

Analisis Kinerja Mesin Laser Cutting TruLaser 1030 pada Produksi Kendaraan Khusus Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE)

**Fariz Wisda Nugraha¹, Sendie Yulianto Margen^{1*}, Rifky Ismail², Muhammad Farel², Yusuf Subagyo¹,
Hartanto Prawibowo¹, Rizal Mustofa¹**

¹) Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang,

²) Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto, Tembalang, Kec. Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah 50275

*sendie.yulianto@polines.ac.id

Abstract

The manufacturing industry is continuously challenged to improve production efficiency and quality. Production machinery plays a crucial role in supporting smooth manufacturing processes, especially in the fabrication of special vehicle components. One such machine is the TruLaser 1030, a 2D laser cutting machine manufactured by TRUMPF, which is used for processing body and accessory parts in special vehicles. This study aims to evaluate the performance of the TruLaser 1030 machine using the Overall Equipment Effectiveness (OEE) method, as well as to identify damaged machine components and maintenance requirements. The Total Productive Maintenance (TPM) approach is applied to enhance equipment effectiveness, prevent breakdowns, and ensure product quality and workplace safety. The OEE methodology involves three main parameters: Availability, Performance Rate, and Quality Rate. The results show the machine's availability at 94%, performance rate at %, and quality rate at 97.1%. These findings suggest that the TruLaser 1030 machine operates at a relatively optimal level; however, regular evaluations of work systems and maintenance programs are necessary to maintain stable performance and continuously improve productivity.

Keywords: Laser Cutting; Overall Equipment Effectiveness; Total Productive Maintenance

1. Pendahuluan

Persaingan industri pada skala global semakin ketat seiring dengan kemajuan teknologi yang terus berkembang. Untuk tetap kompetitif, setiap industri berupaya meningkatkan baik kuantitas maupun kualitas produksinya melalui pemanfaatan teknologi yang lebih canggih [1]. Mesin produksi merupakan elemen krusial dalam operasional perusahaan industri, khususnya di sektor manufaktur, karena memiliki peran strategis dalam memastikan kelancaran dan efisiensi proses produksi [2]. Untuk menjaga tingkat produktivitas yang stabil, diperlukan dukungan dari kualitas produk yang optimal. Keduanya sangat bergantung pada kinerja mesin. Apabila performa mesin mengalami penurunan, maka hal ini akan berdampak langsung terhadap penurunan kualitas produk yang dihasilkan. Konsekuensinya, tingkat kepuasan pelanggan juga akan menurun. Padahal, kepuasan pelanggan merupakan faktor penting dalam mempertahankan serta meningkatkan daya saing dan keberlangsungan perusahaan di industri manufaktur [3]. Dengan memperhatikan perawatan yang tepat dan perbaikan yang diperlukan, perusahaan dapat memastikan ketersediaan mesin yang optimal, yang pada gilirannya akan berkontribusi pada pencapaian tujuan produksi yang diinginkan.

Pemeliharaan merupakan aktivitas yang bertujuan untuk memastikan sistem produksi tetap berfungsi secara optimal, sehingga diharapkan mampu memberikan kinerja sesuai harapan dan beroperasi sesuai dengan perencanaan yang telah ditetapkan [4]. Perawatan mengacu pada aktivitas rutin dan berulang yang penting untuk menjaga kemampuan operasional peralatan, memastikan bahwa peralatan tersebut dapat memenuhi tujuan yang dimaksudkan secara efektif [5]. Aktivitas pemeliharaan dapat didefinisikan sebagai menjaga fasilitas pada kondisi yang diinginkan [6]. Upaya menjaga kestabilan produksi dapat dilakukan dengan pemeliharaan mesin

produksi sebab mesin merupakan komponen penting dalam produksi [7]. Total Productive Maintenance yaitu Pendekakatan terstruktur untuk perawatan mesin yang bertujuan untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi operasional melalui keterlibatan seluruh organisasi, termasuk operator, teknisi, manajemen, dan staf lainnya. TPM dirancang untuk mencegah kerugian karena kesalahan atau downtime konfigurasi, perlambatan karena gangguan kecil atau perlambatan, kerugian karena cacat karena kesalahan proses boot, dan kehilangan hasil karena peningkatan manufaktur [8]. TPM berfokus pada pemeliharaan preventif, perbaikan, dan optimalisasi kinerja peralatan, serta pengembangan budaya kerja yang berorientasi pada perawatan dan peningkatan berkelanjutan.

OEE adalah pengukuran yang berpusat pada sejauh mana keefektifan dalam pekerjaan produksi dapat dilakukan [9]. Nilai OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) dinyatakan dalam bentuk persentase, di mana semakin tinggi nilainya, maka semakin tinggi pula efektivitas pemanfaatan suatu peralatan produksi. OEE terdiri dari tiga komponen utama, yaitu *availability*, *performance rate*, dan *quality rate*, yang masing-masing merepresentasikan aspek ketersediaan waktu operasi, kecepatan kerja mesin, dan tingkat kualitas hasil produksi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja mesin laser cutting TruLaser 1030 pada proses produksi kendaraan khusus dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Melalui penelitian ini diharapkan dapat diketahui kondisi aktual mesin serta memprediksi kebutuhan pemeliharaan agar mesin dapat terus beroperasi dalam kondisi optimal.

2. Alat dan Metodologi

2.1. Mesin Laser Cutting Trulaser 1030

Mesin Laser Cutting Trulaser 1030 merupakan pemotongan laser 2D yang diproduksi oleh TRUMPF yang menyediakan peralatan mesin laser cutting dan membantu industri dalam membuat body dan aksesoris pada kendaraan khusus. Mesin Laser Cutting Trulaser 1030 adalah mesin serbaguna yang mampu memotong berbagai macam ketebalan dan bahan lembaran, menjadikannya pilihan untuk berbagai aplikasi fabrikasi logam. Teknologi TruLaser 1030 menggunakan sumber laser serat, yang menawarkan beberapa keunggulan dibandingkan laser tradisional, seperti efisiensi yang lebih tinggi, dan kualitas sinar yang lebih baik. Hal ini menghasilkan kecepatan pemotongan yang lebih cepat, kualitas tepi yang lebih baik.



Gambar 1. Laser Cutting Trulaser 1030

Tabel 1. Spesifikasi Mesin Laser Cutting Trulaser 1030

Spesifikasi	Keterangan
Jenis Laser	<i>Solid State Fiber</i>
Daya Laser	3 kW – 6 kW
Kecepatan Potong Maksimum	Baja Ringan 25 mm
	<i>Stainless Steel</i> 20 mm
	Aluminium 12 mm
	Kuningan 10 mm
	Tembaga 8 mm
Ukuran Meja	3000 mm × 1500 mm
Panjang Sumbu x	3000 mm
Panjang Sumbu y	1500 mm
Panjang Sumbu z	150 mm
Berat	750 kg
Dimensi	5700 mm×3400 mm× 2700 mm

2.2. Overall Equipment Effectiveness (OEE)

OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengevaluasi efektivitas kerja suatu mesin atau peralatan produksi, yang mencakup tiga komponen utama: *availability* (ketersediaan), *performance* (kinerja), dan *quality* (kualitas) [10, 11]. Efektivitas ini dihitung dengan mengalikan nilai ketersediaan mesin, efisiensi operasional, dan tingkat kualitas hasil produksi. Secara matematis, OEE dirumuskan sebagai:

$$OEE = Availability\% \times Performance\% \times Quality\% \quad (1)$$

Menurut Nakajima [11], pengukuran OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) merupakan metode yang efektif untuk menganalisis efisiensi dari suatu mesin tunggal maupun sistem manufaktur terintegrasi. OEE merupakan fungsi dari tiga faktor utama, yaitu *availability*, *performance rate*, dan *quality rate*. Ketiga faktor tersebut pada dasarnya merepresentasikan kerugian-kerugian yang terjadi pada peralatan produksi. Temuan dari penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran mengenai tingkat efektivitas mesin berdasarkan standar 'world class' yang direkomendasikan oleh Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM), atau merujuk pada nilai ideal yang dikemukakan oleh Nakajima (1988), sebagaimana disajikan pada Tabel 2 [12].

Tabel 2. Standar World Class OEE

Faktor OEE	Standar
<i>Availability</i>	90%
<i>Performance</i>	95%
<i>Rate of Quality</i>	99%
OEE	85%

Perhitungan aktual dari metode OEE sebagai berikut:

Availability

Availability merupakan rasio dari operation time, dengan mengeliminasi downtime peralatan, terhadap loading time [13]. Untuk menentukan nilai *Availability* digunakan rumus sebagai berikut:

$$Availability = \frac{(Waktu\ bersih - Planned\ Downtime) - Downtime}{Loading\ Time} \times 100\ %$$

Performance Rate

Performance merupakan komponen kedua dalam menghitung OEE perkalian dari cycle time dan total produksi terhadap aktual waktu produksi bersih [13]. Untuk menghitung performance data yang dibutuhkan yaitu waktu siklus ideal produk dan operation time perminggu. Kemudian didapatkan dari perhitungan pada table, untuk itu maka rumusnya sebagai berikut:

$$Performance\ Rate = \frac{Jumlah\ Produksi \times Waktu\ Siklus\ Ideal}{Waktu\ Operasi\ Efektif} \times 100\ %$$

Quality rate

Quality rate merupakan komponen ketiga dalam perhitungan OEE, yang dihitung berdasarkan perbandingan antara jumlah produk baik (bebas cacat) dengan total jumlah produk yang dihasilkan selama proses produksi [13]. Untuk menghitung Rate of Quality data yang digunakan adalah jumlah total produksi dalam satu bulan dan data *reject*. Data produk yang berhasil melewati pengujian kualitas tanpa memerlukan perbaikan terlebih dahulu dan langsung dapat dilanjutkan ke tahap proses berikutnya.

$$Quality\ rate = \frac{Total\ Produksi - Total\ Barang\ Cacat}{Total\ Produksi} \times 100\ %$$

2.3. Metodologi Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian ini, digunakan berbagai metode pemecahan masalah untuk mempermudah pengumpulan informasi dan data yang relevan. Pada tahap ini, dilakukan inspeksi terhadap proses perawatan guna mengidentifikasi permasalahan yang ada, yang selanjutnya menjadi dasar dalam pengumpulan data.

Data yang dikumpulkan meliputi informasi terkait kegiatan pemeliharaan mesin oleh tim maintenance serta data yang dibutuhkan untuk menghitung nilai OEE, seperti running time dan downtime dapat dilihat pada tabel 3 dan 4. *Running time* mengacu pada total waktu yang menunjukkan jumlah jam kerja efektif yang digunakan dalam proses produksi. Sementara itu, *downtime* didefinisikan sebagai periode ketika mesin mengalami penghentian operasi secara tidak terencana akibat gangguan atau kondisi tak terduga.

Tabel 3. Data *Running Time*

Minggu	Jumlah Hari	Waktu Operasi Mesin (Jam)
Minggu ke-1	5	27,5
Minggu ke-2	5	27,5
Minggu ke-3	5	27,5
Minggu ke-4	5	27,5

Tabel 4. Data Downtime

Minggu	Total Jam Bersih	Jumlah Hari	Loading Time (Jam)	Planned Downtime (Jam)	Downtime (jam)
Minggu ke-1	35	5	25,5	7,5	2
Minggu ke-2	35	5	26,0	7,5	1,5
Minggu ke-3	35	5	26,0	7,5	1,5
Minggu ke-4	35	5	25,5	7,5	2

3. Hasil dan pembahasan

Berdasarkan data yang telah diperoleh, dilakukan perhitungan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) menggunakan rumus yang telah ditetapkan. Tahapan perhitungan diawali dengan menentukan nilai *Availability*, kemudian dilanjutkan dengan perhitungan *Performance Rate*, dan diakhiri dengan menghitung *Quality Rate* sebagai komponen terakhir dalam analisis OEE.

3.1. Analisa Availability

Untuk menghitung *availability* diperlukan *running time* yaitu waktu produksi tanpa mempertimbangkan *downtime* yang terjadi, kemudian dapat dilakukan perhitungan *availability* menggunakan rumus persamaan 2. Dapat dilihat pada tabel 5 nilai *availability* mesin laser cutting memiliki rata-rata 94%. Hasil ini memperlihatkan bahwa mesin telah memenuhi standar world class dengan nilai minimal 90%. Selain itu, naik turunnya nilai *availability* mesin Trulaser 1030 ini disebabkan oleh *downtime* pada setiap minggunya tidak sama. Hal tersebut juga terjadi pada penelitian yang dilakukan oleh Priyanto [14] dimana nilai *availability* sangat dipengaruhi oleh adanya kegiatan *Preventive Maintenance*, *Breakdown Maintenance* dan *Setup* yang dilakukan.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Availability

Minggu	Loading time	Running Time (jam)	Planned Downtime (jam)	Downtime (Jam)	Availability (%)
Minggu ke-1	27,5	25,5	7,5	2	93
Minggu ke-2	27,5	26	7,5	1,5	95
Minggu ke-3	27,5	26	7,5	1,5	95
Minggu ke-4	27,5	25,5	7,5	2	93
Rata-rata					94

3.2. Analisa Performance Rate

Data yang dibutuhkan untuk menghitung *performance rate* adalah data *operation time* (waktu operasi efektif) sama dengan *running time* perminggu, data aktual produksi perminggu, dan waktu siklus ideal produk. Dapat dilakukan perhitungan *Performance Rate* menggunakan persamaan 3. Tabel 6 menunjukkan bahwa pada minggu ke 4 memiliki *performance rate* tertinggi dengan nilai 99%. Hal ini disebabkan karena dengan jumlah *running time* yang lebih sedikit namun bisa menghasilkan jumlah produksi aktual yang tergolong tinggi.

Performance rate sistem mengikuti mesin bottleneck, dan perbaikan pada unit kritis berdampak besar pada rata-rata kinerja keseluruhan [15].

Tabel 6. Hasil Perhitungan *Performance Rate*

Minggu	Jumlah Produksi Aktual	Waktu Siklus (Jam)	Running Time (jam)	<i>Performance Rate</i> (%)
Minggu ke-1	2540	0,0095	25,5	95
Minggu ke-2	2680	0,0095	26	98
Minggu ke-3	2600	0,0095	26	95
Minggu ke-4	2650	0,0095	25,5	99
Rata-rata				97

3.3. Analisa *Rate of Quality*

Data yang digunakan untuk menghitung *quality rate* adalah data jumlah total produksi dalam satu minggu dan data *reject*. Dengan menggunakan persamaan 4 dapat dihitung nilai *quality rate* dari mesin laser cutting. Tabel 7 menunjukkan bahwa *Quality Rate* tertinggi didapatkan pada minggu ke 4. Hal ini disebabkan oleh jumlah barang *reject* yang paling sedikit. Fenomena ini juga terjadi pada penelitian Soltanali, 2018 dimana pengurangan kualitas defect bisa menaikkan *quality rate* [16].

Tabel 7. Hasil Perhitungan *Quality Rate*

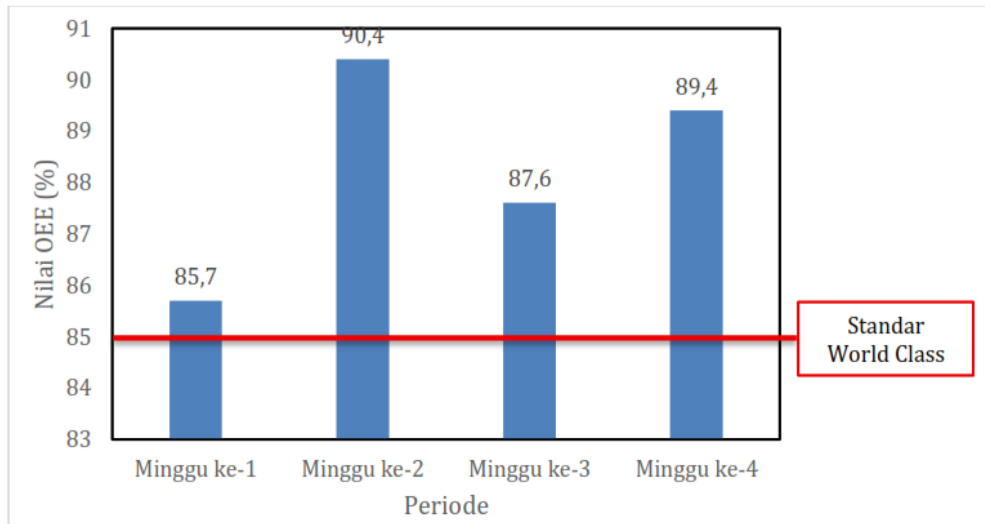
Minggu	Jumlah Produksi Ideal	<i>Reject</i>	<i>Quality Rate</i> (%)
Minggu ke-1	2540	74	97,0
Minggu ke-2	2680	76	97,1
Minggu ke-3	2600	74	97,1
Minggu ke-4	2650	72	97,2
Rata-rata			97,1

3.4. Analisa *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Setelah didapatkan 3 komponen penting dalam OEE, maka dapat dilakukan perhitungan nilai OEE menggunakan persamaan 1. Tabel 8 menunjukkan bahwa pada minggu ke 4 memiliki nilai OEE tertinggi yaitu 90,4%. Gambar 2 juga memperlihatkan bahwa nilai OEE mengalami fluktuasi dikarenakan faktor *downtime* yang dilakukan dan jumlah produk *reject* yang ada.

Tabel 8. Hasil Perhitungan OEE

Minggu	Availabilty (%)	Performance Rate (%)	Quality Rate (%)	OEE (%)
Minggu ke-1	93	95	97	85,7
Minggu ke-2	95	98	97,1	90,4
Minggu ke-3	95	95	97,1	87,6
Minggu ke-4	93	99	97,2	89,4
Rata-rata				88.3



Gambar 2. Grafik perbandingan Nilai OEE

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), kinerja mesin laser cutting TruLaser 1030 pada proses produksi kendaraan khusus menunjukkan performa yang cukup optimal. Nilai rata-rata OEE yang diperoleh sebesar 88,3%, yang mendekati standar world class sebesar 85%. Komponen OEE terdiri dari: *Availability* rata-rata sebesar 94%, yang telah melampaui standar minimum 90%, menunjukkan tingkat ketersediaan mesin yang baik. *Performance Rate* rata-rata 97%, yang menunjukkan efisiensi operasi mesin berada dalam kategori tinggi. *Quality Rate* rata-rata 97,1%, menandakan hasil produksi memiliki tingkat kecacatan yang rendah.

Nilai tertinggi OEE terjadi pada minggu ke-2 sebesar 90,4%, yang menunjukkan minggu tersebut sebagai periode kinerja terbaik. Meskipun demikian, terdapat fluktuasi nilai tiap minggunya yang dipengaruhi oleh faktor *downtime* dan jumlah produk cacat. Oleh karena itu, perusahaan perlu secara rutin melakukan evaluasi terhadap sistem kerja dan program pemeliharaan mesin guna menjaga kestabilan performa dan meningkatkan produktivitas secara berkelanjutan.

Daftar Pustaka

- [1] T. Viga and A. Pusakaningwati, "Analisa Terjadinya Six Big Losses pada Mesin Evaporator dengan Metode TPM di Seksi Refinery MSG PT. XXX," *JKIE (Journal Knowl. Ind. Eng.,* vol. 5, no. 1, pp. 1–6, 2018.
- [2] D. D. Armanda, "Perencanaan Perawatan Mesin dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Pada PT. XYZ," *G-Tech J. Teknol. Terap.,* vol. 7, no. 4, pp. 1588–1595, 2023.
- [3] S. Nurjanah, "Analisis Perawatan Mesin Casting Zinc Menggunakan Metode Overall Equipment Effectivness (OEE) Melalui Pendekatan DMAIC," *JENIUS J. Terap. Tek. Ind.,* vol. 1, no. 1, pp. 30–37, 2020.
- [4] U. N. Harahap and C. Nasution, "Analisis peningkatan produktivitas kerja mesin dengan menggunakan metode Total Productive Maintenance (TPM) di PT. Casa Woodworking Industry," *J. Vor.,* vol. 2, no. 2, pp. 110–114, 2021.

- [5] M. Nasution, A. Bakhori, and W. Novarika, "Manfaat perlunya manajemen perawatan untuk bengkel maupun industri," *J. UISU-Jurnal Online Univ. Islam Sumatera Utara*, Mei, 2021.
- [6] S. Sariyusda, F. Fakhriza, and J. Putra, "Analisa efektivitas prokduksi pada unit urea i dengan menggunakan metode total productive maintenance (TPM) di PT. Pupuk Iskandar Muda," *J. Polimesin*, vol. 14, no. 1, pp. 37–43, 2016.
- [7] R. M. Jannah, S. Supriyadi, and A. Nalhadi, "Analisis Efektivitas pada Mesin Centrifugal dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE)," in *Prosiding Seminar Nasional Riset Terapan| SENASSET*, 2017, pp. 170–175.
- [8] A. Wahid, "Penerapan total productive maintenance (TPM) Produksi Dengan Metode overall equipment effectiveness (OEE) Pada proses produksi botol (pt. XY pandaan–pasuruan)," *J. Teknol. Dan Manaj. Ind.*, vol. 6, no. 1, pp. 12–16, 2020.
- [9] A. E. Susetyo, "Analisis overall equipment effectiveness (OEE) untuk menentukan efektifitas mesin sonna web," *Sci. Tech J. Ilmu Pengetah. Dan Teknol.*, vol. 3, no. 2, pp. 93–102, 2017.
- [10] D. I. Sukma, H. A. Prabowo, I. Setiawan, H. andamp Kurnia, and I. M. Fahturizal, "Implementation of total productive maintenance to improve overall equipment effectiveness of linear accelerator synergy platform cancer therapy," *Int. J. Eng.*, vol. 35, no. 7, pp. 1246–1256, 2022.
- [11] S. Nakajima, "Introduction to TPM: total productive maintenance. (Translation)," *Product. Press. Inc.*, 1988, p.129, 1988.
- [12] E. Eddy and C. Chairunissa, "Peningkatan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Mesin Molding Melalui Perbaikan Six Big Losses Di PT. CWI," *J. Optim.*, vol. 7, no. 1, pp. 100–108, 2021.
- [13] S. Supriyati, T. N. Wiyatno, and H. Darmawan, "Peningkatan Produksi Plastik Injection dengan Analisis Overall Equipment Effectiveness dan Single Minute Exchange of Dies," *J. Oper. Excell. J. Appl. Ind. Eng.*, vol. 13, no. 3, pp. 394–406, 2021.
- [14] D. Priyanto and R. T. Suhada, "Analisis Pengukuran Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Mesin Rice Milling Unit (RMU) di PT . FSTJ," vol. XVII, no. 2, pp. 209–222, 2023.
- [15] F. He, K. Shen, L. Lu, and Y. Tong, "Model for improvement of overall equipment effectiveness of beer filling lines," vol. 10, no. 8, pp. 1–20, 2018, doi: 10.1177/1687814018789247.
- [16] H. Soltanali, A. Rohani, M. Tabasizadeh, and M. H. Abbaspour-fard, "Improving the performance measurement using Overall Equipment Effectiveness (OEE) in an automotive industry International Journal of Automotive," no. July, 2018, doi: 10.22068/ijae.8.3.2781.