

# Increasing Overall Equipment Effectiveness in the Computer Numerical Control Lathe Machines Using the Total Productive Maintenance Approach

## Peningkatan *Overall Equipment Effectiveness* pada Mesin Bubut *Computer Numerical Control* dengan Menggunakan Pendekatan *Total Productive Maintenance*

Tri Ngudi Wiyatno<sup>1</sup>, Hibarkah Kurnia<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik

Universitas Pelita Bangsa, Jl. Inspeksi Kalimalang No. 9 Cikarang, Jawa Barat 17530 Indonesia

email: [hibarkah@pelitabangsa.ac.id](mailto:hibarkah@pelitabangsa.ac.id)

doi: <https://doi.org/10.31315/opsi.v15i2.7284>

Received: 29<sup>th</sup> June 2022; Revised: 6<sup>th</sup> September 2022; Accepted: 30<sup>th</sup> November 2022;

Available online: 30<sup>th</sup> December 2022; Published regularly: December 2022

### ABSTRACT

Production machines are the most important part of a production system. Machines need effective and efficient maintenance to be able to guarantee and support the production process to run well. The steel industry is an industry that produces various types and shapes of steel with one of the machines being Computer Numerical Control (CNC) type BT-A16. These machines often have problems such as downtime that interfere with the production experience. The purpose of this research is to find out the problems in the CNC BT-A16 production machine and provide recommendations for improvements to improve machine performance or Overall Equipment Effectiveness (OEE). The approach used is Total Productive Maintenance by calculating the OEE value. Problem analysis was carried out through Focus Group Discussion with expert judgment when determining the Failure Mode Effect Analysis (FMEA) analysis. Research findings indicate that the cause of the engine is not optimal comes from abnormal heat in the gearbox and machine spindle components caused by operator error when inputting data. The definite improvement is making a special schedule for maintenance, checking all maintenance schedules, and conducting training to increase knowledge and skills. The results of the corrective action show an increase in the OEE value from 70.8% to 79.9% or an increase of 9.1%, so the increase in the OEE value will increase the efficiency of the BT-A16 CNC lathe.

**Keywords:** CNC; Steel Industry; Lathe Machine; OEE; TPM

### ABSTRAK

Mesin produksi merupakan bagian terpenting dari suatu sistem produksi. Mesin sangat membutuhkan perawatan yang efektif dan efisien untuk dapat menjamin dan mendukung proses produksi dapat berjalan dengan baik. Industri baja merupakan industri yang memproduksi berbagai macam jenis dan bentuk baja dengan salah satu mesinnya adalah Computer Numerical Control (CNC) tipe BT-A16. Mesin ini sering mengalami masalah seperti downtime yang mengganggu kelancaran produksi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui permasalahan pada mesin produksi CNC BT-A16 dan memberikan rekomendasi perbaikan untuk meningkatkan kinerja mesin atau Overall Equipment Effectiveness (OEE). Pendekatan yang digunakan adalah Total Productive Maintenance dengan menghitung nilai OEE. Analisis masalah dilakukan melalui Focus Group Discussion dengan experts judgment pada saat menentukan Analisa Failure Mode Effect Analysis (FMEA). Temuan penelitian menunjukkan bahwa penyebab mesin tidak optimal berasal dari panas yang tidak normal pada gearbox dan komponen spindle mesin yang disebabkan oleh kesalahan operator saat menginput data. Perbaikan yang direkomendasikan adalah membuat jadwal khusus untuk pemeliharaan, mengecek semua jadwal maintenance, dan mengadakan pelatihan bagi karyawan untuk menambah pengetahuan dan keterampilan. Hasil dari Tindakan perbaikan menunjukkan adanya peningkatan nilai OEE dari 70,8% menjadi 79,9% atau naik 9,1%, sehingga dengan adanya peningkatan nilai OEE ini akan meningkatkan efisiensi mesin bubut CNC BT-A16.

**Kata Kunci:** CNC; Industri Baja; Mesin Bubut; OEE; TPM



## 1. PENDAHULUAN

Dengan tantangan persaingan yang ketat di seluruh dunia, industri manufaktur berada di bawah tekanan untuk memberikan kinerja dan komitmen tingkat tinggi. Untuk menghadapi permintaan pelanggan yang selalu berubah, perusahaan manufaktur memilih untuk mengadopsi perubahan strategis dalam pendekatan manajemen, proses dan teknologi produksi. Faktor pendukung keberhasilan perusahaan manufaktur lainnya ditentukan dengan kemampuan peralatan atau mesin produksi beroperasi dengan baik, mesin atau peralatan produksi sangat membutuhkan perawatan yang efektif dan efisien untuk itu perlunya suatu sistem yang dapat menjamin dan mendukung mesin pada proses produksi beroperasi dengan baik (Kurnia, 2021).

Suatu perusahaan manufaktur dapat mengetahui efektifitas mesin dengan perhitungan tingkat keefektifan peralatan menggunakan *Total Productive Maintenance* (TPM) berdasarkan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), sehingga dapat meningkatkan efektivitas peralatan serta mengeliminasi kerugian besar bagi perusahaan yang dikenal dengan *six big losses* (Nursubiyantoro et al., 2016). Salah satu pendekatan untuk meningkatkan kinerja kegiatan pemeliharaan adalah dengan menerapkan strategi TPM termasuk dalam perawatan mesin Linear Accelerator Synergy Platform Cancer Therapy (Sukma et al., 2022).

Mesin Computer Numerical Control (CNC) Brio Turner (BT) A16 adalah salah satu mesin CNC single head dimana mesin tersebut hanya mampu membuat satu jenis part dengan program tertentu. Konsep kerja mesin CNC BT A16 hampir sama dengan mesin bubut manual dimana harus ada kegiatan bongkar pasang untuk setiap pemasangan part yang ingin di proses. Mesin CNC BT-A16 sangat cocok digunakan untuk perusahaan yang bergerak di bidang fabrikasi karna proses pembubutan dalam bidang ini bersifat custom dan tidak memproduksi secara massal untuk satu jenis produk oleh karena itu mesin tersebut harus memiliki jadwal perawatan yang intensif untuk menjaga keseimbangan produksi.

Dalam proses produksi baja ada beberapa mesin pendukung dalam proses fabrikasi, yaitu mesin CNC, mesin las, mesin *shearing* dan

mesin poles. Karena seringnya terjadinya *downtime* pada beberapa mesin tersebut, maka perusahaan harus mengambil kebijakan yang tepat dalam menghadapi kondisi yang akan terjadi. Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut maka dibutuhkan beberapa cara/metode seperti OEE untuk menghitung keefektifan mesin CNC BT-A16, *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk menganalisa kesalahan/kegagalan (*failure*) yang ada pada mesin CNC BT-A16, serta *tools* diagram *fishbone* untuk menentukan akar masalah yang terjadi pada mesin CNC BT-A16 dan usulan perbaikan menggunakan cara 5W+1H dengan harapan dapat menjadi solusi dari masalah yang ada (Sjarifudin et al., 2022).

TPM adalah pendekatan sistematis untuk meningkatkan produksi dan sistem kualitas dengan menyertakan semua karyawan melalui investasi moderat dalam pemeliharaan (Pacaiova & Izarikova, 2019). Total artinya keterlibatan seluruh karyawan dan manajemen kemudian mencakup *total life cycle* dari proses produksi tersebut. Produktif artinya meningkatkan produktivitas melalui tanpa kecelakaan, tanpa cacat dan tanpa kerusakan meminimalkan masalah dalam proses produksi, *Maintenance* berarti memelihara sistem produksi yang baik (Jaqin et al., 2020). Filosofi TPM didukung oleh empat kegiatan perbaikan: perbaikan dan efisiensi perawatan yang efektif, fokus pada pengelolaan peralatan sejak awal perancangan dan perawatan pencegahan, pelatihan untuk meningkatkan kemampuan personel yang terlibat, melibatkan operator dalam pemeliharaan peralatan sehari-hari (Prabowo et al., 2018).

OEE memiliki proses perhitungan yang sistematis untuk mengidentifikasi semua kerugian produktivitas sehingga dapat mengefisienkan sumber daya dan tingkat kinerja produksi dalam industri manufaktur garmen (Kurnia, Jaqin, & Purba, 2022). Suatu perusahaan manufaktur jika sudah melaksanakan pendekatan TPM dan OEE ini bisa bermanfaat untuk perusahaan untuk meningkatkan produktivitas perusahaan yang dapat memperbesar profit perusahaan (Musyafa'ah & Sofiana, 2022).

Berdasarkan latar belakang dapat diketahui bahwa yang menjadi pokok permasalahan adalah: tingginya nilai *downtime* mesin CNC BT-A16 sebesar 62% atau 4.094 menit pada Jan-

Jun 2021 dibandingkan dengan mesin-mesin yang lain, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2. Kesenjangan dengan penelitian lain (Pereira et al., 2019) menggunakan *Lean Six Sigma*, pada penelitian ini menggunakan TPM untuk perawatan yang kurang optimal pada mesin CNC BT-A16 dan kurangnya edukasi dan training khusus tentang pemahaman mesin CNC BT-A16. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui permasalahan pada mesin produksi CNC BT-A16 dan memberikan rekomendasi perbaikan untuk meningkatkan kinerja mesin atau OEE.

## 2. METODE

Jenis penelitian ini adalah *mixed methods research* yang mengkombinasikan metode penelitian kuantitatif dan metode penelitian kualitatif untuk digunakan secara bersama-sama (W Creswell, 2014). Penelitian kuantitatif didapatkan dengan cara hasil pengukuran nilai OEE dan FMEA. Sementara penelitian kualitatif berasal dari diagram *fishbone* dan 5W+1H.

Desain penelitian yang tepat pada penelitian ini adalah penelitian deskriptif eksploratif yang bertujuan untuk menggambarkan keadaan suatu fenomena yang terjadi, mengetahui penyebab permasalahan sampai tindakan perbaikan yang dilakukan.

Metode/teknik yang diperlukan dalam pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan cara observasi, dikarenakan jenis datanya adalah data primer

proses produksi pada mesin bubut. Sementara jenis data sekunder, teknik pengumpulan datanya dengan document study atau dokumen laporan bulanan produksi.

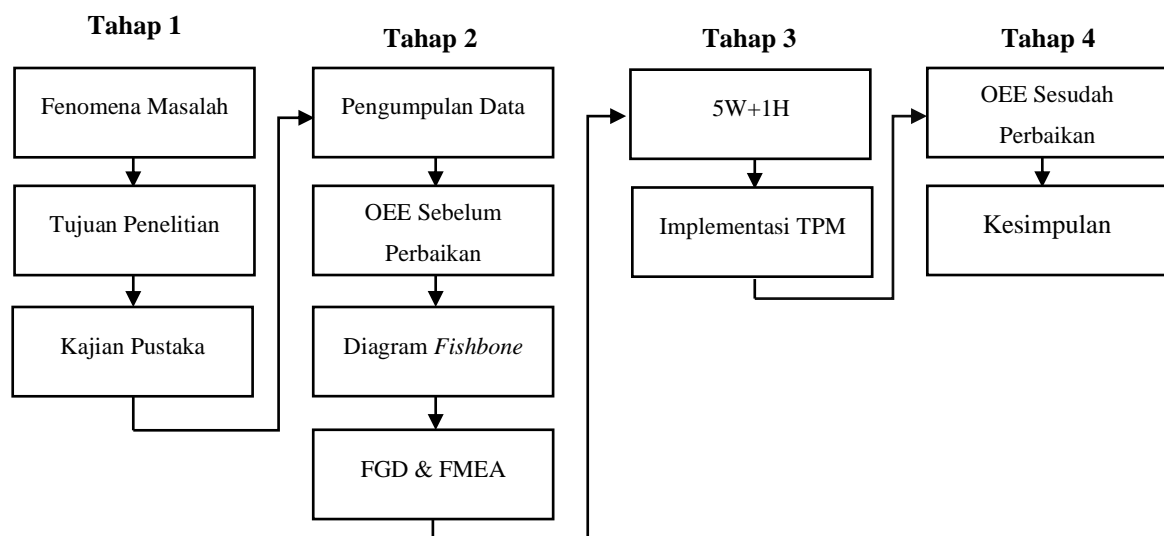
Tahapan penelitian ini dibagi menjadi 4 tahapan, diantaranya:

**Tahap 1:** tahapan pendahuluan, dimana tahapan ini menerangkan fenomena masalah yang terjadi dari Jan-Jun 2021, tujuan penelitian dan kajian literatur pendukung pada penelitian ini.

**Tahap 2:** tahapan analisis, dimana tahapan ini menganalisa data yang terkumpul dengan beberapa alat perbaikan yang dipakai diantaranya OEE sebelum perbaikan yaitu dari Jan-Jun 2021, diagram *fishbone*, *Focus Group Discussion* (FGD) dan FMEA.

**Tahap 3:** tahapan perbaikan, dimana tahapan ini menjelaskan tindakan perbaikan melalui *root-cause analysis* dengan 5W+1H dan mengimplementasikan pendekatan TPM.

**Tahap 4:** tahapan hasil dan kesimpulan, dimana pada tahapan ini menghitung nilai OEE sesudah perbaikan dari Jul-Des 2021 dan dapat menyimpulkan penelitian ini sesuai dengan tujuan awal dari penelitian. Menurut *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) nilai standar ideal OEE yaitu 84%, dengan demikian penelitian ini juga mengacu pada nilai standar tersebut. Jika hasil penelitian ini nilai OEE belum memenuhi standar ideal OEE maka perlu dievaluasi lagi terkait tahap 2 yaitu pada saat pembuatan diagram *fishbone*. Adapun alur tahapan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan penelitian

Pada Gambar 1 terdapat perhitungan OEE menurut Nakajima (1988), yang dikutip lagi oleh (Nurprihatin et al., 2019) didapatkan dari *Availability Rate* (AR), *Performance Efficiency* (PE) dan *Quality Rate* (QR) dengan rumus sebagai berikut:

$$AR = \frac{(\text{Loading Time} - \text{Downtime})}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (1)$$

$$PE = \frac{(\text{Processed Amount} \times \text{Idle Cycle Time})}{\text{Operating Time}} \times 100\% \quad (2)$$

$$QR = \frac{(\text{Processed Amount} - \text{Defect Amount})}{\text{Processed Amount}} \times 100\% \quad (3)$$

$$OEE = AR \times PE \times QR \quad (4)$$

Analisis FMEA dilakukan melalui FGD dengan 5 *experts judgment*. Tujuan FMEA adalah untuk menentukan mode prioritas kegagalan berdasarkan *Risk Priority Number* (RPN), yang dihitung berdasarkan faktor risiko untuk *Occurrence* (O), *Severity* (S), dan *Detection* (D). Berikan setiap skor dengan bilangan bulat dari 1 sampai 10 melalui *experts judgment*. Selanjutnya dilakukan perhitungan RPN dengan rumus:

$$RPN = S \times O \times D \quad (5)$$

Keterbaruan/*novelty* atau pendekatan baru dalam penelitian ini adalah jenis mesin yang digunakan dalam menganalisis nilai OEE adalah mesin bubut CNC BT-A16, sedangkan metode yang digunakan dalam menentukan nilai RPN FMEA serta penerapan tindakan perbaikan dengan 5W+1H melalui FGD dengan *experts judgment* di bidangnya, dan mengimplementasikan pendekatan TPM. Semuanya ini dilakukan secara komprehensif berkesinambungan agar nilai OEE dapat ditingkatkan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

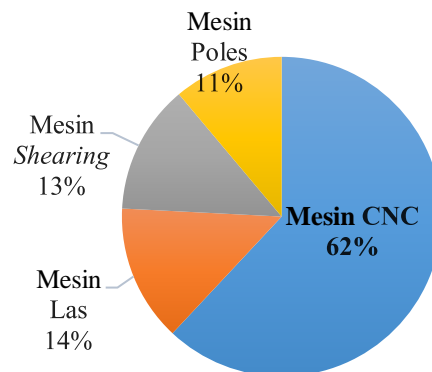
Hasil dan pembahasan pengolahan data disertai analisa berdasarkan metode penelitian yang digunakan.

#### Tahap 1

Bagian ini diawali dengan menganalisa *breakdown* data terbesar yang terjadi pada mesin produksi sebagai penomena masalah. Berdasarkan data produksi periode Januari-Juni 2021, diketahui bahwa mesin CNC BT-A16

merupakan mesin dengan *downtime* terbesar. Rincian mesin produksi di Industri baja dapat dilihat pada Gambar 2.

Berdasarkan Gambar 2 diketahui bahwa mesin CNC BT-A16 merupakan mesin dengan *breakdown* terbesar dengan total 62% selama Jan-Jun 2021. Oleh karena itu perlu dilakukan perbaikan agar mesin bekerja secara maksimal dan dapat menghasilkan produk sesuai target.



Gambar 2. Mesin downtime Jan-Jun 2021

#### Tahap 2

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data-data laporan yang diperlukan untuk menunjang penelitian ini. Sebelum dilakukan analisa lebih lanjut, dilakukan perhitungan nilai OEE pada mesin CNC BT-A16 sebelum perbaikan. Perhitungan nilai OEE dilakukan dengan menggunakan rumus (1), (2), (3), (4) pada sampel bulan Januari, yaitu sebagai berikut:

$$AR = \frac{416 - 12}{416} \times 100\% = 97,1\%$$

$$PE = \frac{1.255 \times 0,27}{404} \times 100\% = 83,9\%$$

$$QR = \frac{1.255 - 145}{1.255} \times 100\% = 88,4\%$$

$$OEE = 97,1\% \times 83,9\% \times 88,4\% = 72,0\%$$

Nilai AR, PE, QR dan nilai OEE bulan Jan-Jun 2021 dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3. Berdasarkan perhitungan diketahui bahwa rata-rata nilai OEE selama bulan Jan-Jun 2021 adalah sebesar 70,8%. Nilai tersebut masih jauh dari nilai standar OEE sebesar 84%.

**Tabel 2.** Availability rate sebelum perbaikan

2021	Loading Time (jam)	Downtime (jam)	AR (%)
Januari	416	12	97,1%
Februari	416	12	97,1%
Maret	416	12	97,1%
April	416	14	96,6%
Mei	416	16	96,2%
Juni	416	16	96,2%
Total	2.496	82	96,7%

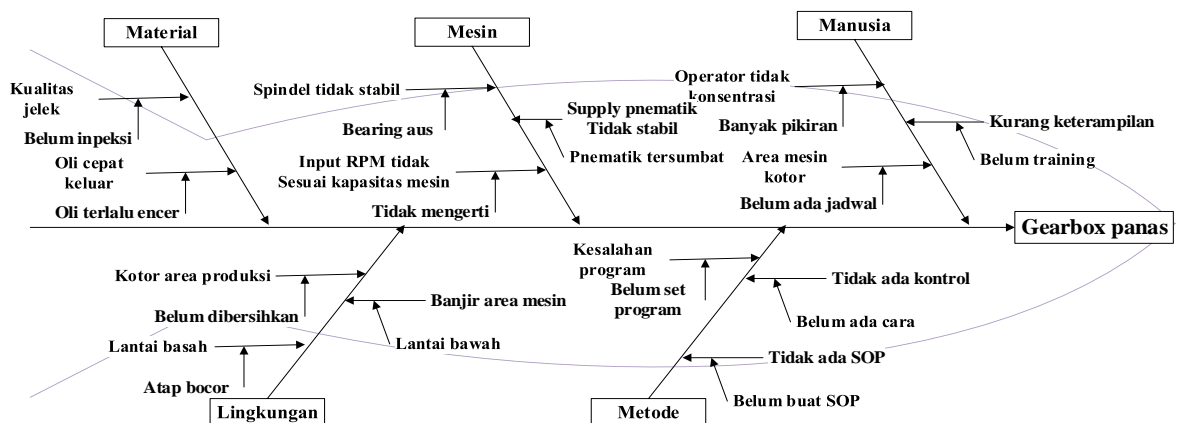
Perbaikan nilai OEE pada mesin CNC BT A16 masih diperlukan untuk meningkatkan kemampuan kinerja secara keseluruhan. Nilai rata-rata PE memiliki nilai terkecil yaitu 83,3% diantara parameter yang mempengaruhi nilai OEE. Nilai PE merupakan nilai terendah dalam perhitungan OEE. Nilai ini akan menyebabkan rendahnya nilai efektivitas dalam sistem produksi. Berdasarkan pengamatan ditemukan

beberapa hal yang menyebabkan OEE tidak optimal yaitu adanya mode kegagalan pada hasil produksi dan perlu dicari penyebab masalah dan mengusulkan perbaikan dengan meningkatkan performance maintenance.

Analisis penyebab masalah dilakukan untuk mengetahui sumber masalah. Diagram fishbone yang diperoleh merupakan konsep analisis kausal yang dihasilkan melalui brainstorming dengan operator mesin bubut tersebut. Diagram fishbone untuk menggambarkan suatu masalah dan penyebabnya dari mesin CNC BT-A16, hal ini sesuai dengan penelitian (Hidayat & Saefulloh, 2022) perawatan conveyor belt pada mesin Incinerator dengan metode fishbone dan analisa permasalahan cacat tinggi pada industri Garmen (Sjarifudin & Kurnia, 2022). Hasil analisis masalah kemudian diinterpretasikan pada Gambar 3.

**Tabel 3.** Rekapitulasi nilai OEE sebelum perbaikan

2021	Processed Amount (unit)	Ideal Cycle Time (jam)	Operation Time (jam)	PE (%)	Processed Amount (pcs)	Defect Amount (pcs)	QR (%)	OEE (%)
Januari	1.255	0,27	404	83,9%	1.255	145	88,4%	72,0%
Februari	1.230	0,27	404	82,2%	1.230	170	86,2%	68,8%
Maret	1.280	0,26	405	82,2%	1.280	120	90,6%	72,3%
April	1.275	0,26	402	82,5%	1.275	125	90,2%	71,9%
Mei	1.245	0,27	400	84,0%	1.245	155	87,6%	70,7%
Juni	1.210	0,28	400	84,7%	1.210	190	84,3%	68,7%
Total	7.495	0,27	2.415	83,3%	7.495	905	87,9%	70,8%



**Gambar 3.** Diagram Fishbone Gearbox panas

Setelah ditemukan berbagai penyebab masalah, kemudian ditransformasikan ke dalam

metode FMEA yang dilakukan secara FGD (Kurnia, Jaqin, & Manurung, 2022) dengan

*experts judgment*, sesuai dengan penelitian. Metode FMEA ini digunakan untuk mengetahui penyebab permasalahan dominan dan prioritas yang harus diperbaiki (Manurung et al., 2021).

Berikut analisis penentuan masalah utama FMEA dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Analisa FMEA

Komponen	Failure Mode	Failure Cause	Failure Effect	S	O	D	RPN
Kontrol panel	CPU panas	Kipas daya yang diterima tidak stabil	Tampilan layar kosong	7	7	6	252
Mesin spindel	Gearbox panas	Input RPM tidak sesuai dengan kapasitas	Oli cepat habis	7	7	8	448
Selang <i>collant</i>	Pasokan pneumatik ke tubing tidak stabil	Tekanan pneumatik kompresor sangat kecil	Pendingin tidak mengalir sesuai kebutuhan	7	8	7	343
Tali kipas	Tali kipas putus	Set gigi RPM tidak sesuai dengan kapasitas	Putaran mesin tidak stabil	8	6	5	240
Bearing <i>chuck</i>	Kepala <i>chuck</i> bergetar saat berputar	Pelumas pada bantalan yang haus	Putaran mesin tidak stabil	5	7	6	240
Existing <i>coolant</i>	Selang <i>outlet</i> tersumbat <i>scrub</i>	Lubang <i>flat</i> berlubang masih terlalu besar	Area mesin banyak genangan air	8	8	6	336
Pisau masuk	Blunt blade	Sering terjadi tabrakan di awal proses	Persingkat putaran pisau	7	6	6	294

Berdasarkan Tabel 4 nilai RPN terbesar terdapat pada komponen mesin spindel dengan nilai 448. Identifikasi kerusakan berasal dari *gearbox* panas yang mengakibatkan oli pelumas cepat habis. Hal ini disebabkan oleh proses input RPM yang tidak sesuai dengan kapasitasnya. Dengan demikian penyebab ini akan diperbaiki dengan metode 5W+1H.

### Tahap 3

5W+1H merupakan metode yang digunakan untuk menyelidiki dan memberikan rekomendasi perbaikan terhadap permasalahan yang terjadi pada proses produksi (Kurnia, Jaqin, & Purba, 2022). Setelah semua akar masalah diketahui, selanjutnya dilakukan perbaikan melalui kontribusi saran dari *experts judgment*. Berikut hasil analisis perbaikan dengan metode 5W+1H dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Analisa perbaikan 5W+1H

Identifikasi Jenis Kerusakan	What	Where	When	Why	Who	How
Masukan program salah	Alat tidak bisa dipakai	Panel CNC	Selama proses input data	Tidak konsentrasi	Operator CNC	Memeriksa program sebelum menjalankan uji coba
Oli cepat habis	RPM turun	<i>Gearbox</i>	Selama proses input data	Salah input program	Operator CNC	Memeriksa program sebelum menjalankan uji coba
Kesalahan program	Mesin berhenti	Mesin CNC	Membuat program di awal	Kurangnya pengetahuan dan keterampilan	<i>Engineering</i>	Memberikan pelatihan kepada operator untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan khusus operator mesin CNC
<i>Gearbox</i> cepat rusak	Putaran tidak stabil	<i>Gearbox</i>	Selama proses produksi	Kualitas suku cadang tidak bagus	<i>Maintenance</i>	Buat rencana yang jelas untuk pengadaan suku cadang

Langkah selanjutnya adalah implementasi TPM yaitu dengan merencanakan perbaikan yang sudah dijadwalkan dalam 5W+1H. Penjelasan dan perbaikan yang diusulkan untuk memperbaiki masalah pada *gearbox* adalah:

- 1) Akar masalah yang menyebabkan operator salah memasukkan program adalah karena operator tidak konsentrasi pada pekerjaan dan operator terlalu banyak berpikir diluar pekerjaan sehingga pekerjaan kehilangan fokus dan kurang teliti yang mengakibatkan kesalahan dalam proses input datanya. Perbaikan yang disarankan adalah fokus pada pekerjaan dan pengecekan ulang program sebelum dijalankan, hal ini cukup untuk meminimalisir terjadinya kesalahan pada proses produksi.
- 2) Akar masalah yang membuat oli cepat habis adalah karena operator salah mengatur RPM untuk material yang proses pembubutannya memakan waktu lama. Sebab, putaran *gearbox* tidak sesuai kapasitas. Perbaikan yang disarankan adalah mengecek kembali program yang sudah diinput dan menguasai data *sheet* untuk semua ukuran material. Pemeriksaan ulang ini dapat dilakukan oleh atasan *operator* itu sendiri yaitu *leader* setiap awal *shift*.
- 3) Akar masalah yang membuat program error adalah karena kurangnya pengetahuan dan keterampilan sehingga salah membuat program awal yang menyebabkan mesin CNC tidak dapat menjalankan program tersebut. Usulan perbaikan yang disarankan adalah mengadakan pelatihan khusus bagi operator untuk menambah wawasan dan keterampilan pada mesin CNC

BT-A16. Adapun jadwal pelatihan yang sudah dilakukan untuk karyawan baru adalah 2 hari dalam jam kerja (teori dan praktek), sementara untuk *refreshment* karyawan setiap 3 bulan sekali.

- 4) Akar masalah yang membuat roda gigi cepat rontok adalah karena kualitas suku cadang yang dibeli tidak terlalu bagus dari segi harga dan kualitas. Hal ini menyebabkan roda gigi memiliki waktu kerja/*lifetime* yang pendek. Usulan perbaikan adalah memberikan informasi yang valid kepada pihak pengadaan mengenai kualitas suku cadang dan merekomendasikan pembelian sesuai kebutuhan atau spesifikasi di lapangan.

#### Tahap 4

Langkah selanjutnya adalah menghitung nilai OEE sesudah perbaikan dari Jul-Des 2021, dimana tindakan perbaikan sudah benar-benar dilakukan sehingga nilai OEE dapat dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7.

**Tabel 6.** Availability rate sesudah perbaikan

2021	Loading Time (jam)	Downtime (jam)	AR (%)
Juli	416	8	98,1%
Agustus	384	7	98,2%
September	416	8	98,1%
Oktober	416	9	97,8%
Nopember	416	9	97,8%
Desember	416	11	97,4%
Total	2.464	52	97,9%

**Tabel 7.** Rekapitulasi OEE sesudah perbaikan

2021	Processed Amount (unit)	Ideal Cycle Time (jam)	Operation Time (jam)	PE (%)	Processed Amount (pcs)	Defect Amount (pcs)	QR (%)	OEE (%)
Juli	1.345	0,25	388	86,7%	1.345	55	95,9%	81,5%
Agustus	1.353	0,23	377	82,5%	1.353	47	96,5%	78,2%
September	1.325	0,25	387	85,6%	1.325	75	94,3%	79,2%
Oktober	1.335	0,25	382	87,4%	1.335	65	95,1%	81,3%
Nopember	1.343	0,25	392	85,7%	1.343	57	95,8%	80,2%
Desember	1.330	0,25	390	85,3%	1.330	70	94,7%	78,6%
Total	8.031	0,25	2.316	85,5%	8.031	369	95,4%	79,9%



Nilai AR, PE, QR dan nilai OEE bulan Juli-Des 2021 dapat dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7. Berdasarkan perhitungan diketahui bahwa rata-rata nilai OEE selama bulan Jul-Des 2021 adalah sebesar 79,9%. Nilai tersebut masih jauh dari nilai standar OEE sebesar 84%, tetapi ada peningkatan dari nilai OEE sebelum perbaikan yaitu sebesar 9,1%.

Pencapaian nilai OEE belum mencapai maksimal pada penelitian ini dikarenakan kurang banyaknya analisa awal dalam penentuan faktor-faktor penyebab (diagram *fishbone*) pada saat *brainstorming* dengan teknisi ataupun operator sehingga parameter penyebab masalah belum banyak dibahas dalam rencana perbaikan 5W+1H.

Kontribusi penelitian ini secara praktek dapat dijadikan acuan bahwa peningkatan nilai OEE sangat dipengaruhi oleh implementasi TPM secara keseluruhan, komprehensif dan berkesinambungan. Secara teori penelitian ini bermanfaat bagi peneliti selanjutnya dalam hal penentuan nilai OEE pada jenis mesin yang hampir sama.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis pada bagian sebelumnya, penelitian ini telah mengidentifikasi dan memberikan solusi perbaikan pada mesin CNC BT-A16. Rendahnya performa mesin CNC BT-A16 disebabkan oleh panas yang tidak normal pada *gearbox* pada komponen spindle mesin. Hal ini terjadi karena kesalahan operator pada saat proses input RPM di awal proses sehingga *output* daya tidak sesuai dengan kapasitas. Akibatnya tenaga putaran *gear* menjadi lebih berat dan oli di *storage gearbox* cepat habis. Perbaikan yang telah dilakukan untuk menjaga kinerja mesin CNC BTA-16 agar lebih produktif adalah membuat jadwal khusus untuk perawatan, mengecek semua spesifikasi yang berkaitan dengan mesin CNC BT-A16 dan mengadakan pelatihan bagi karyawan untuk menambah pengetahuan dan keterampilan dengan jadwal pelatihan yang sudah dilakukan untuk karyawan baru adalah 2 hari dalam jam kerja (teori dan praktek), sementara untuk refreshment karyawan setiap 3 bulan sekali.

Hasil perhitungan nilai OEE pada mesin CNC BT-A16 selama periode Jan-Jun 2021 didapatkan nilai OEE rata-rata sebesar 70,8% sebelum perbaikan dan selama periode Jul-Des

2021 sesudah perbaikan, nilai OEE rata-rata sebesar 79,9%. Nilai tersebut masih jauh dari standar OEE kelas dunia sebesar 84% tetapi nilai OEE tersebut masih ada peningkatan sebesar 9,1%.

Penelitian selanjutnya direkomendasikan lebih detail lagi dalam penentuan *root cause analysis* dan menerapkan 8 pilar TPM agar perawatan dan perbaikan mesin bubut CNC BT-A16 lebih spesifik dan terukur sehingga diharapkan mendapatkan hasil OEE mendekati nilai standar 84%.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada pihak fakultas teknik industri Universitas Pelita Bangsa yang sudah memfasilitasi dalam penelitian ini, sehingga penelitian ini dapat terlaksana sesuai jadwal dan harapan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Hidayat, T., & Saefulloh, A. (2022). Perawatan Carryroller Belt Conveyor C101 pada mesin Incinerator dengan Metode Fishbone Diagram di PT Fajar Surya Wisesa,Tbk. *Jurnal Teknik Industri (JUTIN)*, 2(2), 47–52.
- Jaqin, C., Rozak, A., & Purba, H. H. (2020). Case Study in Increasing Overall Equipment Effectiveness on Progressive Press Machine Using PDCA Cycle. *International Journal of Engineering*, 33(4), 184–189.
- Kurnia, H. (2021). A Systematic Literature Review of Performance Pyramids System Implementation in the Manufacture Industries. *Indonesian Journal of Industrial Engineering and Management (IJIEM)*, 2(2), 115–126. <https://doi.org/10.22441/ijiem.v2i2.11150>
- Kurnia, H., Jaqin, C., & Manurung, H. (2022). Implementation of the DMAIC Approach for Quality Improvement at the Elastic Tape Industry. *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 17(1), 40–51. <https://doi.org/10.14710/jati.17.1.40-51>
- Kurnia, H., Jaqin, C., & Purba, H. H. (2022a). Quality improvement with PDCA approach and design of experiment method in single socks industry in Indonesia. *International Conference on Informatics, Technology, and Engineering 2021*





- (*InCITE 2021*), 2470(January), 1–12.  
<https://doi.org/10.1063/5.0080179>
- Kurnia, H., Jaqin, C., & Purba, H. H. (2022b). The PDCA Approach with OEE Methods for Increasing Productivity in the Garment Industry. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri : Jurnal Keilmuan Teknik Dan Manajemen Industri*, 10(1), 57–68.  
<https://doi.org/10.24912/jitiuntar.v10i1.15430>
- Manurung, H., Fahri, A., Purba, H. H., & Kurnia, H. (2021). Accidence Analysis Work with Failure Mode and Effect Analysis Method at Coating Service Industry in Indonesia. *Spektrum Industry Journal*, 19(2), 135–144.  
<https://doi.org/10.12928/si.v19i2.20585>
- Musyafa'ah, & Sofiana, A. (2022). Analisis Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) Menggunakan Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Six Big Losses pada Mesin Disamatik PT. XYZ. *Jurnal Optimasi Sistem Industri (OPSI)*, 15(1), 56–63.  
<https://doi.org/10.31315/opsi.v15i1.6630>
- Nurprihatin, F., Angely, M., & Tannady, H. (2019). Total productive maintenance policy to increase effectiveness and maintenance performance using overall equipment effectiveness. *Journal of Applied Research on Industrial Engineering*, 6(3), 184–199.  
<https://doi.org/10.22105/jarie.2019.199037.1104>
- Nursubiyantoro, E., Puryani, P., & Rozaq, M. I. (2016). Implementasi Total Productive Maintenance (TPM) Dalam Penerapan Overall Equipment Effectiveness (OEE). *Jurnal Optimasi Sistem Industri (OPSI)*, 9(01), 24–32.  
<https://doi.org/10.31315/opsi.v9i01.2169>
- Pacaiova, H., & Izarikova, G. (2019). Base principles and practices for implementation of total productive maintenance in automotive industry. *Quality Innovation Prosperity*, 23(1), 45–59.  
<https://doi.org/10.12776/QIP.V23I1.1203>
- Pereira, A. M. H., Silva, M. R., Domingues, M. A. G., & Sá, J. C. (2019). Lean six sigma approach to improve the production process in the mould industry: A case study. *Quality Innovation Prosperity*, 23(3), 103–121.  
<https://doi.org/10.12776/QIP.V23I3.1334>
- Prabowo, H. A., Suprpto, Y. B., & Farida, F. (2018). The Evaluation of Eight Pillars Total Productive Maintenance (TPM) Implementation and Their Impact on Overall Equipment Effectiveness (OEE) and Waste. *Sinergi*, 22(1), 13–18.  
<https://doi.org/10.22441/sinergi.2018.1.003>
- Sjarifudin, D., & Kurnia, H. (2022). The PDCA Approach with Seven Quality Tools for Quality Improvement Men ' s Formal Jackets in Indonesia Garment Industry. *Jurnal Sistem Teknik Industri (JSTI)*, 24(2), 159–176.  
<https://doi.org/10.32734/jsti.v24i2.7711>
- Sjarifudin, D., Kurnia, H., Purba, H. H., & Jaqin, C. (2022). Implementation of the six sigma approach for increasing the quality of formal men ' s jackets in the garment industry. *Jurnal Sistem Dan Manajemen Industri*, 6(1), 33–44.  
<https://doi.org/10.30656/jsmi.v6i1.4359>
- Sukma, D. I., Prabowo, H. A., Setiawan, I., Kurnia, H., & Fahturizal, I. M. (2022). Implementation of Total Productive Maintenance to Improve Overall Equipment Effectiveness of Linear Accelerator Synergy Platform Cancer Therapy. *International Journal of Engineering, Transactions A: Basics*, 35(7), 1246–1256.  
<https://doi.org/10.5829/ije.2022.35.07a.04>
- W Creswell, J. (2014). *Research-Design\_Qualitative-Quantitative-and-Mixed-Methods-Approaches* Forth Edition. In V. Knight (Ed.), *Sage Publication* (Fourth Edi). Sage Publication Ltd.