

ANALISA KINERJA MESIN CNC MILLING 3 AXIS DENGAN METODE TPM (TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE) OEE (OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS) DAN SIX BIG LOSSES DI PT.X

Parman Sinaga

*Program Studi Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
parmans@itbu.ac.id*

Abstrak

Dalam memenuhi permintaan produksi yang tinggi, PT. X mengharuskan proses produksinya berjalan secara maksimal. Hal tersebut membuat Mesin CNC harus tetap bekerja dalam waktu yang lama dan harus dalam keadaan optimal. Pemakaian Mesin CNC yang terus menerus dapat mengakibatkan kerusakan mesin dan mengakibatkan terhentinya proses produksi atau disebut downtime, karena proses produksi yang tinggi mempengaruhi kinerja Mesin CNC yang berdampak pada keausan komponen mesin dan umur mesin. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kecepatan produksi (kinerja) Mesin CNC Milling 3 Axis, menghitung nilai efektivitas kinerja Mesin CNC Milling 3 Axis berdasarkan Overall Equipment Effectiveness dan Mengetahui kerugian apakah yang terjadi berdasarkan six big losses. Metodologi penelitian yang digunakan observasi, wawancara dan studi literatur. Hasil Kecepatan produksi (kinerja) Mesin CNC Milling 3 Axis tertinggi terjadi pada bulan Agustus, dengan tingkat kinerja sebesar 92,89%. Efektivitas kinerja Mesin CNC Milling 3 Axis berdasarkan OEE yaitu Angka OEE tertinggi adalah 87,45%. Berdasarkan six big losses pada Mesin CNC Milling 3 Axis, kerugian terbesar adalah reduced speed losses dengan nilai 36,76% dan yield losses dengan nilai 24,77%.

Kata Kunci : Mesin CNC Milling 3 Axis, TPM, OEE, Six Big Losses

1) PENDAHULUAN

Mesin CNC (Computer Numerical Control) adalah sebuah mesin yang digunakan dalam Industri Manufaktur untuk menghasilkan komponen untuk Sektor Teknik dalam jumlah besar dengan cepat. Seperti nama dari CNC sendiri, setiap pengerjaan dari CNC menggunakan sistem komputer yang telah terbentuk dengan baik hingga menghasilkan barang yang sesuai dengan presisi. Misalkan, pada pembuatan benda atau part-part seperti mur, baut, sekrup dan lain sebagainya. Ada ukuran paten atau presisi yang harus digunakan sesuai dengan kebutuhan. Dengan menggunakan mesin CNC, maka komputer akan dengan mudah mengontrol peralatan mesin dalam memotong atau mengebor berbagai material. Sehingga, hasil yang dicapai pun akan sesuai dengan ukuran presisi tersebut. Penggerjaan menggunakan CNC juga tentu lebih menguntungkan dari pada penggerjaan

dengan tenaga manusia secara manual. (Fauzan et al, 2019).

Dalam memenuhi permintaan produksi yang tinggi, PT.X mengharuskan proses produksinya berjalan secara maksimal. Hal tersebut membuat Mesin CNC harus tetap bekerja dalam waktu yang lama dan harus dalam keadaan optimal. Pemakaian Mesin CNC yang terus menerus dapat mengakibatkan kerusakan mesin dan mengakibatkan terhentinya proses produksi atau disebut downtime, karena proses produksi yang tinggi mempengaruhi kinerja mesin CNC yang berdampak pada keausan komponen mesin, dan umur mesin. Adanya kerusakan pada mesin dapat mengganggu keseluruhan proses produksi.

Maka berdasarkan uraian diatas, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi kinerja Mesin CNC dalam meningkatkan kualitas produksi PT.X dengan analisis TPM yang menjadi acuan nilai Overall

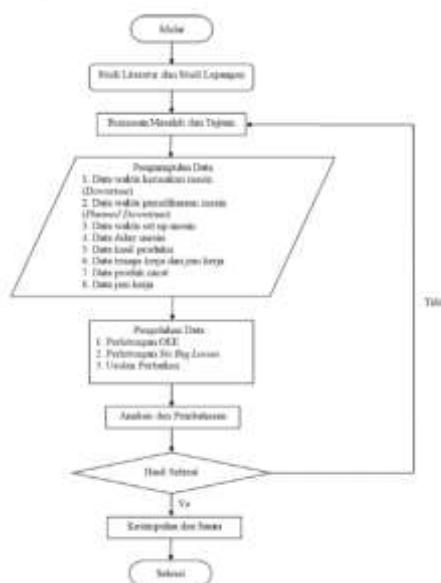
Equipment Effectiveness (OEE) dan menggunakan Six Big Losses.

OEE merupakan metode standar untuk kinerja mesin produksi dengan mengukur produktivitas sehingga proses operasional menjadi lebih efisien, meminimalisir pemborosan sumber daya dan produk menjadi berkualitas. OEE dihitung dengan membagi enam kerugian signifikan menjadi tiga kategori: ketersediaan (availability), kinerja (performance), dan kualitas (quality) (Chuluk, 2021).

Six Big losses adalah enam kerugian yang mempengaruhi proses kinerja mesin produksi yang dihindari oleh setiap perusahaan. Six big losses dikategorikan menjadi tiga bagian utamanya berdasarkan kerugiannya yaitu : downtime losses, speed losses dan quality losses (Nakajima, 1998)[10].

2) METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Diagram Alur Penelitian



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian
Sumber: Penelitian Mandiri 2025

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat diagram alir penelitian yang menggambarkan metodologi dan kerangka penelitian.

2.2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif. Karena penelitian ini bersifat data dan dokumentasi. Penggunaan penelitian jenis kuantitatif bertujuan untuk menyajikan hasil yang bersifat rinci, prosedur yang spesifik dan hipotesis yang dirumuskan dengan jelas.

2.3. Sumber Data

1. Data Primer

Data primer terkait meliputi data pengamatan secara langsung atau observasi lapangan, serta data wawancara tentang penyebab rework yang berlebihan. Seperti menyaksikan proses produksi dan proses perawatan mesin, serta wawancara tidak terstruktur dengan bagian maintenance untuk informasi lebih lanjut selama penelitian.

2. Data Sekunder

Data sekunder ialah informasi yang didapatkan secara tidak langsung, seperti melalui catatan perusahaan atau temuan penelitian sebelumnya. Data sekunder dikumpulkan dengan mengklasifikasikan, menyusun, dan menganalisis informasi dari laporan perusahaan yang berkaitan dengan item yang sedang diteliti. Data yang digunakan dalam penelitian adalah:

- 1) Data waktu kerusakan mesin (Down time).
- 2) Data waktu pemeliharaan mesin (Planned Downtime)
- 3) Data waktu set up mesin.
- 4) Data delay mesin
- 5) Data hasil produksi.
- 6) Data tenaga kerja dan jam kerja.
- 7) Data produk cacat.
- 8) Data jam kerja mesin

2.4. Teknik Pengumpulan Data

1. Observasi Langsung

Pemantauan langsung proses produksi, kondisi kerja, dan lingkungan kerja. Studi ini dilakukan melalui pengamatan langsung terhadap kerja mesin CNC dan pengetahuan tentang perhitungan OEE.

2. Wawancara

Wawancara dengan operator mesin dilakukan untuk mempelajari lebih lanjut kesulitan-kesulitan yang timbul selama pengoperasian mesin CNC dan sebagai referensi untuk rekomendasi modifikasi sebelum menghitung nilai OEE.

3. Studi Literatur

Studi literatur adalah jenis penelitian yang menyelidiki atau menilai secara kritis informasi, ide, atau penemuan yang terkandung dalam tubuh literatur yang berorientasi akademik dan merumuskan kontribusi metodologis dan teoritis untuk isu-isu tertentu. Penelitian literatur dilakukan dengan mencari data dan meninjau literatur yang ada di perusahaan mengenai proses manufaktur dan Total Productive Maintenance, OEE, Six Big Losses, dan Fishbone Diagram.

2.5. Teknik Analisis Data

1. OEE

OEE dihitung dengan mengalikan ketersediaan mesin, efisiensi kinerja proses, dan tingkat kualitas produk.

1) *Availability: Rasio* waktu tersedia yang digunakan untuk proses produksi mesin, yang dikendalikan oleh dua komponen, yaitu kerusakan mesin dan konfigurasi mesin.

2) *Performance:* Kemampuan peralatan yang digunakan untuk melaksanakan tugasnya

dalam produksi produk dievaluasi. Faktor kehilangan kecepatan yang perlu dipertimbangkan termasuk penghentian singkat, waktu idle (menganggur), dan penurunan kecepatan.

3) *Quality rate:* Nilai yang menggambarkan produk telah memenuhi kriteria penerimaan. Dengan memperoleh nilai hasil kualitas, kualitas produk dapat diklasifikasikan sebagai sangat baik atau rusak, dengan kualitas ideal 99%.

2. Six Big Losses

1) *Breakdown losses*, Loss ini akibat peralatan tersebut telah rusak dan tidak bisa di fungsi kan lagi, sehingga membutuh-kan penggantian atau perbaikan. Waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan dan memperbaiki bagian yang rusak digunakan untuk menghitung kerugian ini.

2) *Set up and adjustment time*, modifikasi dalam keadaan operasional, losses tersebut disebabkan oleh peristiwa-peristiwa seperti dimulainya produksi atau dimulainya shift baru, penyesuaian produk, dan perubahan keadaan operasi. Perubahan alat, pergantian cutter baru, dan jig adalah beberapa contoh. Kecepatan menurun, Kehilangan kecepatan terjadi ketika keluaran kurang dari keluaran kecepatan referensi. Keluaran yang melewati standar kualitas tidak memperhitungkan kehilangan kecepatan.

3) *Idling and minor stoppages losses*, adalah losses akibat kegagalan mesin sebagai akibat dari masalah sementara

- seperti penghentian mesin, kemacetan, dan pemalasan.
- 4) *Reduce speed losses*, yaitu penurunan kecepatan produksi dibandingkan dengan kecepatan desain mesin. Kapasitas ideal dibandingkan dengan beban kerja sebenarnya untuk mengukur kerugian ini. Kesalahan atau penurunan kualitas Kehilangan kualitas terjadi ketika hasil produksi tidak memenuhi standar kualitas yang ditentukan.
 - 5) *Rework and quality defect*, losses ini adalah hasil dari cacat produksi. Barang yang tidak memenuhi standar harus diperbarui atau dibuang. Teknik penggerjaan ulang membutuhkan tenaga kerja, dan bisnis kehilangan uang saat komponen didaur ulang.
 - 6) *Yield losses*, karena limbah bahan baku. losses ini diklasifikasikan dalam 2 jenis: losses bahan baku yang disebabkan oleh desain produk dan prosedur pembuatan, dan losses penyesuaian yang disebabkan oleh masalah kualitas produk pada awal proses pembuatan dan selama modifikasi.
3. Usulan Perbaikan
- Diagram sebab akibat (fishbone diagram) untuk mengidentifikasi faktor Six Big Losses yang paling menonjol. Saran untuk memperbaiki faktor enam kerugian besar yang paling umum akan diberikan dengan menggunakan diagram sebab akibat. Keterkaitan antara sebab dan akibat digambarkan dalam diagram sebab akibat (fishbone diagram). Variabel penyebab dan karakteristik kualitas (dampak) karena faktor-faktor penyebab ini digambarkan menggunakan diagram kausalitas dalam pengendalian proses statistik. Diagram kausal ini juga dikenal sebagai "diagram tulang ikan" atau diagram Ishikawa, setelah Profesor Kaoru Ishikawa dari Universitas Tokyo menemukannya pada tahun 1953. Tujuan dari grafik ini adalah untuk menunjukkan unsur-unsur penyebab serta ciri-ciri kualitatif yang ditimbulkannya. Diagram ini biasanya menggambarkan lima faktor yang dianggap sebagai sumber losses, seperti Man, Method, Material, Machine, dan Environment.
- ## 2.6 Alat Penelitian
- Mesin CNC Milling 3 Axis
- Mesin CNC Milling 3 Axis adalah mesin yang digunakan dalam penelitian ini. Gambar 3.2 menunjukkan mesin CNC Milling 3 Axis.
- 
- Gambar 2. Mesin CNC Milling 3 Axis
- Sumber: Penelitian Mandiri 2025
- Spesifikasi Mesin CNC Milling 3 Axis adalah sebagai berikut :
- | | |
|--------------------|----------------------------------|
| a. Model | : FANUC ROBODRILL @ - D14MiB |
| b. Serial No | : P195ZD172 |
| c. Type | : A04B-0102-B122 # EBMH |
| d. Production Year | : 2019 |
| e. Power Supply | : 3 PHASE 10 kVA 200V ~ 50/60 Hz |
| f. Tahun pemakaian | : 2020 |
| g. Weight | : 2200 kg |

2.7 Material Penelitian

Material yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 3. Kayu Sonokeling

Sumber: Penelitian Mandiri 2025
Spesifikasi Material yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Jenis kayu : Sonokeling (*Dalbergia Latifolia Roxb*)
2. Thick : 6 mm
3. Long : 30 mm
4. Wide : 9 mm

3) HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Hasil Pengamatan dan Pengukuran

1) Data Running Time

Running time merupakan jumlah total waktu yang dihabiskan untuk mengerjakan suatu produksi. PT. X hanya memiliki 5 hari kerja dalam seminggu beroperasi.

Tabel 1. Running Time Mesin CNC Milling 3 Axis

Bulan	Jumlah Hari	Machine Working Time (menit)	Jam Efektif Kerja Mesin (menit)
Mei 2025	21	9200	7920
Juni 2025	21	9440	7920
Juli 2025	21	9530	7920
Agustus 2025	21	9260	7920
September 2025	21	9745	7920
Oktober 2025	21	9320	7920

Sumber: Penelitian Mandiri 2025

Setelah dilakukan penelitian, nilai tertinggi dan nilai terendah running time mesin cnc milling 3 axis terdapat pada bulan Mei dan September. Dari hasil input penelitian pada bulan Mei dan September menghasilkan data harian

running time mesin cnc milling 3 axis yang dapat dilihat pada lampiran 1 dan 2.

2) Data Downtime

Downtime merupakan jumlah waktu yang terbuang ketika proses produksi terganggu karena kerusakan mesin dan menyebabkan kerugian pada sistem produksi. Data downtime selama periode Mei hingga Oktober 2025 PT. X sebagai berikut :

Tabel 2. Data Downtime Mesin CNC Milling 3 Axis

Bulan	Jumlah Hari	Machine Working Time (menit)	Planned Downtime Cleaning		Downtime (%)
			Cleaning (menit)	Pengecekan (menit)	
Mei 2025	21	9200	630	126	8,21
Juni 2025	21	9440	378	126	5,33
Juli 2025	21	9530	315	189	5,28
Agustus 2025	21	9260	420	157,5	6,23
September 2025	21	9745	252	94,5	3,55
Oktober 2025	21	9320	337	126	3,18

Sumber: Penelitian Mandiri 2025

Setelah dilakukan penelitian, nilai tertinggi dan nilai terendah downtime mesin cnc milling 3 axis terdapat pada bulan Mei dan September. Dari hasil input penelitian pada bulan Mei dan September menghasilkan data harian downtime mesin cnc milling 3 axis yang dapat dilihat pada lampiran 3 dan 4.

3) Data Produksi

Tabel 3. Data Produksi Mesin CNC Milling 3 Axis

Bulan	Total Produk (pieces)	Produk Bulk (pieces)	Produk Cetak (pieces)	Produk Bulk (%)	Target (%)
Mei 2025	1801	7718	61	98,34	98
Juni 2025	3859	3754	105	97,27	98
Juli 2025	3966	3780	126	96,77	98
Agustus 2025	3889	3872	67	98,37	98
September 2025	3427	3885	42	98,81	98
Oktober 2025	3883	3801	84	97,93	98

Sumber: Penelitian Mandiri 2025

Setelah dilakukan penelitian, nilai tertinggi dan nilai terendah data produksi mesin cnc milling 3 axis terdapat pada bulan September dan Juni. Dari hasil input penelitian pada bulan September dan Mei

menghasilkan data harian data produksi mesin cnc milling 3 axis yang dapat dilihat pada lampiran 5 dan 6.

4) Data Breakdown

Ketika mesin tiba-tiba mengalami kerusakan atau gangguan, maka mesin tersebut tidak dapat melakukan proses produksi sebagaimana mestinya. Waktu setup adalah jumlah waktu yang diperlukan untuk menyiapkan mesin sejak mesin dihentikan hingga prosedur untuk kegiatan produksi selanjutnya dimulai.

Tabel 5. Data Breakdown Mesin CNC Milling 3 Axis

Bulan	<i>Setup And Adjustment</i>	<i>Failure And Repair</i>
	Penggunaan Jig & Cutter (menit)	Breakdown Mesin (menit)
Mei 2025	120	120
Juni 2025	156	147
Juli 2025	178	130
Agustus 2025	200	118
September 2025	145	120
Oktober 2025	100	135

Sumber: Penelitian Mandiri 2025

Setelah dilakukan penelitian, nilai tertinggi dan nilai terendah breakdown mesin cnc milling 3 axis terdapat pada bulan Agustus dan Oktober. Dari hasil input penelitian pada bulan Mei dan September menghasilkan data harian breakdown mesin cnc milling 3 axis yang dapat dilihat pada lampiran 7 dan 8.

3.2 Pengolahan Data

Rasio waktu tersedia untuk proses produksi yang dikendalikan oleh dua komponen, yaitu kerusakan mesin dan konfigurasi mesin. Loading time adalah jumlah total waktu selama jam kerja dimana proses produksi selesai.

1) Availability

Rasio waktu tersedia untuk proses produksi yang dikendalikan oleh dua komponen, yaitu kerusakan mesin dan konfigurasi mesin. Loading time adalah jumlah total waktu selama jam kerja dimana proses produksi selesai.

kerja dimana proses produksi selesai.

Tabel 6. Data Hasil Perhitungan Loading Time

Bulan	Jumlah Hari	Machine Working Time (menit)	Planned Downtime (menit)	Loading Time (menit)
Mei 2025	21	9200	736	8444
Juni 2025	21	9440	904	8536
Juli 2025	21	9539	594	9029
Agustus 2025	21	9260	577,5	8682,5
September 2025	21	8545	246,5	8396,5
Oktober 2025	21	9320	483	8837

Sumber: Penelitian Mandiri 2025

Setelah dilakukan penelitian, nilai tertinggi dan nilai terendah loading time mesin cnc milling 3 axis terdapat pada bulan September dan Mei. Dari hasil input penelitian pada bulan Mei dan September menghasilkan data harian loading time mesin cnc milling 3 axis yang dapat dilihat pada lampiran 9 dan 10.

Setiap bulan, setelah mendapatkan nilai loading time, ditentukan waktu operasi yang dibutuhkan untuk menghitung availability. Waktu operasi adalah waktu produksi yang dihitung tanpa memperhitungkan downtime.

Tabel 7. Data Hasil Perhitungan Operation Time

Bulan	Loading Time (menit)	Failure And Repair (menit)	Setup And Adjustment (menit)	Operation Time (menit)
Mei 2025	8444	126	120	8198
Juni 2025	8926	147	156	8623
Juli 2025	9026	130	178	8718
Agustus 2025	8682,5	118	200	8364,5
September 2025	8396,5	120	145	8133,5
Oktober 2025	8837	133	180	8602

Sumber: Penelitian Mandiri 2025

Setelah dilakukan penelitian, nilai tertinggi dan nilai terendah operation time mesin cnc milling 3 axis terdapat pada bulan September dan Mei. Dari hasil input penelitian pada bulan Mei dan September menghasilkan data harian operation time mesin cnc milling 3 axis yang dapat dilihat pada lampiran 11 dan 12.

Kemudian dilakukan perhitungan availability setelah nilai operation time diperoleh. Availability merupakan rasio dari operation time, dengan mengeliminasi downtime peralatan terhadap loading time.

Tabel 8. Data Hasil Perhitungan Availability

Bulan	Loading Time (menit)	Downtime (menit)	Operation Time (menit)	Availability (%)
Mei 2025	8444	246	8198	97,01
Juni 2025	8936	303	8633	96,60
Juli 2025	9026	308	8718	96,56
Agustus 2025	8682,5	318	8364,5	96,33
September 2025	9398,5	263	9133,5	97,18
Oktober 2025	8837	235	8602	97,34

Sumber: Penelitian Mandiri 2025

Setelah dilakukan penelitian, nilai tertinggi dan nilai terendah availability mesin cnc milling 3 axis terdapat pada bulan September dan Agustus. Dari hasil input penelitian pada bulan Mei dan September menghasilkan data harian availability mesin cnc milling 3 axis yang dapat dilihat pada lampiran 13 dan 14.

Pembacaan terendah adalah pada bulan Juli dan Agustus, masing-masing sebesar 96,56% dan 96,33%. Agustus memiliki waktu downtime paling banyak (318 menit). Namun mengingat angka availability nya lebih besar dari 95% selama 6 bulan ini, maka dapat dikatakan masih dalam kategori baik.

1. Perhitungan Availability bulan Mei :

a. Machine Working Times

= Aktual jam kerja mesin

= 9200 menit

b. Loading Time

= Machine working times – Planned downtime

= 9200 – 756 = 8444 menit

c. Operation Time

= Loading Time – Failure & Repair – Setup & Adjust

= 8444 – 126 – 120 = 8198 menit

d. Availability

$$= \frac{\text{Loading time} - \text{downtime}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

$$= \frac{8444 - 246}{8444} \times 100\% = 97,01 \%$$

2. Perhitungan Availability bulan Juni :

a. Machine Working Times

= Aktual jam kerja mesin

= 9440 menit

b. Loading Time

= Machine working times – Planned downtime

= 9440 – 504 = 8936 menit

c. Operation Time

= Loading Time – Failure & Repair – Setup & Adjust

= 8936 – 347 – 156 = 8633 menit

d. Availability

$$= \frac{\text{Loading time} - \text{downtime}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

$$= \frac{8936 - 347}{8936} \times 100\% = 96,60 \%$$

3. Perhitungan Availability bulan Juli :

a. Machine Working Times

= Aktual jam kerja mesin

= 9530 menit

b. Loading Time

= Machine working times – Planned downtime

= 9530 – 504 = 9026 menit

c. Operation Time

= Loading Time – Failure & Repair – Setup & Adjust

= 9026 – 130 – 178 = 8718 menit

d. Availability:

$$= \frac{\text{Working time} - \text{downtime}}{\text{Working time}} \times 100\%$$

$$= \frac{8682,5 - 310}{8682,5} \times 100\% = 90,56\%$$

4. Perhitungan Availability bulan Agustus :

a. Machine Working Times

= Aktual jam kerja mesin
= 9260 menit

b. Loading Time

= Machine working times – Planned downtime
= 9260 – 577,5 = 8682,5 menit

c. Operation Time

= Loading Time – Failure & Repair – Setup & Adjust
= 8682,5 – 118 – 200 = 8384,5 menit

d. Availability:

$$= \frac{\text{Working time} - \text{downtime}}{\text{Working time}} \times 100\%$$

$$= \frac{8384,5 - 310}{8682,5} \times 100\% = 90,33\%$$

5. Perhitungan Availability bulan September :

a. Machine Working Times

= Aktual jam kerja mesin
= 9745 menit

b. Loading Time

= Machine working times – Planned downtime
= 9745 – 346,5 = 9398,5 menit

c. Operation Time

= Loading Time – Failure & Repair – Setup & Adjust
= 9398,5 – 128 – 145 = 9131,5 menit

d. Availability:

$$= \frac{\text{Working time} - \text{downtime}}{\text{Working time}} \times 100\%$$

$$= \frac{9131,5 - 2}{9398,5} \times 100\% = 97,18\%$$

6. Perhitungan Availability bulan Oktober :

a. Machine Working Times

= Aktual jam kerja mesin
= 9320 menit

b. Loading Time

= Machine working times – Planned downtime
= 9320 – 483 = 8837 menit

c. Operation Time

= Loading Time – Failure & Repair – Setup & Adjust
= 8837 – 135 – 100 = 8692 menit

d. Availability:

$$= \frac{\text{Working time} - \text{downtime}}{\text{Working time}} \times 100\%$$

$$= \frac{8692 - 2}{8837} \times 100\% = 97,34\%$$

2) Performance Rate

Kemampuan mesin yang digunakan untuk melaksanakan tugasnya dalam memproduksi produk dievaluasi. Faktor kehilangan kecepatan yang perlu dipertimbangkan termasuk penghentian singkat, waktu idle (menganggur), dan penurunan kecepatan. Rumus rasio kinerja adalah sebagai berikut:

Tabel 9. Data Hasil Perhitungan Performance Rate Mesin CNC Milling 3 Axis

Bulan	Total Produk (piece)	Target Produk (piece)	Operation Downtime (menit)	Ideal Cycle Time (menit)	Aktual Cycle Time (menit)	Performance Rate (%)
Mei 2021	100	100	310	1	1,0	92,72%
Juni 2021	3150	4145	963	1	2,21	90,40%
Juli 2021	3700	4179	1178	1	2,21	91,00%
Agustus 2021	3000	4182,5	984,5	1	2,15	92,89%
September 2021	3027	4160,5	911,5	1	2,15	93,99%
Oktober 2021	3007	4081	960	1	2,21	90,12%

Sumber: Penelitian Mandiri 2025

Setelah dilakukan penelitian, nilai tertinggi dan nilai terendah performance rate mesin cnc milling 3 axis terdapat pada bulan Mei dan September. Dari hasil input penelitian pada bulan Mei dan September menghasilkan data harian Performance rate mesin cnc milling 3 axis yang dapat dilihat pada lampiran 15 dan 16.

Berdasarkan tabel di atas, performance rate tertinggi terjadi pada bulan Agustus, dengan tingkat kinerja sebesar 92,89%. Hasil ini terjadi karena kecepatan produksi bulan September lebih cepat dari perkiraan. Angka terendah terjadi pada bulan September dengan tingkat kinerja sebesar 85,99%.

1. Perhitungan Performance Rate bulan Mei :

a. Perhitungan ideal cycle time :

1 produk terdapat 4 proses

1 proses = 0,5 menit (number data lapangan)

4 proses = $4 \times 0,5 = 2$ menit

Jadi, untuk kecepatan produksi mesin cnc milling 3 axis adalah :

$$\text{Jumlah produk yang dihasilkan} = \frac{\text{aktif}}{2 \text{ menit/proses}} = 30 \text{ produk}$$

Maka dari hasil perhitungan ideal cycle time yang di dapat per jam adalah 30 produk.

b. Actual cycle time

$$= \frac{\text{Operating Time}}{\text{output Product}}$$

$$= \frac{1140}{30} = 2,15 \text{ menit/pieces}$$

c. Jumlah Target

$$= \frac{\text{Operating Time}}{\text{Ideal Cycle Time}}$$

$$= \frac{1140}{2} = 4099 \text{ pieces}$$

d. Performance Rate

$$= \frac{\text{actual x ideal cycle time}}{\text{operation time}} \times 100\%$$

$$= \frac{1140 \times 2}{1140} \times 100\% = 92,72\%$$

2. Perhitungan Performance Rate bulan Juni :

a. Perhitungan ideal cycle time :

1 produk terdapat 4 proses

1 proses = 0,5 menit (number data lapangan)

4 proses = $4 \times 0,5 = 2$ menit

Jadi, untuk kecepatan produksi mesin cnc milling 3 axis adalah :

$$\text{Jumlah produk yang dihasilkan} = \frac{\text{aktif}}{2 \text{ menit/proses}} = 30 \text{ produk}$$

<p>Maka dari hasil perhitungan ideal cycle time yang di dapat per jam adalah 30 produk.</p> <p>b. Actual cycle time:</p> $\frac{\text{Operating Time}}{\text{Output Product}} = \frac{3000}{300} = 10 \text{ menit/pieces}$ <p>c. Jumlah Target:</p> $\frac{\text{Operating Time}}{\text{Ideal Cycle Time}} = \frac{3000}{10} = 300 \text{ pieces}$ <p>d. Performance Rate:</p> $\frac{\text{Actual Actual cycle time}}{\text{operating time}} \times 100\% = \frac{300}{300} \times 100\% = 100\%$	<p>e. Jumlah Target:</p> $\frac{\text{Operating Time}}{\text{Ideal Cycle Time}} = \frac{3000}{10} = 300 \text{ pieces}$ <p>f. Performance Rate:</p> $\frac{\text{output x ideal cycle time}}{\text{operating time}} \times 100\% = \frac{300 \times 10}{3000} \times 100\% = 100\% = 100\%$
<p>3. Perhitungan Performance Rate bulan Januari :</p> <p>a. Perhitungan ideal cycle time :</p> <p>1 produk terdapat 4 proses</p> <p>1 proses = 0,5 menit (number data lapangan)</p> <p>4 proses = $4 \times 0,5 = 2$ menit</p> <p>Jadi, untuk kecepatan produksi mesin cnc milling 3 axis adalah :</p> <p>Jumlah produk yang dihasilkan = $\frac{60 \text{ menit}}{2 \text{ menit/pieces}} = 30 \text{ produk}$</p> <p>Maka dari hasil perhitungan ideal cycle time yang di dapat per jam adalah 30 produk.</p> <p>b. Actual cycle time:</p> $\frac{\text{Operating Time}}{\text{Output Product}} = \frac{3000}{300} = 10 \text{ menit/pieces}$ <p>c. Jumlah Target:</p> $\frac{\text{Operating Time}}{\text{Ideal Cycle Time}} = \frac{3000}{10} = 300 \text{ pieces}$ <p>d. Performance Rate:</p> $\frac{\text{Actual Actual cycle time}}{\text{operating time}} \times 100\% = \frac{300}{300} \times 100\% = 100\%$	<p>6. Perhitungan Performance Rate bulan Oktober :</p> <p>a. Perhitungan ideal cycle time :</p> <p>1 produk terdapat 4 proses</p> <p>1 proses = 0,5 menit (number data lapangan)</p> <p>4 proses = $4 \times 0,5 = 2$ menit</p> <p>Jadi, untuk kecepatan produksi mesin cnc milling 3 axis adalah :</p> <p>Jumlah produk yang dihasilkan = $\frac{60 \text{ menit}}{2 \text{ menit/pieces}} = 30 \text{ produk}$</p> <p>Maka dari hasil perhitungan ideal cycle time yang di dapat per jam adalah 30 produk.</p> <p>b. Actual cycle time:</p> $\frac{\text{Operating Time}}{\text{Output Product}} = \frac{3000}{300} = 10 \text{ menit/pieces}$ <p>c. Jumlah Target:</p> $\frac{\text{Operating Time}}{\text{Ideal Cycle Time}} = \frac{3000}{10} = 300 \text{ pieces}$ <p>d. Performance Rate:</p> $\frac{\text{output x ideal cycle time}}{\text{operating time}} \times 100\% = \frac{300 \times 10}{3000} \times 100\% = 100\% = 100\%$
<p>4. Perhitungan Performance Rate bulan Agustus :</p> <p>a. Perhitungan ideal cycle time :</p> <p>1 produk terdapat 4 proses</p> <p>1 proses = 0,5 menit (number data lapangan)</p> <p>4 proses = $4 \times 0,5 = 2$ menit</p> <p>Jadi, untuk kecepatan produksi mesin cnc milling 3 axis adalah :</p> <p>Jumlah produk yang dihasilkan = $\frac{60 \text{ menit}}{2 \text{ menit/pieces}} = 30 \text{ produk}$</p> <p>Maka dari hasil perhitungan ideal cycle time yang di dapat per jam adalah 30 produk.</p> <p>b. Actual cycle time:</p> $\frac{\text{Operating Time}}{\text{Output Product}} = \frac{3000}{300} = 10 \text{ menit/pieces}$ <p>c. Jumlah Target:</p> $\frac{\text{Operating Time}}{\text{Ideal Cycle Time}} = \frac{3000}{10} = 300 \text{ pieces}$ <p>d. Performance Rate:</p> $\frac{\text{Actual Actual cycle time}}{\text{operating time}} \times 100\% = \frac{300}{300} \times 100\% = 100\%$	<p>b. Actual cycle time:</p> $\frac{\text{Operating Time}}{\text{Output Product}} = \frac{3000}{300} = 10 \text{ menit/pieces}$ <p>c. Jumlah Target:</p> $\frac{\text{Operating Time}}{\text{Ideal Cycle Time}} = \frac{3000}{10} = 300 \text{ pieces}$ <p>d. Performance Rate:</p> $\frac{\text{output x ideal cycle time}}{\text{operating time}} \times 100\% = \frac{300 \times 10}{3000} \times 100\% = 100\% = 100\%$
<p>5. Perhitungan Performance Rate bulan September :</p> <p>a. Perhitungan ideal cycle time :</p> <p>1 produk terdapat 4 proses</p> <p>1 proses = 0,5 menit (number data lapangan)</p> <p>4 proses = $4 \times 0,5 = 2$ menit</p> <p>Jadi, untuk kecepatan produksi mesin cnc milling 3 axis adalah :</p> <p>Jumlah produk yang dihasilkan = $\frac{60 \text{ menit}}{2 \text{ menit/pieces}} = 30 \text{ produk}$</p> <p>Maka dari hasil perhitungan ideal cycle time yang di dapat per jam adalah 30 produk.</p> <p>b. Actual cycle time:</p> $\frac{\text{Operating Time}}{\text{Output Product}} = \frac{3000}{300} = 10 \text{ menit/pieces}$	<p>3) Rate Of Quality</p> <p>Quality rate adalah nilai yang menggambarkan produk telah memenuhi kriteria penerimaan. Dengan memperoleh nilai hasil kualitas, kualitas produk dapat diklasifikasikan sebagai sangat baik atau rusak, dengan kualitas ideal 99%</p>

Tabel 10. Data Hasil Perhitungan Quality Rate Mesin CNC Milling 3 Axis

Bulan	Total Produk (pieces)	Produk Baik (pieces)	Produk Rusak (pieces)	Quality Rate (%)
Mei 2025	3000	3000	0	100,00
Juni 2025	3000	3000	0	100,00
Juli 2025	3000	3000	0	100,00
Agustus 2025	3000	3000	0	100,00
September 2025	3000	2988	12	99,33
Oktober 2025	3000	3000	0	100,00

Sumber: Penelitian Mandiri 2025

Setelah dilakukan penelitian, nilai tertinggi dan nilai terendah quality rate mesin cnc milling 3 axis terdapat pada bulan September dan Juli. Dari hasil input penelitian pada bulan Mei dan September menghasilkan data harian quality rate mesin cnc milling 3 axis yang dapat dilihat pada lampiran 17 dan 18.

Target produk yang diberikan perusahaan kategori untuk produk baik adalah sebesar 98%. Sedangkan standar quality

rate secara international adalah 99,9%. September memiliki quality rate terbaik, dengan peringkat 98,93%. Selama bulan itu, sebagian besar barang yang diproduksi melewati pemeriksaan kualitas. PT X telah lolos quality control tetapi tidak memenuhi target perusahaan. Nilai terendah pada bulan Juli dengan persentase kualitas sebesar 96,77%.

1. Perhitungan Quality Rate bulan Mei :

$$\text{Quality rate} = \frac{\text{output} - \text{reject}}{\text{output}} \times 100\%$$

$$= \frac{3801}{3901} \times 100\% = 98,34\%$$

2. Perhitungan Quality Rate bulan Juni :

$$\text{Quality rate} = \frac{\text{output} - \text{reject}}{\text{output}} \times 100\%$$

$$= \frac{3859 \times 105}{3859} \times 100\% = 97,27\%$$

3. Perhitungan Quality Rate bulan Juli :

$$\text{Quality rate} = \frac{\text{output} - \text{reject}}{\text{output}} \times 100\%$$

$$= \frac{3906 \times 126}{3906} \times 100\% = 90,77\%$$

4. Perhitungan Quality Rate bulan Agustus :

$$\text{Quality rate} = \frac{\text{output} - \text{reject}}{\text{output}} \times 100\%$$

$$= \frac{3885 \times 63}{3885} \times 100\% = 98,37\%$$

5. Perhitungan Quality Rate bulan September :

$$\text{Quality rate} = \frac{\text{output} - \text{reject}}{\text{output}} \times 100\%$$

$$= \frac{3927 \times 42}{3927} \times 100\% = 98,93\%$$

6. Perhitungan Quality Rate bulan Oktober :

$$\text{Quality rate} = \frac{\text{output} - \text{reject}}{\text{output}} \times 100\%$$

$$= \frac{3885 \times 84}{3885} \times 100\% = 97,83\%$$

4) *Overall Equipment Effectiveness*

Perhitungan OEE dilakukan setelah memperoleh nilai availability, performance rate dan quality rate. OEE adalah keseluruhan efektivitas peralatan dalam hal kinerja dan ketergantungan. OEE dihitung dengan membagi enam kerugian signifikan menjadi tiga kategori: ketersediaan, kinerja, dan kualitas.

Tabel 11. Data Hasil Perhitungan OEE Mesin CNC Milling 3 Axis

Bulan	Performance Rate	Quality Rate	Availability	OEE (%)
Mei 2025	0,82	0,98	0,97	87,43
Juni 2025	0,80	0,97	0,96	82,87
Juli 2025	0,89	0,98	0,96	82,82
Agustus 2025	0,92	0,98	0,96	90,53
September 2025	0,85	0,98	0,97	88,00
Oktober 2025	0,90	0,97	0,97	84,68

Sumber: Penelitian Mandiri 2025

Setelah dilakukan penelitian, nilai tertinggi dan nilai terendah OEE mesin cnc milling 3 axis terdapat pada bulan Mei dan September. Dari hasil input penelitian pada bulan Mei dan September menghasilkan data harian OEE mesin cnc milling 3 axis yang dapat dilihat pada lampiran 19 dan 20.

OEE mempertimbangkan waktu, kualitas, dan kinerja produksi. OEE digunakan untuk menentukan efisiensi mesin atau alur produksi. Berdasarkan tabel diatas, nilai OEE yang tertinggi adalah bulan Mei dengan nilai 87,45%. Standar nilai JIPM (Japan Institute Of Plant Maintenance) Overall Equipment Effectiveness (OEE) yaitu sebesar 85%, maka pada bulan Mei memenuhi standar. Tetapi nilai OEE terendah yang terjadi pada bulan Juni, Juli, September dan Oktober tidak memenuhi standar 85% Japan Institut Of Plant Maintenance. Dari situ terlihat bahwa efektivitas dari mesin CNC Milling 3 Axis secara keseluruhan masih memerlukan evaluasi untuk dilakukan perbaikan dalam upaya meningkatkan efektivitas mesin.

1. Perhitungan Overall Equipment Effectiveness bulan Mei :

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality Rate \times 100\%$$

$$= 0,97 \times 0,92 \times 0,98 \times 100\%$$

$$= 87,45\%$$
2. Perhitungan Overall Equipment Effectiveness bulan Juni :

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality Rate \times 100\%$$

$$= 0,96 \times 0,89 \times 0,97 \times 100\%$$

$$= 82,87\%$$
3. Perhitungan Overall Equipment Effectiveness bulan Juli :

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality Rate \times 100\%$$

$$= 0,96 \times 0,89 \times 0,96 \times 100\%$$

$$= 82,02\%$$
4. Perhitungan Overall Equipment Effectiveness bulan Agustus :

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality Rate \times 100\%$$

$$= 0,96 \times 0,92 \times 0,98 \times 100\%$$

$$= 86,55\%$$
5. Perhitungan Overall Equipment Effectiveness bulan September :

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality Rate \times 100\%$$

$$= 0,97 \times 0,85 \times 0,98 \times 100\%$$

$$= 80,09\%$$
6. Perhitungan Overall Equipment Effectiveness bulan Oktober :

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality Rate \times 100\%$$

$$= 0,97 \times 0,90 \times 0,97 \times 100\%$$

$$= 84,68\%$$

5) Six Big Losses

Six big losses adalah enam kerugian yang harus dihindari karena dapat mengurangi efektivitas mesin. Six Big Losses diklasifikasikan menjadi 3 yaitu downtime losses, speed losses, quality losses. Berikut 6 kerugian utama (six big losses), yang antara lain adalah :

1. Equipment Failures Breakdowns)

Merupakan kerugian akibat peralatan telah rusak sehingga memerlukan maintenance atau penggantian. Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan dan memperbaiki kerusakan digunakan untuk menghitung Equipment Failures.

Tabel 12. Data Hasil Perhitungan Equipment Failure Losses

Bulan	Loading Time (menit)	Downtime (menit)	Equipment Failure Loss (%)
Mei 2025	8444	246	2,91
Juni 2025	8936	303	3,39
Juli 2025	9026	308	3,41
Agustus 2025	8682,5	318	3,66
September 2025	9398,5	265	2,81
Oktober 2025	8837	235	2,65

Sumber: Penelitian Mandiri 2025

1. Perhitungan Equipment Failure Losses bulan Mei :

$$\text{Equipment Failure Losses} = \frac{\text{downtime}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

$$= \frac{246}{8444} \times 100\%$$

$$= 2,91\%$$

2. Perhitungan Equipment Failure Losses bulan Juni :

$$\text{Equipment Failure Losses} = \frac{\text{downtime}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

$$= \frac{303}{8936} \times 100\%$$

$$= 3,39\%$$

3. Perhitungan Equipment Failure Losses bulan Juli :

$$\text{Equipment Failure Losses} = \frac{\text{downtime}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

$$= \frac{308}{9026} \times 100\%$$

$$= 3,41\%$$

4. Perhitungan Equipment Failure Losses bulan Agustus :

$$\text{Equipment Failure Losses} = \frac{\text{downtime}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

$$= \frac{318}{8682,5} \times 100\%$$

$$= 3,66\%$$

5. Perhitungan Equipment Failure Losses bulan September :

$$\text{Equipment Failure Losses} = \frac{\text{downtime}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

$$= \frac{265}{9398,5} \times 100\%$$

$$= 2,81\%$$

6. Perhitungan Equipment Failure Losses bulan Oktober :

$$\text{Equipment Failure Losses} = \frac{\text{downtime}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

$$= \frac{235}{8837} \times 100\%$$

$$= 2,65\%$$

2. Setup and Adjustment Losses

Perubahan keadaan operasional, seperti dimulainya produksi atau dimulainya shift baru, modifikasi produk, dan perubahan kondisi operasi, semuanya mengakibatkan kerugian.

Tabel 13. Data Hasil Perhitungan Setup and Adjustment Losses

Bulan	Loading Time (menit)	Setup Time (menit)	Setup And Adjustment Losses (%)
Mei 2025	8444	120	1,42
Juni 2025	8936	156	1,75
Juli 2025	9026	178	1,97
Agustus 2025	8682,5	200	2,30
September 2025	9398,5	145	1,54
Oktober 2025	8837	100	1,13

Sumber: Penelitian Mandiri 2025

1. Perhitungan Setup and Adjustment Loss bulan Mei :

$$\text{Setup and Adjustment Loss} = \frac{\text{Setup And Adjustment losses}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{128}{8444} \times 100\%$$

$$= 1,42\%$$
2. Perhitungan Setup and Adjustment Loss bulan Juni :

$$\text{Setup and Adjustment Loss} = \frac{\text{Setup And Adjustment losses}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{136}{8936} \times 100\%$$

$$= 1,52\%$$
3. Perhitungan Setup and Adjustment Loss bulan Juli :

$$\text{Setup and Adjustment Loss} = \frac{\text{Setup And Adjustment losses}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{170}{9026} \times 100\%$$

$$= 1,97\%$$
4. Perhitungan Setup and Adjustment Loss bulan Agustus :

$$\text{Setup and Adjustment Loss} = \frac{\text{Setup And Adjustment losses}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{239}{8825} \times 100\%$$

$$= 2,30\%$$
5. Perhitungan Setup and Adjustment Loss bulan September :

$$\text{Setup and Adjustment Loss} = \frac{\text{Setup And Adjustment losses}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{192}{93925} \times 100\%$$

$$= 1,54\%$$
6. Perhitungan Setup and Adjustment Loss bulan Oktober :

$$\text{Setup and Adjustment Loss} = \frac{\text{Setup And Adjustment losses}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{124}{8837} \times 100\%$$

$$= 1,33\%$$

3. Idling and Minor Stoppages Losses

Merupakan kerugian yang disebabkan oleh masalah sesaat seperti keterlambatan material atau karena adanya pemadam-an listrik.

Tabel 14. Data Hasil Perhitungan Idling and Minor Stoppage Losses

Bulan	Loading Time (month)	Jumlah Target (pivcon)	Total Produk (pivcon)	Ideal Cycle Time (month)	Idling Minor Stoppage Losses (%)
Mei 2023	8444	4899	3881	2	7,01
Juni 2023	8936	4193,5	3693	2	10,33
Juli 2023	9026	4359	3909	2	10,83
Agustus 2023	8672,5	4182,25	3883	2	1,84
September 2023	9396,5	4566,75	3927	2	11,81
Oktober 2023	8937	4381	3885	2	8,41

Sumber: Penelitian Mandiri 2025

1. Perhitungan Idling and Minor Stoppages Losses bulan Mei :

$$\text{Idling} = \frac{(\text{Jumlah Target} - \text{Jumlah produksi}) \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

$$= \frac{(4899 - 3881) \times 2}{8444} \times 100\%$$

$$= 7,05\%$$
2. Perhitungan Idling and Minor Stoppages Losses bulan Juli :

$$\text{Idling} = \frac{(\text{Jumlah Target} - \text{Jumlah produksi}) \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

$$= \frac{(4359,5 - 3909) \times 2}{9026} \times 100\%$$

$$= 10,73\%$$

3. Perhitungan Idling and Minor Stoppages Losses bulan Juli :

$$\text{Reduced} = \frac{(\text{Jumlah Target} - \text{Jumlah produksi}) \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

$$= \frac{(4359,5 - 3909) \times 2}{9026} \times 100\%$$

$$= 10,33\%$$

4. Perhitungan Idling and Minor Stoppages Losses bulan Agustus :

$$\text{Reduced} = \frac{(\text{Jumlah Target} - \text{Jumlah produksi}) \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

$$= \frac{(4182,25 - 3883) \times 2}{8672,5} \times 100\%$$

$$= 8,84\%$$

5. Perhitungan Idling and Minor Stoppages Losses bulan September :

$$\text{Reduced} = \frac{(\text{Jumlah Target} - \text{Jumlah produksi}) \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

$$= \frac{(4566,75 - 3927) \times 2}{9396,5} \times 100\%$$

$$= 13,61\%$$

6. Perhitungan Idling and Minor Stoppages Losses bulan Oktober :

$$\text{Reduced} = \frac{(\text{Jumlah Target} - \text{Jumlah produksi}) \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

$$= \frac{(4381 - 3885) \times 2}{8937} \times 100\%$$

$$= 9,41\%$$

4. Reduced Speed Losses

Merupakan kerugian yang terjadi akibat penurunan kecepatan mesin sehingga mesin tidak dapat beroperasi dengan maksimal. Losses ini dihitung dengan melakukan perbandingan kapasitas ideal dengan beban kerja aktual.

Tabel 15. Data Hasil Perhitungan Reduced Speed Losses

Bulan	Loading Time (month)	Ideal Cycle Time (month)	Cycle Time (month)	Operation Time (month)	Total Produk (pivcon)	Reduced Speed Losses (%)
Mei 2023	8444	2	2,11	1,99	3881	6,75
Juni 2023	8936	2	2,23	2,03	3693	8,99
Juli 2023	9026	2	2,23	1,78	3909	9,85
Agustus 2023	8672,5	2	2,15	2,04,5	3883	8,71
September 2023	9396,5	2	2,12	19,3,5	3927	13,57
Oktober 2023	8937	2	2,21	1,61	3885	9,25

Sumber: Penelitian Mandiri 2025

1. Perhitungan Reduced Speed Losses bulan Mei :

$$\text{Reduced} = \frac{(\text{Ideal Cycle Time} - \text{Cycle Time}) \times \text{Output}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

$$= \frac{(2,11 - 2,09) \times 3881}{8444} \times 100\%$$

$$= 6,75\%$$

2. Perhitungan Reduced Speed Losses bulan Juni :

$$\text{Reduced} = \frac{(\text{Ideal Cycle Time} - \text{Cycle Time}) \times \text{Output}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

$$= \frac{(2,23 - 2,09) \times 3693}{8936} \times 100\%$$

$$= 9,43\%$$

3. Perhitungan Reduced Speed Losses bulan Juli :

$$\text{Reduced} = \frac{(\text{Actual Cycle Time} - \text{Ideal Cycle Time}) \times \text{Output}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{11,23 - 10,988}{0,026} \times 100\%$$

$$= 9,95\%$$

4. Perhitungan Reduced Speed Losses bulan Agustus :

$$\text{Reduced} = \frac{(\text{Actual Cycle Time} - \text{Ideal Cycle Time}) \times \text{Output}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{11,19 - 10,988}{0,025} \times 100\%$$

$$= 6,71\%$$

5. Perhitungan Reduced Speed Losses bulan September :

$$\text{Reduced} = \frac{(\text{Actual Cycle Time} - \text{Ideal Cycle Time}) \times \text{Output}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{11,32 - 10,988}{0,026} \times 100\%$$

$$= 13,37\%$$

6. Perhitungan Reduced Speed Losses bulan Oktober :

$$\text{Reduced} = \frac{(\text{Actual Cycle Time} - \text{Ideal Cycle Time}) \times \text{Output}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{11,21 - 10,988}{0,027} \times 100\%$$

$$= 9,23\%$$

5. Defect Losses

Defect losses merupakan cacat produk selama produksi yang perlu dimodifikasi atau dibuang. Kerugian bagi perusahaan ketika melakukan modifikasi atau material diubah menjadi barang bekas.

Tabel 16. Data Hasil Perhitungan Defect Losses

Bulan	Produk Cacat (pieces)	Ideal Cycle Time (month)	Loading Time (month)	Defect Losses (%)
Mei 2023	63	2	8444	1,49
Juni 2023	105	2	8936	2,35
Juli 2023	126	2	9026	2,79
Agustus 2023	63	2	8682,5	1,45
September 2023	42	2	9398,5	0,89
Oktober 2023	84	2	8837	1,90

Sumber: Penelitian Mandiri 2025

1. Perhitungan Defect Losses bulan Mei :

$$\text{Defect Losses} = \frac{\text{Total Reject} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{63 \times 2}{8444} \times 100\%$$

$$= 1,49\%$$

2. Perhitungan Defect Losses bulan Juni :

$$\text{Defect Losses} = \frac{\text{Total Reject} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{105 \times 2}{8936} \times 100\%$$

$$= 2,35\%$$

3. Perhitungan Defect Losses bulan Juli :

$$\text{Defect Losses} = \frac{\text{Total Reject} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{126 \times 2}{9026} \times 100\%$$

$$= 2,79\%$$

4. Perhitungan Defect Losses bulan Agustus :

$$\text{Defect Losses} = \frac{\text{Total Reject} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{63 \times 2}{8682,5} \times 100\%$$

$$= 1,45\%$$

5. Perhitungan Defect Losses bulan September :

$$\text{Defect Losses} = \frac{\text{Total Reject} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{42 \times 2}{9398,5} \times 100\%$$

$$= 0,89\%$$

6. Perhitungan Defect Losses bulan Oktober :

$$\text{Defect Losses} = \frac{\text{Total Reject} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{84 \times 2}{8837} \times 100\%$$

$$= 1,90\%$$

6. Yield Losses

Yield losses terjadi sebagai akibat dari limbah material. Kerugian ini terbagi dalam dua kategori: kehilangan material karena desain produk serta teknik manufaktur dan kerugian penyesuaian sebagai akibat dari kekurangan kualitas produk pada awal proses produksi.

Tabel 17. Data Hasil Perhitungan Yield Losses

Bulan	Loading Time (month)	Ideal Cycle Time (month)	DownTime (month)	Yield Losses (%)
Mei 2023	8444	2	246	5,82
Juni 2023	8936	2	303	6,79
Juli 2023	9026	2	308	6,82
Agustus 2023	8682,5	2	318	7,33
September 2023	9398,5	2	265	5,64
Oktober 2023	8837	2	238	5,32

Sumber: Penelitian Mandiri 2025

1. Perhitungan Yield Losses bulan Mei :

$$\text{Yield Losses} = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Downtime}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{2 \times 246}{8444} \times 100\%$$

$$= 5,82\%$$

2. Perhitungan Yield Losses bulan Juni :

$$\text{Yield Losses} = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Downtime}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{2 \times 303}{8936} \times 100\%$$

$$= 6,78\%$$

3. Perhitungan Yield Losses bulan Juli :

$$\text{Yield Losses} = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Downtime}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{2 \times 308}{9026} \times 100\%$$

$$= 6,82\%$$

4. Perhitungan Yield Losses bulan Agustus :

$$\text{Yield Losses} = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Downtime}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{2 \times 318}{8682,5} \times 100\%$$

$$= 7,33\%$$

5. Perhitungan Yield Losses bulan September :

$$\text{Yield Losses} = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Downtime}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{2 \times 265}{9398,5} \times 100\%$$

$$= 5,64\%$$

6. Perhitungan Yield Losses bulan Oktober :

$$\text{Yield Losses} = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Downtime}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{2 \times 235}{8837} \times 100\%$$

$$= 5,32\%$$

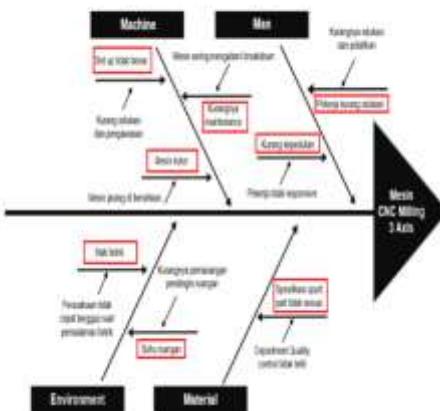
Dari tabel diatas, losses terbesar adalah reduced speed losses dengan nilai 36,76% dan yield losses dengan nilai 24,77%. Reduced speed losses dapat terjadi karena mesin tidak bekerja optimal (penurunan kecepatan operasi). Sedangkan yield lossess, akibat dapat terjadi karena limbah bahan baku ataupun kekurangan kualitas produk pada awal proses produksi dan selama perubahan. Analisis six big losses dilakukan agar perusahaan dapat menentukan mana dari 6 variabel kerugian besar yang paling berkontribusi terhadap efisiensi mesin.

3.3 Diagram Fishbone

Hasil dari six big losses menunjukkan bahwa penyebab rendahnya nilai OEE adalah reduced speed losses dan yield losses, sehingga digunakan diagram tulang ikan untuk

menentukan akar penyebabnya. Man, Material, Machine, dan Environment adalah faktor penyebab kerugian yang akan dianalisis. Diagram tulang ikan yang menghasilkan tingkat OEE yang rendah dapat dilihat di bawah ini.

FISHBONE DIAGRAM



Gambar 4. Diagram Fishbone

Sumber: Penelitian Mandiri 2025

Berikut uraian sebab akibat berdasarkan diagram tulang ikan di atas beserta usulan perbaikannya:

1. Manusia

Pekerja kurang kepedulian dalam memelihara dan membersihkan mesin sehingga mesin mengalami gangguan seperti terhenti secara mendadak (breakdown). Jadi usulan perbaikan terkait masalah ini adalah memberikan arahan dan mengawasi pekerjaan karyawan, karena jumlah produksi dan kecepatan produksi bergantung pada mesin. Seringkali, masalah mesin tidak dapat ditangani secara memadai karena kurangnya pemahaman operator tentang pengoperasian mesin CNC Milling 3 Axis. Jadi usulan perbaikan terkait masalah ini adalah perlu adanya edukasi atau sosialisasi yang lebih banyak lagi terkait penanganan dan pemeliharaan mesin tersebut, dan memberikan pelatihan dasar tentang Mesin CNC Milling 3 Axis kepada operator atau mekanik, agar dapat melakukan pencegahan dini sehingga tidak terjadi kerusakan yang lebih fatal lagi.

2. Material

Bagian divisi quality control seharusnya menyesuaikan suku cadang yang masuk dengan kriteria perusahaan. Kemungkinan adanya kesalahan dalam pemeriksaan atau penggantian komponen suku cadang selama kegiatan ini. Jadi usulan perbaikan terkait masalah ini adalah divisi quality control perlu lebih teliti dalam menyesuaikan suku cadang yang dibeli dengan spesifikasi perusahaan.

3. Machine

Mesin sering rusak karena kurangnya perawatan. Selain itu, mesin seringkali tetap bekerja meskipun operator mengetahui bahwa mesin telah rusak, namun selama mesin tidak membahayakan operator, mesin masih aman untuk digunakan. Jadi usulan perbaikan terkait masalah ini adalah pada metode yang diterapkan oleh bagian maintenance perlu ditingkatkan lagi misalnya dengan predictive maintenance, dan melakukan penjadwalan penggantian komponen tidak hanya pada saat komponen mesin rusak saja.

4. Environment

Suhu ruangan di perusahaan yang pengap akan membuat operator kurang nyaman dalam bekerja, juga dapat menimbulkan lembab pada mesin. Jadi usulan perbaikan terkait masalah ini adalah perusahaan sebaiknya memberikan ataupun meningkatkan pemasangan pendingin ruangan di setiap line.

Pemadaman listrik dapat berdampak pada proses manufaktur karena membutuhkan waktu untuk beralih ke genset dan dapat membahayakan mesin jika tiba-tiba berhenti selama proses produksi. Jadi usulan perbaikan terkait masalah ini adalah perusahaan sebaiknya lebih cepat tanggap dalam pemadaman listrik untuk menghindari kerusakan mesin tersebut.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Kecepatan produksi (kinerja) Mesin CNC Milling 3 Axis tertinggi terjadi

pada bulan Agustus, dengan tingkat kinerja sebesar 92,89% dan angka terendah terjadi pada bulan September dengan tingkat kinerja sebesar 85,99%.

- Efektivitas Mesin CNC Milling 3 Axis tertinggi tercatat pada bulan Mei dengan nilai 87,45%. Nilai standar Overall Equipment Effectiveness (OEE) JIPM adalah 85%, sehingga pada bulan Mei memenuhi kriteria. Tetapi nilai OEE terendah yang terjadi pada bulan Juni, Juli, September dan Oktober tidak memenuhi standar 85% JIPM. Dari situ terlihat bahwa efektivitas dari mesin CNC Milling 3 Axis secara keseluruhan masih memerlukan evaluasi untuk dilakukan perbaikan dalam upaya meningkatkan efektivitas mesin.
- Berdasarkan six big losses pada mesin CNC Milling 3 Axis losses terbesar adalah reduced speed losses dengan nilai 36,76% dan yield losses dengan nilai 24,77%.

DAFTAR PUSTAKA

- Fauzan, A., Soegiharto, H., Prasetyawan, A. T., & Zain, A. I.(2019). Perancangan Mesin Plotter Batik Berbasis Computer Numerical Control (Cnc). Seminar Nasional Teknologi Dan Rekayasa (SENTRA), 139–151.
- Chuluk, M. C. (2021). Analisis Pengukuran Efektivitas Mesin dengan penerapan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Mesin Shrink label (Studi Kasus Perusahaan Minuman di Jemundo, Sidoarjo) (Doctoral dissertation, Univesitas 17 Agustus 1945 Surabaya).
- Nakajima, S., (1988). Introduction to Total Productive Maintenance, Productivity Press Inc, Portland, p. 21