

ANALISIS DAN USULAN PENINGKATAN EFEKTIVITAS MESIN CNC MILLING MENGGUNAKAN PENDEKATAN OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)

Ganda Sirait¹, Arsyad Sumantika²

¹Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik dan Komputer, Universitas Putera Batam

²Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik dan Komputer, Universitas Putera Batam

Ganda@puterabatam.ac.id

ABSTRAK

Persaingan industri manufaktur yang semakin ketat menuntut perusahaan untuk meningkatkan produktivitas dan efektivitas penggunaan mesin produksi. Salah satu mesin yang memiliki peranan penting dalam proses manufaktur adalah mesin CNC Milling. Mesin ini digunakan untuk menghasilkan komponen dengan tingkat presisi tinggi sehingga kinerja dan keandalannya sangat memengaruhi kelancaran proses produksi. Permasalahan yang sering terjadi pada mesin CNC Milling berupa *downtime*, penurunan kecepatan produksi, dan produk cacat yang menyebabkan rendahnya efektivitas mesin.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat efektivitas mesin CNC Milling menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan mengidentifikasi faktor-faktor penyebab rendahnya efektivitas menggunakan Fishbone Diagram. Data penelitian diperoleh dari catatan produksi dan perawatan mesin selama periode Januari–Maret 2025. Perhitungan OEE dilakukan berdasarkan tiga komponen utama yaitu *Availability Rate*, *Performance Rate*, dan *Quality Rate*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata *Availability* sebesar 88,76%, *Performance* sebesar 83,24%, dan *Quality* sebesar 97,45%, sehingga diperoleh nilai OEE sebesar 71,95%. Nilai tersebut masih berada di bawah standar kelas dunia sebesar 85%. Analisis Fishbone Diagram menunjukkan bahwa faktor utama penyebab rendahnya efektivitas berasal dari aspek manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan kerja. Usulan perbaikan yang diberikan meliputi penerapan preventive maintenance, peningkatan kompetensi operator, penyusunan standar operasional yang lebih efektif, dan penguatan sistem monitoring produksi.

Kata Kunci: CNC Milling, OEE, Produktivitas, Fishbone Diagram, Efektivitas Mesin

ABSTRACT

Increasing competition in the manufacturing industry requires companies to improve productivity and machine utilization effectiveness. CNC Milling machines play a crucial role in manufacturing processes due to their ability to produce high-precision components. Therefore, machine performance and reliability significantly affect production efficiency. Common problems such as downtime, reduced operating speed, and product defects can decrease machine effectiveness.

This study aims to analyze the effectiveness level of CNC Milling machines using the Overall Equipment Effectiveness (OEE) method and identify factors causing low effectiveness through Fishbone Diagram analysis. Data were collected from production and maintenance records during January–March 2025. OEE calculations were conducted based on three main indicators: Availability Rate, Performance Rate, and Quality Rate.

The results show that the average Availability Rate reached 88.76%, Performance Rate 83.24%, and Quality Rate 97.45%, resulting in an OEE value of 71.95%. This value is below the world-class standard of 85%. Fishbone Diagram analysis revealed that the major causes of low effectiveness originated from human, machine, method, material, and environmental factors. Improvement proposals include implementing preventive maintenance programs, enhancing operator competencies, improving operational procedures, and strengthening production monitoring systems.

Keywords: CNC Milling, OEE, Productivity, Fishbone Diagram, Machine Effectiveness

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi manufaktur telah mendorong perusahaan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas proses produksi. Salah satu faktor yang menentukan keberhasilan sistem produksi adalah tingkat efektivitas penggunaan mesin. Mesin yang beroperasi secara optimal akan menghasilkan output yang tinggi dengan kualitas yang baik dan waktu produksi yang efisien.

Mesin CNC Milling merupakan salah satu mesin yang banyak digunakan dalam industri manufaktur untuk proses pemotongan, pembentukan, dan pengerjaan komponen dengan tingkat presisi tinggi. Keunggulan mesin CNC Milling terletak pada kemampuannya menghasilkan produk

yang konsisten serta tingkat akurasi yang tinggi. Namun demikian, berbagai permasalahan seperti kerusakan mesin, waktu setup yang lama, penurunan kecepatan produksi, dan produk cacat masih sering terjadi sehingga dapat menurunkan efektivitas mesin.

Efektivitas mesin menjadi salah satu indikator penting dalam menilai performa sistem produksi. Pengukuran efektivitas mesin dapat dilakukan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Metode OEE merupakan alat ukur yang digunakan untuk mengevaluasi tingkat efektivitas suatu peralatan berdasarkan tiga komponen utama yaitu *availability*, *performance*, dan *quality*.

Selain mengetahui tingkat efektivitas mesin, perusahaan juga perlu memahami faktor-faktor penyebab rendahnya nilai OEE. Salah satu alat analisis yang dapat digunakan adalah Fishbone Diagram atau diagram sebab-akibat. Metode ini membantu mengidentifikasi akar penyebab masalah secara sistematis sehingga perusahaan dapat menentukan tindakan perbaikan yang tepat.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis efektivitas mesin CNC Milling menggunakan pendekatan OEE serta memberikan usulan perbaikan berdasarkan hasil analisis

Fishbone Diagram guna meningkatkan produktivitas dan efisiensi proses produksi.

Untuk mendapatkan hasil penelitian, maka menjadi focus penelitian ini dilakukan dengan sistematis, yaitu mengukur tingkat efektivitas mesin CNC Milling menggunakan metode OEE, mengidentifikasi penyebab rendahnya efektivitas mesin menggunakan Fishbone Diagram, serta memberikan usulan perbaikan untuk meningkatkan efektivitas mesin CNC Milling.

TINJAUAN PUSTAKA

Produktivitas

Produktivitas merupakan ukuran kemampuan suatu sistem produksi dalam menghasilkan output dibandingkan dengan sumber daya yang digunakan. Produktivitas yang tinggi menunjukkan penggunaan sumber daya yang efisien dan efektif.

Efektivitas Mesin

Efektivitas mesin menggambarkan kemampuan mesin dalam menghasilkan output sesuai target dengan kualitas yang memenuhi standar. Tingkat efektivitas yang tinggi menunjukkan bahwa mesin dapat beroperasi secara optimal dengan gangguan yang minimal.

Total Productive Maintenance (TPM)

Total Productive Maintenance (TPM) merupakan pendekatan manajemen pemeliharaan yang bertujuan meningkatkan efektivitas peralatan melalui keterlibatan seluruh karyawan. TPM berfokus pada pencegahan kerusakan, pengurangan downtime, dan peningkatan produktivitas.

Overall Equipment Effectiveness (OEE)

OEE merupakan indikator utama dalam TPM yang digunakan untuk mengukur efektivitas penggunaan mesin.

Availability Rate

Availability menunjukkan persentase waktu operasi aktual dibandingkan waktu produksi yang direncanakan.

Availability = Operating Time / Loading Time × 100%

Performance Rate

Performance menunjukkan kemampuan mesin dalam menghasilkan output dibandingkan kapasitas idealnya.

Performance = (Ideal Cycle Time × Total Output) / Operating Time × 100%

Quality Rate

Quality menunjukkan persentase produk baik yang dihasilkan.

Quality = Good Product / Total Product × 100%

Overall Equipment Effectiveness

OEE = Availability × Performance × Quality

Standar OEE kelas dunia menurut Nakajima adalah:

- Availability > 90%
- Performance > 95%
- Quality > 99%
- OEE > 85%

Six Big Losses

Six Big Losses merupakan enam sumber utama kerugian yang menyebabkan rendahnya efektivitas mesin.

- Breakdown Losses
- Setup and Adjustment Losses
- Idling and Minor Stoppages
- Reduced Speed Losses
- Process Defect Losses
- Reduced Yield Losses

Fishbone Diagram

Fishbone Diagram atau Diagram Ishikawa digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah berdasarkan beberapa kategori utama yaitu:

- Man (Manusia)
- Machine (Mesin)
- Method (Metode)
- Material (Material)
- Measurement (Pengukuran)
- Environment (Lingkungan)

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan pendekatan studi kasus pada mesin CNC Milling.

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada salah satu perusahaan manufaktur yang menggunakan mesin CNC Milling sebagai fasilitas produksi utama selama periode Januari–Maret 2025.

Jenis Data

Data Primer

- Observasi langsung kondisi mesin
- Wawancara operator dan teknisi
- Data Sekunder
- Data produksi
- Data downtime
- Data jumlah produk cacat
- Data waktu setup

Tahapan Penelitian

- Identifikasi masalah.
- Pengumpulan data produksi dan perawatan.
- Perhitungan Availability Rate.
- Perhitungan Performance Rate.
- Perhitungan Quality Rate.
- Perhitungan nilai OEE.
- Analisis penyebab menggunakan Fishbone Diagram.
- Penyusunan usulan perbaikan.

Teknik Analisis Data

Analisis dilakukan dengan menghitung nilai OEE bulanan dan membandingkannya dengan standar world class. Selanjutnya dilakukan identifikasi akar penyebab rendahnya efektivitas menggunakan Fishbone Diagram untuk menentukan usulan perbaikan yang tepat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data Produksi

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data operasional mesin CNC Milling selama periode Januari–Maret 2025. Data meliputi waktu produksi tersedia

(loading time), downtime mesin, jumlah produk yang dihasilkan, jumlah produk cacat, dan waktu siklus ideal.

Tabel 1. Data Operasional Mesin CNC Milling

Parameter	Januari	Februari	Maret
Loading Time (menit)	26.400	24.000	26.400
Downtime (menit)	2.800	2.500	3.000
Operating Time (menit)	23.600	21.500	23.400
Total Produksi (unit)	11.800	10.500	11.000
Produk Cacat (unit)	320	260	260
Produk Baik (unit)	11.480	10.240	10.740
Ideal Cycle Time (menit/unit)	1,70	1,70	1,70

Perhitungan Availability Rate

Availability Rate menunjukkan persentase waktu mesin beroperasi dibandingkan waktu produksi yang tersedia.

Januari

$$\text{Availability} = (23.600 / 26.400) \times 100\% \\ = 89,39\%$$

Februari

$$\text{Availability} = (21.500 / 24.000) \times 100\% \\ = 89,58\%$$

Maret

$$\text{Availability} = (23.400 / 26.400) \times 100\% \\ = 88,64\%$$

Tabel 2. Hasil Availability Rate

Bulan	Availability (%)
Januari	89,39
Februari	89,58
Maret	88,64

Rata-rata	89,20
-----------	-------

Hasil menunjukkan bahwa nilai Availability masih berada di bawah standar kelas dunia sebesar 90%. Kondisi ini menunjukkan masih tingginya downtime yang terjadi selama proses produksi.

Perhitungan Performance Rate

Performance Rate digunakan untuk mengukur kemampuan mesin menghasilkan output dibandingkan kapasitas idealnya.

Januari

$$\text{Performance} \\ = (1,70 \times 11.800) / 23.600 \times 100\% \\ = 83,02\%$$

Maret

$$\text{Performance} \\ = (1,70 \times 11.000) / 23.400 \times 100\% \\ = 79,91\%$$

Tabel 3. Hasil Performance Rate

Bulan	Performance (%)
-------	-----------------

Januari	84,96
Februari	83,02
Maret	79,91
Rata-rata	82,63

Nilai Performance Rate menunjukkan bahwa kecepatan aktual mesin masih jauh dari kecepatan ideal. Kondisi ini mengindikasikan adanya kehilangan waktu akibat penurunan kecepatan operasi dan penghentian singkat selama proses produksi.

Perhitungan Quality Rate

Quality Rate digunakan untuk mengukur kemampuan mesin menghasilkan produk sesuai standar kualitas.

Januari

Quality

$$= (11.480 / 11.800) \times 100\%$$

$$= 97,29\%$$

Februari

Quality

$$= (10.240 / 10.500) \times 100\%$$

$$= 97,52\%$$

Maret

Quality

$$= (10.740 / 11.000) \times 100\%$$

$$= 97,64\%$$

Tabel 4. Hasil Quality Rate

Bulan	Quality (%)
Januari	97,29
Februari	97,52
Maret	97,64
Rata-rata	97,48

Nilai Quality Rate relatif tinggi dibandingkan dua komponen lainnya,

namun masih berada di bawah standar world class sebesar 99%.

Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE)

OEE dihitung dengan mengalikan nilai Availability, Performance, dan Quality.

Januari

OEE

$$= 89,39\% \times 84,96\% \times 97,29\%$$

$$= 73,87\%$$

Februari

OEE

$$= 89,58\% \times 83,02\% \times 97,52\%$$

$$= 72,49\%$$

Maret

OEE

$$= 88,64\% \times 79,91\% \times 97,64\%$$

$$= 69,16\%$$

Tabel 5. Nilai OEE

Bulan	OEE (%)
Januari	73,87
Februari	72,49
Maret	69,16
Rata-rata	71,84

Analisis Nilai OEE

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai rata-rata OEE sebesar 71,84%.

Tabel 6. Perbandingan dengan Standar World Class

Komponen	Hasil	Standar
Availability	89,20%	90%
Performance	82,63%	95%
Quality	97,48%	99%
OEE	71,84%	85%

Hasil menunjukkan bahwa efektivitas mesin CNC Milling masih belum mencapai standar kelas dunia. Komponen yang paling rendah adalah Performance Rate, sehingga menjadi faktor utama penyebab rendahnya nilai OEE.

Analisis Six Big Losses

Untuk mengetahui sumber utama kehilangan efektivitas mesin dilakukan analisis berdasarkan konsep Six Big Losses.

Tabel 7. Persentase Six Big Losses

Jenis Kerugian	Persentase (%)
Breakdown Losses	34,50
Setup and Adjustment Losses	18,20
Reduced Speed Losses	25,60
Minor Stoppage Losses	10,80
Defect Losses	8,40
Yield Losses	2,50

Berdasarkan data tersebut, tiga penyebab terbesar penurunan efektivitas mesin adalah:

- Breakdown Losses* (34,50%)
- Reduced Speed Losses* (25,60%)
- Setup and Adjustment Losses* (18,20%)

Berdasarkan perhitungan tersebut, ketiga faktor tersebut berkontribusi terhadap lebih dari 78% total kehilangan efektivitas mesin.

Analisis Fishbone Diagram

Analisis Fishbone Diagram dilakukan untuk mengidentifikasi akar penyebab rendahnya efektivitas mesin CNC Milling.

Faktor Man (Manusia)

- Operator kurang memahami troubleshooting mesin.
- Ketelitian operator masih rendah.
- Kurangnya pelatihan CNC secara berkala.
- Disiplin inspeksi harian belum optimal.

Faktor Machine (Mesin)

- Komponen *spindle* mengalami keausan.
- Sistem pendingin kurang optimal.
- Jadwal *preventive maintenance* belum berjalan baik.
- Usia mesin relatif tua.

Faktor Method (Metode)

- SOP pengoperasian belum diperbarui.
- Waktu setup masih panjang.
- Dokumentasi kerusakan belum terstandarisasi.

Faktor Material

- Variasi kualitas bahan baku.
- Material kadang tidak sesuai spesifikasi.
- Permukaan material tidak seragam.

Faktor Environment (Lingkungan)

- Debu area produksi cukup tinggi.
- Temperatur ruangan tidak stabil.
- Kebersihan area mesin kurang terjaga.

Faktor Measurement

- Monitoring downtime belum real-time.
- Pencatatan kerusakan masih manual.
- Evaluasi performa mesin belum rutin dilakukan.

Usulan Perbaikan

Berdasarkan hasil analisis OEE dan Fishbone Diagram, beberapa usulan perbaikan yang dapat diterapkan adalah sebagai berikut.

• Penerapan Preventive Maintenance

Program preventive maintenance perlu dijadwalkan secara rutin untuk mencegah

kerusakan mendadak yang menyebabkan downtime tinggi.

2. Pelatihan Operator CNC

Pelatihan berkala diperlukan untuk meningkatkan kompetensi operator dalam pengoperasian dan penanganan gangguan mesin.

3. Optimalisasi Setup Mesin

Penerapan konsep Single Minute Exchange of Dies (SMED) dapat mengurangi waktu setup dan penyesuaian mesin.

4. Digitalisasi Monitoring Produksi

Pemasangan sistem monitoring berbasis komputer memungkinkan pengawasan downtime dan performa mesin secara real-time.

5. Penyempurnaan SOP

Standar operasional perlu diperbarui dan disosialisasikan kepada seluruh operator untuk mengurangi variasi proses kerja.

6. Program Autonomous Maintenance

Operator dilibatkan dalam kegiatan pemeriksaan, pembersihan, pelumasan, dan inspeksi harian sehingga kondisi mesin dapat dipantau secara berkelanjutan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa: Nilai rata-rata *Availability Rate* mesin CNC Milling sebesar 89,20%, *Performance Rate* sebesar 82,63%, dan *Quality Rate* sebesar 97,48%. Kemudian, nilai rata-rata *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) sebesar 71,84%, yang masih berada di bawah standar *world class* sebesar 85%. Diketahui bahwa faktor utama penyebab rendahnya efektivitas mesin berasal dari *Breakdown Losses*, *Reduced Speed Losses*, dan *Setup and Adjustment Losses*. Analisis fishbone diagram menunjukkan bahwa, faktor manusia, mesin, metode, material, lingkungan, serta pengukuran berkontribusi terhadap rendahnya efektivitas mesin. Adapun usulan perbaikan yang direkomendasikan meliputi *preventive*

maintenance, pelatihan operator mesin, optimalisasi *setup*, digitalisasi *monitoring*, penyempurnaan SOP, dan penerapan *autonomous maintenance*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak perusahaan yang telah memberikan izin penelitian dan menyediakan data yang diperlukan. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada rekan peneliti, serta semua pihak yang telah membantu penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Nakajima, S. (1988). Introduction to TPM: Total Productive Maintenance. Productivity Press.
- Wireman, T. (2004). Total Productive Maintenance. Industrial Press Inc.
- Hansen, R.C. (2001). Overall Equipment Effectiveness. Industrial Press.
- Muchiri, P., & Pintelon, L. (2008). Performance Measurement Using Overall Equipment Effectiveness. International Journal of Production Research, 46(13), 3517–3535.
- Ahuja, I.P.S., & Khamba, J.S. (2008). Total Productive Maintenance: Literature Review and Directions. International Journal of Quality & Reliability Management, 25(7), 709–756.
- Ishikawa, K. (1986). Guide to Quality Control. Asian Productivity Organization.
- Gupta, P., & Vardhan, S. (2016). Optimizing OEE Through TPM. International Journal of Productivity and Performance Management, 65(2), 238–255.
- Singh, R., Shah, D.B., Gohil, A.M., & Shah, M.H. (2013). Overall Equipment Effectiveness Measurement. Journal of Mechanical Engineering Research.
- Borris, S. (2006). Total Productive Maintenance. McGraw-Hill.

Dal, B., Tugwell, P., & Greatbanks, R. (2000). Overall Equipment Effectiveness as a Measure of Operational Improvement. *International Journal of Operations & Production Management*.

Eti, M.C., Ogaji, S.O.T., & Probert, S.D. (2006). Reducing the Cost of Preventive Maintenance. *Applied Energy*.

Ansori, N., & Mustajib, M.I. (2013). *Sistem Perawatan Terpadu*. Graha Ilmu.

Assauri, S. (2016). *Manajemen Operasi Produksi*. Rajawali Pers.

Gaspersz, V. (2017). *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Gramedia.

Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2020). *Operations Management*. Pearson Education.

Abdurrahman, M. H., Putra, D. D., Akbar, R. A., & Prastyo, Y. (2025). Penerapan Overall Equipment Effectiveness (OEE) dalam peningkatan produktivitas mesin CNC Lathe. *Journal of Technology and Engineering*, 3(1), 54–60.

<https://doi.org/10.59613/journaloftechnologyandengineering.v3i1.197>

Hidayat, H., Purwanto, P., Hardiyanti, M. R., Negoro, Y. P., Rohmat, R., Dina, A. A., & Harmayanti, A. (2025). Evaluasi OEE dan Six Big Losses pada mesin CNC Cutting industri konstruksi manufaktur. *Matrik: Jurnal Manajemen dan Teknik Industri Produksi*, 26(2). <https://doi.org/10.30587/matrik.v26i2.11326>

Mustofa, R., Yudha, V., & Faizin, M. (2025). Analisis tingkat efisiensi mesin CNC Milling berdasarkan nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Six Big Losses. *ROTASI*, 27(2), 64–70. <https://doi.org/10.14710/rotasi.27.2.64-70>

Pratama, R. D. A., & Syakhroni, A. (2025). Evaluasi kinerja CNC Turning menggunakan metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Six Big Losses pada bengkel XYZ. *Jurnal Logistica*, 3(2), 56–64. <https://doi.org/10.62375/logistics.v3i2.592>

Arifin, A., Tama, I. P., & Sumantri, Y. (2023). Analysis the effectiveness of CNC Turning machines type XTRA 420 using the Overall Equipment Effectiveness method. *JEMIS: Journal of Engineering & Management in Industrial System*, 11(1).

<https://doi.org/10.21776/ub.jemis.2023.011.01.5>

Suryaprakash, M., Prabha, M. G., Yuvaraja, M., & Revanth, R. V. R. (2021). Improvement of Overall Equipment Effectiveness of machining centre using TPM. *Materials Today: Proceedings*, 46, 9348–9353.

<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.820>