilkan nilai *availability rate* 97,97%, nilai *performance efficiency* 97,02%, dan nilai *rate of quality* 94,93%. Nilai dari OEE setelah perbaikan adalah 90,23%. Berdasarkan hal tersebut, perbaikan yang dilakukan dapat meningkatkan efisiensi yang dilihat dari peningkatan OEE sebesar 15,91% dari 74,32% menjadi 90,23%.

**Tabel 7.** Data perbandingan nilai OEE

Deskripsi	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan	Peningkatan
<i>Availability</i>	96,06%	97,97%	1,91%
<i>Performance</i>	83,26%	97,02%	13,76%
<i>Quality</i>	92,93%	94,93%	2%
OEE	74,32%	90,23%	15,91%

#### 4. Kesimpulan

Saat ini di era globalisasi, untuk bersaing dengan industri lain perlu bergerak menuju cara-cara modern dalam memelihara pabrik dan peralatan. TPM membentuk strategi terbaik bagi industri untuk tetap kompetitif dan efektif dalam hal efektivitas perusahaan secara keseluruhan. Untuk dapat terus kompetitif dalam industri manufaktur, diperlukan implementasi TPM yang baik. Dalam kasus mesin CNC *Milling* VL-10i, tindakan secara *preventive* sangat diperlukan karena mesin dibeli dalam keadaan second. Berdasarkan hasil implementasi *preventive maintenance* pada mesin CNC *Milling* VL-10i di bulan Oktober 2022, OEE dapat meningkat dari 74,32% menjadi 90,23% atau sebesar 15,91%. Hal ini menunjukkan bahwa dengan implementasi *preventive maintenance* pada TPM dan meningkatkan efisiensi. Dalam penelitian ini hanya mewakili dari sisi *maintenance*. Penelitian lebih lanjut dapat dilihat dalam sisi *training and education* dalam meningkatkan efektivitas perusahaan dengan sistem tata kelola yang terstruktur dan sistematis.

#### 5. Daftar Pustaka

- [1] S. Grabowska, S. Saniuk, Assessment of the Competitiveness and Effectiveness of an Open Business Model in the Industry 4.0 Environment, *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 2022; vol. 8, no. 1, doi: 10.3390/joitmc8010057.



- [2] N. Filscha, A. Meilily, and T. Hendy, Total Productive Maintenance Policy to Increase Effectiveness and Maintenance Performance Using Overall Equipment Effectiveness, *Journal of Applied Research on Industrial Engineering*. 2019; vol. 6, no. 3, pp. 184–199, doi: 10.22105/jarie.2019.199037.1104.
- [3] S. Singh, A. Agrawal, D. Sharma, V. Saini, A. Kumar, and S. Praveenkumar, Implementation of Total Productive Maintenance Approach: Improving Overall Equipment Efficiency of a Metal Industry, *Inventions*. 2022; vol. 7, no. 4, pp. 1–14, doi: 10.3390/inventions7040119.
- [4] K. Singh and I. Singh Ahuja, Effectiveness of TPM Implementation With And Without Integration with TQM in Indian Manufacturing Industries, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. 2014; vol. 20, no. 4, pp. 415–435, doi: 10.1108/JQME-01-2013-0003.
- [5] Z. T. Xiang and C. J. Feng, Implementing Total Productive Maintenance In A Manufacturing Small Or Medium-Sized Enterprise, *Journal of Industrial Engineering and Management*. 2021; vol. 14, no. 2, pp. 152–175, doi: 10.3926/jiem.3286.
- [6] A. T. Bon and L. P. Ping, Implementation of Total Productive Maintenance (TPM) in Automotive Industry,” *ISBEIA 2011 - 2011 IEEE Symposium on Business, Engineering and Industrial Applications*. 2021; pp. 55–582011, doi: 10.1109/ISBEIA.2011.6088881.
- [7] A. T. Bon and M. Lim, Total Productive Maintenance in Automotive Industry: Issues and Effectiveness, *IEOM 2015 - 5th International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Proceeding*. 2015; doi: 10.1109/IEOM.2015.7093837.
- [8] M. D. O. dos Reis, R. Godina, C. Pimentel, F. J. G. Silva, and J. C. O. Matias, A TPM Strategy Implementation In An Automotive Production Line Through Loss Reduction, *Procedia Manufacturing*. 2019; vol. 38, no. 2019, pp. 908–915, doi: 10.1016/j.promfg.2020.01.173.
- [9] F. Sumasto, P. Satria, and E. Rusmiati, Implementasi Pendekatan DMAIC untuk Quality Improvement pada Industri Manufaktur Kereta Api, *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*. 2022; vol. 8, no. 2, pp. 161–170, doi: doi.org/10.30656/intech.v8i2.4734.
- [10] S. T. Risyahadi, F. Apriliani, and S. Irawan, Descriptive Analysis of Overall Equipment Effectiveness (OEE) in Various Industry, *IPTEK Journal of Proceedings Series*. 2018, vol. 0, no. 3, p. 193, doi: 10.12962/j23546026.y2018i3.3728.
- [11] B. F. P. A. Marfinov and A. J. Pratama, Overall Equipment Effectiveness (OEE) Analysis to Minimize Six Big Losses in Continuous Blanking Machine, *IJIEM - Indonesian Journal of Industrial Engineering and Management*. 2020. vol. 1, no. 1, p. 25, doi: 10.22441/ijiem.v1i1.8037.
- [12] Z. I. Martomo and P. W. Laksono, Analysis of Total Productive Maintenance (TPM) Implementation Using Overall Equipment Effectiveness (OEE) and Six Big Losses: A case study,” *AIP Conference Proceedings*. 2018, vol. 1931, no. 2018, doi: 10.1063/1.5024085.
- [13] M. R. Zulfikar, A. N. Rizqullah, E. S. Pratama, S. Febrianti, F. Al Azhar, and A. Anwar, Analysis of Total Productive Maintenance (TPM) Using Overall Equipment Effectiveness (OEE) Approach on Cartoner Machine at PT. ABC, *ITALIENISCH*. 2022. vol. 12, no. 2, pp. 459–467, [Online]. Available: <https://www.italienisch.nl/index.php/VerlagSauerlander/article/view/353>.